

**TÉCNICA DE CRIAÇÃO E INFLUÊNCIA DO HOSPEDEIRO E DA
TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO DE *Diabrotica speciosa*
(Germar, 1824) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)**

CRÉBIO JOSÉ ÁVILA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Doutor em
Ciências, Área de Concentração: Entomologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Maio - 1999

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Ávila, Crébio José

Técnica de criação e influência do hospedeiro e da temperatura no desenvolvimento de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) / Crébio José Ávila. - - Piracicaba, 1999.
103 p. : il.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Bioecologia 2. Dieta artificial 3. Dieta natural 4. Efeito da temperatura 5. Inseto-nocivo 6. Praga agrícola 7. Relação hospedeiro-praga 8. Vaquinha I. Título

CDD 632.76

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O Autor"

*Aos meus pais, Antônio Lau e Luzia,
pelo apoio e incentivo na minha formação pessoal e profissional,*

DEDICO

*À minha esposa Maria José e ao meu querido
filho Matheus, com muito amor e carinho,*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Roberto Postali Parra, Professor Associado do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), pelos ensinamentos, amizade e presteza profissional na orientação deste trabalho;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, através do Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste-CPAO, de Dourados/MS, pela oportunidade de realização do treinamento de Pós-Graduação e pela concessão da bolsa de estudos durante a realização do curso;

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Entomologia do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), pelos ensinamentos transmitidos durante o curso;

Aos Professores Celso Omoto, Roberto Antônio Zucchi, José Djair Vendramim e Octávio Nakano, pelo incentivo, amizade e agradável convivência;

Ao Professor Quirino Augusto de Carnargo Carmello, do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP, pelas sugestões na tese e análise química dos nutrientes nas folhas das plantas;

À estagiária e estudante de Biologia, Alessandra Cristina P. Tabai, pela indispensável ajuda na execução dos trabalhos da tese, amizade, confiança e companheirismo;

Às Biólogas Patrícia Milano, Rosa Maria da Silva Molina, Ana Maria de Lima Souza e ao Engenheiro Agrônomo Dori Edson Nava, pela colaboração durante a execução da pesquisa e amizade;

À técnica de laboratório, Neide Graciano Zério, pela paciência, presteza, atenção e apoio durante os três anos de convivência no Laboratório de Biologia de Insetos;

Aos funcionários de campo Carlinhos, "Tutu" e Dino pelo auxílio na instalação dos ensaios de campo e coleta de insetos na região de Piracicaba, SP;

Aos Amigos Botton, Alfredo, Cidoca, Miguel, Reginaldo, Vargas, Bete, Jairo, Fabrício, Maurício-Monalisa, Venâncio-Roselaine e Guilherme, pelo convívio fraterno e companheirismo, durante minha permanência em Piracicaba;

Ao colega Alexandre de Sene Pinto pela colaboração referente à parte de computação, quando na elaboração de figuras e "slides" para o exame de qualificação e de defesa;

Aos colegas do Setor de Biologia, Marcone, Laila, Geraldo, Eduardo, Silvia, Mauro, Rosmarina, Peter, Sandra, Adriana, Márcia, pelo agradável convívio e amizade;

Às Bibliotecárias Eliana Maria Garcia Sabino e Kátia Maria de Andrade Ferraz pela atenção e auxílio na pesquisa bibliográfica;

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
SUMMARY	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Criação de <i>Diabrotica</i> spp. em meios naturais e artificiais	4
2.1.1 Influência da dieta e do substrato de criação.....	4
2.1.2 Influência da densidade larval no recipiente de criação	7
2.1.3 Influência do hospedeiro, como alimento na fase larval, no desenvolvimento de <i>Diabrotica</i> spp.	9
2.2 Influência da temperatura na fecundidade e sobrevivência de adultos de <i>Diabrotica</i> spp.	11
2.3 Influência do hospedeiro, como alimento, na fase adulta de <i>Diabrotica</i> spp.	12
2.3.1 Influência da espécie hospedeira, sobre o consumo, sobrevivência e reprodução de <i>Diabrotica</i> spp.	13
2.3.2 Influência da idade fisiológica do hospedeiro, sobre o consumo e reprodução de <i>Diabrotica</i> spp.	15
2.4 Influência de espécies hospedeiras, em monocultivos e em associações, na sobrevivência e danos de <i>Diabrotica</i> spp.	17
2.5 Exigências térmicas (graus-dia) para o desenvolvimento de <i>Diabrotica</i> spp.	20

3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Manutenção de adultos e obtenção de ovos de <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824), em laboratório	23
3.2 Técnicas de criação de <i>D. speciosa</i>	25
3.2.1 Influência da dieta e do substrato de criação	25
3.2.1.1 Criação em dieta natural, no substrato vermiculita	26
3.2.1.2 Criação em dieta natural, no substrato papel	27
3.2.1.3 Criação em dieta artificial	28
3.2.1.4 Comparação das técnicas de criação de <i>D. speciosa</i>	28
3.2.2 Influência da densidade de larvas no recipiente de criação	30
3.2.3 Influência do hospedeiro, como alimento, na fase larval	30
3.3 Influência da temperatura na fecundidade e sobrevivência de adultos de <i>D. speciosa</i>	31
3.4 Influência do hospedeiro, como alimento, na fase adulta de <i>D. speciosa</i> , em laboratório	32
3.4.1 Influência da espécie hospedeira	32
3.4.1.1 Efeito sobre a fecundidade	32
3.4.1.2 Efeito sobre o consumo e preferência alimentar	33
3.4.2 Influência da idade fisiológica do feijoeiro	35
3.4.2.1 Efeito sobre a fecundidade	35
3.4.2.2 Efeito sobre o consumo	36
3.5 Influência de espécies hospedeiras, em monocultivos e em associações, na sobrevivência de <i>D. speciosa</i>	36
3.5.1 Sobrevivência de adultos e da progênie na cultura em desenvolvimento	37
3.5.2 Emergência de adultos na cultura em sucessão	39
3.6 Exigências térmicas (graus-dia) para o desenvolvimento de <i>D. speciosa</i> , em condições de semi-campo: validação do modelo de laboratório, obtido por Milanez (1995)	41

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1 Técnicas de criação de <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824).....	44
4.1.1 Influência da dieta e do substrato de criação.....	44
4.1.2 Influência da densidade de larvas no recipiente de criação	51
4.1.3 Influência do hospedeiro, como alimento, na fase larval.....	54
4.2 Influência da temperatura na fecundidade e sobrevivência de adultos de <i>D. speciosa</i>	57
4.3 Influência do hospedeiro, como alimento, na fase adulta de <i>D. speciosa</i> , em laboratório	61
4.3.1 Influência da espécie hospedeira	61
4.3.1.1 Efeito sobre a fecundidade.....	61
4.3.1.2 Efeito sobre o consumo e preferência alimentar	65
4.3.2 Influência da idade fisiológica do feijoeiro.....	69
4.3.2.1 Efeito sobre a fecundidade.....	69
4.3.2.2 Efeito sobre o consumo	69
4.4 Influência de espécies hospedeiras em monocultivos e em associações, na sobrevivência de <i>D. speciosa</i>	73
4.4.1 Sobrevivência de adultos e da progênie na cultura em desenvolvimento.....	73
4.4.2 Emergência de adultos na cultura em sucessão	75
4.5 Exigências térmicas (graus-dia) para o desenvolvimento de <i>D. speciosa</i> , em condições de semi-campo: validação do modelo de laboratório obtido por Milanez (1995).....	79
5 CONCLUSÕES.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

TÉCNICA DE CRIAÇÃO E INFLUÊNCIA DO HOSPEDEIRO E DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO DE *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)

Autor: CRÉBIO JOSÉ ÁVILA

Orientador: Prof. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

A pesquisa foi conduzida no Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), Foram realizados estudos bioecológicos com *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), visando obter informações para o aprimoramento da pesquisa com este inseto, através das seguintes etapas: aperfeiçoar a técnica de criação em dieta natural e artificial; determinar os efeitos da temperatura e do alimento (hospedeiros) na fase adulta do inseto, em condições de laboratório; avaliar a influência de espécies hospedeiras, em monocultivos e em associações, no desenvolvimento do inseto e determinar as exigências térmicas (graus-dia) para o período de ovo a adulto de *D. speciosa*, em função das temperaturas do solo e do ar, baseando-se no modelo linear de graus-dia, determinado em laboratório por Milanez (1995). Foi desenvolvida uma técnica para a criação de *D. speciosa* em dieta natural ("seedlings" de milho), mantida em vermiculita fina esterilizada. O sistema de criação foi superior ao sistema padrão de criação que utiliza milho em papel umedecido. A duração e a viabilidade do período larva-adulto, bem como o peso do adulto de *D. speciosa*, foram influenciados pela densidade de larvas utilizada no recipiente de criação, contendo uma mesma quantidade de dieta natural.

"Seedlings" de milho ou batata enraizada foram os mais adequados para criação de *D. speciosa* em laboratório, embora o desenvolvimento do inseto ocorresse em "seedlings" de feijão ou de soja. Na faixa de 20 a 30 °C, existiu uma relação inversa entre o período de oviposição e longevidade de adultos (machos e fêmeas) de *D. speciosa* com o aumento da temperatura. Fêmeas de *D. speciosa* criadas e mantidas à temperatura de 30 °C, são menos fecundas do que as criadas e mantidas a 20 ou 25 °C. O tipo de alimento (hospedeiro) oferecido na fase adulta de *D. speciosa*, afetou a capacidade de postura do inseto, sendo as folhas de milho e de soja inferiores nutricionalmente para os adultos de *D. speciosa* em relação às de batata e feijoeiro. Nos testes de múltipla escolha, adultos mostraram preferência para se alimentarem de folhas de feijoeiro em relação às de batata, soja ou milho. A capacidade de postura e consumo foliar por adultos de *D. speciosa*, foram influenciados pela idade fisiológica do feijoeiro. Nos ensaios de campo, foi verificado que o tipo de planta hospedeira disponível na área de cultivo, teve forte influência na sobrevivência e reprodução de *D. speciosa*, sendo a associação milho-feijoeiro, uma condição favorável para a multiplicação do inseto. No estudo de exigências térmicas, os valores de graus-dia para o período de ovo-adulto de *D. speciosa*, calculados em função das temperaturas flutuantes do solo e do ar, diferiram do valor determinado em laboratório, utilizando-se temperaturas constantes. A temperatura do solo foi mais adequada do que a do ar, para determinar a previsão de ocorrência de *D. speciosa* no campo, empregando-se o modelo linear de graus-dia.

**REARING TECHNIQUE AND INFLUENCE OF HOST PLANT AND
TEMPERATURE ON THE DEVELOPMENT OF *Diabrotica
speciosa* (Germar, 1824) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)**

Author: CRÉBIO JOSÉ ÁVILA

Adviser: Prof. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

The research was conducted at the Department of Agricultural Entomology, Phytopathology and Zoology of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", University of São Paulo (USP). Bio-ecological studies with *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) were carried out in order to improve the research concerning such insect through the following steps: enhancement of the rearing technique in both natural and artificial diet; determination of the effects of temperature and food (host plant) in the adult stage of the insect in laboratory; evaluation of the influence of the host species in single or associated crops in the development of the insect and the thermal requirements (degree-days) for the development period of *D. speciosa* (egg-adult) according to soil and air temperatures based on the degree-days linear model, as determined in laboratory by Milanez (1995). A technique for *D. speciosa* rearing in natural diet (corn seedling in fine vermiculite) was developed. This technique proved to be better than the standard rearing system using corn on wet paper sheets. The length and viability of the larvae-adult period as well as the weight of *D. speciosa* adult were influenced by the larvae density used in the rearing container with an equal amount of natural diet. Corn or rooted potato seedlings were more suitable for

D. speciosa laboratory rearing even though the development occurred in bean and soybean seedlings. An inverse relationship occurred between temperature and the biological parameters period of oviposition and longevity of *D. speciosa* adults (males and females). *D. speciosa* females reared and kept at 30 °C laid less eggs than those reared and kept in the range of 20-25 °C. The type of food (host plant) offered at the adult stage affected the insect egg-laying capacity and the corn and soybean leaves were nutritionally inferior for *D. speciosa* adults in relation to those of potato and bean plants. In multiple choice tests, adults showed preference for feeding on bean plant leaves instead of potato, soybean or corn. The egg-laying capacity and leaf consumption by *D. speciosa* were influenced by the physiological age of the bean plant. The type of the host plant available in the cultivation area in the field trials strongly influenced the survival and reproduction of *D. speciosa*, and the corn-bean association was a favorable condition for population increase of this pest. In thermal requirement studies, the degree-days values for the egg-adult period of *D. speciosa* - calculated according to the fluctuating temperatures of soil and air - were different from the value determined in laboratory at constant temperatures. The soil temperature was more adequate than that of the air to predict *D. speciosa* occurrence using the degree-days linear model.

1 INTRODUÇÃO

Diabrotica speciosa (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) ocorre praticamente em todos os Estados brasileiros, bem como em outros países da América do Sul (Aréstegui, 1976; Krysan, 1986; Bercellini & Malacalza, 1994). Na fase adulta, o inseto alimenta-se de folhas, brotações novas, vagens ou frutos de várias culturas, causando redução de produtividade, seja pelo efeito direto, em razão do dano causado na planta, ou indiretamente, por atuar como agente transmissor de patógenos, especialmente vírus (Boff & Gandin, 1992). Da mesma forma, as larvas de *D. speciosa*, que são de hábito subterrâneo, têm causado, nos últimos anos, perdas significativas de produtividade de milho, em razão dos danos causados pelo inseto ao sistema radicular (Gassen, 1994).

Embora a importância de *D. speciosa*, como praga, tenha sido ressaltada na literatura, estudos básicos relacionados às técnicas de criação e bioecologia com esta espécie, são escassos. Pelo hábito subterrâneo das larvas, sua criação em laboratório é dificultada, já que as condições naturais em que o inseto se desenvolve nem sempre são passíveis de serem reproduzidas em condições controladas. Algumas técnicas de criação de *D. speciosa*, em dieta natural ou artificial, já foram desenvolvidas (Haji, 1981; Carvalho & Hohmann, 1982; Pecchioni, 1988; Milanez, 1995; Silva-Werneck et al. 1995). No entanto, estes sistemas de criação apresentam certas limitações, tais como: baixa quantidade dos insetos produzidos, ocorrência freqüente de fungos nas fases de desenvolvimento larval e pupal, bem como excessiva mão-de-obra para a manutenção da criação.

Trabalhos visando avaliar a influência de hospedeiros nas fases imaturas e adulta de *D. speciosa*, poderão auxiliar no desenvolvimento de estratégias para o

controle desta praga em condições de campo, baseando-se, especialmente na alternância e seqüência de cultivos nos sistemas de plantio, já que segundo Panizzi & Parra (1991) as espécies vegetais apresentam diferentes graus de suscetibilidade e/ou qualidade nutricional para o desenvolvimento e sobrevivência das diferentes fases dos insetos. Todavia, trabalhos nesta linha de pesquisa com *D. speciosa*, são inexistentes na literatura.

O controle de *D. speciosa* no Brasil, tanto de adultos como de larvas é baseado no emprego de inseticidas químicos. A escassez de estudos, relacionando a influência de fatores bióticos e abióticos nas diferentes fases de desenvolvimento desta praga, é uma das principais causas que tem dificultado o desenvolvimento de métodos alternativos para o seu controle, em condições de campo.

Desta forma, objetivou-se neste trabalho, desenvolver estudos bioecológicos de *D. speciosa* através das seguintes etapas: aperfeiçoar a técnica de criação em dieta natural e artificial; avaliar a influência do alimento (hospedeiros) nas fases imatura e adulta do inseto; determinar o efeito da temperatura sobre fecundidade e sobrevivência de adultos; avaliar a influência de espécies hospedeiras, em monocultivos e em associações, no desenvolvimento do inseto e determinar as exigências térmicas (graus-dia) e previsão de ocorrência de *D. speciosa* no período de ovo-adulto, em condições de semi-campo (telado), baseando-se nas temperaturas do solo e do ar e no modelo linear de graus-dia, determinado em laboratório por Milanez (1995). Estes estudos visam a obtenção de informações para o aprimoramento da pesquisa com este inseto, bem como fornecer subsídios para o desenvolvimento de métodos alternativos de controle, em substituição aos métodos químicos convencionais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O gênero *Diabrotica* contém cerca de 338 espécies, sendo a maioria (300 espécies) pertencente ao grupo neotropical *fucata*, que é multivoltino. As demais espécies pertencem ao grupo *virgifera*, que é univoltino e de regiões temperadas, ou ao grupo *signifera* que, embora sendo univoltino, tem sua ocorrência restrita à América do Sul (Krysan, 1986; Krysan & Smith, 1987; Eben et al., 1997a). *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) foi incluída por Krysan (1986) no grupo *fucata*, embora não seja de origem neotropical.

O adulto de *D. speciosa* é vulgarmente chamado de “vaquinha”, “vaquinha das hortas”, “vaquinha das cucurbitáceas”, “vaquinha verde”, “vaquinha verde-amarela”, “brasileirinho” e “patriota”. Já no caso das larvas, as denominações mais comuns são: “larva-alfinete”, “bicho-alfinete” ou “larva de vaquinha”, sendo a primeira denominação mais freqüentemente empregada em publicações (Gallo et al., 1988; Gassen, 1989), em função do ataque característico ao tubérculo de batatinha. *D. speciosa*, ocorre praticamente em todos os Estados brasileiros e em países da América do Sul (Haji, 1981; Pecchioni, 1988; Bercellini & Malacalza, 1994).

D. speciosa apresenta três instares larvais, sendo o período de desenvolvimento das fases imaturas (ovo, larva, pré-pupa e pupa) variável em função da temperatura e da dieta empregada para sua criação (Haji, 1981; Milanez, 1995). Os adultos alimentam-se da folhagem e causam danos em várias espécies de plantas de importância econômica, dentre elas, as hortaliças (solanáceas, cucurbitáceas, crucíferas, etc.), feijoeiro, soja, girassol, milho (Corrêa et al., 1977; Souza, 1987; Gassen, 1989; Hohmann, 1989), causando desfolha nas plantas e/ou atuando como vetor de patógenos, especialmente aqueles causadores de viroses (Fulton & Scott, 1977; Costa &

Batista, 1979; Boff & Gandin, 1992; Ribeiro et al., 1996). Os adultos também podem atacar frutos em desenvolvimento de fruteiras temperadas, como nectarina, reduzindo acentuadamente sua qualidade comercial (Marini et al., 1984). Da mesma forma, as larvas de *D. speciosa* têm causado danos às culturas, notadamente em milho e batatinha. No milho, as larvas alimentam-se principalmente das raízes adventícias, afetando diretamente o rendimento de grãos da cultura (Gassen, 1994). O consumo de raízes pelas larvas reduz a capacidade da planta absorver água e nutrientes, tornando-a menos produtiva, como também mais suscetível às doenças radiculares e ao tombamento, o que acarreta, neste último caso, perdas da produção quando a colheita é realizada mecanicamente. Já na cultura da batatinha, as larvas perfuram os tubérculos, acarretando acentuada redução na sua qualidade comercial (Haji, 1981; Gassen, 1989).

Embora a importância de *D. speciosa*, como praga, seja ressaltada por diversos autores, pesquisas básicas relacionadas às técnicas de criação e bioecologia com esta praga são escassas no Brasil (Haji, 1981; Carvalho & Hohmann, 1982; Milanez, 1995; Silva-Werneck et al., 1995). Estudos dessa natureza poderão auxiliar no aprimoramento da pesquisa com este inseto, bem como servir de base para o desenvolvimento de métodos alternativos para o seu controle, em condições de campo.

2.1 Criação de *Diabrotica* spp. em meios naturais e artificiais

2.1.1 Influência da dieta e do substrato de criação

As técnicas de criação de espécies de *Diabrotica*, até hoje desenvolvidas, utilizaram papel de filtro, papel de germinação (germiteste), areia, solo, terra vegetal ou argila como substrato para o desenvolvimento larval e pupal e empregam, quase sempre, “seedlings” de milho, como dieta natural, para o desenvolvimento larval. Uma das primeiras técnicas publicadas, visando à criação de espécies do gênero *Diabrotica*, em condições de laboratório, foi desenvolvida por George & Ortman (1965), que criaram *D. virgifera virgifera* LeConte em “seedlings” de milho. Após este trabalho, várias

pesquisas têm sido conduzidas visando aprimorar esta técnica de criação. Jackson & Davis (1978) apresentaram uma alternativa para produção de larvas de *D. virgifera*, para testes toxicológicos. Neste método de criação, foi utilizado papel umedecido como substrato para germinar o milho, hospedeiro no qual as larvas também se desenvolveram. Com esta técnica de criação, os autores obtiveram adultos sem deformações, sendo a colônia mantida por dois anos no laboratório.

Dominique & Yule (1983) criaram *D. longicornis* utilizando “seedlings” de milho para o desenvolvimento larval, em papel umedecido com água destilada. Para pupação, utilizaram solo umedecido com água. Através deste sistema de criação, os autores obtiveram viabilidade do período de larva do 1º instar a adulto, de 30 e 65%, respectivamente, para o primeiro e segundo ano em que a pesquisa foi realizada. Os autores argumentaram que a maior viabilidade para o segundo ano da pesquisa, foi devido ao aprimoramento da técnica de criação, quando adicionaram solo úmido diretamente na caixa de criação, ao final da fase larval, evitando assim o manuseio da pupa.

Visando ao aperfeiçoamento da técnica de criação de *D. v. virgifera* em dieta natural (“seedlings” de milho), Branson et al. (1988) descreveram um sistema para a criação desta espécie, onde o substrato de criação assemelhava-se ao ambiente natural no qual a larva se desenvolve. Os ovos foram colocados próximos às radículas do milho, de modo que as larvas quando eclodissem não fossem manuseadas e se desenvolvessem no solo. Com esta metodologia de criação, os autores obtiveram viabilidade média para o período ovo-adulto de 53,0 % e de larva-adulto de 72,7%, além dos insetos produzidos apresentarem alta “qualidade biológica”.

Pecchioni (1988) utilizou “seedlings” de milho e papel de filtro, como substrato, para o desenvolvimento larval e areia fina umedecida para o desenvolvimento pupal, obtendo resultados satisfatórios na criação do inseto. Silva-Werneck et al. (1995) criaram larvas de *D. speciosa* em solo arenoso autoclavado (56% de areia, 6% de silte e 28% de argila), contendo plântulas de milho híbrido, obtidas em papel de germinação com umidade aproximada de 21,6%. Milanez (1995) também utilizou papel de germinação de sementes (papel germiteste) e “seedlings” de milho ‘pipoca’, como

substrato para o desenvolvimento larval, e uma mistura de solo + areia fina, na proporção de 1:1, para pupação. Para criação de criação de *Cerotoma arcuata* Oliv. (Coleoptera: Chrysomelidae), em dieta natural, Sanhueza-Salas (1998) avaliou dois substratos: terra orgânica e uma mistura (vermiculita + terra orgânica + areia), sendo a mistura, a que permitiu maior viabilidade e redução do ciclo do inseto.

De um modo geral, as técnicas já desenvolvidas para a criação de *D. speciosa*, consomem muita mão-de-obra, principalmente em razão das etapas de “inoculação” e transferência de larvas. Por outro lado, quando papel de filtro ou de germinação são utilizados com “seedlings” de milho durante o desenvolvimento larval, torna-se muito difícil manter um nível constante de umidade no substrato, que evite ressecamento da dieta ou que impeça a proliferação de fungos no recipiente de criação. Estas condições de extrema ou baixa umidade no substrato, contribuem para o aumento de mortalidade das fases imaturas de *Diabrotica* no sistema de criação (Dominique & Yule, 1983; Oloumi-Sadeghi & Levine, 1989).

A possibilidade de criação de espécies de *Diabrotica* em meios artificiais, poderá tornar-se uma alternativa viável para sua produção em grande escala e, conseqüentemente, solucionar os problemas de contaminação e de excessivo manuseio de larvas, quando se empregam os meios naturais. Todavia, dietas artificiais não têm sido utilizadas, com freqüência, para criação de espécies deste gênero. Um dos fatores que limita o uso de dietas artificiais para espécies de *Diabrotica*, parece estar relacionado à alta freqüência de contaminação do meio por bactérias, especialmente quando utilizam-se ovos na “inoculação” (Marrone et al., 1985). Outro fator tem sido a baixa viabilidade larval, obtida com meios artificiais, quando comparado àquela observada no meio natural (Marrone et al., 1985; Milanez, 1995).

Sutter et al. (1971) avaliaram a possibilidade de criação de *D. undecimpunctata howardi* Barber em uma dieta artificial à base de ágar. Posteriormente, Rose & McCabe (1973) alteraram a composição da dieta utilizada por Sutter et al. (1971) e avaliaram o desenvolvimento larval de *D. u. howardi*, nesta nova dieta. No final da fase larval, os insetos foram transferidos para pupação em um substrato constituído de vermiculita + areia. Com este sistema de criação, os autores

obtiveram viabilidade entre os estágios de larva de 1º ínstar a adulto de, aproximadamente, 25%. Marrone et al. (1985) também aperfeiçoaram a dieta de Sutter et al. (1971) para criação de *D. u. howardi*. Mesmo com o aperfeiçoamento da dieta, o desenvolvimento do inseto foi superior na dieta natural (“seedlings” de milho). Schalk & Peterson (1990), também desenvolveram uma dieta meridica para criação de *D. balteata*, que proporcionou boa sobrevivência e alto ganho de peso na fase larval.

O desenvolvimento de uma dieta artificial para criação de *D. speciosa*, que proporcionasse boa viabilidade larval e produzisse adultos de alta “qualidade biológica” seria altamente desejável, especialmente quando se deseja implementar uma criação massal deste inseto em laboratório. Milanez (1995) testou cinco dietas artificiais para criação de *D. speciosa*. No entanto, apenas uma dieta, formulada à base de germe de trigo (Berger, 1963) e utilizada originalmente para criação de espécies de *Heliothis*, permitiu o desenvolvimento de *D. speciosa*, embora tenha alongado o ciclo do inseto em relação à dieta natural (“seedlings de milho”).

2.1.2 Influência da densidade larval no recipiente de criação

A densidade populacional de insetos (número de indivíduos por unidade de área ou volume) no sistema de criação, pode influenciar muitos aspectos biológicos do seu ciclo de vida, tais como a taxa de desenvolvimento, sobrevivência, fecundidade, tamanho, bem como o comportamento dos indivíduos criados (Peters & Barbosa, 1977).

Em condições de laboratório, Naranjo (1991) criou *D. v. virgifera* nas densidades de 250, 500, 750 e 1200 ovos por recipiente de criação. O autor constatou que o aumento da densidade de ovos no recipiente de criação afetou a duração e a atividade de vôo das fêmeas produzidas.

Através de pesquisa conduzida em casa-de-vegetação, Weiss et al. (1985) verificaram que o incremento da densidade de larvas de *D. v. virgifera* em vasos contendo milho, alongou o período larval, alterou a razão sexual e reduziu a sobrevivência e o tamanho dos adultos produzidos.

Em condições de campo, Branson et al. (1980) e Chiang et al. (1980) verificaram que taxas de infestação superiores a 1200 ovos de *D. v. virgifera* por 30,5 cm de sulco afetaram negativamente a sobrevivência de larvas em relação às menores densidades de infestação. Os autores argumentaram que a competição por alimento foi o principal fator que interferiu na sobrevivência larval, já que as raízes do milho poderiam suportar apenas uma determinada quantidade de larvas. Branson & Sutter (1985) testando diferentes densidades de ovos de *D. v. virgifera* em condições de campo, verificaram que nas infestações com densidades acima de 300 ovos por 30,5 cm de sulco, o alimento (raízes de milho) tornou-se limitante para o desenvolvimento larval, o que acarretou redução no tamanho dos adultos emergidos. Com taxas de infestação acima de 600 ovos/ por 30,5 cm de sulco, a viabilidade no período larva-adulto, bem como a longevidade e fecundidade dos insetos também foram reduzidos.

Em lavouras de milho, Elliott et al. (1989) avaliaram a sobrevivência de larvas de *D. v. virgifera* após infestação artificial no solo com 300, 600, 1200 e 2400 ovos por 30 cm de sulco de plantio, no espaçamento, entre plantas, de 100 cm. A taxa de sobrevivência (%) no período larva-adulto foi significativamente reduzida na densidade de infestação de 2400 ovos (1,5 %) em relação às taxas de 300 (4,8%), 600 (4,8%) e 1200 (3,3%) ovos. O autores também constataram, em média, maior tempo gasto para o inseto atingir a fase adulta, à medida que a densidade de infestação aumentou.

A superpopulação larval no ambiente de criação pode também afetar a dinâmica populacional do inseto no campo, em razão das mudanças na taxa de desenvolvimento e sobrevivência das formas imaturas, bem como sua qualidade biológica (Peters & Barbosa, 1977).

2.1.3 Influência do hospedeiro, como alimento na fase larval, no desenvolvimento de *Diabrotica* spp..

Uma vez que as espécies de maior importância, pertencentes ao gênero *Diabrotica* utilizam, sob condições naturais, o milho como hospedeiro preferencial para alimentação de larvas, a maioria das técnicas de criação empregam "seedlings" de milho para o desenvolvimento larval (George & Ortman, 1965; Jackson & Davis, 1978; Branson et al., 1988; Milanez, 1995; Silva-Werneck et al., 1995). No entanto, mesmo as espécies de *Diabrotica* consideradas monófagas ou com estreita gama de hospedeiros para o desenvolvimento larval, podem utilizar hospedeiros alternativos para completar seu ciclo de vida, na ausência do hospedeiro preferencial (Branson & Krysan, 1981). Esta adaptação das larvas, deste grupo de pragas, às raízes do milho, foi resultante de um processo evolutivo e está associado ao comportamento de oviposição, já que as fêmeas de várias espécies, incluindo *D. speciosa*, colocam seus ovos preferencialmente no milho, em relação à outras plantas hospedeiras (Boetel et al., 1992; Milanez, 1995; Marques et al., 1997).

Trabalhos visando avaliar a influência de espécies vegetais, como alimento, na fase imatura dos insetos-pragas, são de grande importância tanto para a seleção de hospedeiros visando à criação do inseto, em questão, como para o desenvolvimento de estratégias visando ao seu controle em condições de campo, baseando-se, por exemplo, na alternância ou seqüência de hospedeiros nos sistemas de plantio, em função dos diferentes graus de suscetibilidade e/ou qualidade nutricional das plantas para o desenvolvimento e sobrevivência da praga (Panizzi & Parra, 1991). Um exemplo claro que ilustra este paradigma, pode ser exemplificado pelo recente problema que vem acontecendo com *D. v. virgifera* nos EUA. Esta praga tem sido tradicionalmente associada ao milho, causando consideráveis danos, anualmente, nesta cultura. Como o inseto praticamente não oviposita em outras plantas hospedeiras, a rotação de culturas, utilizando-se especialmente soja, tem sido considerada uma estratégia eficiente para o seu manejo (Levine & Oloumi-Sadeghi, 1991). Porém, uma população mutante de *D. v. virgifera* foi constatada por Sammons et al. (1997) em

Indiana (EUA), ovipositando na cultura da soja. Esta adaptação da praga aumentou os danos na cultura do milho quando plantado em sucessão à soja, fazendo com que os sojicultores dessa região fossem desestimulados à utilizarem a rotação de cultura e, por outro lado, estimulados a controlarem a praga quimicamente.

A diversidade de hospedeiros, pode também afetar o desenvolvimento dos insetos presentes no agroecossistema. Brust (1990) avaliou o dano de *D. u. howardi* em vagens de amendoim quando cultivado na presença e ausência de ervas daninhas. O dano causado pelas larvas às vagens de amendoim, cultivado em associação com invasoras, foi menor do que nas áreas livres delas. O autor demonstrou, através de estudos realizados em casa-de-vegetação, que as larvas do inseto tiveram sobrevivência e taxa de desenvolvimento menores quando criadas em ervas daninhas. A alimentação, o desenvolvimento larval e a fecundidade do crisomelídeo *Leptinotarsa decemlineata* (Say) foram avaliados por Guomin & Long (1997), quando criado em batata (*Solanum tuberosum*) e na erva daninha “hairy nightshade” (*Solanum sarrachoides*), que infestava campos onde a batata era cultivada. Durante o desenvolvimento, as larvas consumiram mais folhas de batata (em peso de matéria seca), apresentaram maior taxa de desenvolvimento e menor fecundidade em relação àquelas criadas em ervas daninhas.

Embora o milho e batata tenham sido praticamente os únicos hospedeiros utilizados para a alimentação larval de *D. speciosa*, em sistemas de criação (Haji, 1981; Carvalho & Hohmann, 1982; Pecchioni, 1988; Silva-Werneck et al., 1995; Milanez, 1995), existem evidências de que este inseto possa multiplicar-se em outras plantas hospedeiras. Milanez (1995) e Marques et al. (1997) constataram que adultos de *D. speciosa*, em testes de múltipla escolha, efetuaram postura na presença de plantas de feijão, soja e arroz, embora a oviposição fosse menor quando comparada ao milho. Trabalhos visando avaliar a sobrevivência de larvas de *D. speciosa* em hospedeiros alternativos, são de grande importância, tanto para o desenvolvimento de técnicas de criação deste inseto, como para o fornecimento de subsídios visando ao desenvolvimento de estratégias de controle.

2.2 Influência da temperatura na fecundidade e sobrevivência de adultos de *Diabrotica* spp.

A temperatura é um dos fatores climáticos que mais afeta a biologia e o comportamento dos insetos, sendo a curva de seu desenvolvimento, em função da temperatura, uma característica específica do seu ciclo. Vários fatores abióticos podem influenciar o desenvolvimento e a reprodução de espécies de *Diabrotica*, sendo a temperatura considerada o mais importante deles (Chiang, 1973; Naranjo & Sawyer, 1988b).

Para espécies de *Diabrotica* que ocorrem nos EUA, a influência da temperatura sobre adultos é bem documentada, especialmente com relação à sua reprodução e sobrevivência. Naranjo & Sawyer (1987) avaliaram o desenvolvimento reprodutivo e a sobrevivência de *D. barberi* em sete temperaturas constantes (15,0; 17,5; 20,0; 22,5; 25,0; 27,5 e 30,0 °C), sob condições de laboratório. Os regimes de temperatura afetaram significativamente o período de pré-oviposição (PPO), de oviposição (PO) e de pós-oviposição (POV), bem como a fecundidade e a longevidade dos adultos (machos e fêmeas). O PPO variou de 24,8 dias (15 °C) para 11,8 dias (25 °C); o PO de 65,7 dias (15 °C) para 33,7 dias (30 °C); a longevidade variou de 90 dias (17,5 °C) para 42 dias (30 °C), enquanto a fecundidade foi maior a 22,5 °C (274 ovos/fêmea) e menor a 30 °C (118 ovos/fêmeas).

Elliott et al. (1990b) mantiveram casais de *D. v. virgifera* em cinco temperaturas flutuantes, com a média diária de 16,0, 19,5, 23,0, 26,5 e 30,0 °C. A fecundidade e a longevidade dos insetos foram significativamente influenciados pelos regimes de temperatura estudados. O maior número de ovos obtidos por fêmea foi observado na temperatura de 26,5 °C (602 ovos) e o menor a 16 °C (295 ovos). A longevidade dos adultos decresceu com o aumento da temperatura, variando de 13,8 semanas a 19,5 °C para 7,9 semanas a 30,0 °C.

A temperatura também pode influenciar o comportamento de adultos do gênero *Diabrotica*. Assim, vanWoerkom et al. (1980) relataram que a atividade de

adultos de *D. virgifera* foi drasticamente afetada pela variação da temperatura, em condições de laboratório. Hein & Tollefson (1987) observaram que o comportamento de oviposição de *D. v. virgifera* foi dependente da temperatura, sendo o limiar térmico inferior, para o inseto ovipositar, de 10 °C, com o pico de postura ocorrendo entre as temperaturas de 25 a 30 °C. Naranjo (1991) avaliou o efeito de cinco temperatura (15, 20, 25, 30 e 35 °C) sobre a capacidade de vôo de *D. v. virgifera*, constatando que a temperatura teve significativa influência na performance de vôo tanto de machos como de fêmeas.

A influência da temperatura nas fases de ovo, larva e pupa de *D. speciosa* foi determinada por Milanez (1995). Este autor encontrou uma relação inversa entre a taxa de desenvolvimento do inseto e o aumento da temperatura na faixa de 18 a 32 °C, com o tempo de desenvolvimento no período ovo-adulto variando, em média, de 22,54 a 69,22 dias para a maior e menor temperatura estudada, respectivamente. No entanto, pesquisas visando avaliar a influência da temperatura sobre a fase adulta desta espécie não foram ainda realizadas.

2.3 Influência do hospedeiro, como alimento, na fase adulta de *Diabrotica* spp.

A nutrição do inseto, na fase adulta, pode influenciar aspectos ligados ao seu comportamento, sobrevivência e reprodução. Slansky (1982) argumentou que para as espécies que alimentam-se de fontes protéicas durante a fase adulta, a redução na qualidade ou quantidade do alimento consumido pelas fêmeas pode resultar em atraso no início da oviposição, bem como redução na quantidade de ovos produzidos.

2.3.1 Influência da espécie hospedeira, sobre o consumo, sobrevivência e reprodução de *Diabrotica* spp.

Trabalhos com nutrição de insetos, são de grande importância para o entendimento das implicações ecológicas relacionadas ao padrão de utilização dos hospedeiros (Slansky, 1982).

Vários estudos têm mencionado a associação de espécies de *Diabrotica* com plantas de família Cucurbitaceae (Howe et al., 1976; Metcalf et al. 1982). Espécies desta família contêm compostos secundários, especialmente as cucurbitacinas, que influenciam a preferência e o comportamento alimentar de larvas e adultos (Eben et al. 1997a,b).

Embora as larvas do gênero *Diabrotica* tenham uma estreita gama de hospedeiros, os adultos, especialmente das espécies pertencentes ao grupo *fucata*, apresentam grande diversidade de hospedeiros, nos quais se alimentam, com diferentes graus de preferência (Branson & Krysan, 1981).

Teng et al. (1984) coletaram adultos de *D. balteata* em feijoeiro e avaliaram a preferência, longevidade e fecundidade desta espécie utilizando diferentes hospedeiros. Nos testes de livre escolha, brócolis, pimentão, couve-flor e feijoeiro foram preferidos para alimentação em relação à batata e aos demais hospedeiros testados. Sob condições de confinamento, os insetos apresentaram maior fecundidade e longevidade quando mantidos em brócolis, couve flor e batata, apesar de consumirem maior ou igual quantidade de tecido foliar de soja, batata-doce, pimentão, feijoeiro ou tomate. Em outro estudo, Lance & Fisher (1987) ofereceram para adultos de *D. barberi* várias estruturas de plantas que são disponíveis para esta praga em condições de campo e avaliaram a fecundidade e longevidade dos insetos nestas dietas. A longevidade média dos adultos variou de 9 a 46 dias, com uma fecundidade extremamente variável (0 a 128 ovos/fêmea), sendo as folhas de milho consideradas o alimento menos adequado para os adultos de *D. barberi*. Os autores também constataram que as dietas que proporcionaram menores fecundidades reduziram a sobrevivência dos insetos.

A influência da nutrição sobre a fecundidade de insetos pertencentes à ordem Coleoptera tem sido relativamente pouco investigada, em comparação a estudos com representantes das Ordens Orthoptera, Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera. A capacidade de postura é determinada pela ovogênese, que por sua vez é considerado um processo biológico, normalmente regulado pela disponibilidade de nutrientes no seu corpo (Wheeler, 1996). Dessa forma, qualquer fator que afete a aquisição de nutrientes pelo inseto, seja na sua fase imatura ou adulta, poderá afetar a produção de ovos (Slansky, 1982).

Naranjo & Sawyer (1987) avaliaram o potencial reprodutivo de *D. barberi*, em laboratório, quando adultos recém emergidos foram mantidos nas seguintes dietas: água + folha de milho; estilo-estigmas; pólen e água (testemunha). Os autores constataram que o tipo de alimento fornecido afetou drasticamente a fecundidade e longevidade dos adultos.

Adultos de *D. v. virgifera*, foram mantidos por Siegfried & Mullin (1990) em quatro diferentes dietas: folhas de milho doce, capítulos de girassol; flores de abóbora e inflorescências de “Canadian goldenrod” (*Solidago canadense* L.). A longevidade foi significativamente maior para os insetos alimentados com folhas de milho, ao passo que a menor fecundidade foi obtida com esta dieta.

Dietas artificiais têm sido utilizadas para manutenção de adultos de *Diabrotica* em sistemas de criação (Sutter et al. 1971). Guss & Krysan (1973) relataram que adultos de *D. u. howardi* sobreviveram e reproduziram-se normalmente em uma dieta artificial seca, apresentando fecundidade comparável a outro grupo de indivíduos mantidos em dieta natural (folhas de feijoeiro). Guss et al. (1976) alimentaram adultos de *D. virgifera* com uma dieta artificial, à base de ágar, comparando-a com a dieta natural (folhas de milho). A longevidade de adultos na dieta artificial foi reduzida em relação à dieta natural, enquanto que a fecundidade não foi alterada.

Embora adultos de *D. speciosa* tenham sido relatados em várias espécies de plantas (Haji, 1981), consumindo folhas, brotações novas, vagens, frutos, etc., muito pouco é conhecido sobre o efeito da qualidade nutricional destes tipos de alimentos sobre a longevidade e reprodução desta praga. Utilizando-se folha de feijoeiro e de soja

para alimentação de adultos de *D. speciosa*, Haji (1981) verificou que estes alimentos proporcionaram alta mortalidade dos insetos. No entanto, quando foram alimentados com folhas de batatinha, apresentaram maior sobrevivência e fecundidade média de 419,57 ovos/fêmea. Carvalho & Hohmann (1982) e Silva-Werneck et al. (1995) alimentaram adultos de *D. speciosa* com folíolos de feijoeiro constatando fecundidades médias de 143,7 e 384,6 ovos/fêmea, respectivamente.

A capacidade de postura de *D. speciosa* pode também ser influenciada pelo tipo de alimento utilizado durante a fase larval. Milanez (1995) constatou que adultos desta espécie, alimentados com folíolos de feijoeiro, apresentaram fecundidade de 1011 ovos/fêmea, quando as larvas foram criadas em “seedlings” de milho ‘pipoca’. Entretanto, quando as larvas foram criadas em dieta artificial e os adultos alimentados com mesma dieta (folíolos de feijoeiro), a fecundidade foi reduzida para 433 ovos/fêmea, evidenciando o efeito da nutrição larval sobre sua capacidade de postura.

2.3.2 Influência da idade fisiológica do hospedeiro, sobre o consumo e reprodução de *Diabrotica* spp.

A idade fisiológica da planta hospedeira pode influenciar o comportamento, a sobrevivência e a taxa de reprodução do inseto que dela se alimenta (Dunn, 1977; Ferraz, 1982). Estudos relacionando a fenologia do hospedeiro e o desenvolvimento do inseto, podem fornecer resultados de importância teórica e prática para a pesquisa entomológica, tais como: padronização metodológica de ensaios envolvendo interações da planta hospedeira e inseto (ex: resistência de plantas), definição de estádios fenológicos que proporcionam melhor desempenho do inseto (ex: maior fecundidade) para utilização em sistemas de criação. Resultados nesta linha de pesquisa, poderão também auxiliar no entendimento da dinâmica populacional, em condições de campo, bem como das implicações bioecológicas relacionadas à sua sobrevivência e reprodução.

Raina et al. (1980) avaliaram o consumo de área foliar pelo coccinelídeo *Epilachna varivestis* Mulsant em feijoeiro com diferentes idades da planta (20, 25, 30,

35, 40, 45 e 50 dias). O consumo de área foliar foi significativamente influenciado pela idade do hospedeiro, sendo máximo aos 25 dias de idade da planta, diminuindo progressivamente até os 50 dias.

A fenologia da cultura do milho foi considerada por Naranjo & Sawyer (1989) como o elemento chave que governa as mudanças no tamanho e composição da população de *D. barberi* no campo, bem como o total de ovos depositados nesta cultura. Eben & Barberchek (1996) coletaram espécies de *Diabrotica* no México em várias plantas hospedeiras. Os autores constataram que o principal fator que estava afetando a presença e a abundância dos insetos era o estágio fenológico das plantas hospedeiras, sendo a época de florescimento e a abundância de flores de cucurbitáceas, os parâmetros mais importantes na diversidade das espécies coletadas.

Annadurai (1990) efetuou estudos nutricionais com *Zygogramma bicolorata* Pallister, um crisomelídeo monófago de *Parthenium hysterophorus*, avaliando o comportamento alimentar e o padrão de utilização do hospedeiro. O autor constatou que os adultos mostraram preferência para se alimentar em folhas mais novas desta planta, o que resultou também em maior fecundidade. Folhas senescentes foram também menos preferidas pelos adultos.

Folhagem de batata com três idades fisiológicas diferentes (< 3 dias, 5 a 7 dias e 15 a 21 dias de idade), foram analisadas por Domek et al. (1995) visando desenvolver uma dieta sintética para criação do crisomelídeo *Leptinotarsa decemlineata* (Say). A concentração de aminoácidos e o conteúdo de proteína foram maiores nas folhas mais novas em relação às mais velhas, enquanto que as concentrações de amido e de minerais foram maiores em folhas mais velhas.

Embora o feijoeiro tenha sido frequentemente utilizado para manutenção de adultos *D. speciosa* em sistemas de criação (Milanez, 1995; Silva-Werneck et al., 1995), a influência da idade fisiológica deste hospedeiro sobre a fecundidade e sobrevivência de adultos desta espécie, não foram ainda determinados.

2.4 Influência de espécies hospedeiras, em monocultivos e em associações, na sobrevivência e danos de *Diabrotica* spp.

A ocorrência de espécies de *Diabrotica* nos sistemas agrícolas é influenciada por fatores ambientais e biológicos presentes no agroecossistema, os quais governam as relações de abundância, taxa de oviposição e de sobrevivência dos indivíduos, bem como a resposta da planta hospedeira aos danos causados pelos insetos (Branson & Krysan, 1981; Naranjo & Sawyer, 1988a, 1989).

Nos EUA, a dinâmica populacional de espécies de *Diabrotica*, em função da diversidade de hospedeiros, tem sido muito bem investigada em condições de campo. Hill & Mayo (1980) verificaram que o cultivo contínuo de milho em uma mesma área (sem rotação), favorecia a ocorrência de *D. v. virgifera*, enquanto que nos sistemas de cultivo com rotação, utilizando-se aveia ou soja, desfavorecia sua ocorrência. Altieri et al. (1978) verificaram que experimentos com cultivo simultâneo de milho e feijoeiro, na mesma área, abrigavam maior número de adultos de *D. balteata* em relação àqueles onde o feijoeiro era cultivado em monocultura.

Na Costa Rica, Risch (1980) avaliou a dinâmica populacional de seis espécies de crisomelídeos [(*D. viridula*, *D. balteata*, *D. adelpha*, *Acalymma theimei* Baly *Cerotoma ruficornis rogersi* (Olivier) e *Paranapiacaba waterhousei* (Jacoby))], em sistemas agrícolas de monocultivos e de associações contendo duas ou três espécies de plantas, constituídos por milho, feijoeiro e abóbora. O autor verificou que qualquer que fosse o sistema de associação de espécies considerado, desde que houvesse pelo menos um espécie não hospedeira no sistema, o número de besouros por planta hospedeira (feijoeiro ou abóbora) era reduzido em relação à monocultura, especialmente no final da estação de cultivo.

Boetel et al. (1992) avaliaram a densidade populacional de ovos de *D. barberi* em áreas contendo plantas de milho, soja, aveia (*Avena sativa*), setárias (*Setaria viridis* e *S. lutescens*), *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus* e *Polygonum pennsylvanicum*. Foi encontrado um maior número de ovos em áreas contendo milho em

relação às de soja e demais culturas, indicando a preferência desta espécie para ovipositar nas lavouras de milho.

Zeiss & Pedigo (1996) quantificaram a sobrevivência e a oviposição de adultos de *Cerotoma trifurcata* (Foster) quando mantidos, por vários períodos, em gaiolas contendo soja e mais quatro hospedeiros alternativos: alfafa, milho, aveia e trigo. Adultos que sobreviveram após o período de infestação, foram transferidos para folhagem de soja (planta hospedeira preferencial). Em todos os hospedeiros alternativos, o período de desenvolvimento e a taxa de oviposição foram significativamente reduzidos em relação aos insetos mantidos previamente também em soja. Fêmeas mantidas por 14 dias nas três gramíneas testadas (aveia, trigo e milho) não efetuaram postura, mesmo sendo transferidas posteriormente para a soja.

Além da diversidade de plantas cultivadas, a presença de ervas daninhas nos sistemas de produção, pode influenciar a sobrevivência e o dano causado por espécies de *Diabrotica*, em condições de campo. Johnson et al. (1984) argumentaram que, pelo fato de *D. barberi* e *D. v. virgifera* utilizarem as ervas daninhas *Setaria viridis* e *S. lutescens* como hospedeiros alternativos, os danos foram maiores em lavouras de milho contendo estas infestantes, enquanto que Brust (1990) verificou que o dano causado por larvas de *D. u. howardi* em vagens de amendoim, foi maior nas áreas livres de ervas daninhas.

Brust & House (1990) verificaram que fêmeas de *D. u. howardi* preferiram ovipositar em vasos contendo milho + ervas daninhas de folhas largas, as quais serviram como fonte de alimento para os adultos, em relação aos vasos contendo milho + ervas daninhas de folhas estreitas. Resultados semelhantes com relação à incidência de *D. barberi* em lavouras de milho foram constatados por Pavuk & Stinner (1994).

O milho, quando cultivado em sucessão às culturas de inverno, pode também sofrer um dano diferenciado de pragas em função da espécie de inverno utilizada. Estas alternativas de inverno podem servir como hospedeiros alternativos para espécies de *Diabrotica* e, dessa forma, intensificar o dano no milho cultivado em sucessão. Buntin et al. (1994) constataram que o cultivo de leguminosas no inverno,

especialmente ervilhaca peluda, intensificou o danos causados por larvas de *D. u. howardi* no milho plantado em sucessão, em relação ao solo mantido em pousio (sem cultivo). Os autores argumentaram que o inseto começou a se multiplicar na cultura de inverno e, posteriormente, migrou para as sementes ou “seedlings” de milho após a cultura de inverno ter sido destruída.

Nos EUA, o plantio contínuo de milho em uma mesma área (ano após ano), têm proporcionado maior incidência e, conseqüentemente, maiores danos por larvas de *D. v. virgifera* (Levine & Oloumi-Sadeghi, 1991). Uma vez que as larvas de *D. v. virgifera* têm o milho como hospedeiro preferencial, os adultos desta espécie praticamente não ovipositam em outras plantas. Assim, a rotação de culturas, utilizando-se especialmente soja, tem sido considerada uma estratégia eficiente para o manejo desta praga naquele país (Levine & Oloumi-Sadeghi, 1996).

Estudos em condições de laboratório, relacionados à criação e bioecologia de *D. speciosa* são documentados na literatura (Haji, 1981; Carvalho & Hohmann, 1982; Silva-Werneck et al., 1995; Milanez, 1995). No entanto, pesquisas de campo relacionadas à sobrevivência desta praga, em função da disponibilidade de hospedeiros são escassos.

Milanez (1984) relatou que a incidência de *D. speciosa* e de outras espécies foi maior em áreas de monocultivo de feijoeiro e de milho, quando comparado aos sistemas onde estas duas culturas estavam associadas. Silva et al. (1994) relataram que o plantio convencional (com preparo do solo) favoreceu a sobrevivência de *D. speciosa*, em relação ao plantio direto e que os sistemas de manejo de culturas, constituídos pelas rotações soja-soja-milho e trigo-aveia-ervilhaca aumentaram a população do inseto no milho e na ervilhaca, em relação a outros sistemas de cultivos. Trabalhos dessa natureza, poderão produzir resultados que auxiliarão no entendimento dos fatores que afetam a reprodução e sobrevivência desta praga no campo, fornecendo subsídios para o aperfeiçoamento e desenvolvimento de táticas empregadas para o seu controle, já que a dinâmica populacional dos insetos-pragas nos agroecossistemas poderá ser modificada alterando os “habitats” alimentares favoráveis ou desfavoráveis para a praga em questão (Geier, 1966; Panizzi & Parra, 1991).

2.5 Exigências térmicas (graus-dia) para o desenvolvimento de *Diabrotica* spp.

Modelos utilizando estimativas de exigências térmicas têm sido largamente utilizados para descrever taxas de desenvolvimento, bem como para a previsão de ocorrência de insetos, tanto em condições de laboratório como de campo, baseando-se no somatório de unidades térmicas (graus-dia) para o inseto atingir seu desenvolvimento, em função da temperatura do ambiente em que se encontra. Os resultados obtidos podem ser aplicados em programas de pesquisa ou de manejo de pragas (Arnold, 1959; Higley et al., 1986; Woodson & Edelson, 1988; Fan et al., 1992). Davis et al. (1996) argumentaram que previsões de ocorrência de espécies de *Diabrotica*, em condições de campo, são essenciais para orientar sobre o período adequado para realização de amostragens, definir a época ideal para a implementação de estratégias de controle, bem como aperfeiçoar o entendimento da dinâmica populacional dessas pragas, nos sistemas de cultivo.

Jackson & Elliott (1988) verificaram que o período compreendido entre larva do 1º ínstar até a emergência de adultos de *D. v. virgifera*, demandou, em média, 434 graus dias, em condições de laboratório. Nestas mesmas condições, Woodson & Edelson (1988) constataram que para o desenvolvimento de *D. barberi* foram necessários 530,3 graus-dia para fêmeas e 519,8 graus-dia para machos.

As temperaturas do solo e do ar têm sido utilizadas em modelos de simulação para prever a ocorrência de adultos de *Diabrotica*, especialmente em cultivos de milho, em função das exigências térmicas de suas fases imaturas. Bergman & Turpin (1986) desenvolveram modelos para prever a emergência de *D. v. virgifera* em plantios de milho no estado de Indiana (EUA), baseando-se no somatório de graus-dia, em função da temperatura do solo. Elliott et al. (1990a) avaliaram um modelo de simulação, baseado na temperatura do solo e do ar, para prever a emergência de *D. v. virgifera* no campo. O modelo testado foi eficaz na previsão de ocorrência do inseto,

quando comparado ao padrão de emergência observado experimentalmente. Os autores também verificaram que a temperatura do solo foi estimada, com precisão, em função da temperatura do ar. Em outro estudo, Schaafsma et al. (1991) avaliaram a eficácia de dois modelos (linear e não-linear), dependentes da temperatura, para estimar o desenvolvimento embrionário e, conseqüentemente, a eclosão de larvas de *D. v. virgifera*, em condições de campo. Ambos os modelos, baseados na temperatura do solo, propiciaram boa precisão para estimar a ocorrência de larvas neonatas desta espécie, com resultados de simulação comparáveis à ocorrência natural, constatada no campo.

Bergman & Turpin (1986) avaliaram modelos empíricos para prever a ocorrência sazonal de *D. v. virgifera* e *D. barberi* em plantios de milho nos EUA, baseando-se na temperatura do ar e do solo, e no somatório de graus-dia exigido para os insetos completarem seu desenvolvimento. Os autores argumentaram que modelos de simulação de dinâmica populacional, baseados em dados derivados de experimentos de laboratórios, não foram adequados para prever a ocorrência destas espécies, em condições de campo.

Jackson & Elliott (1988) relataram que, além da temperatura, outros fatores como a qualidade e quantidade de alimento disponível para larvas de *D. v. virgifera*, podem afetar o tempo de desenvolvimento do período larva-adulto e, conseqüentemente, interferir no número de graus-dia exigido para o inseto completar seu ciclo. Woodson & Edelson (1988) também mencionaram que, no caso de insetos de solo, as estimativas de graus-dia empregando-se a temperatura do ar, pode ser inadequada, já que a temperatura do ar não é necessariamente a mesma do solo ou da proximidade da raiz, ambiente no qual as larvas e a pupas do inseto vivem. Davis et al. (1996), no entanto, verificaram que tanto a temperatura do solo como a do ar foram adequadas nos modelos testados para prever a ocorrência de *D. v. virgifera* e *D. barberi* em regiões produtoras de milho nos EUA.

As exigências térmicas para o desenvolvimento das fases imaturas de *D. speciosa*, foram determinados por Milanez (1995), em condições de laboratório, utilizando dieta natural. Para o desenvolvimento embrionário, período larva-adulto e período ovo-adulto, as exigências térmicas (K) foram de 119,11, 355,90 e 474,96

graus-dia (GD), respectivamente, enquanto que os limiares térmicos de desenvolvimento (T_b) foram de 11,1 °C, 10,9 °C e 11,04 °C, para estes respectivos períodos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Biologia de Insetos e em condições de semi-campo (telado) do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, SP.

3.1 Manutenção de adultos e obtenção de ovos e larvas de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824), em laboratório

No início dos estudos, adultos de *D. speciosa* foram coletados em áreas cultivadas com milho, feijoeiro, soja, alfafa e cucurbitáceas, localizadas nos municípios de Piracicaba, SP ou de Bandeirantes, PR, onde o inseto tradicionalmente ocorre em altas populações. A coleta de adultos foi realizada com auxílio de rede entomológica e/ou aspirador bucal, sendo transferidos para gaiolas de madeira, revestidas lateralmente com tela de náilon de malha fina (para ventilação), contendo no seu interior plantas hospedeiras, visando a sobrevivência dos insetos durante o transporte do campo para o laboratório.

Para manutenção de adultos no laboratório, foi dimensionada uma gaiola em armação de alumínio (Figura 1), confeccionada com acrílico transparente na parte frontal e revestida lateralmente e na parte de trás com tela de náilon (malha de ± 1 mm de abertura). O fundo da gaiola é revestido nos cantos com chapa de alumínio galvanizado e no centro com tela de náilon. A tela no fundo da gaiola foi colocada para evitar o excesso de umidade, bem como permitir a passagem de pequenos detritos,

provenientes da alimentação do inseto, os quais ficam retidas em uma folha de papel, colocada sob a gaiola, funcionando como um dispositivo "auto-limpante". Os adultos foram alimentados com folhas de feijoeiro, sendo o alimento trocado, a cada 48 horas.

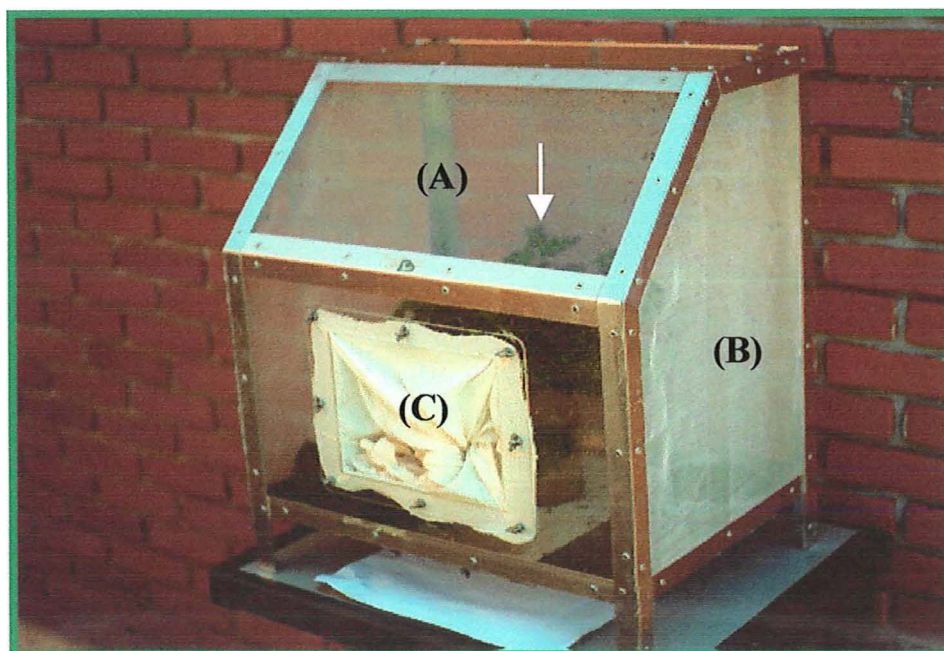


Figura 1. Gaiola (39 x 51 x 51 cm) em armação de alumínio, revestida com acrílico (A) e tela de náilon (B), com a respectiva manga em tecido (C) e folíolos de feijoeiro no seu interior (indicado com seta), utilizados para manutenção de adultos de *Diabrotica speciosa*, no laboratório.

Para a obtenção de posturas nas gaiolas de criação, foram utilizadas placas de Petri (14 cm de diâmetro x 2 cm de altura) contendo, no fundo uma esponja fina umedecida e, sobre esta, gaze de coloração preta, conforme metodologia de Milanez (1995). Os ovos foram retirados do substrato de oviposição, lavando-se as gazes em água corrente sobre um tecido fino ("voil"), onde ficavam retidos (Figura 2A). Para evitar a contaminação por fungos, durante o período de incubação, os ovos foram tratados com solução de sulfato de cobre (CuSO_4) a 1%, durante 2 minutos e, em

seguida, transferidos para placas de Petri (9 cm de diâmetro x 1 cm de altura), forradas com papel de filtro umedecido. Durante o período embrionário, as placas contendo os ovos, foram mantidas em câmaras climatizadas do tipo BOD, à temperatura de 25 ± 2 °C, UR 60 ± 10 % e fotofase de 14 horas, para a obtenção de larvas do 1º instar.

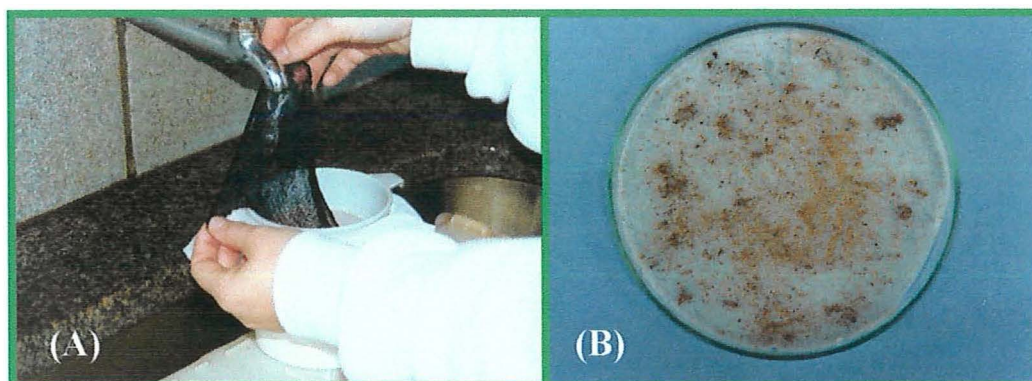


Figura 2. (A) Lavagem do substrato de oviposição (gaze preta) em água corrente, visando a retirada de ovos de *Diabrotica speciosa*; (B) ovos de *D. speciosa* dispostos em placas de Petri sobre papel de filtro.

3.2 Técnicas de criação de *D. speciosa*

3.2.1 Influência da dieta e do substrato de criação

Foram comparados três sistemas para criação de *D. speciosa*, sendo dois deles em dieta natural ("seedlings de milho") e outro sistema em dieta artificial. Os insetos foram criados em laboratório, mantidos à temperatura de 25 ± 2 °C; UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

3.2.1.1 Criação em dieta natural, no substrato vermiculita

Neste sistema de criação, as larvas tiveram, como substrato alimentar, radículas seminais de "seedlings" de milho (Figura 3A) mantidas em vermiculita esterilizada. Para evitar a contaminação de fungos nos "seedlings", as sementes de milho foram, previamente, tratadas com os fungicidas Thiabendazole + Captan (1g + 1g/kg de semente). Os "seedlings" foram mantidos em vermiculita fina esterilizada, marca Eucatex (Figura 3B), umedecida na proporção de 2 partes de água para 1 parte de vermiculita (2:1), em peso (g/g), ambiente no qual ocorreu o desenvolvimento larval e pupal do inseto. Dois tamanhos de recipientes de plástico (Figura 3) foram empregados na criação, sendo o menor (recipiente de "inoculação" - 15 cm de diâmetro x 7 cm de altura) destinado ao desenvolvimento inicial das larvas e um outro maior (recipiente de transferência - 20 cm de diâmetro x 10 cm de altura) empregado para a complementação da fase larval e desenvolvimento pupal. Por ocasião da "inoculação" das larvas, 40g de vermiculita foram colocadas no fundo do recipiente menor, umedecendo-a com 2 partes de água (80g) e adicionando-se, a seguir, 100 "seedlings" sobre a vermiculita umedecida. Larvas recém-eclodidas foram transferidas para as radículas do milho, mantendo-se a equivalência de uma larva para cada "seedling" (100 larvas/recipiente). Sobre os "seedlings" e as larvas, foram acrescentados 50g de vermiculita e, sobre esta, duas partes de água (100g).

Após 10 dias de desenvolvimento, as larvas foram transferidas, por peneiramento (Figura 3), do recipiente de "inoculação" para o recipiente maior (recipiente de transferência), que continha vermiculita esterilizada umedecida e "seedlings". No recipiente de transferência, foi utilizado o dobro de vermiculita e de "seedlings" colocados no recipiente de "inoculação", sendo esta quantidade suficiente para o inseto completar as fases imaturas.

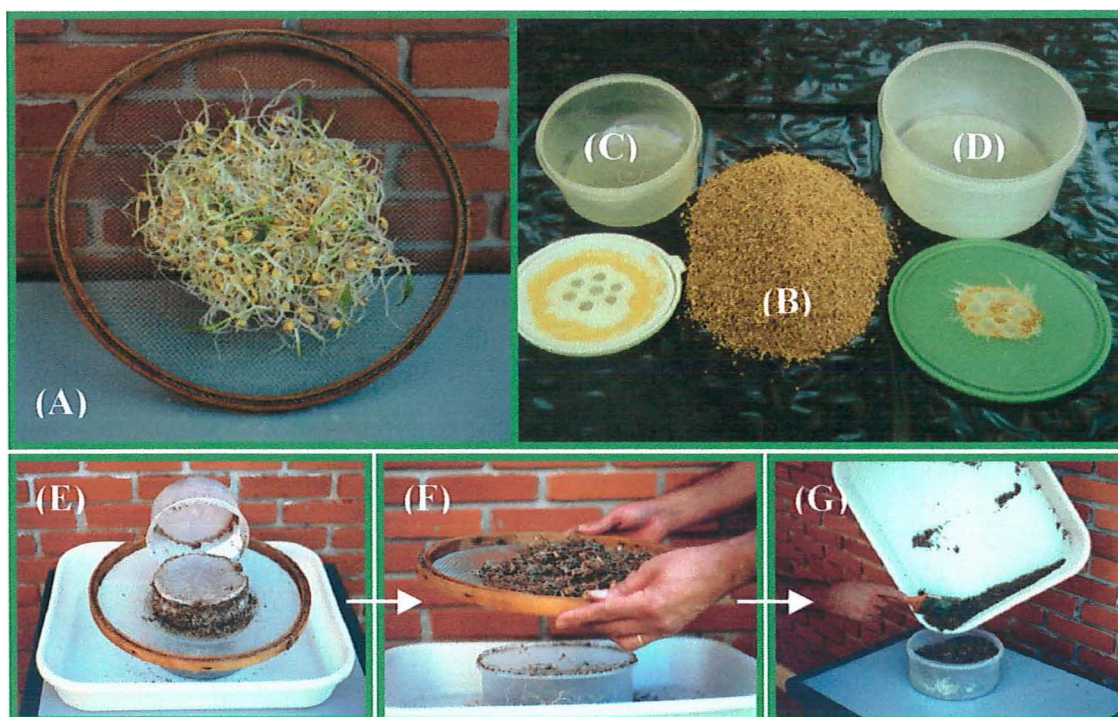


Figura 3. Substratos e recipientes utilizados para criação de *Diabrotica speciosa* em laboratório: "Seedlings" de milho (A); vermiculita esterilizada (B) e frascos plásticos, com as respectivas tampas, utilizados para "inoculação" (C) e transferência (D) de larvas de *Diabrotica speciosa*, respectivamente. Sequência do peneiramento de larvas do frasco de "inoculação" para o frasco de transferência (E-G).

3.2.1.2 Criação em dieta natural, no substrato papel

Neste sistema de criação, as larvas foram também criadas em "seedlings" de milho, porém, mantidos sobre papel germiteste umedecido (papel empregado para germinação de sementes) em bandejas de plástico, conforme metodologia descrita por Milanez (1995). De forma análoga ao sistema com vermiculita, foram colocadas 100

larvas por bandeja de criação, trocando-se o alimento uma vez antes de completarem o estágio larval. Para a fase de pupa, foi utilizada a mistura de solo e areia, na proporção de 1 parte de solo para 1 parte de areia (1:1), reproduzindo-se a metodologia empregada por Milanez (1996).

3.2.1.3 Criação em dieta artificial

Larvas recém-eclodidas foram transferidas para tubos de vidro de 2,5 x 8,5 cm (2 larvas/tubo), contendo a dieta artificial de Berger (1963) modificada (com apenas 4,0 g de celulose, ao invés de 7,5 g). Foram utilizados 150 tubos, sendo a metodologia de preparo da dieta e de transferência para os tubos baseados em Parra (1996). Quando o inseto atingiu o estágio de pré-pupa, esta foi retirada da dieta e transferida para vermiculita esterilizada e umedecida, na proporção de 2 partes de água para 1 de vermiculita (2:1), ambiente no qual ocorreu o desenvolvimento pré-pupal, pupal e emergência do inseto.

3.2.1.4 Comparação das técnicas de criação de *D. speciosa*

Para cada sistema de criação, foram determinados os seguintes parâmetros biológicos:

- duração e viabilidade do período larva-adulto;
- peso de adultos (macho e fêmea) recém emergidos;
- períodos de pré-oviposição e de oviposição;
- fecundidade;
- longevidade de adultos (machos e fêmeas)

Visando a obtenção de dados de fecundidade, adultos recém emergidos, provenientes de cada sistema de criação, foram separados por sexo (White 1977), sendo

os casais individualizados em gaiolas (copos) de acrílico transparente, medindo 13,0 cm de altura e 8,5 e 6,0 cm de diâmetro de base e topo, respectivamente (Figura 4A). A gaiola continha pequenas aberturas no topo, vedadas com o tecido “voil”, para permitir aeração. Os adultos foram alimentados com folíolos de feijoeiro (‘Carioca’), mantidos em pequenos vidros com água, colocados dentro da gaiola (Figura 4B). O alimento era trocado a cada quatro dias, visando atender à demanda alimentar dos adultos e evitar o ressecamento das folhas do feijoeiro.

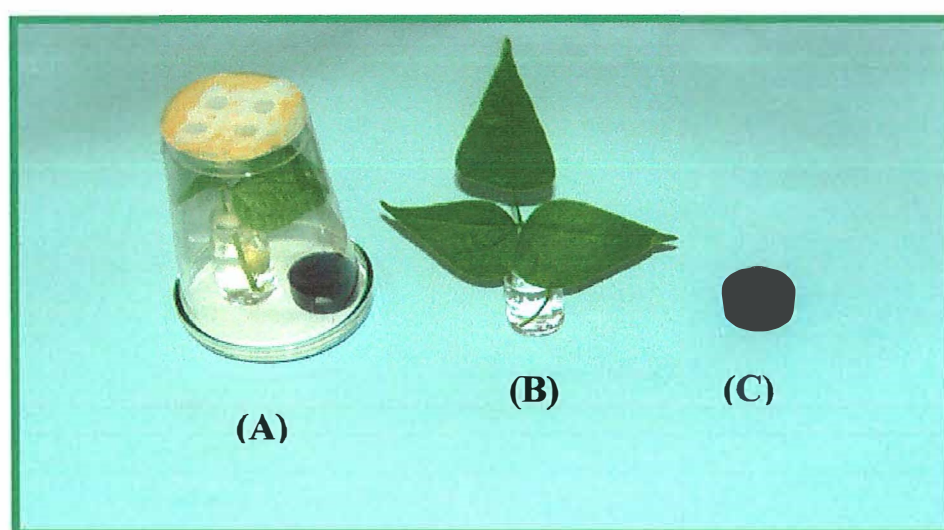


Figura 4. Conjunto utilizado para avaliação de postura de *Diabrotica speciosa*: Gaiola de plástico transparente contendo folíolos de feijoeiro e substrato de oviposição no seu interior (A); vidro com água e folíolos de feijoeiro (B), e recipiente de plástico contendo gaze preta umedecida, utilizado como substrato de oviposição (C).

Dentro de cada gaiola, como substrato de oviposição, foi colocado um recipiente plástico medindo 3,0 cm de diâmetro por 1,5 cm de altura, contendo no seu interior gaze umedecida de cor preta. O conjunto (gaiola, alimento e substrato de oviposição) foi disposto sobre uma placa de Petri de 8,5 cm de diâmetro por 2,0 cm de altura. O número de ovos foi determinado, a cada quatro dias, lavando-se as gazes em água corrente como descrito em 3.1.

Os sistemas de criação e o ensaio de avaliação de postura foram conduzidos no delineamento experimental inteiramente casualizado, com três e vinte repetições, respectivamente. As médias dos parâmetros biológicos, obtidos nos três sistemas de criação, foram comparadas estatisticamente pelo teste de t ou de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.2 Influência da densidade de larvas no recipiente de criação

Larvas de *D. speciosa* foram criadas em quatro densidades populacionais no recipiente de criação (100, 200, 400 e 600 larvas/frasco), utilizando-se como substrato alimentar "seedlings" de milho em vermiculita umedecida. Larvas recém eclodidas, foram transferidas para os recipientes de criação contendo uma mesma quantidade de alimento (100 "seedlings" de milho), sendo a seqüência de "inoculação" e a transferência das larvas efetuadas conforme descrito em **3.2.1.1**

O ensaio foi conduzido à temperatura de 25 ± 2 °C; UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, sendo determinados os seguintes parâmetros: duração e viabilidade do período larva-adulto; peso de adultos (machos e fêmeas) recém emergidos e ritmo diário de emergência.

Para cada densidade larval estudada, foram utilizados seis frascos de criação, constituindo-se nas repetições do delineamento inteiramente casualizado. Os parâmetros avaliados, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.3 Influência do hospedeiro, como alimento, na fase larval

Sementes de soja ('IAC 8'), feijoeiro ('Carioca') e milho ('BR 201') foram colocadas para germinar visando a produção de "seedlings" e os tubérculos de batata ('Bintje') para enraizar, em vermiculita esterilizada, objetivando utilizá-los, como alimento, na fase larval de *D. speciosa*. Larvas recém eclodidas, obtidas de **3.1**, foram

colocadas sobre estes hospedeiros em frascos de criação do tipo citado em 3.2.1.1. Foi mantida a equivalência de um “seedling” para cada larva "inoculada" e uma batata enraizada para cada 20 larvas, colocando-se 100 larvas/frasco de criação.

Sete frascos de criação foram utilizados para cada tipo de alimento (hospedeiro), constituindo-se nas repetições do delineamento inteiramente casualizado.

As condições de condução do ensaio, bem como a determinação dos parâmetros e suas análises, foram similares a 3.2.2.

3.3 Influência da temperatura na fecundidade e sobrevivência de adultos de *D. speciosa*.

Para determinação do efeito da temperatura sobre a fase adulta, larvas recém eclodidas foram transferidas para os frascos de criação contendo vermiculita umedecida e “seedlings” de milho, utilizando-se a técnica de criação de 3.2.1.1. O desenvolvimento larval e pupal, ocorreu nas temperaturas de 20, 25 e 30 °C, em câmaras climatizadas do tipo BOD. Adultos recém emergidos nestas três condições térmicas, foram separados por sexo, individualizando-se os casais em gaiola de acrílico transparente, contendo folíolos de feijoeiro mantidos em água, e substrato para oviposição como em 3.2.1.4. Vinte casais foram utilizados por temperatura, os quais foram mantidos em câmaras climatizadas nas respectivas temperaturas em que foram criados (20, 25 e 30 °C), constituindo assim, nas repetições e tratamentos, respectivamente, do delineamento inteiramente casualizado.

O número de ovos/gaiola, em cada temperatura, foi determinado a cada quatro dias, lavando-se as gazes em água corrente conforme citado em 3.1, sendo o alimento trocado na mesma ocasião em se fizeram as avaliações de postura. Foram também determinados os períodos de pré-oviposição e de oviposição, bem como a longevidade dos insetos (machos e fêmeas), para as três condições térmicas estudadas.

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.4 Influência do hospedeiro, como alimento, na fase adulta de *D. speciosa*, em laboratório.

Os experimentos visando avaliar a influência do alimento na fase adulta de *D. speciosa*, foram conduzidos sob condições controladas de temperatura (25 ± 2 °C), umidade relativa ($60 \pm 10\%$) e fotoperíodo (fotofase de 14 h).

3.4.1 Influência da espécie hospedeira

A influência da espécie hospedeira foi determinada avaliando-se a fecundidade e consumo foliar de adultos de *D. speciosa*, quando alimentados com folhas de feijoeiro ('Carioca'), batata ('Bintje'), soja ('IAC 8') e milho ('BR 21').

3.4.1.1 Efeito sobre a fecundidade

A capacidade de postura de *D. speciosa*, foi determinada oferecendo-se aos adultos, folhas de feijoeiro ('Carioca'), batata ('Bintje'), soja ('IAC 8') e milho ('BR 201'). Com este objetivo, adultos recém emergidos, criados em "seedlings" de milho, foram separados por sexo, individualizando-se os casais em gaiolas de acrílico transparente como em 3.2.1.4. Os folíolos foram mantidos em água colocada em pequenos vidros dentro da gaiola, sendo o alimento trocado a cada três dias, visando atender à demanda alimentar dos insetos e evitar o ressecamento do alimento.

Para determinação da postura, foi colocado, dentro de cada gaiola, um substrato de postura como em 3.2.1.4. O número de ovos foi contado, a cada três dias,

lavando-se as gazes em água corrente conforme metodologia citada em 3.1, realizando-se 10 avaliações de postura, após o início de oviposição do inseto. A mortalidade de adultos (machos e fêmeas) foi também determinada, para cada tipo de alimento, durante o período em que foram efetuadas as contagens de ovos.

As folhas dos quatro hospedeiros (feijoeiro, batata, soja e milho) foram analisadas quimicamente para determinação do teor de nitrogênio (N), visando-se avaliar a relação entre o conteúdo deste nutriente na folha e a fecundidade ou consumo do inseto. O teor total de N foi determinado quimicamente no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP, baseando-se em Sarruge & Haag (1974).

O ensaio foi conduzido utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos representados pelas espécies hospedeiras, com 20 repetições (gaiola com um casal). Os resultados de oviposição foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.4.1.2 Efeito sobre o consumo e preferência alimentar

Adultos recém emergidos provenientes da criação em "seedlings" de milho (3.2.1.1), foram mantidos durante 48 horas alimentando-se em folíolos de tomateiro, visando eliminar alguma possibilidade da ocorrência de condicionamento pré-imaginal, já que o milho também seria utilizado nos testes de consumo e de preferência.

Foram realizadas avaliações de consumo de área foliar em testes de livre escolha e de confinamento, utilizando-se círculos foliares das espécies hospedeiras, provenientes de plantas de mesma idade fisiológica.

Nos testes de livre escolha, círculos foliares, de aproximadamente 4,5 cm de diâmetro, foram dispostos, ao acaso, num arranjo circular (arena), em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, contendo gesso na sua parte inferior, coberto com papel filtro umedecido. Após o preparo das placas, dois casais de *D. speciosa* foram liberados no

centro da arena e aí mantidos por 24 horas para alimentação. Findo este período, a área foliar remanescente do círculo foi determinada utilizando-se o medidor de área foliar modelo CI-203, da CID-Incorporation. A área foliar, consumida pelos insetos, foi calculada subtraindo-se a área foliar remanescente do círculo, da área foliar inicial (antes da alimentação dos insetos).

O consumo e o índice de preferência dos hospedeiros soja, batata e milho foram também determinados, em testes de dupla escolha, considerando-se o feijoeiro, como a espécie padrão e os demais hospedeiros como plantas testes. Para isso, 2 círculos foliares de cada planta teste e 2 da planta padrão (feijoeiro) foram dispostos intercalados eqüidistantes e de forma circular na placa de Petri. O número de insetos utilizados por placa, bem como o tempo de alimentação e a avaliação da área foliar consumida, foram determinados como no teste de livre escolha. O grau de preferência dos hospedeiros testados (soja, batata e milho) em relação ao feijoeiro, foi calculado utilizando-se o índice de preferência de Kogan & Goeden (1970).

Nos testes de consumo foliar, em confinamento, círculos foliares de apenas uma espécie hospedeira foram oferecidos para os insetos, durante o mesmo período do ensaio de livre escolha (24 horas). O número de indivíduos utilizados por placa de Petri, bem como a avaliação da área foliar consumida, foram também realizados de forma semelhante ao teste de livre escolha.

Os testes de consumo foliar sob condições de livre escolha e de confinamento foram conduzidos utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos representados pelas espécies hospedeiras, empregando-se 20 repetições (placas de Petri) para o ensaio de livre escolha e 10 repetições para o de confinamento. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.4.2. Influência da idade fisiológica do feijoeiro

Com esta finalidade, o feijoeiro ('Carioca') foi cultivado em casa-de-vegetação, efetuando-se o plantio escalonado, de modo a se obterem plantas de idades fisiológicas diferentes, para realização dos estudos de fecundidade e consumo foliar.

3.4.2.1 Efeito sobre a fecundidade

Neste estudo, a capacidade de postura de *D. speciosa* foi determinada, oferecendo-se aos insetos, folíolos de feijoeiro provenientes de três intervalos de idade da planta (12-24, 32-44 e 52-64 dias). Com este objetivo, adultos recém emergidos, criados em "seedlings" de milho (3.2.1.1), foram separados por sexo, colocando-se um casal/gaiola de acrílico transparente, contendo folíolos túrgidos, mantidos em água, e substrato para oviposição como em 3.2.1.4. O alimento foi trocado a cada três dias, ocasião em que também foram efetuadas as avaliações de postura, realizando-se seis avaliações, após o início de oviposição do inseto.

Os teores totais dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), na folha do feijoeiro, provenientes de plantas com intervalos de 10 a 18, 32 a 38 e 52 a 58 dias de idade, foram determinados quimicamente no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP. As determinações de teores de nutrientes nos extratos foliares, foram baseadas na metodologia de Sarruge & Haag (1974).

O ensaio foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pela idade fisiológica da planta, com 15 repetições (gaiola com um casal). Os dados de oviposição foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.4.2.2 Efeito sobre o consumo

Adultos recém emergidos da criação em “seedlings” de milho (3.2.1.1), foram utilizados nos testes de consumo de área foliar de livre escolha e de confinamento, utilizando-se círculos foliares de feijoeiro provenientes de plantas com 10, 30 e 50 dias de idade (dias após a emergência), coletados do terço superior das plantas.

Nos testes de livre escolha, círculos foliares de cada idade da planta foram dispostos, ao acaso, em placas de Petri como em 3.4.1.2, procedendo-se também de forma análoga com relação ao número de insetos liberados/placa, tempo de alimentação e cálculo da área foliar consumida em cada tratamento.

Nos testes de consumo foliar, em confinamento, círculos foliares de plantas, de uma mesma idade, foram oferecidos para o inseto, durante 24 horas. O número de insetos utilizados por placa, bem como a avaliação da área foliar consumida, foram semelhantes a 3.4.1.2.

Ambos os ensaios de consumo foliar (livre escolha e confinamento) foram conduzidos utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos representados pelas idades da planta, com 15 repetições (placas de Petri) para o ensaio de livre escolha e 10 repetições para o de confinamento. Os resultados de consumo foliar foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.5 Influência de espécies hospedeiras em monocultivos e em associações na sobrevivência de *D. speciosa*

A sobrevivência e danos de *D. speciosa* foi avaliada em mini-sistemas de cultivos, instalados em casa-de-vegetação (telado), contendo espécies hospedeiras em monocultivos (monocultura) ou em consorciação (duas culturas), implantados em uma área de 1,65 m² (1,10 x 1,50 m), considerada como unidade experimental.

Foram instalados dois ensaios, sendo o primeiro para avaliar a sobrevivência de adultos de *D. speciosa* e de sua progênie na cultura em desenvolvimento (cultura na qual o experimento foi instalado) e um segundo ensaio para determinar a sobrevivência da progênie, avaliando-se a emergência de adultos, na área do cultivo em sucessão.

3.5.1 Sobrevivência de adultos e da progênie na cultura em desenvolvimento

Neste estudo, foram avaliados quatro mini-sistemas de cultivos, representados pelos seguintes tratamentos:

- 1 - Milho consorciado com feijoeiro com infestação de adultos de *D. speciosa*;
- 2 - Milho consorciado com soja com infestação de adultos de *D. speciosa*;
- 3 - Milho, em monocultivo, com infestação de adultos de *D. speciosa*,
- 4 - Milho, em monocultivo, sem infestação (testemunha).

Antes da implantação do experimento, o milho ('BR 201') foi semeado em vasos de plástico contendo 5 litros do substrato, composto por terra, esterco e areia na proporção de 5:1:1, mantendo-se duas plantas/vaso. Após a emergência das plantas, seis vasos contendo as plântulas de milho, foram enterrados na área destinada a cada mini-sistema, de modo que a borda superior do vaso ficasse no nível do solo e disposta de forma contígua em duas fileiras de três vasos, espaçadas de 0,80 m (Figura 5A). Nos tratamentos 1 e 2, o feijoeiro ('Carioca') e a soja ('IAC 8') foram semeados diretamente dentro da área do mini-sistema, colocando-se, respectivamente, a densidade de 10 e 20 sementes por metro linear de sulco. A semeadura do feijoeiro e da soja foi efetuada na mesma época da realizada para o milho nos vasos, de modo que as plantas do feijoeiro ou da soja ficassem dispostas entre as duas fileiras do milho (Figura 5B)

Dezoito dias após a emergência das plantas, as parcelas dos tratamentos 1, 2 e 3, foram infestadas com 250 adultos de *D. speciosa*, de idade e razão sexual desconhecida. Para evitar fuga dos insetos utilizados na infestação, foi colocada sobre a

área de cada mini-sistema, uma gaiola de armação de ferro, revestida com tule (Figura 6). As plantas dentro das gaiolas foram irrigadas quando apresentavam sintomas visíveis de murchamento.

Passados 30 dias da infestação, o número de adultos vivos em cada gaiola foi determinado, visando avaliar a sobrevivência do inseto em cada mini-sistema de cultivo. Em seguida, foi determinado o número de larvas + pupas de *D. speciosa* que se encontrava na rizosfera do milho dos vasos. Para isso, os vasos foram desenterrados e transportados para o laboratório, onde o solo, de cada vaso, foi destorroado e peneirado. Na mesma ocasião, as raízes do milho, de cada vaso, foram lavadas em água corrente e colocadas para secar ao ar. Da mesma forma, a parte aérea do milho foi ensacada e armazenada à temperatura ambiente. Posteriormente, para determinação do peso de matéria seca, as raízes e a parte aérea do milho foram colocadas em estufa, a 70 °C.

O ensaio foi conduzido utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, sendo os tratamentos constituídos pelos mini-sistemas de cultivo, com três repetições.

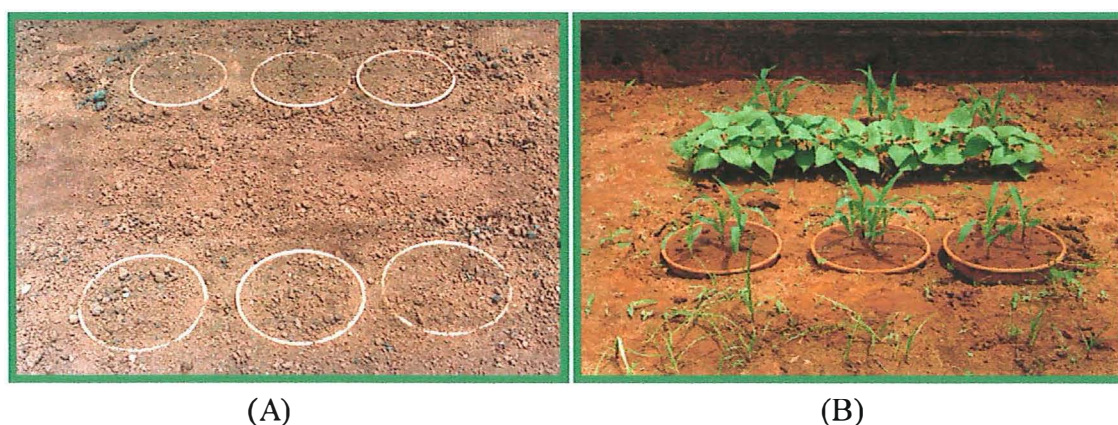


Figura 5. Disposição dos vasos enterrados na área do mini-sistema (A) e do feijoeiro em relação ao milho, após a emergência das plantas, para testes de sobrevivência de adultos e da progênie de *Diabrotica speciosa*, em telado.



Figura 6. Gaiola de armação de ferro, revestida com tule, utilizada para contenção dos adultos de *Diabrotica speciosa*, após a infestação das plantas na área de cada mini-sistema, visando avaliar a sobrevivência de adultos e de sua progênie nos mini-sistemas de cultivo, em telado.

3.5.2 Emergência de adultos na cultura em sucessão

Visando avaliar o efeito de espécies hospedeiras, em monocultivos e em associações, sobre a sobrevivência de *D. speciosa* na cultura em sucessão, foram implantados cinco mini-sistemas de cultivos, representados pelo seguintes tratamentos:

<u>SUCESSÃO DE CULTURAS</u>	
<i>CULTIVO ANTERIOR</i>	<i>SUCESSÃO</i>
Milho em monocultivo	⇒⇒ Milho + Feijoeiro
Feijoeiro em monocultivo	⇒⇒ Milho + Feijoeiro
Soja em monocultivo	—> Milho + Feijoeiro
Milho consorciado com soja	⇒⇒ Milho + Feijoeiro
Milho consorciado com feijoeiro	⇒⇒ Milho + Feijoeiro

Todas as espécies hospedeiras foram semeadas diretamente na área do mini-sistema, colocando-se a densidade de 7, 10 e 20 sementes de milho, feijoeiro e soja, respectivamente, por metro linear de sulco. Os monocultivos com feijoeiro ('Carioca') e soja (IAC 87) tiveram três fileiras de plantas, espaçadas de 0,40 m e medindo 1,50 m de comprimento. O tratamento com milho (BR 2017) em monocultivo teve duas fileiras de plantas, espaçadas de 0,80 m, enquanto que a disposição das plantas nos tratamentos 4 e 5, foi realizada como em 3.5.1.

Sete dias após a emergência das plantas, gaiolas como citado em 3.5.1, foram instaladas sobre as parcelas dos mini-sistemas. Aos 30 dias após a emergência das plantas, cada parcela foi infestada com 500 adultos de *D. speciosa*, de idade e razão sexual desconhecidas. Passados 29 dias da infestação, as gaiolas foram retiradas das parcelas e a parte aérea de todas as plantas, de cada mini-sistema, cortada ao nível do solo e removida da área. A seguir, as gaiolas foram reinstaladas sobre as áreas experimentais e dentro destas, foram colocados vasos contendo plantas de feijão e de milho com, aproximadamente, 10 dias de idade, para servirem de alimento aos adultos que, eventualmente, pudessem emergir do solo.

O número de adultos de *D. speciosa* que emergiram do solo, após a remoção da parte aérea do cultivo precedente, foi determinado em duas épocas, contando-se os insetos presentes no interior das gaiolas, de cada mini-sistema, com auxílio de um aspirador manual.

O ensaio foi conduzido utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, com os mini-sistemas de cultivo constituindo-se nos tratamentos, em quatro repetições.

3.6 Exigências térmicas (graus-dia) para o desenvolvimento de *D. speciosa*, em condições de semi-campo: validação do modelo de laboratório, obtido por Milanez (1995)

As exigências térmicas (graus-dia) para o desenvolvimento de *D. speciosa*, no período ovo-adulto, foi determinada em condições de semi-campo (telado), com base nas temperaturas do solo e do ar, tendo como dieta para a alimentação larval, raízes de milho cultivado em vasos. Com esta finalidade, sementes de milho foram colocadas para germinar em 24 vasos de plástico contendo, cerca de 5 litros do substrato constituído por uma mistura de terra, esterco e areia na proporção de 5:1:1, respectivamente, conduzindo-se 10 plântulas de milho/vaso.

Aos sete dias da emergência das plantas, 200 ovos de *D. speciosa* (com menos de 24 h de idade) foram colocados no solo dos vasos, distribuindo-os próximo ao coleto do milho, à uma profundidade de, aproximadamente, 5 cm. Em seguida, os vasos foram enterrados na área do telado, de modo que sua borda superior ficasse no nível da superfície do solo. Sobre cada vaso, foi colocada uma gaiola de plástico, revestida com tule (Figura 7), para contenção dos insetos por ocasião da emergência. O milho foi irrigado quando as plantas apresentavam sintomas visuais de murchamento. Um termosensor, adaptado à estação meteorológica da **Campbell Scientific Incorporation**, foi colocado em um dos vasos do ensaio, à uma profundidade de 10 cm, para registrar a temperatura do solo. Também foi registrada a temperatura do ar (a 2,0 m de altura) durante o período experimental, sendo o módulo da estação meteorológica calibrado para determinar as temperatura médias solo e do ar a cada hora, calculando-se a média diária em função das temperaturas parciais.

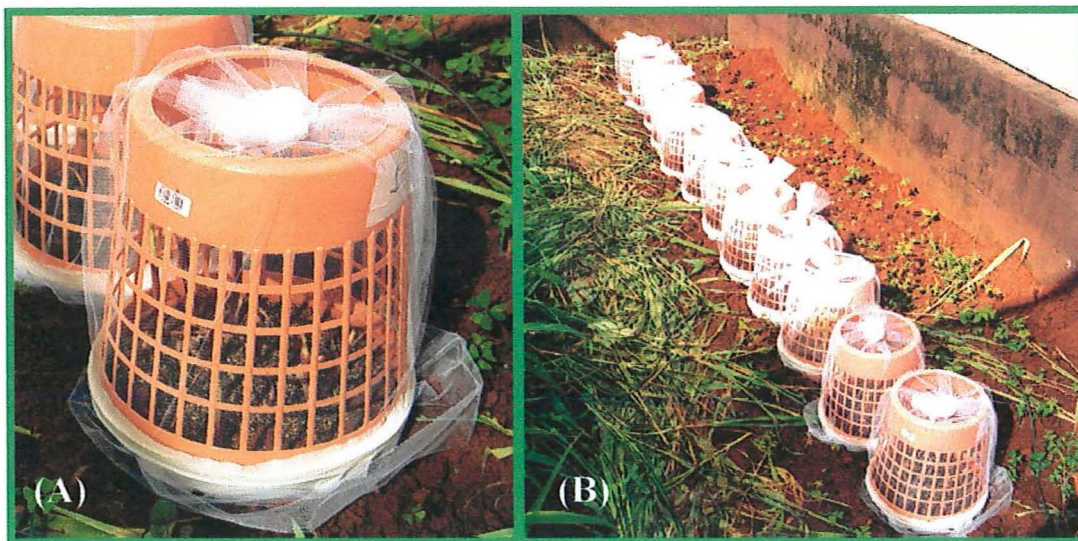


Figura 7. Detalhe da gaiola de plástico, revestida com tule (A), e dos vasos enterrados no solo cobertos com a gaiola (B), utilizados para determinação das exigências térmicas do período ovo-adulto de *Diabrotica speciosa*.

Quando a primeira emergência foi constatada na gaiola, as plantas de milho dos vasos, foram cortadas, ao nível do solo, para facilitar a visualização e a contagem dos insetos que emergiam diariamente do solo e ficavam retidos na gaiola. As exigências térmicas para o desenvolvimento de *D. speciosa* foram determinadas em função das temperaturas médias diárias do ar e do solo, efetuando-se o somatório diário de unidades térmicas (acúmulo de graus-dia), a partir da temperatura base ($T_b = 11,04$), durante o período médio observado para o desenvolvimento do inseto (ovo-adulto), determinado por Milanez (1995). O tempo médio de desenvolvimento foi calculado através da média ponderada para o período compreendido desde a "inoculação" dos ovos no solo até a emergência dos adultos, sendo a ponderação efetuada pelo número de insetos que emergiam diariamente.

O somatório de graus-dia, durante o período médio de desenvolvimento de ovo-adulto, foi determinado através da diferença aritmética entre a temperatura média do dia (solo ou do ar) e a temperatura base do inseto:

$$\mathbf{GD} = \mathbf{T} - \mathbf{Tb}, \text{ onde,}$$

GD = unidades térmicas acumuladas por dia;

T = temperatura média diária do solo ou do ar, empregada no cálculo das exigências térmicas;

Tb = temperatura base ou limiar térmico de desenvolvimento para o período de ovo-adulto de *D. speciosa* (= 11,04 °C), determinada por Milanez (1995), em condições de laboratório.

As unidades térmicas acumuladas durante o período de desenvolvimento de *D. speciosa* (ovo-adulto), em função das temperaturas diárias do solo e do ar foram comparadas à constante térmica (K) determinada por Milanez (1995), visando avaliar se o modelo de graus-dia de laboratório se adequava às condições de campo. Com este mesmo objetivo, utilizou-se a constante térmica determinada no laboratório, para calcular a previsão de ocorrência do inseto, baseando-se nas temperaturas médias do solo e do ar, registradas durante o período experimental. Os períodos médios de desenvolvimento previstos para a emergência de 50% de adultos, a partir de ovo, foram comparados com aquele observado experimentalmente.

Relações entre as temperaturas diárias do solo e do ar, durante o período experimental, foram também determinadas, com objetivo de avaliar a possibilidade de se estimar temperatura do solo em função da temperatura do ar e, conseqüentemente, facilitar tais determinações nos modelos de previsão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Técnicas de criação de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824)

4.1.1 Influência da dieta e do substrato de criação

A duração e a viabilidade do período larva-adulto, bem como os pesos de adultos de *D. speciosa* foram influenciados pelos sistemas de criação utilizados (Tabela 1).

O maior período de desenvolvimento (35,0 dias) foi observado quando os insetos foram criados em dieta artificial, seguido pelo valor obtido em dieta natural em papel (31,5 dias), registrando-se o menor valor (23,4 dias) com dieta natural em vermiculita (Tabela 1). O maior tempo exigido para desenvolvimento das fases imaturas (larva + pupa) em dieta artificial é explicado pelo fato desta dieta estar sendo ainda estudada em nossas condições, faltando ajustes com relação às suas características físicas, tipo de recipiente e mesmo acerto na proporção de alguns ingredientes do meio artificial. Por outro lado, a diferença na duração verificada entre os tratamentos com dieta natural, foi provavelmente decorrente dos diferentes substratos empregados durante o desenvolvimento larval (vermiculita e papel) e pupal (vermiculita e solo + areia) do inseto. Milanez (1995) trabalhando em condições semelhantes, já havia verificado que a duração do período larva-adulto de *D. speciosa* foi maior em dieta artificial. Pecchioni (1988) utilizando também "seedlings" de milho em papel durante a fase larval, e areia fina umedecida para a pupação de *D. speciosa*, encontrou uma duração média do período

larva-adulto de 29,2 dias, próxima ao observado neste trabalho com os mesmos substratos, enquanto Silva-Werneck et al. (1995), fornecendo a mesma dieta em solo arenoso autoclavado, para o desenvolvimento larval e pupal, obtiveram a duração de 26,1 dias, valor intermediário aos verificados, neste estudo, para os sistemas com dieta natural em vermiculita (23,4 dias) ou em papel (31,5 dias).

Tabela 1. Duração e viabilidade do período larva-adulto e peso de adultos de *Diabrotica speciosa*, por ocasião da emergência, em três sistemas de criação. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Sistema de criação	Duração (dias)	Viabilidade (%)	Peso de adultos (mg)	
			Macho	Fêmea
Dieta natural em vermiculita	23,4 \pm 0,17 c	75,7 \pm 2,85 a	10,6 \pm 0,03 a	10,7 \pm 0,09 a
Dieta natural em papel	31,5 \pm 0,07 b	33,7 \pm 7,69 c	9,5 \pm 0,44 ab	11,0 \pm 0,58 a
Dieta artificial	35,0 \pm 0,24 a	55,7 \pm 1,45 b	9,3 \pm 0,19 b	9,6 \pm 0,20 b

Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t, ao nível de 5% de probabilidade.

A viabilidade do período larva-adulto foi significativamente maior no sistema com dieta natural em vermiculita, sendo drasticamente reduzida com esta mesma dieta em papel e intermediária na dieta artificial (Tabela 1). Uma vez que os sistemas de criação de dieta natural em vermiculita e dieta artificial tiveram o mesmo substrato para pupação (vermiculita), as diferenças de viabilidade foram causadas pelo tipo de alimento utilizado na fase larval. Silva-Werneck et al. (1995) utilizando "seedlings" de milho, em solo arenoso autoclavado, para o desenvolvimento larval-pupal de *D. speciosa*, obtiveram viabilidade de 38,6%, inferior aos valores obtidos com dieta natural em vermiculita e dieta artificial, no presente trabalho, enquanto que Milanez (1995) utilizando a mesma dieta em papel, obteve 48,4% de viabilidade no período larva-adulto.

Branson et al. (1988) testaram, para a criação de *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, dieta natural em um substrato constituído de papel de germinação e solo, tentando imitar o ambiente natural onde as larvas desta espécie se desenvolvem. Neste sistema de criação, os autores obtiveram viabilidade média de 72,7 %, próxima à observada, para *D. speciosa*, utilizando dieta natural em vermiculita.

A baixa viabilidade na dieta natural em papel, foi causada pela alta mortalidade de larvas, em razão da incidência de fungos saprófitas no substrato de criação. Quando papel de filtro ou de germinação são utilizados como substratos para a manutenção dos "seedlings", torna-se muito difícil manter um nível ideal de umidade para o desenvolvimento dos "seedlings" que impeça o seu ressecamento ou a proliferação de fungos. Esta contaminação fúngica é agravada pela necessidade de se abrir periodicamente o recipiente para a reposição de água (repor a umidade perdida para o ambiente). Tal problema não ocorreu quando os "seedlings" foram mantidos em vermiculita, substrato que apresenta elevada capacidade de retenção de água. Pecchioni (1988) também relatou, quando utilizou papel como substrato, que a ocorrência de fungos nos "seedlings" de milho, foi uma das principais dificuldades encontradas para criação de *D. speciosa*. Para outras espécies de *Diabrotica*, que ocorrem nos EUA, a presença de fungos no substrato de criação, tem sido também relatada como causa da baixa viabilidade das fases imaturas (Dominique & Yule 1983; Oloumi-Sadeghi & Levine 1989).

Os maiores pesos de machos e de fêmeas, foram constatados no sistema de criação com dieta natural em vermiculita e o menor com dieta artificial (Tabela 1). A variação neste parâmetro biológico foi determinada pelo tipo de dieta empregado na fase larval, já que os pesos dos adultos criados com dieta natural (em vermiculita ou papel) não diferiram entre si.

Os períodos de pré-oviposição e de oviposição foram também influenciados pelo tipo de dieta (natural e artificial) da fase larval (Tabela 2), uma vez que na fase adulta, os insetos provenientes dos três sistemas de criação foram alimentados com a mesma dieta (folíolos de feijoeiro). Os períodos de pré-oviposição para os insetos

criados em dieta natural foram semelhantes aos obtidos por Silva-Werneck et al. (1995) e Milanez (1995), utilizando-se as mesmas dietas nas fases larval e adulta. No entanto, o período de pré-oviposição observado com dieta artificial (5,7 dias), foi inferior aos 11,5 dias obtido por Milanez (1995) com a mesma dieta. Os períodos médios de oviposição para os insetos criados em dieta natural nos substratos vermiculita (61,1 dias) e papel (65,0 dias), foram expressivamente superiores aos 16,6 e 40,2 dias, encontrados por Silva-Werneck et al. (1995) e Milanez (1995), respectivamente, embora estes autores tenham trabalhados em condições semelhantes. Da mesma forma, para os insetos criados em dieta artificial, o período médio de oviposição constatado neste estudo (45,9 dias), foi superior aos 36,0 dias obtido por Milanez (1995).

A longevidade dos adultos (machos e fêmeas) criados em dieta natural no substrato papel foi maior do que em dieta artificial, sem, no entanto, diferir daquela observada quando criados na mesma dieta em vermiculita (Tabela 2). Os valores de longevidade com dieta natural foram superiores aos encontrados por Silva-Werneck et al. (1995) e Milanez (1995). Essas diferenças podem ser atribuídas às distintas metodologias empregadas para criação ou manutenção dos insetos, embora fossem utilizados os mesmos hospedeiros nas fases larval e adulta; outra causa da variação poderia estar associada às diferentes populações ("strains") de *D. speciosa* utilizadas, embora os valores de longevidade para machos e fêmeas obtidos em dieta artificial, foram semelhantes aos encontrados por Milanez (1995), com esta mesma dieta.

O ritmo de emergência foi variável dependendo do sistema (meio) de criação utilizado (Figura 9). No sistema com dieta natural em vermiculita, a maior porcentagem de emergência ocorreu no início do período, com a máxima emergência no segundo dia. Os insetos criados em dieta artificial apresentaram um padrão de emergência diferente, com o pico ocorrendo no quarto dia, ao passo que com dieta natural em papel, o padrão de emergência foi intermediário, com o maior número de insetos emergindo entre o segundo e quarto dia. Para uma mesma espécie de inseto, quanto menor e mais concentrado for o período de emergência, mais desejável será o sistema de criação, especialmente visando sua produção massal em laboratório, pois esta concentração

reduzirá o número de etapas de manipulação e, como consequência, diminuirá a mão-de-obra.

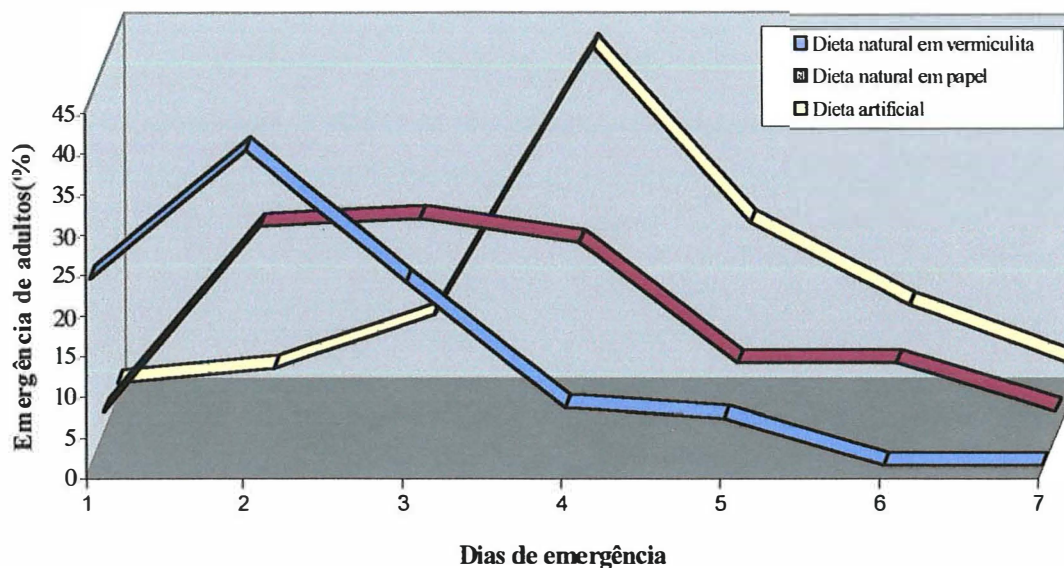


Figura 9. Ritmo de emergência de adultos de *Diabrotica speciosa*, em três sistemas de criação. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Tabela 2. Períodos de pré-oviposição e de oviposição e longevidade de adultos de *Diabrotica speciosa*, provenientes de três sistemas de criação. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Sistema de criação	Período (dias)		Longevidade (dias)	
	Pré-oviposição	Oviposição	Macho	Fêmea
Dieta natural em vermiculita	10,2 ± 0,94 a	61,1 ± 2,54 a	76,6 ± 5,92 ab	68,5 ± 2,75 ab
Dieta natural em papel	9,9 ± 0,20 a	65,0 ± 3,02 a	90,7 ± 5,88 a	74,6 ± 4,15 a
Dieta artificial	5,7 ± 0,18 b	45,9 ± 1,62 b	68,1 ± 4,42 b	62,8 ± 3,43 b

Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t, ao nível de 5% de probabilidade.

O maior valor de fecundidade (número de ovos por fêmea), foi observado para os insetos criados em dieta natural no substrato papel, seguido pelo sistema com a mesma dieta em vermiculita e por último para os provenientes da dieta artificial (Figura 10). Não foi encontrada uma causa que possa explicar a variação de fecundidade entre os indivíduos criados em vermiculita e com papel, já que em ambos os sistemas, foi utilizado a mesma dieta. A única diferença entre os sistemas de criação, foi o ambiente no qual o inseto passou a fase larval e pupal.

Os valores médios de fecundidade, obtidos em dieta natural (1724,1 e 2127,1 ovos/fêmea), foram expressivamente superiores aos 384,6 e 1011 ovos/fêmea, encontrados por Silva-Werneck et al. (1995) e Milanez (1995), respectivamente, utilizando-se a mesma dieta nas fases larval e adulta de *D. speciosa*. Estas diferenças de fecundidade podem ser atribuídas às técnicas distintas empregadas para a criação do inseto, bem como para a manutenção dos adultos.

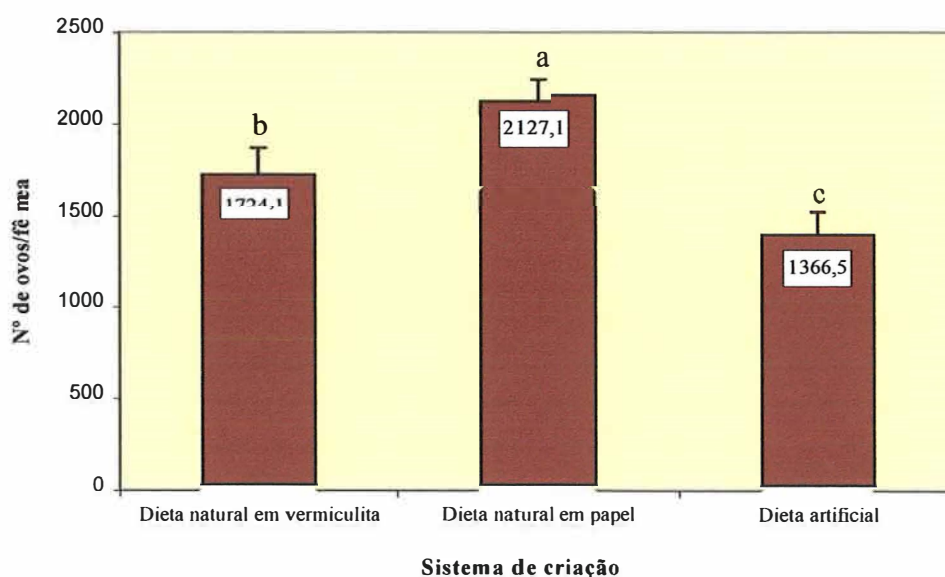


Figura 10. Número médio de ovos por fêmea de *Diabrotica speciosa*, provenientes de três sistemas de criação. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Colunas seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O valor médio de 1366,5 ovos por fêmea, obtido para os insetos criados em dieta artificial, foi superior ao encontrado por Milanez (1995) nesta mesma condição. Este mesmo autor também constatou maior fecundidade para os insetos criados em “seedlings” de milho em relação à dieta artificial, confirmando o efeito da nutrição larval sobre a capacidade de postura de *D. speciosa*, verificada neste trabalho.

Analisando-se o padrão de postura nos três sistemas de criação (Figura 11), verifica-se que as fêmeas criadas em dieta artificial, depositaram seus ovos no início do período de oviposição, com dois picos consecutivos de postura, enquanto que as fêmeas criadas em dieta natural (em vermiculita ou papel), depositaram seus ovos mais uniformemente ao longo do período de oviposição.

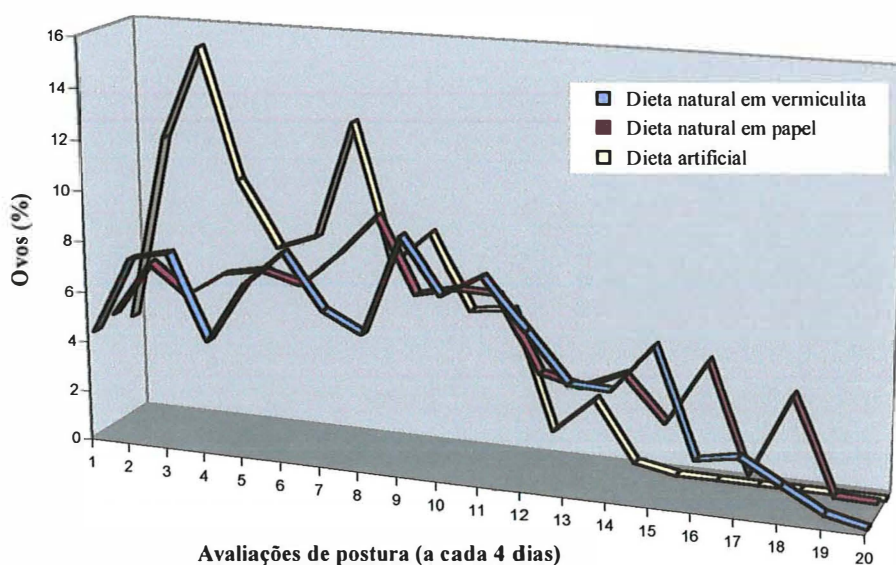


Figura 11. Ritmo de postura (%) de *Diabrotica speciosa*, provenientes de três sistemas de criação. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Analisando-se conjuntamente os parâmetros biológicos, determinados nos três sistemas de criação, pode-se concluir que o de dieta natural em vermiculita, foi o mais adequado para a criação de *D. speciosa*, já que proporcionou menor período de desenvolvimento e maior viabilidade de suas formas imaturas. Esta boa adequação aconteceu, provavelmente, porque o sistema contendo "seedlings" de milho em vermiculita, assemelha-se mais ao ambiente natural onde as larvas de *D. speciosa* normalmente se desenvolvem, quando comparado aos outros meios estudados para a criação desta espécie. Por outro lado, com o emprego da vermiculita, não há necessidade de se preparar um outro ambiente para o desenvolvimento pupal, como proposto por Milanez (1995), já que a vermiculita é considerada um substrato adequado para a pupação de várias espécies de insetos holometabólicos, de diferentes Ordens. Outra vantagem, é que no sistema de criação com vermiculita, há apenas duas etapas de manuseio de larvas, "inoculação" e transferência, e nenhuma manipulação no estágio de pupa, o que também reduz a mão-de-obra para manutenção da criação. Todos estes fatores, em conjunto, talvez expliquem a alta viabilidade obtida no sistema, constituindo-se assim, num suporte básico de grande importância para a pesquisa, visando a obtenção de larvas, pupas e adultos de *D. speciosa* para serem utilizados em estudos bioecológicos, fisiológicos, comportamentais, ou mesmo de controle químico.

4.1.2 Influência da densidade de larvas no recipiente de criação

A duração e a viabilidade do período larva-adulto, bem como o peso de adultos de *D. speciosa*, foram influenciados pelas densidades de larvas utilizadas no recipiente de criação (Tabela 3).

A duração média do período larva-adulto, aumentou significativamente com o incremento de larvas no recipiente de criação, variando de 25,1 a 27,2 dias (Tabela 3). Na densidade de 600 larvas por recipiente, o tempo exigido para o desenvolvimento foi estatisticamente superior ao observado com 100 e 200

larvas/recipiente, embora não tenha diferido daquele verificado na densidade de 400 larvas. De maneira inversa, o incremento de larvas no recipiente, reduziu significativamente a viabilidade do período larva-adulto, variando de 82,0 a 52,5%, para a menor e maior densidade estudadas, respectivamente (Tabela 3). As viabilidades com 200 e 400 larvas por recipiente, não diferiram estatisticamente entre si, mas foram, respectivamente, inferiores e superiores àquelas observadas com 100 e 600 larvas/recipiente.

Tabela 3. Duração e viabilidade do período larva-adulto e peso de adultos de *Diabrotica speciosa*, por ocasião da emergência, criados com dieta natural, em vermiculita, com quatro densidades de larvas no recipiente de criação. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Densidade de larvas no recipiente de criação	Duração (dias)	Viabilidade (%)	Peso de adultos (mg)	
			Macho	Fêmea
100	25,1 \pm 0,38 b	82,0 \pm 1,87 a	10,3 \pm 0,37 a	10,8 \pm 0,49 a
200	25,4 \pm 0,39 b	70,3 \pm 1,27 b	9,8 \pm 0,26 ab	10,1 \pm 0,48 ab
400	25,7 \pm 0,39 ab	65,6 \pm 1,23 b	8,8 \pm 0,27 bc	8,9 \pm 0,37 b
600	27,2 \pm 0,35 a	52,5 \pm 3,39 c	8,3 \pm 0,38 c	8,8 \pm 0,46 b

Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Este aumento no período de desenvolvimento e redução da viabilidade, com o incremento da densidade larval no recipiente de criação, ocorreu provavelmente devido à competição por alimento durante esta fase, já que todos os recipientes continham uma mesma quantidade de dieta ("seedlings" de milho). Peters & Barbosa (1977) relataram que a escassez e a qualidade do alimento seriam as únicas causas diretas das mudanças na taxa de desenvolvimento, tamanho, fecundidade, etc. dos insetos. A hipótese da escassez de alimento, quando *D. speciosa* foi criada nas diferentes

densidades, é reforçada pela redução progressiva do peso dos adultos, por ocasião da emergência, à medida que a densidade de larvas foi aumentada no recipiente de criação, variando de 10,3 e 10,8 mg para 8,3 e 8,8 mg, respectivamente, para machos e fêmeas (Tabela 3). Weiss et al. (1985) também constataram atraso do desenvolvimento larval com o incremento da densidade de larvas de *D. v. virgifera* em vasos contendo milho, enquanto que Branson & Sutter (1985) verificaram, para esta mesma espécie, que o aumento da densidade de ovos no sulco de plantio do milho, tornou o alimento (raízes) limitante para o desenvolvimento larval, o que acarretou redução da viabilidade do período larva-adulto, bem como diminuição do tamanho, da longevidade e da fecundidade dos indivíduos que emergiram do solo.

O padrão de emergência de *D. speciosa* tendeu a ser alongado, com o aumento da densidade de larvas no recipiente de criação (Figura 12). Esta ampliação do período de emergência, observado especialmente com 600 larvas/recipiente, foi provavelmente causado por uma assincronia das ecdises larvais ou pupal, em razão da escassez de alimento para o desenvolvimento das fases imaturas do inseto.

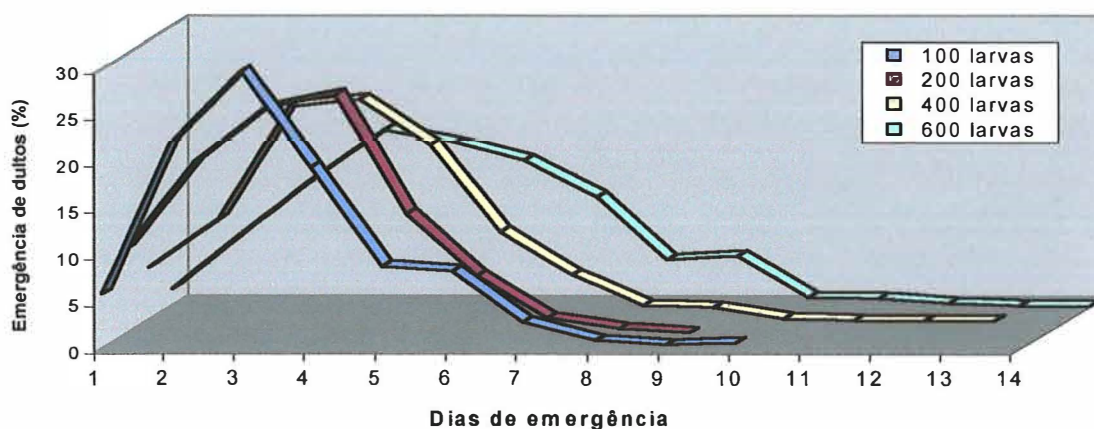


Figura 12. Ritmo de emergência de adultos de *Diabrotica speciosa*, criados com dieta natural em vermiculita, com quatro densidades de larvas no recipiente de criação. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que a utilização de 100 larvas por recipiente, foi adequada para a criação de *D. speciosa* em dieta natural, ou seja, utilizando-se a equivalência de 1,0 "seedling" de milho para cada larva "inoculada" e 2 "seedlings"/larva "inoculada", por ocasião da transferência. Milanez (1995) também utilizou a proporção de um "seedling" de milho pipoca para cada larva de *D. speciosa*, enquanto que Pecchioni (1988) e Silva-Werneck et al. (1995) criaram esta espécie em milho pré-germinado, porém, não mencionaram a relação entre a quantidade de alimento e de larvas no recipiente de criação. Para criação de *D. virgifera* e *D. undecimpunctata howardi*, espécies que ocorrem nos EUA, Jackson (1986) recomendou a proporção de 0,6 "seedlings" de milho para cada larva colocada no primeiro recipiente de desenvolvimento e 1,6 "seedlings"/larva por ocasião da transferência do inseto do primeiro para o segundo recipiente de criação.

4.1.3 Influência do hospedeiro, como alimento, na fase larval

A espécie hospedeira, utilizada como alimento na fase larval de *D. speciosa*, afetou significativamente a duração e a viabilidade do período larva-adulto, bem como o peso dos adultos produzidos (Tabela 4).

O maior período de desenvolvimento das fases imaturas (larva + pupa) foi verificado em tubérculo de batata (36,5 dias) e o menor em "seedlings" de milho (25,1 dias), enquanto que nos hospedeiros, soja e feijão, foram observadas durações intermediárias (Tabela 4). Os valores médios de duração do período larva-adulto no hospedeiro milho, foram similares aos encontrados por Carvalho & Hohmann (1982), Silva-Werneck et al. (1995) e Milanez (1995), utilizando a mesma dieta. Haji (1981) também criou *D. speciosa* utilizando uma dieta mista constituída por plântulas de milho e tubérculos de batatinha enraizados, obtendo duração média de 43,2 dias para o período larva-adulto, cerca de sete dias superior à obtida com batata, na presente pesquisa.

Tabela 4. Duração e viabilidade do período larva-adulto e peso de adultos de *Diabrotica speciosa*, por ocasião da emergência, quando criados em quatro hospedeiros. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Hospedeiro	Duração (dias)	Viabilidade ¹ (%)	Peso de adultos (mg)	
			Macho	Fêmea
Batata	36,5 ± 0,15 a	84,1 ± 3,68 a	8,4 ± 0,12 c	8,8 ± 0,16 b
Milho	25,1 ± 0,23 c	75,9 ± 1,50 a	9,5 ± 0,19 b	10,3 ± 0,25 a
Soja	26,9 ± 0,13 b	30,1 ± 0,84 b	10,0 ± 0,23 ab	10,4 ± 0,17 a
Feijão	27,8 ± 0,29 b	9,4 ± 2,17 c	10,6 ± 0,25 a	10,0 ± 0,24 a

¹Transformados para \sqrt{x}

Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As maiores viabilidades do período larva-adulto, foram observadas em batata (84,5%) e milho (75,9%), os quais não diferiram estatisticamente, entre si (Tabela 4). Estes valores de viabilidade são superiores aos obtidos por Silva-Werneck (1995) e Milanez (1995), que também utilizaram milho como hospedeiro larval, e por Haji (1981) que utilizou radículas de milho + tubérculos de batatinha. Estas diferenças podem ser atribuídas às diferentes metodologias empregadas para criação, especialmente com relação ao substrato de criação, já que no presente trabalho, foi empregada vermiculita umedecida para o desenvolvimento larval e pupal, enquanto que nas outras técnicas de criação, os autores utilizaram papel de filtro, solo e/ou areia para o desenvolvimento destas fases imaturas. Outra causa dessa variação de viabilidade poderia estar associada às diferentes populações ("strains") de *D. speciosa* utilizadas. A viabilidade do período larva-adulto, foi muito reduzida em soja (30,1%) e feijoeiro (9,4%), caracterizando-os como hospedeiros inadequados para o desenvolvimento larval, em relação ao milho e a batata.

De um modo geral, houve uma relação inversa entre os valores de peso de adultos e viabilidade no período larva-adulto, para os quatro hospedeiros estudados, ou seja, quanto menor a viabilidade, maior foi o peso dos adultos, especialmente com relação aos machos (Tabela 4). Isto aconteceu provavelmente, porque os insetos que sobreviveram nos hospedeiros menos adequados (soja e feijão), tiveram que acumular mais peso para compensar a baixa qualidade do alimento ingerido, o que não foi necessário com o milho e a batata, `a semelhança do que ocorre para outras espécies, quando se desenvolvem em hospedeiros menos adequados (McNeill & Southwood, 1978; Slansky & Scriber, 1985).

Com relação ao ritmo de emergência (Figura 13), verifica-se que os insetos criados em milho, soja e feijão apresentaram um período de emergência relativamente mais concentrado do que aqueles criados em batata.

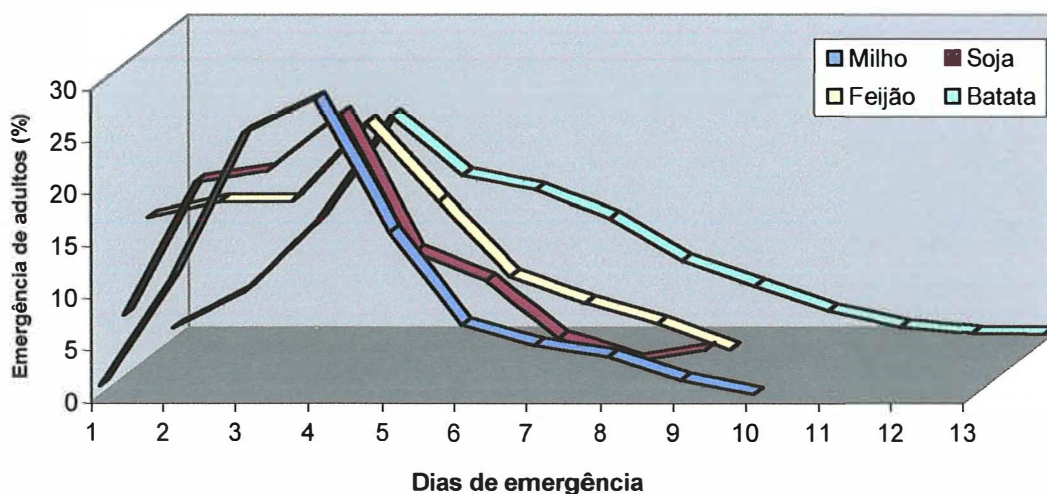


Figura 13. Ritmo de emergência de adultos de *Diabrotica speciosa*, criados em quatro hospedeiros. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Analisando-se conjuntamente os parâmetros avaliados neste ensaio, pode-se afirmar que o milho foi o hospedeiro mais adequado para criação de

D. speciosa, embora a viabilidade do período larva-adulto não diferisse, estatisticamente, daquela observada com batata. Por outro lado, mesmo com baixa viabilidade, o inseto foi criado em raízes de soja ou de feijão. Estes resultados levados para as condições de campo, indicam que na ausência de um hospedeiro preferencial para o desenvolvimento larval, *D. speciosa* pode utilizar a soja ou o feijoeiro, como hospedeiros alternativos para o desenvolvimento larval. Estes resultados concordam com as argumentações de Branson & Krysan (1981), de que mesmo aquelas espécies do gênero *Diabrotica*, consideradas monófagas ou com estreita gama de hospedeiros na fase larval, podem utilizar hospedeiros alternativos para completar seu ciclo de vida, na ausência do hospedeiro preferencial e, conseqüentemente, garantir sua sobrevivência nos agroecossistemas.

4.2 Influência da temperatura na fecundidade e sobrevivência de adultos de *D. speciosa*

Os períodos de pré-oviposição e de oviposição, bem como a longevidade de adultos de *D. speciosa* foram influenciados pelos regimes de temperaturas em que os insetos foram criados e mantidos na fase adulta (Tabela 5). O período de pré-oviposição na temperatura de 20 °C, foi significativamente superior aos observados a 25 e 30 °C, sem diferir estatisticamente nestas duas últimas condições térmicas. O período de oviposição foi também significativamente reduzido com o aumento da temperatura, variando, em média, de 68,9 dias para 9,8 dias, respectivamente, para a menor e maior temperatura estudada. Efeito semelhante, foi observado com relação à longevidade de machos e de fêmeas, quando os adultos mantiveram-se vivos, em média, mais de 100 dias na temperatura de 20 °C e menos de 20 dias a 30 °C. Resultados semelhantes, com relação aos períodos de pré-oviposição, de oviposição e de longevidade, foram observados por Naranjo & Sawyer (1987) trabalhando com *D. barberi* em sete temperaturas constantes. Elliott et al. (1990b) também verificaram que a longevidade de

adultos de *D. v. virgifera* decresceu com aumento de temperatura, no intervalo de 16 a 30 °C.

O número total de ovos colocados por fêmea de *D. speciosa* foi semelhante quando os insetos foram mantidos nas temperaturas de 20 e 25 °C e significativamente inferior a 30 °C (Figura 14), discordando dos resultados obtidos por Naranjo & Sawyer (1987) que encontraram maior fecundidade de *D. barberi*, a 25 °C, em relação a 20 °C, embora sejam espécies diferentes. Por outro lado, estes autores constataram redução significativa da fecundidade dos insetos, quando mantidos na temperatura de 30 °C, à semelhança do observado neste trabalho, para *D. speciosa*. Elliott et al. (1990b) constataram aumento da taxa de oviposição de *D. v. virgifera* com o incremento da temperatura na faixa de 16,0 a 26,5 °C e a menor fecundidade quando os insetos foram mantidos a 30 °C, coincidindo com os resultados aqui obtidos para *D. speciosa* com relação à esta última condição térmica.

Tabela 5. Períodos de pré-oviposição, oviposição e longevidade de machos e fêmeas de *Diabrotica speciosa*, mantidos em dieta natural (feijoeiro) e três temperaturas. UR: 60 ± 10%, fotofase: 14 horas.

Temperatura (°C)	Período (dias)		Longevidade (dias)	
	Pré-oviposição	Oviposição ¹	Macho	Fêmea
20	13,3 ± 1,30 a	68,9 ± 6,12 a	109,4 ± 10,99 a	103,3 ± 9,49 a
25	8,5 ± 0,68 b	33,3 ± 2,75 b	57,0 ± 4,22 b	44,3 ± 3,24 b
30	8,1 ± 0,71 b	9,8 ± 1,39 c	19,8 ± 2,08 c	20,9 ± 1,79 c

¹Transformado para \sqrt{x}

Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O número médio de ovos colocados por fêmea de *D. speciosa* na temperatura de 25 °C (833,9 ovos), foi inferior àquela obtida em 4.1.1 (1724,1 ovos), na mesma temperatura, embora fosse empregada a mesma técnica de criação e tipo de dieta

(feijoeiro) na fase adulta. Estas diferenças podem ser atribuídas ao ambiente em que os insetos foram expostos durante os experimentos, já que em 4.1.1 os adultos foram mantidos, à temperatura ambiente de sala, no laboratório, enquanto que na presente pesquisa foram mantidos dentro de câmaras climatizada do tipo BOD. As diferentes populações ("strains") *D. speciosa*, utilizadas nos ensaios, podem também estar relacionadas a tais variações.

Com relação ao ritmo de postura nas três condições térmicas (Figura 15), verificou-se que as fêmeas mantidas a 25 e 30 °C, apresentaram um padrão de oviposição mais concentrado, com pico de postura na quarta e oitava avaliação, respectivamente, enquanto que a 20 °C, as fêmeas ovipositaram mais uniformemente ao longo do período de oviposição.

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que a temperatura exerce uma forte influência sobre a fecundidade e sobrevivência de adultos *D. speciosa*, sendo a temperatura de 30 °C a menos adequada para a reprodução desta espécie, quando comparada às de 20 e 25 °C. Uma maior taxa metabólica do inseto, quando mantido a 30 °C, poderia ser uma causa desta inadequação, uma vez que Gates, citado por Mattson & Scriber (1987), afirmou que a taxa respiratória de animais poiquilotérmicos, aumenta de 1,3 a 4,0 vezes, a cada incremento de 10 °C da temperatura ambiente em que eles se encontram. Parra et al. (1991) também verificaram que nas maiores temperaturas, espécies de *Trichogramma* apresentaram uma maior atividade metabólica e viveram menos.

Assim sendo, a energia acumulada, através da alimentação, foi provavelmente dissipada através da respiração ou de outras rotas metabólicas do inseto, o que afetou negativamente sua fecundidade e sobrevivência. No entanto, estudos nesta linha de pesquisa, necessitam ser realizados, visando avaliar os efeitos da temperatura, bem como de outros fatores climáticos, sobre a fecundidade e sobrevivência de *D. speciosa*.

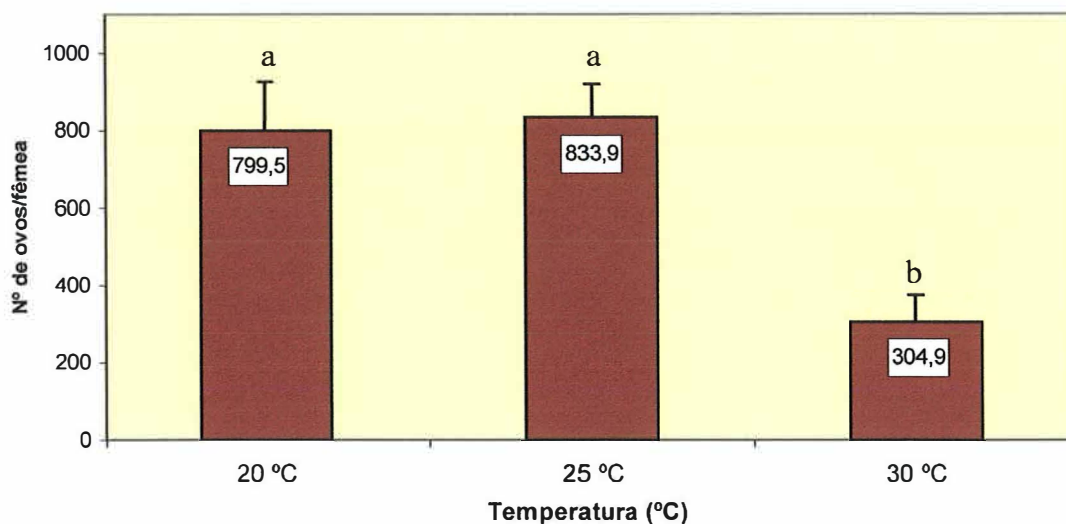


Figura 14. Número de ovos por fêmea de *Diabrotica speciosa*, mantida em dieta natural (feijoeiro) e três temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Colunas seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

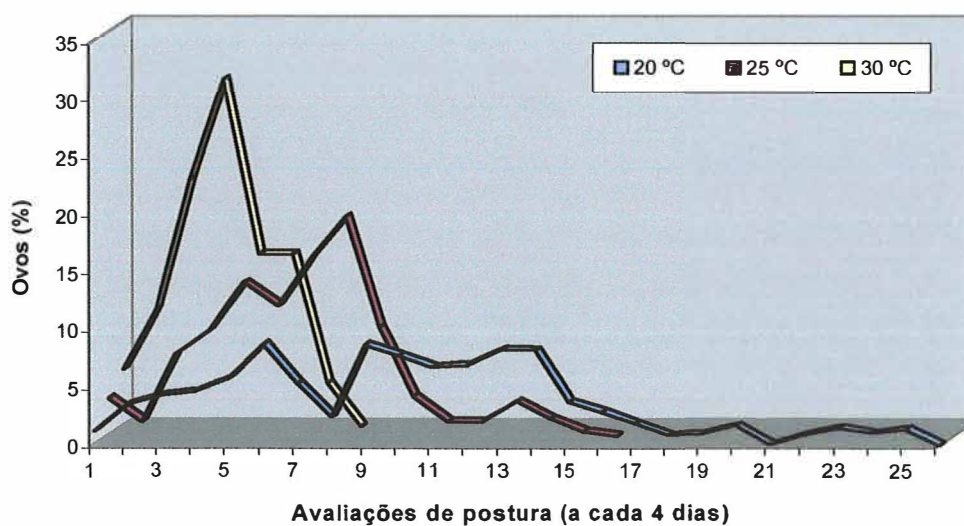


Figura 15. Ritmo de postura (%) de *Diabrotica speciosa*, quando alimentado com feijoeiro, na fase adulta, em três temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

4.3 Influência do hospedeiro, como alimento, na fase adulta de *D. speciosa*, em laboratório

4.3.1 Influência da espécie hospedeira

O tipo de alimento (espécie hospedeira), oferecido na fase adulta de *D. speciosa*, influenciou significativamente tanto a capacidade de postura (4.3.1.1), quanto o consumo de área foliar (4.3.1.2).

4.3.1.1 Efeito sobre a fecundidade

Considerando-se o número total de ovos, obtidos nas dez avaliações de postura (Figura 16), verificou-se que os casais alimentados em folhas de batata e de feijoeiro apresentaram fecundidade significativamente superior àqueles mantidos em folhas de soja ou milho. Nesta última dieta, os insetos colocaram menos do que 2% dos ovos obtidos quando os mesmos se alimentaram em batata ou feijoeiro.

Os casais alimentados com folhas de batata e de feijoeiro, apresentaram uma tendência de aumentar a postura ao longo do período de oviposição (Figura 17), enquanto que em folhas de soja, além de ovipositarem menos, mantiveram um ritmo de postura relativamente constante. Os casais mantidos em milho, não efetuaram postura após a quinta avaliação (12 dias após o início da oviposição).

A longevidade de machos e fêmeas de *D. speciosa* foi também afetada pelo tipo de alimento (hospedeiro) utilizado na fase adulta. Os insetos alimentados com folhas de milho, apresentaram baixa sobrevivência durante o período de avaliação de postura, atingindo-se 100 % de mortalidade, aos 17 e 28 dias após o acasalamento, para os machos e fêmeas, respectivamente (Figura 18). Para os casais mantidos em folíolos de

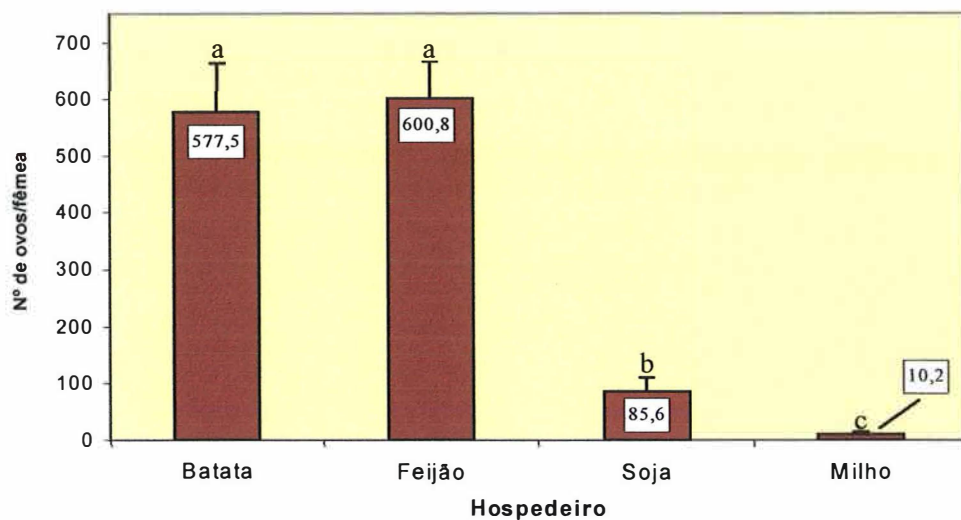


Figura 16. Número total de ovos por fêmea de *Diabrotica speciosa*, quando alimentada com diferentes hospedeiros, na fase adulta. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

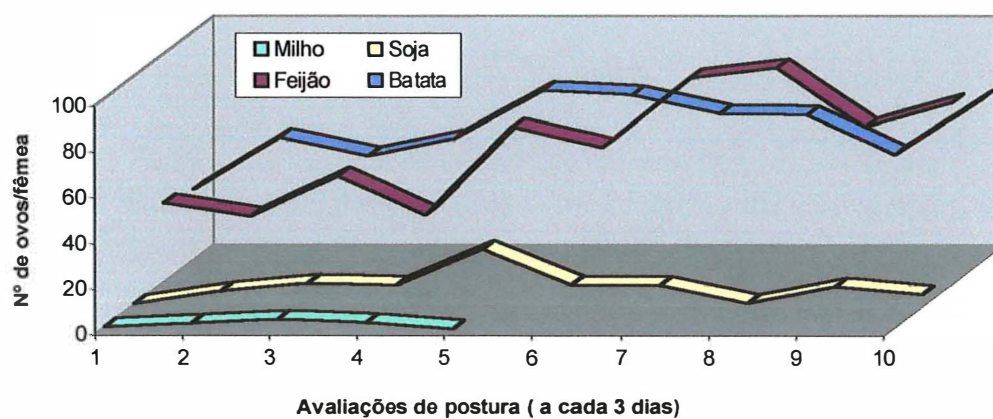


Figura 17. Ritmo de postura de *Diabrotica speciosa*, quando os adultos foram alimentados com diferentes hospedeiros. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

batata e de feijoeiro, a sobrevivência foi relativamente alta no período, enquanto que aqueles alimentados com folhas de soja tiveram uma sobrevivência intermediária, no referido período (Figura 18).

Baseando-se nos valores de fecundidade e de sobrevivência nos quatro hospedeiros testados, pode-se afirmar que as folhas do milho e da soja são nutricionalmente menos adequadas para os adultos de *D. speciosa*, em relação às de batata ou do feijoeiro. Siegfried & Mullin (1990) também constataram menor fecundidade de *D. v. virgifera*, quando os adultos foram alimentados com folhas de milho, em relação àqueles mantidos em capítulos de girassol e flores de abóbora. Por outro lado, Teng et al. (1984) verificaram que adultos de *D. balteata* alimentados com folíolos de batata apresentaram maior fecundidade do que em feijoeiro ou soja, discordando, em parte, dos resultados encontrados, neste estudo, para *D. speciosa*. Lance & Fisher (1987) e Naranjo & Sawyer (1987) também verificaram que a fecundidade e a longevidade de *D. barberi* foram significativamente afetadas pelo tipo de dieta utilizado na fase adulta.

Segundo Wheeler (1996) a capacidade de postura dos insetos é determinada pela ovogênese (produção de ovos), um processo fisiológico que é regulado pela disponibilidade de nutrientes presentes no corpo da fêmea. Dessa forma, qualquer fator que afete a aquisição de nutrientes pelo inseto, poderá afetar a ovogênese e, conseqüentemente, na taxa de postura. Através da análise química foliar, dos hospedeiros utilizados para alimentação dos adultos de *D. speciosa* (Figura 19), verificou-se que a concentração de nitrogênio foi relativamente menor em milho e maior na batata. Estas diferenças na quantidade do nitrogênio foliar, podem estar relacionadas à capacidade de postura de *D. speciosa*, como foi verificado para outras espécies de insetos (Al-Zubaidi & Capinera, 1984; Wheeler, 1996). No entanto, o nitrogênio foliar total, determinado quimicamente, pode não estar todo disponível para a utilização do inseto, sendo sua concentração e disponibilidade uma característica de cada espécie de planta hospedeira (Mattson, 1980).

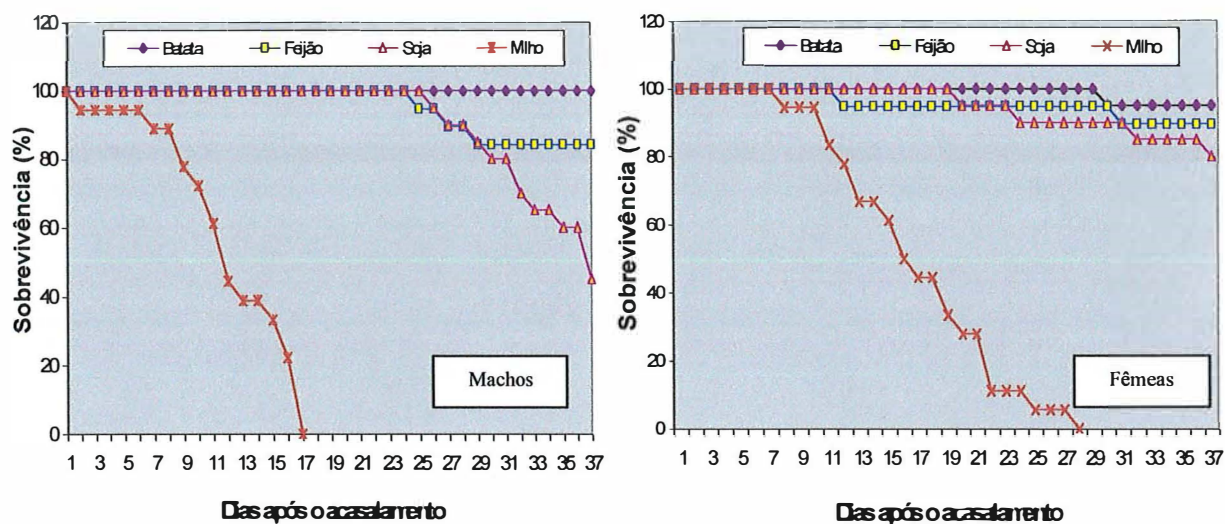


Figura 18. Sobrevivência de machos e de fêmeas de *Diabrotica speciosa*, durante o período de avaliação de postura, quando alimentados com folhas de batata, feijoeiro, soja e milho. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

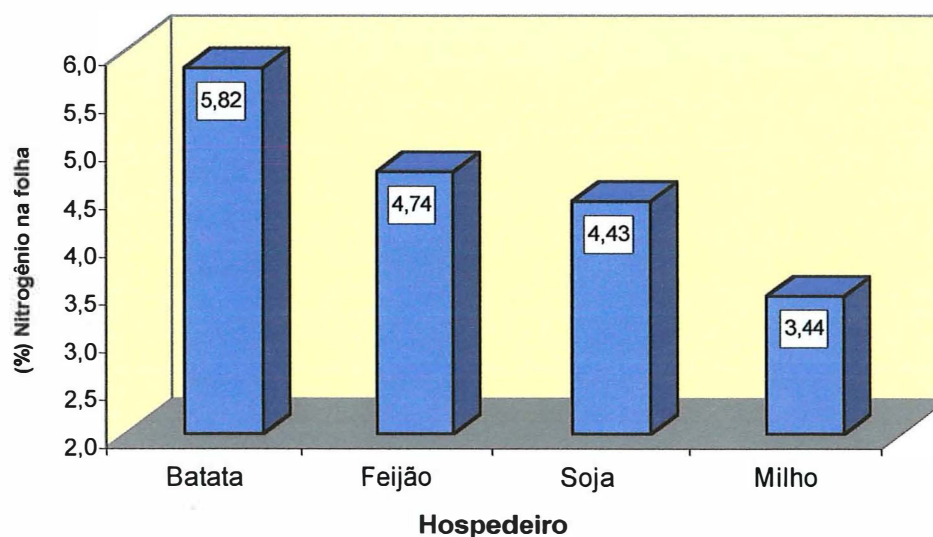


Figura 19. Nitrogênio total (%), nas folhas de batata ('Bintje'), feijoeiro ('Carioca'), soja ('IAC 8') e milho ('BR 201'). (Folhas retiradas de plantas com, aproximadamente, 15 dias de idade).

4.3.1.2 Efeito sobre o consumo e preferência alimentar

No teste de múltipla escolha, o consumo de área foliar (cm²), pelos adultos de *D. speciosa*, foi significativamente influenciado pelo tipo de alimento (hospedeiro) oferecido (Figura 20), sendo maior no feijoeiro, em relação à soja, batata e milho; nestes três últimos hospedeiros, o consumo não diferiu estatisticamente, embora fosse numericamente menor em milho.

Nos testes de dupla escolha (Figura 21), onde o grau de preferência de batata, soja e milho foram avaliados, em relação à planta padrão (feijoeiro), o consumo foliar foi consistentemente superior em feijoeiro, em relação aos três hospedeiros testados, confirmando-se novamente a preferência do inseto para se alimentar neste hospedeiro, como ocorreu no teste de múltipla escolha. Empregando-se o índice de Kogan & Goeden (1970) para calcular o grau relativo de preferência dos hospedeiros, verificou-se que todos valores foram inferiores a 1, indicando a não preferência dos hospedeiros testados em relação ao hospedeiro padrão (feijoeiro), conforme preconiza o índice. Todavia, a magnitude de não preferência dos hospedeiros testados, em relação ao feijoeiro, não diferiu estatisticamente, já que não se observou diferença estatística entre os índices calculados (Figura 22).

Em função dos resultados obtidos nos testes de múltipla e dupla escolha, pode-se concluir que adultos de *D. speciosa* apresentam preferência para se alimentar no feijoeiro em relação à batata, soja e milho. Estes resultados explicam porque os adultos de *D. speciosa* são freqüentemente encontrados causando desfolha no feijoeiro, em condições de campo, mesmo na presença de outras plantas hospedeiras como a soja e o milho (observações pessoais). Por outro lado, o feijoeiro foi adequado para a sobrevivência e fecundidade do inseto, como verificado em 4.3.1.1, o que justifica sua utilização, como alimento, para a manutenção de adultos de *D. speciosa*, em sistemas de criações (Carvalho & Hohmann, 1982; Silva-Werneck et al., 1995; Milanez, 1995). Teng et al. (1984) também constataram que adultos de *D. balteata*, em teste de múltipla escolha, preferiram alimentar-se de folíolos de feijoeiro em relação à batata, em

concordância com os resultados obtidos neste trabalho, embora se tratem de espécies diferentes.

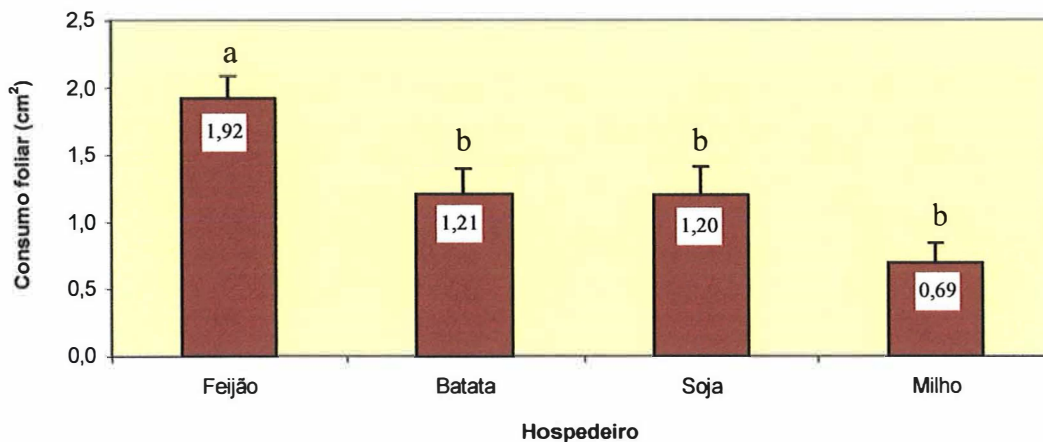


Figura 20. Área foliar (cm²) de feijoeiro, batata, soja e de milho, consumida por adultos de *Diabrotica speciosa*, durante 24 h, em teste de múltipla escolha. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Colunas seguidas da mesma letra, as médias não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Em condições de confinamento, o consumo foliar foi também influenciado pelo tipo de alimento oferecido aos adultos de *D. speciosa*, sendo menor em batata e maior no milho (Figura 23). No entanto, os valores de consumo em feijoeiro e soja, não diferiram daqueles verificados em milho e batata. Estes resultados discordam dos obtidos por Marques et al. (1997), que observaram maior consumo foliar de feijoeiro e de soja por adultos de *D. speciosa*, em relação ao milho, sob condições de confinamento, em casa-de-vegetação.

O aumento relativo do consumo de área foliar do milho, em condições de confinamento, ocorreu provavelmente para que o inseto pudesse compensar a baixa qualidade nutricional deste hospedeiro, especialmente quando comparado ao feijoeiro e batata, conforme foi demonstrado em 4.3.1.1, com relação à sua fecundidade e sobrevivência. Esta baixa qualidade nutricional das folhas do milho, em relação às dos

demais hospedeiros, pode estar associada ao seu teor de nitrogênio (Figura 19), como foi discutido em 4.3.1. Todavia, outros fatores químicos e/ou físicos da planta, como por exemplo, aleloquímicos e consistência da folha, podem ter afetado o consumo e a fecundidade de *D. speciosa*, parâmetros estes, que não foram identificados nesta pesquisa.

Os resultados obtidos neste trabalho apontam para importantes implicações, em condições de campo, com relação ao efeito de hospedeiros sobre a sobrevivência e capacidade de multiplicação de *D. speciosa*. Estas evidências poderão auxiliar a compreender a dinâmica populacional dessa praga (adultos e larvas) nos cultivos e, conseqüentemente, fornecer subsídios para o estabelecimento de estratégias de manejo visando ao seu controle.

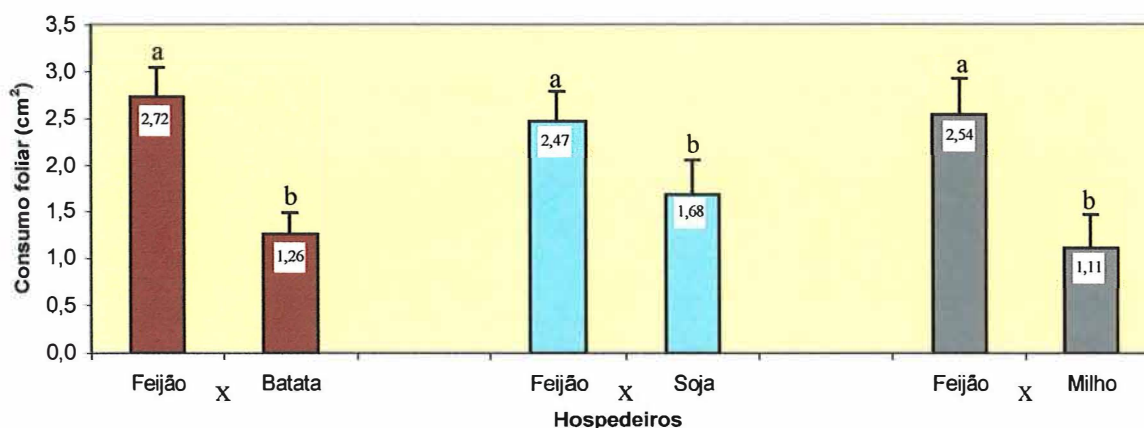


Figura 21. Área foliar (cm²) de feijoeiro (planta padrão) e de batata, soja e milho (plantas testes), consumida por adultos de *Diabrotica speciosa*, durante 24 h, em teste de dupla escolha. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: 60 ± 10%, fotofase: 14 horas.

Colunas agrupadas seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

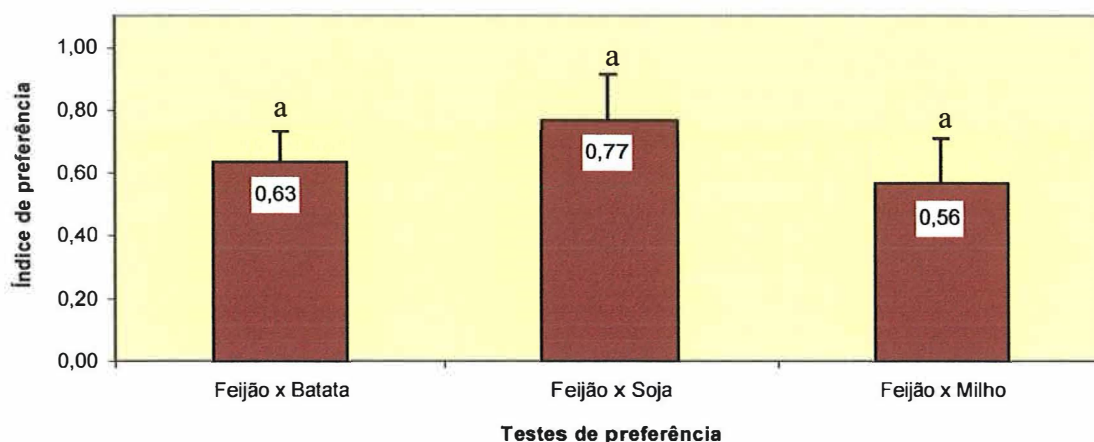


Figura 22. Índices de preferência¹ para adultos de *Diabrotica speciosa*, em teste de dupla escolha, para cada planta teste (batata, soja e milho) em relação à planta padrão (feijoeiro). Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

¹Kogan & Goeden (1970)

Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

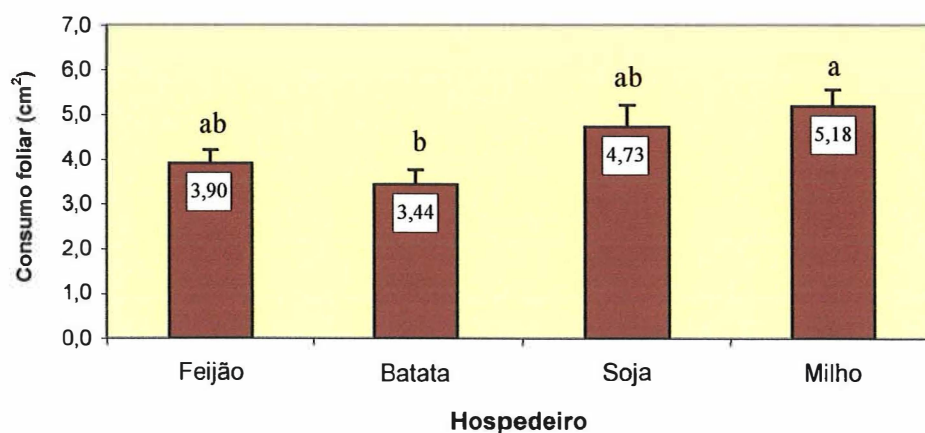


Figura 23. Área foliar (cm²) de feijoeiro, batata, soja e milho consumida por adultos de *Diabrotica speciosa*, durante 24 h, em confinamento. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.2 Influência da idade fisiológica do feijoeiro

A capacidade de postura de *D. speciosa* e o consumo de área foliar foram influenciados pela idade fisiológica do feijoeiro, oferecido, como alimento, na fase adulta.

4.3.2.1 Efeito sobre a fecundidade

O número total de ovos obtido por fêmea, nas seis avaliações realizadas, foi significativamente maior para os casais alimentados com folíolos provenientes de plantas mais jovens, ou seja, do período entre 12 a 24 dias de idade (Figura 24). Os insetos alimentados com folíolos provenientes de plantas na faixa de 32 a 54 e de 52 a 64 dias de idade, colocaram, respectivamente, apenas 34 e 39% do total de ovos obtidos quando folíolos oriundos de plantas mais jovens (12 a 24 dias) foram fornecidos. Annadurai (1990), também constatou maior fecundidade do crisomelídeo *Zygogramma bicolorata* Pallister, quando alimentado com folhas novas de *Parthenium hysterophorus* em relação às folhas mais velhas.

4.3.2.2 Efeito sobre o consumo

No teste de múltipla escolha, o consumo foliar de *D. speciosa* foi influenciado pela idade da planta, sendo máximo aos 10 dias e diminuindo progressivamente até os 50 dias de idade do feijoeiro (Figura 25). O consumo foi estatisticamente superior em plantas de 10 e 30 dias, em relação às plantas de 50 dias de idade. Em condições de confinamento, a preferência alimentar foi semelhante ao teste de livre escolha (Figura 26). Raina et al. (1980) também constataram redução no consumo de área foliar do feijoeiro por adulto de *Epilachna varivestis* Mulsant, com o aumento

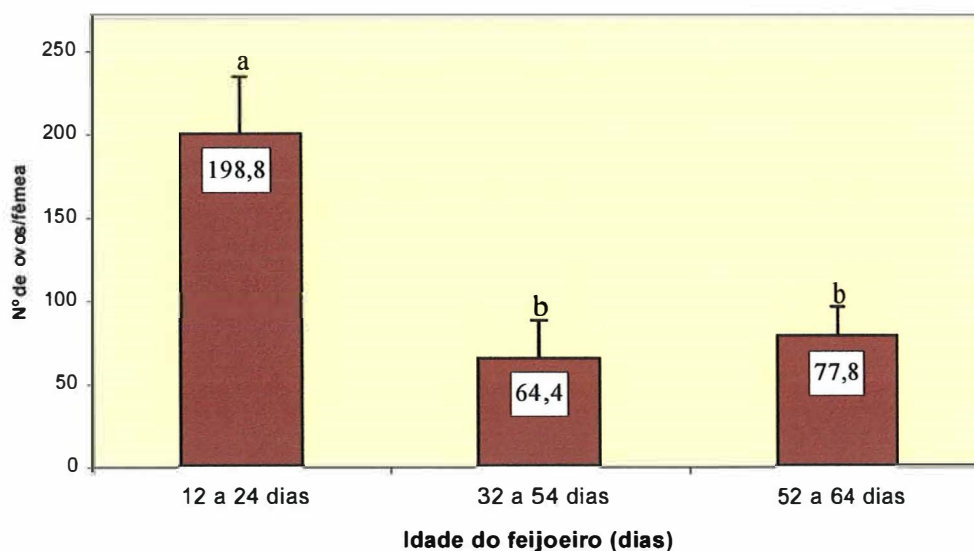


Figura 24. Número total de ovos por fêmea de *Diabrotica speciosa*, em seis avaliações, quando os adultos foram alimentados com folíolos de feijoeiro, provenientes de plantas de diferentes idades fisiológicas. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

de idade da planta de 25 para 50 dias. Annadurai (1990) também verificou que o crisomelídeo *Zygogramma bicolorata* preferiu se alimentar de folhas novas de *Parthenium hysterophorus*, em relação às mais velhas.

Em função dos resultados obtidos, pode-se afirmar que a capacidade de postura e o consumo foliar de adultos de *D. speciosa* são influenciados pela idade do feijoeiro, em concordância com a afirmativa de Dunn (1977), de que a idade fisiológica dos hospedeiros pode influenciar o comportamento e a taxa de reprodução dos insetos que neles se alimentam.

As diferenças observadas nas taxas de oviposição e de consumo foliar, em função do idade da planta, podem estar relacionadas às características químicas e/ou físicas do alimento (McNeill & Southwood, 1978; Mattson, 1980; Parra, 1991). Através

de análise de nutrientes na folha do feijoeiro (Figura 27), verifica-se que a quantidade de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) foram reduzidos com o aumento de idade da planta. Estas alterações no teor de nutrientes, podem estar associadas às causas de diferença de oviposição e de consumo de *D. speciosa*, neste hospedeiro, uma vez que vários estudos têm demonstrado que a disponibilidade de nutrientes na planta, especialmente N, pode afetar a fecundidade de insetos (Mattson, 1980; Al-Zubaidi & Capinera, 1984). Da mesma forma, outras alterações químicas e/ou físicas que provavelmente ocorreram na folha do feijoeiro, com o aumento de idade da planta, podem ter influenciado o consumo foliar e a taxa de oviposição de *D. speciosa*.

Em condições naturais, os insetos podem modificar seu comportamento alimentar, como por exemplo, se deslocando de uma folha velha para uma mais nova, em resposta à qualidade do alimento (Slansky & Scriber, 1985). Nas condições do ensaio de múltipla escolha, os adultos de *D. speciosa* apresentaram um comportamento análogo, quando preferiram se alimentar em folíolos provenientes de plantas mais jovens do feijoeiro.

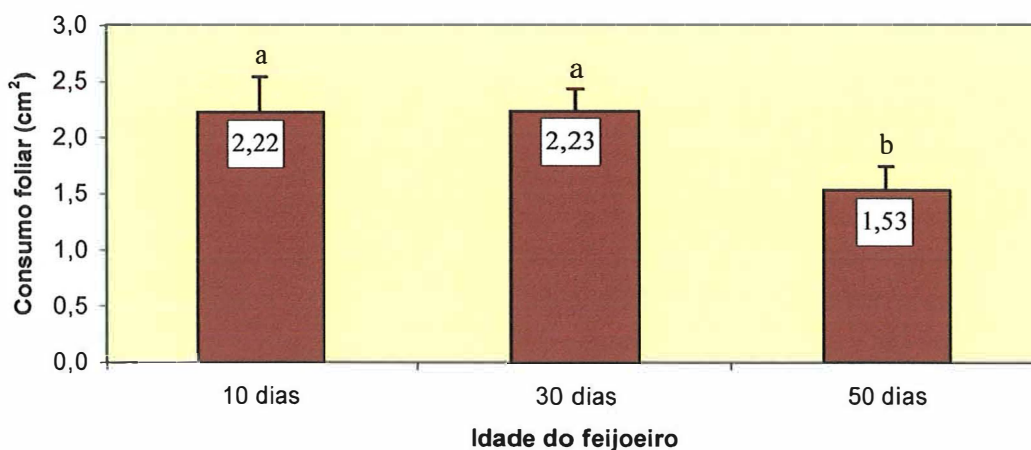


Figura 25. Área foliar de feijoeiro, de diferentes idades fisiológicas, consumida por adultos de *Diabrotica speciosa*, durante 24 h, em teste de múltipla escolha.

Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

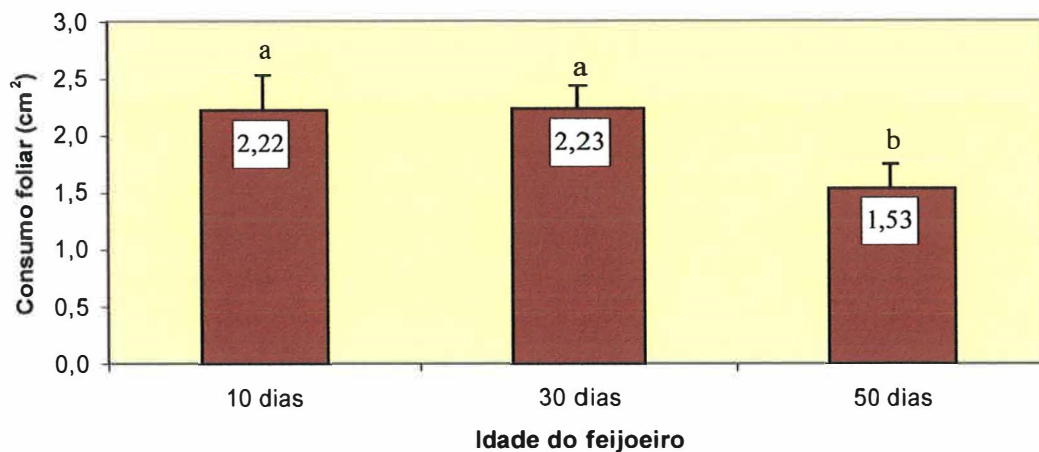


Figura 26. Área foliar do feijoeiro, de diferentes idades fisiológicas, consumida por adultos *Diabrotica speciosa*, durante 24 h, em confinamento. Temperatura: 25 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

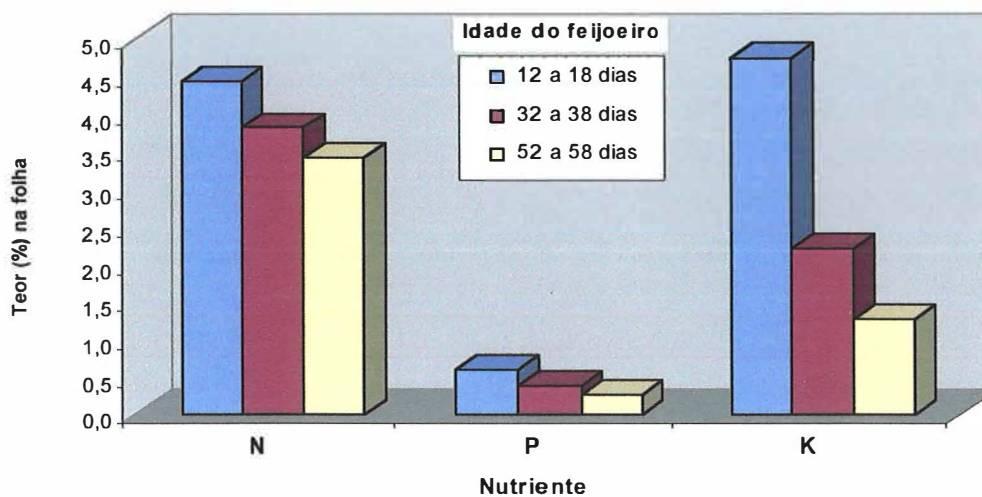


Figura 27. Teor (%) de nutrientes na folha do feijoeiro ('Carioca'), em função da idade fisiológica da planta.

4.4 Influência de espécies hospedeiras em monocultivos e em associações, na sobrevivência de *D. speciosa*

4.4.1 Sobrevivência de adultos e da progênie na cultura em desenvolvimento

A sobrevivência de adultos de *D. speciosa* foi influenciada pelas espécies hospedeiras utilizadas nos mini-sistemas de cultivo. Aos 30 dias após a infestação das plantas, um maior número de adultos vivos foi constatado no mini-sistema composto por milho + feijoeiro em relação ao constituído de milho + soja, ou de milho em monocultivo (Figura 28). De forma análoga, a quantidade de larvas e de pupas de *D. speciosa* encontrada nas raízes do milho, foi maior no mini-sistema contendo milho + feijoeiro, em relação aos demais (Figura 29). Esta maior incidência de larvas e de pupas, ocorreu provavelmente, devido à uma maior taxa de oviposição dos insetos mantidos na associação milho + feijoeiro em relação à de milho + soja e do milho em monocultivo, já que era esperado que a sobrevivência das formas imaturas, no solo, fosse semelhante nos quatro mini-sistemas, uma vez que tinham o milho como hospedeiro comum. Esta hipótese para uma maior taxa de oviposição, proporcionada pela alimentação dos adultos em feijoeiro, em relação aos hospedeiros soja e milho, é fundamentada pelos resultados obtidos, sob condições de laboratório, em 4.3.1.1, quando os insetos, em confinamento, apresentaram maior fecundidade quando mantidos em feijoeiro, em relação à soja ou milho. Neste último alimento, os adultos também apresentaram baixa sobrevivência, como verificado em 4.3.1.1, à semelhança do constatado no mini-sistema que continha apenas folhas de milho, como alimento. Com relação à ocorrência, Altieri et al. (1978) constataram que o cultivo consorciado de milho e feijoeiro, abrigavam maior número de adultos de *D. balteata* do que em áreas onde o feijoeiro foi cultivado em monocultura, enquanto que Milanez (1984) relatou maior incidência de *D. speciosa* e de outras espécies, em monocultivos de milho e de feijoeiro, em comparação às lavouras onde estas duas culturas estavam em associação.

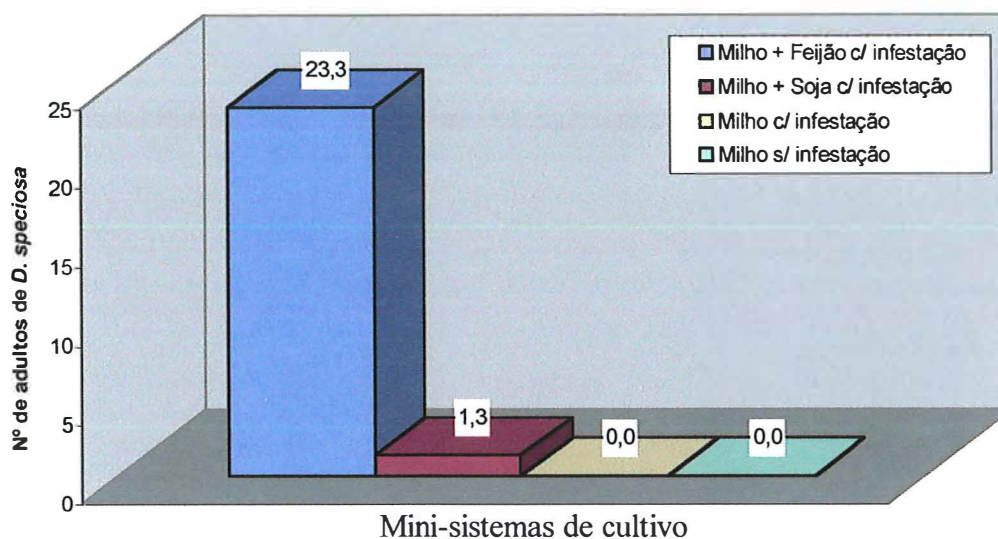


Figura 28. Número médio de adultos vivos de *Diabrotica speciosa*, em cada mini-sistema de cultivo, aos 30 dias após a infestação dos insetos sobre as plantas.

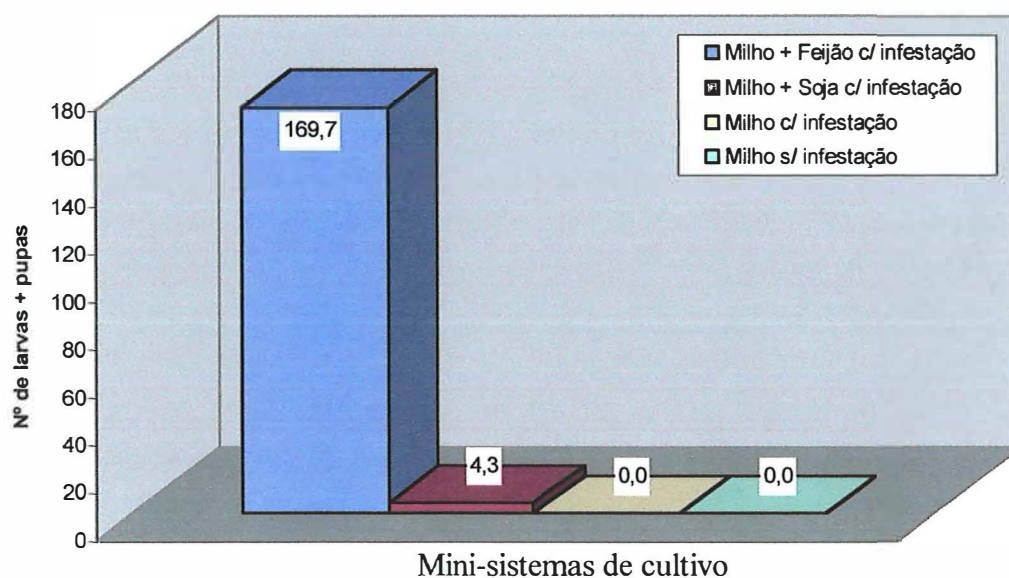


Figura 29. Número médio de larvas + pupas de *Diabrotica speciosa* encontrado na rizosfera do milho, de cada mini-sistema de cultivo, aos 35 dias após a infestação dos insetos sobre as plantas.

Embora na associação milho + feijoeiro tenha sido encontrada maior quantidade de larvas + pupas, em relação aos demais mini-sistemas, os pesos seco de raízes e da parte aérea do milho não diferiram estatisticamente, entre os tratamentos. Isto provavelmente ocorreu porque a densidade de larvas de *D. speciosa* existente no solo, não foi suficiente para causar danos no sistema radicular do milho e, conseqüentemente, na parte aérea (Figuras 30 e 31). Na área do mini-sistema milho + feijoeiro, foram encontradas, em média, 169,7 formas imaturas (larvas + pupas), o equivalente a 14,1 insetos por planta de milho, bem inferior às 40 larvas de *D. speciosa* por planta, utilizadas por Marques et al. (1997), em infestações artificiais, que reduziram os pesos de raízes e da parte aérea do milho. A época ou o período de avaliação de danos no milho (30 dias) pode ter sido outra causa da não constatação de danos por larvas de *D. speciosa* no sistema radicular do milho.

Pelo fato de várias espécies do gênero *Diabrotica* apresentarem polifagia na fase adulta (Branson & Krysan; 1981), os insetos podem se alimentar tanto da parte aérea da cultura principal, como de outras plantas que, eventualmente, possam estar presentes na área de cultivo, ou próximo dela. Johnson et al. (1984) verificaram que o dano de *D. barberi* e *D. v. virgifera* na cultura do milho foi maior em lavouras contendo as ervas daninhas *Setaria viridis* e *S. lutescens* do que nos cultivos sem estas invasoras. Brust & House (1990) trabalhando com *D. u. howardi* e Pavuk & Stinner (1994) com *D. barberi*, também constataram que a taxa de oviposição destas espécies foi influenciada pelo tipo de erva daninha (folha larga ou folha estreita) presente na área com milho, evidenciando a influência da diversidade de hospedeiros na sobrevivência e o dano destas espécies, à semelhança do verificado para *D. speciosa*, neste estudo.

4.4.2 Emergência de adultos na cultura em sucessão

Na primeira e segunda épocas de avaliação de adultos, após a retirada dos restos culturais do cultivo precedente, foram constatados, em média, 24,3 e 13,0 adultos

na área em que o milho e o feijoeiro estavam em associação no cultivo anterior, enquanto que nos demais mini-sistemas, nenhum adulto foi encontrado (Figura 32). Esta maior emergência de adultos na área que continha milho + feijoeiro, evidencia a superioridade desta associação de hospedeiros para a reprodução e sobrevivência de *D. speciosa*, em relação aos demais tratamentos, à semelhança do constatado em 4.4.1. Da mesma forma, como foi demonstrado em 4.3.1.1, os adultos de *D. speciosa* quando alimentados com folhas de milho ou soja, apresentaram baixa fecundidade, em relação àqueles mantidos em feijoeiro. Isto explica a baixa emergência de adultos nas áreas do mini-sistemas que continham milho em monocultivo ou milho + soja, em comparação àquele constituído por milho + feijoeiro (Figura 29).

Com base nestes resultados, pode-se afirmar que o tipo de planta hospedeira, disponível para os adultos e larvas de *D. speciosa* nos mini-sistemas, exerceu forte influência na reprodução desta espécie, uma vez que a consorciação de milho com feijoeiro favoreceu a sobrevivência e a reprodução de *D. speciosa* em relação aos mini-sistemas contendo milho + soja ou monocultivos de milho, soja ou feijoeiro. Deste modo, os adultos e larvas *D. speciosa* exigem, normalmente, diferentes hospedeiros para um adequado desenvolvimento, a associação de duas espécies de plantas que atendam esta condição, como é caso do feijoeiro e do milho, proporcionará uma maior taxa de reprodução, em relação à condição em que estiver disponível apenas um hospedeiro adequado para a fase adulta (ex: feijoeiro) ou para a fase larval (ex: milho). Os resultados sugerem que na associação milho + feijoeiro, os adultos de *D. speciosa* alimentaram-se no feijoeiro e ovipositaram no milho, condição que foi adequada para a sobrevivência e reprodução da espécie, como foi comprovado pelo número de formas imaturas nas raízes do milho, do cultivo atual (4.4.1) e pela emergência de adultos no cultivo em sucessão (4.4.2). Em razão disso, espera-se que nos locais onde o milho e o feijoeiro são cultivados, em associação, os danos na cultura do milho sejam maiores do que quando esta gramínea esteja em monocultivo. Sugere-se portanto, que estudos nesta linha de pesquisa, sejam realizados, para a comprovação desta hipótese. Tais informações

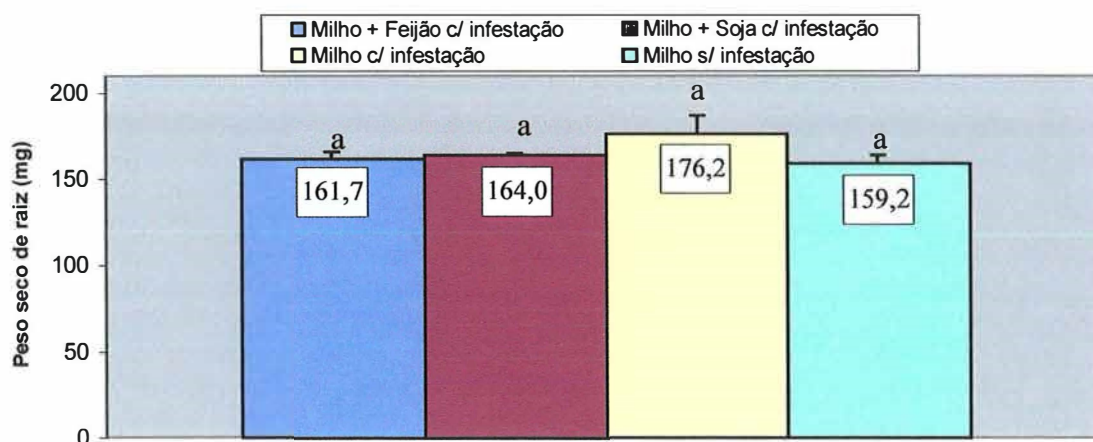


Figura 30. Peso seco médio da raiz do milho, em cada mini-sistema de cultivo, aos 35 dias após a infestação de *Diabrotica speciosa* sobre as plantas.

Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t, ao nível de 5% de probabilidade.

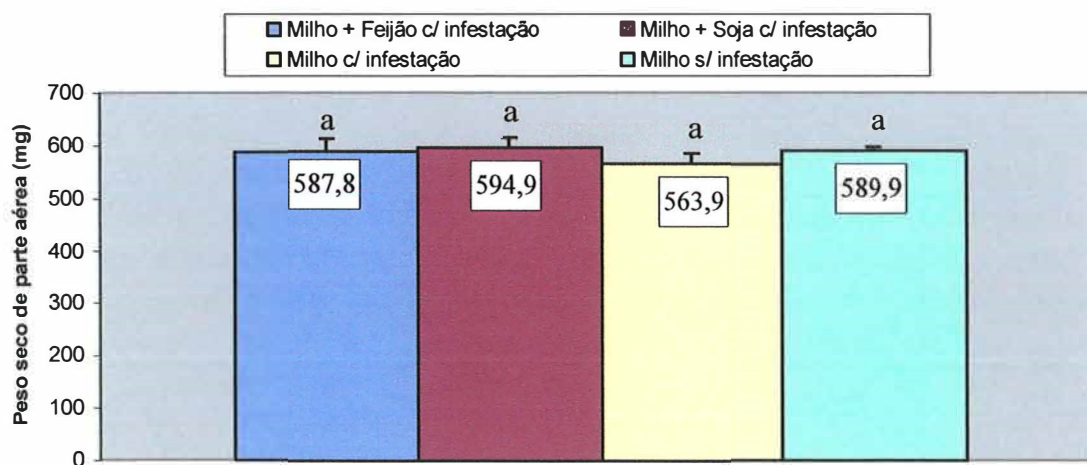


Figura 31. Peso seco médio da parte aérea do milho, em cada mini-sistema de cultivo, aos 35 dias após a infestação de *Diabrotica speciosa* sobre as plantas.

Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t, ao nível de 5% de probabilidade.

poderão ser empregadas visando alterar o ambiente no qual esta praga vive, tornando-o menos adequado para sua sobrevivência, consistindo assim, numa estratégia de controle a ser implementada nos sistemas de produção.

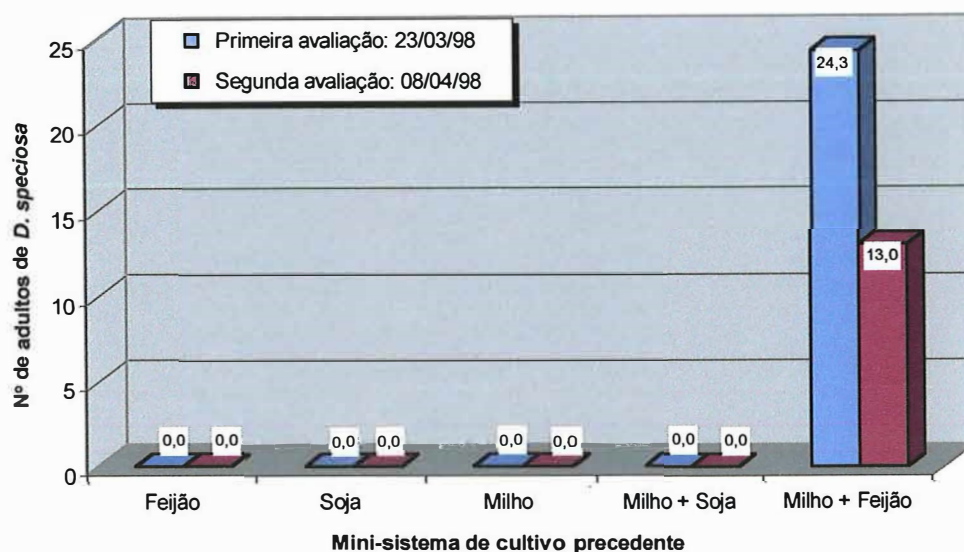


Figura 32. Número médio de adultos *Diabrotica speciosa* na sucessão, em função do mini-sistema de cultivo precedente, em duas épocas de avaliações.

4.5 Exigências térmicas (graus-dia) para o desenvolvimento de *D. speciosa*, em condições de semi-campo: validação do modelo de laboratório obtido por Milanez (1995)

Independente da temperatura empregada, do ar ou do solo (registrada ou estimada), para a contabilização das exigências térmicas, durante o período de desenvolvimento de *D. speciosa* (ovo-adulto), os valores de graus-dia observados em condições de semi-campo, foram inferiores aos determinados por Milanez (1995), sob regime de laboratório, utilizando temperaturas constantes (Figura 33).

O total de graus-dia acumulado com base na temperatura do solo (registrada ou estimada a partir da temperatura do ar) diferiram estatisticamente daquele empregando-se a temperatura do ar e apresentaram valores mais próximos (com menores desvios) em relação ao número de graus-dia previsto, determinado em condições de laboratório (Tabela 6).

Com relação à previsão de ocorrência de adultos de *D. speciosa* (Figura 34), baseando-se no modelo linear de graus-dia ($Y (1/D) = -0,023243 + 0,002105T$ (°C)), proposto por Milanez (1995), verifica-se que tanto as temperaturas do solo (registrada e estimada) como a do ar deram uma previsão de ocorrência significativamente diferente daquela observada experimentalmente. Os intervalos de confiança (IC) calculados para as épocas previstas de emergência de adultos, não se sobrepôs em nenhum dos casos com o IC da época de emergência observada experimentalmente, indicando uma aparente inadequação do modelo de laboratório para prever o aparecimento do inseto no campo. Verifica-se também, que a estimativa do período de ocorrência baseando-se na temperatura do ar, proporcionou resultado mais discrepante (maior desvio), em relação à ocorrência observada, do que quando as temperaturas solo (registrada ou estimada) foram utilizadas (Tabela 7).

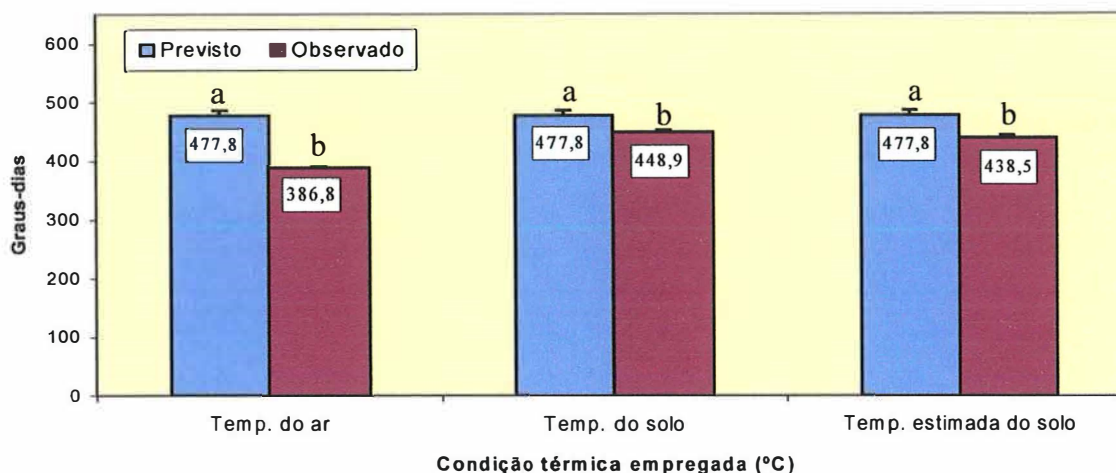


Figura 33. Valores de graus-dia observados, durante o período médio de desenvolvimento de *Diabrotica speciosa*, a partir de ovo, em função das temperaturas do ar e do solo (registrada e estimada do solo em função da temperatura do ar), comparados ao valor de graus-dia previsto, segundo o modelo de laboratório, determinado por Milanez (1995). Piracicaba, SP.

Colunas agrupadas, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si, pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Graus-dia (GD) acumulados, durante o período médio de desenvolvimento de *Diabrotica speciosa* (ovo-adulto), com base nas temperaturas do solo, do ar e na estimada do solo, com seus respectivos desvios (erros) dos valores observados em relação ao previsto. Piracicaba, SP.

Condição térmica	Graus-dia (GD) ¹		Erro	
	Previsto	Observado	GD	%
Temp. do ar	(477,8 ± 8,14)	386,8 ± 2,22 b	- 91,0	19,1
Temp. do solo		448,9 ± 3,37 a	- 28,9	6,1
Temp. estimada do solo		438,5 ± 5,11 a	- 39,3	8,2

¹ Com base no modelo de graus-dia, $K = D(T-T_b)$; $T_b = 11,04$ °C segundo Milanez (1995)

Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t, ao nível de 5% de probabilidade.

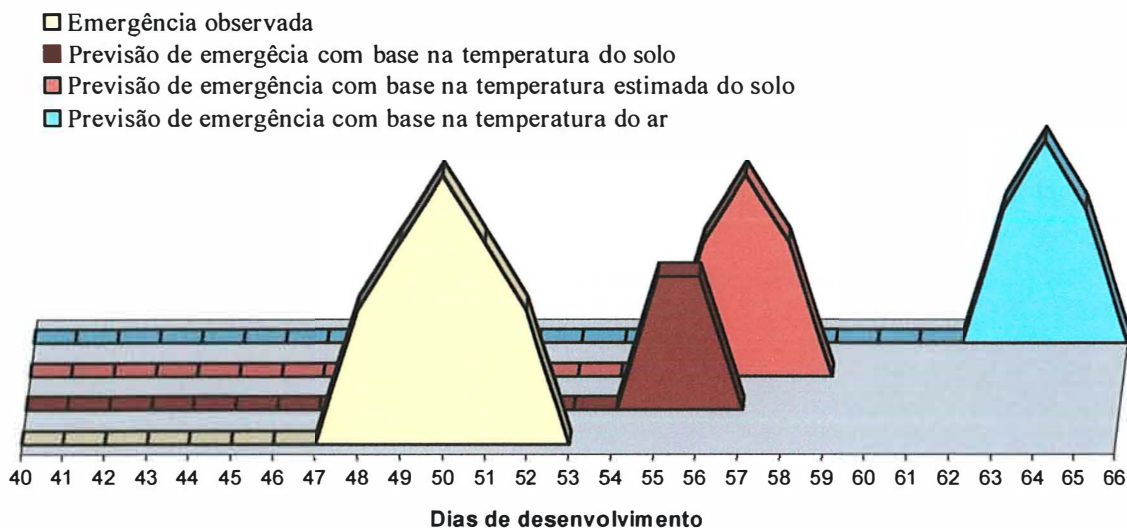


Figura 34. Disposição do intervalo de confiança (IC) do período observado para a emergência de 50% dos adultos de *Diabrotica speciosa*, a partir de ovo, e das épocas previstas para a emergência do inseto, em função das temperaturas médias do solo (registrada e estimada) e do ar, baseando-se no modelo linear de graus-dia de laboratório, segundo Milanez (1995). Piracicaba, SP.

Baseando-se nos valores da constante térmica (K) e da temperatura base (T_b) de *D. speciosa* (Milanez 1995), pode-se afirmar que a temperatura do solo (registrada ou estimada) foi mais adequada do que a do ar para prever a ocorrência do inseto em condições de semi-campo. Embora a previsão de ocorrência de adultos, utilizando o modelo de graus-dia e a temperatura do solo, fosse significativamente diferente daquela observada experimentalmente, os erros de previsão foram de apenas 10,1 e 12,2%, considerando-se as temperaturas registrada e estimada, respectivamente (Tabela 7). Higley et al. (1986) argumentaram que modelos de graus-dia que possibilitem

Tabela 7. Períodos médios de desenvolvimento previstos e observado para a emergência de 50 % de adultos de *Diabrotica speciosa*, a partir de ovo, com base nas temperaturas do solo, do ar e na estimada do solo e desvios (erros) dos valores previstos em relação ao observado. Piracicaba, SP.

Condição térmica	Período de desenv.(dias)		Erro	
	Previsto ¹	Observado	Dias	%
Temp. média do ar (18,5 °C)	63,7 ± 1,09 a	(49,9 ± 1,46)	+ 13,8	21,7
Temp. média do solo (19,6 °C)	55,5 ± 0,95 b		+ 5,6	10,1
Temp. estimada do solo (19,4 °C)	56,8 ± 0,97 b		+ 6,9	12,2

²Com base no modelo linear de desenvolvimento, $Y(1/D) = -0,023243 + 0,002105 * T$ (°C), segundo Milanez (1995).

Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t, ao nível de 5% de probabilidade.

previsões de ocorrência com 10 a 15% de precisão, são adequados para tomada de decisão no manejo de pragas. Baseando-se neste princípio, as temperaturas do solo (registrada ou estimada) poderiam ser empregadas no modelo de graus-dia para prever a ocorrência de *D. speciosa*, enquanto que a temperatura do ar, não se adequaria para tal previsão. Woodson & Edelson (1988) determinaram a previsão de ocorrência de uma praga de solo que ataca cenoura, *Listronotus texanus* (Stockton) (Coleoptera: Curculionidae), baseando-se nos dados de laboratório. Os autores também verificaram que a temperatura do ar foi inadequada para prever a ocorrência do inseto, em casa-de-vegetação, e argumentaram que uma das causas dessa inadequação foi que a temperatura registrada do ar, não foi a mesma do solo onde as larvas e pupas do inseto de desenvolveram. Bergman & Turpin (1986) constataram uma melhor adequação da temperatura do solo em relação a do ar, para determinar a ocorrência de *D. v. virgifera*. e *D. barberi* em plantios de milho, enquanto que Davis et al. (1996) verificaram que tanto a

temperatura do solo como a do ar mostraram-se adequadas nos modelos de previsão de ocorrência, das mesmas espécies, em regiões produtoras de milho dos EUA.

As diferenças observadas entre os modelos de laboratório e de campo, com relação às exigências térmicas (graus dias) e de previsão de ocorrência de *D. speciosa*, podem ter ocorrido em razão da condição em que as temperaturas foram registradas, uma vez que a constante térmica (K) para o período de ovo-adulto de *D. speciosa*, foi determinada no laboratório em regime de temperatura constante (Milanez 1995), enquanto que o acúmulo de graus-dia no campo, foi realizado sob regimes de temperaturas flutuantes do solo e do ar, durante o período de desenvolvimento do inseto. Logan et al. (1985) e Bergman and Turpin (1986) relataram que dados derivados de experimentos de laboratórios, proporcionam erros em modelos de simulação de dinâmica populacional de insetos, em condições de campo. Por outro lado, as variações nos valores de graus-dia acumulados com base nas temperaturas do solo e do ar são, provavelmente, decorrentes do ambiente no qual estas temperaturas foram registradas, já que a temperatura do ar foi, de um modo geral, inferior à do solo durante o período experimental (Figura 35). Conseqüentemente, a previsão de ocorrência de *D. speciosa* com base nas temperaturas do solo e do ar, foram diferentes, uma vez que a constante térmica de laboratório (K=447,8 graus-dia), considerada no modelo de previsão, foi a mesma para as duas temperaturas.

Convém salientar que, além da temperatura, outros fatores bióticos ou abióticos podem afetar o desenvolvimento de insetos subterrâneos (Turpin & Peters, 1971; Marrone & Stinner, 1983; Brust & House, 1990; MacDonald & Ellis, 1990) e, conseqüentemente, interferir no cálculo de suas exigências térmicas. As constantes térmicas da temperatura base (T_b) e graus-dia (K), utilizados neste estudo, foram determinados para *D. speciosa*, em laboratório, criando-se o inseto em "seedlings" de milho, mantidos em papel umedecido (Milanez, 1995). Pode ser, que nas condições naturais em que esta praga se desenvolve (solo), os valores destas constantes térmicas sejam diferentes. Uma das alternativas que poderia minimizar os erros de estimativa de ocorrência de insetos subterrâneos no campo, baseando-se no modelo de graus-dia, seria

a possibilidade de se reproduzir, o máximo possível em laboratório, as condições do meio em que este grupo de organismos naturalmente se desenvolvem. Com isto, os valores da constante térmica (K) e da temperatura base (T_b) poderão ser mais realísticos o que, conseqüentemente, proporcionará previsões de ocorrência mais acuradas, em condições de campo, especialmente quando a temperatura do solo for utilizada no somatório de graus-dia.

Embora a temperatura do ar tenha se mostrado inadequada para determinar a ocorrência do inseto, ela foi apropriada para estimar a temperatura do solo, já que estas duas temperaturas apresentaram uma estreita relação, durante o período experimental (Figuras 35), cuja dependência foi significativamente comprovada através do estudo de análise regressão (Figura 36). É importante ressaltar, que o relacionamento entre a temperatura do solo e a do ar, observado neste estudo, foi obtido durante apenas uma determinada época do ano (abril a junho). Para outras épocas, o comportamento entre estas duas condições térmicas pode ser diferente. Conseqüentemente, a estimativa da temperatura do solo em função da registrada no ar, utilizando o modelo de regressão, deste trabalho, será incorreta.

A possibilidade de estimar a temperatura do solo, em função da temperatura do ar, como também já foi constatado em outros trabalhos (Gupta et al., 1984; Alfonsi & Sentelhas, 1996) é de grande importância para realização de estudos bioecológicos envolvendo a fauna do solo, uma vez que esta temperatura representa melhor a condição térmica na qual este grupo de organismos está associado.

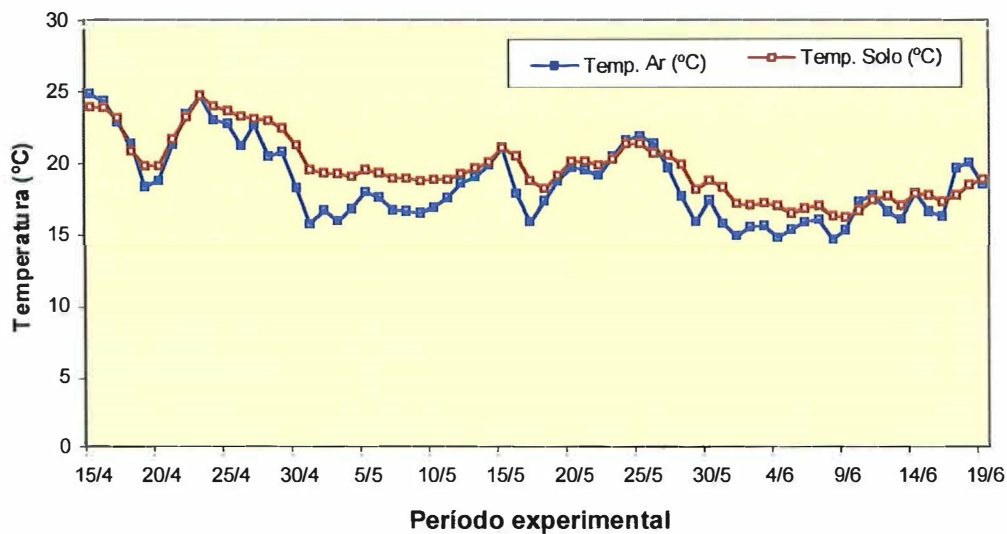


Figura 35. Variação das temperaturas médias do solo (a 10 cm de profundidade) e do ar (a 2,0 m de altura), durante o período utilizado para o cálculo das exigências térmicas de *Diabrotica speciosa*. Piracicaba, SP.

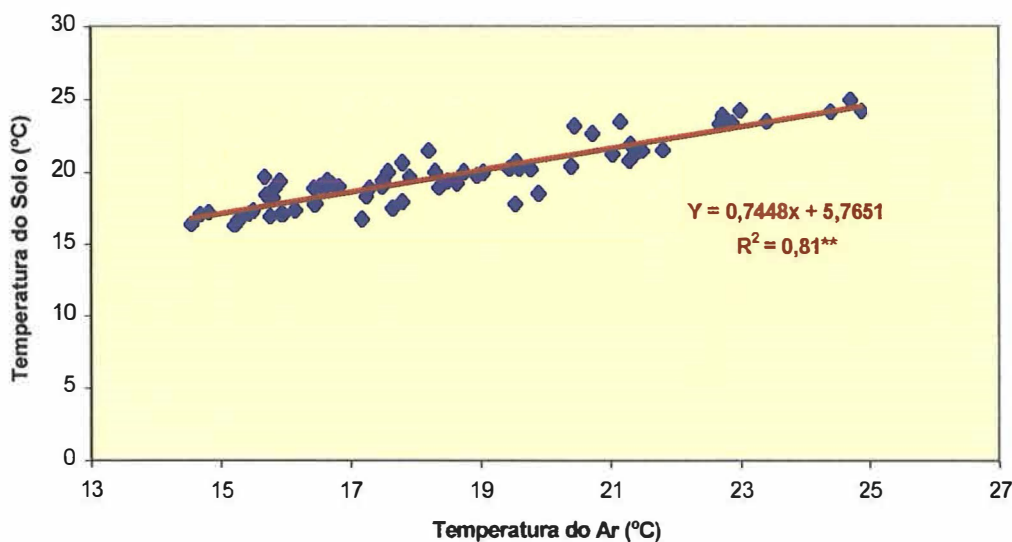


Figura 36. Relação entre as temperaturas médias diárias do solo (a 10 cm de profundidade) e as temperaturas médias diárias do ar (a 2,0 m de altura), durante o período empregado para o cálculo das exigências térmicas de *Diabrotica speciosa* (15/04 a 19/06/97). Piracicaba, SP.

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

5 CONCLUSÕES

1. O sistema de criação de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824), em dieta natural, contendo "seedlings" de milho e vermiculita umedecida, é superior ao sistema padrão de criação que utiliza milho em papel umedecido;
2. A dieta artificial alonga o ciclo de vida (ovo-adulto) e reduz os períodos de pré-oviposição e de oviposição de *D. speciosa*, em relação à dieta natural;
3. Fêmeas de *D. speciosa*, provenientes da dieta natural, são mais fecundas do que as criadas em dieta artificial;
4. A duração e a viabilidade do período larva-adulto e o peso do adulto de *D. speciosa*, são influenciados pela densidade de larvas utilizada no recipiente de criação, contendo uma mesma quantidade de dieta natural;
5. "Seedlings" de milho ou batata enraizada são os mais adequados para criação de *D. speciosa* em laboratório;
6. Apesar de serem menos favoráveis para criação de *D. speciosa* do que milho e batata, "seedlings" de feijão ou de soja também permitem o desenvolvimento do inseto;

7. Na faixa de 20 a 30 °C, existe uma relação inversa entre o período de oviposição e longevidade de adultos (machos e fêmeas) de *D. speciosa* com o aumento da temperatura;
8. Fêmeas de *D. speciosa* criadas e mantidas à temperatura de 30 °C, são menos fecundas do que as criadas e mantidas a 20 ou 25 °C;
9. Folhas de milho e de soja são inferiores nutricionalmente para os adultos de *D. speciosa* do que as de batata e feijoeiro;
10. Em teste de múltipla escolha, adultos de *D. speciosa* têm preferência para se alimentarem de folhas de feijoeiro em relação às de batata, soja ou milho;
11. A capacidade de postura e consumo foliar por adultos de *D. speciosa*, são influenciados pela idade fisiológica do feijoeiro;
12. O tipo de planta hospedeira disponível na área de cultivo, exerce forte influência na sobrevivência e reprodução de *D. speciosa*;
13. Milho e feijoeiro cultivados em associação, constituem uma condição favorável para a sobrevivência e multiplicação de *D. speciosa*;
14. Os valores de graus-dia para o período de ovo-adulto de *D. speciosa*, calculados em função das temperaturas flutuantes do solo e do ar, diferem do valor determinado em laboratório, utilizando-se temperaturas constantes;
15. A temperatura do solo é mais adequada do que a do ar, para a previsão de ocorrência de *D. speciosa* no campo, empregando-se o modelo linear de graus-dia, sendo que tal temperatura pode ser estimada, com precisão, em função da temperatura do ar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSI, R.R.; SENTELHAS, P.C. Estimativa da temperatura do solo através da temperatura do ar em abrigo meteorológico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 4, n. 2, p. 57-61, 1996.
- ALTIERI, M.A.; FRANCIS, C.A.; VAN SCHOONHOVEN, A; DOLL, J.D. A review of insect prevalence in maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) polycultural systems. **Field Crop Research**, v. 1, p. 33-49, 1978.
- AL-ZUBAIDI, F.S.; CAPINERA, J.L. Utilization of food and nitrogen by the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), in relation to food type and dietary nitrogen levels. **Environmental Entomology**, v. 13, p. 1604-1608, 1984.
- ANNADURAI, R.S. Reproductive potential in terms of quantitative food utilization of *Zygogramma bicolorata* (Coleoptera: Chrysomelidae) on *Parthenium hysterophorus* (Asteraceae). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS, 7., 1990. **Proceedings**. p. 385-394. /Resumo em **CAB Abstract on CD-ROM, 1990-91/**.
- ARÉSTEGUI, A.P. Plagas de la papa en Andahuaylas-Apurimac. **Revista Peruana de Entomologia**, v. 19, n. 1, p. 97-98, 1976.

- ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 74, p. 430-445, 1959.
- BERCELLINI, N.; MALACALZA, L. Plagas y predadores en soja en el noroeste de la provincia de Buenos Aires (Arg.). **Turrialba**, v. 44, n. 4, p. 244-254, 1994.
- BERGER, R.S. **Laboratory techniques for rearing *Heliothis* species on artificial medium**. Washington. USDA, Agricultural Research Service, 1963. 4p.
- BERGMAN, M.K.; TURPIN, F.P. Phenology of field populations of corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae) relative to calendar date and heat units. **Environmental Entomology**, v. 15, p. 109-112, 1986.
- BOETEL, M.A.; WALGENBACH, D.D.; HEIN, G.L.; FULLER, B.W.; GRAY, M.E. Oviposition site selection of the northern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 85, n. 1, p. 246-249, 1992.
- BOFF, M.I.C.; GANDIN, C.L.G. Principais pragas na cultura da melancia e seu controle. **Agropecuária Catarinense**, v. 5, n. 2, p. 39-41, 1992.
- BRANSON, T.F.; KRYSAN, J.L. Feeding and oviposition behavior and life cycle strategies of *Diabrotica*: an evolutionary view with implications for pest management. **Environmental Entomology**, v. 10, n. 6, p. 826-831, 1981.
- BRANSON, T.F.; SUTTER, G.R. Influence of population density of immatures on size, longevity, and fecundity of adult *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 14, n. 6, p. 687-690, 1985.

- BRANSON, T.F.; JACKSON J.J.; SUTTER, G.R. Improved method for rearing *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 81, n. 1, p. 410-414, 1988.
- BRANSON, T.F.; SUTTER, G.R.; FISHER, J.R. Plant response to stress induced by artificial infestations of western corn rootworm. **Environmental Entomology**, v. 9, p. 253-257, 1980.
- BRUST, E.B. Effects of bellow-ground predator-weed interactions on damage to peanut by southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 19, n. 6, p. 1837-1844, 1990.
- BRUST, E.B.; HOUSE, G.J. Influence of soil texture, soil moisture, organic cover and weeds on oviposition preference of southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 19, n. 4, p. 966-971, 1990.
- BUNTIN, G.D.; ALL, J.N.; McCracken, D.V.; HARGROVE, W.L. Cover crop and nitrogen fertility effects on southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) damage in corn. **Journal of Economic Entomology**, v. 87, n. 6, p. 1683-1688, 1994.
- CARVALHO, S.M.; HOHMANN, C.L. Biologia e consumo foliar de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L., 1753), em condições de laboratório. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1982. p.244-245.
- CHIANG, H.C. Bionomics of the northern and western corn rootworms. **Annual Review of Entomology**, v. 18, p. 47-72, 1973.

- CHIANG, H.C.; FRENCH, L.K.; RASMUSSEN, D.E. Quantitative relationship between western corn rootworm population and corn yield. **Journal of Economic Entomology**, v. 73, p. 665-666, 1980.
- CORRÊA, B.S.; PANIZZI, A.R.; NEWMAN, G.G.; TURNIPSEED, S.G. Distribuição geográfica e abundância estacional dos principais insetos-pragas da soja e seus predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 6, n. 1, p. 40-50, 1977.
- COSTA, C.L.; BATISTA, M.F. Viroses transmitidas por coleópteros no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 4, n. 2, p. 177-179, 1979
- DAVIS, P.M.; BRENES, N.; ALLEE, L.L. Temperature dependent models to predict regional differences in corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) phenology. **Environmental Entomology**, v. 25, n. 4, p. 767-775, 1996.
- DOMEK, J.M.; CANTELO, W.W.; WAGNER, R.M.; LI, B.W.; MILLER-IHLI, N.J. Nutritional composition of potato foliage. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 43, p. 1512-1515, 1995.
- DOMINIQUE, C.R.; YULE, W.N. Laboratory rearing technique for the northern corn rootworm, *Diabrotica longicornis* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Canadian Entomologist**, v. 115, n. 5, p. 569-571, 1983.
- DUNN, J.A. Plant age and insect attack. **Annals of the Applied Biology**, v. 85, p. 428-430, 1977.
- EBEN, A.; BARBERCHECK, M.E. Field observations on host plant associations enemies of diabroticite beetles (Chrysomelidae: Luperini) in Vera Cruz. **Acta Zoologica Mexicana**, v. 67, p. 47-65, 1996.

- EBEN, A.; BARBERCHECK, M.E.; MARTIN, A.S. Mexican diabroticite beetles: I. Test for preference of cucurbit host by *Acalymma* and *Diabrotica* spp. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 82, p. 53-62, 1997a.
- EBEN, A.; BARBERCHECK, M.E.; MARTIN, A.S. Mexican diabroticite beetles: II. Test for preference of cucurbit host by *Acalymma* and *Diabrotica* spp. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 82, p. 63-72, 1997b.
- ELLIOTT, N.C.; JACKSON, J.J.; GUSTIN, R.D. Predicting western corn rootworm beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence from the soil using soil and or air temperature **Canadian Entomologist**, v. 122, p. 1079-1091, 1990a.
- ELLIOTT, N.C.; LANCE, D.R.; HANSON, S.L. Quantitative description of the influence of fluctuating temperatures on the reproductive biology and survival of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae). **Canadian Entomologist**, v. 122, p. 59-68, 1990b.
- ELLIOTT, N.C.; SUTTER, G.R.; BRANSON, T.R.; FISHER, J.R. Effects of population density of immature on survival and development of the western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Entomological Science**, v. 24, p. 209-213, 1989.
- FAN, Y.; GRODEN, E.; DRUMOND, F.A. Temperature-dependent development of mexican been beetle (Coleoptera: Coccinellidae) under constant and variable temperature. **Journal of Economic Entomology**, v. 85, n. 5, p. 1762-1760, 1992.

- FERRAZ, M.C.V.D. Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultura de milho. Piracicaba, 1982. 81p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FULTON, J.P.; SCOTT, H.A. Bean rugose mosaic and related viruses. **Fitopatologia Brasileira**, v. 2, n. 1, p. 9-16, 1977
- 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.; VENDRAMIN, J.D. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649p.
- GASSEN, D.N. **Insetos subterrâneos prejudiciais às culturas no sul do Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1989. 49p. (EMBRAPA-CNPT, Documento, 13).
- GASSEN, D.N. **Pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1994. 92p.
- GEIER, P.W. Management of insect pests. **Annual Review of Entomology**, v. 11, p. 471-490, 1966.
- GEORGE, B.W.; ORTMAN, E.E. Rearing the western corn rootworm in laboratory. **Journal of Economic Entomology**, v. 55, n. 2, p. 375-377, 1965
- GUOMIN, X.; LONG, G.E. Host plant phenology and Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) population trends in eastern Washington. **Environmental Entomology**, v. 26, n. 1, p. 61-66, 1997.

- GUPTA, S.C.; LARSON, W.E.; ALLMARAS, R.R. Predicting soil temperature and soil heat flux under different tillage-surface residue conditions. **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, n. 2, p. 223-232, 1984.
- GUSS, P.L.; KRYSAN, J.L. Maintenance of the southern corn rootworm on a dry diet. **Journal of Economic Entomology**, v. 66, p. 352-353, 1973
- GUSS, P.L.; BRANSON, T.F.; KRYSAN, J.L. Adaptation of a dry diet for adults of the western corn rootworm. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, n. 4, p. 503-505, 1976
- HAJI, N.F.P. Biologia, dano e controle do adulto de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura da batatinha (*Solanum tuberosum* L.). Piracicaba, 1981. 53p. Tese (Doutorado). - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- HEIN, G.L.; TOLLEFSON, J.J. Model of the biotic potential of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult populations, and its use in studying population dynamics. **Environmental Entomology**, v. 16, p. 446-452, 1987.
- HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P.; OSTLIE, K.R. DEGDAY: a program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. **Environmental Entomology**, v. 15, p. 999-1016, 1986.
- HILL, R.E.; MAYO, Z.B. Distribution and abundance of corn rootworm species as influenced by topography and crop rotation in eastern Nebraska. **Environmental Entomology**, v. 9, n. 1, p. 122-127, 1980.

- HOHMANN, C.L. Levantamento dos artrópodes associados à cultura da batata no município de Irati, Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 18, p. 53-60, 1989. Suplemento.
- HOWE, W.L.; SANBORN, J.R.; RHODES, A.M. Western corn rootworm adult and spotted cucumber beetle associations with *Cucurbita* and cucurbitacins. **Environmental Entomology**, v. 5, n. 6, p. 1042-1043, 1976.
- JACKSON, J.J. Rearing and handling of *Diabrotica virgifera* and *Diabrotica undecimpunctata howard*. In: KRYSAN, J.L.; MILLER, T.A. (Ed.) **Methods for study of pest *Diabrotica***. New York: Springer Verlag, 1986. cap. 1, p. 25-47.
- JACKSON, J.J.; DAVIS, D.G. Rearing western corn rootworm larvae on seedling corn (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 51, n.3, p. 353-355, 1978.
- JACKSON, J.J.; ELLIOT, N.C. Temperature-dependent development of immature stages of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 17, p. 166-171, 1988.
- JOHNSON, T.B.; TURPIN, F.T.; BERGAMAN, M.K. Effect of foxtail infestation on corn rootworm larvae (Coleoptera: Chrysomelidae) under two corn-planting dates. **Environmental Entomology**, v. 13, p. 1245-1248, 1984.
- KOGAN, M.; GOEDEN, R.D. The host-plant range of *Lema trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 63, n. 4, p. 1175-1180, 1970.

- KRYSAN, J.L. Introduction: biology, distribution, and identification of pest *Diabrotica*.
In: KRYSAN, J.L.; MILLER, T.A. (Ed.) **Methods for study of pest *Diabrotica***.
New York: Springer Verlag, 1986. cap. 1, p. 1-23.
- KRYSAN, J.L.; SMITH, R.F. Systematics of the *virgifera* species group of *Diabrotica*
(Coleoptera: Chrysomelidae: Luperini). **Entomography**, v. 5, p. 375-484, 1987.
- LANCE, D.R.; FISHER, J.R. Food quality of the various plant tissues for adults of the
northern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of the Kansas
Entomological Society**, v. 60, n. 3, p. 462-466, 1987.
- LEVINE, E.; OLOUMI-SADEGHUI, H. Management of diabroticite rootworm in corn.
Annual Review of Entomology, v. 36, p. 229-255, 1991.
- LEVINE, E.; OLOUMI-SADEGHUI, H. West corn rootworm (Coleoptera:
Chrysomelidae) larval injury to corn grown for seed production following soybeans
grown for seed production. **Journal of Economic Entomology**, v. 89, n. 4,
p. 1010-1016, 1996.
- LOGAN, P.A.; CASAGRANDE, R.A.; FALBERT, H.H.; DRUMMOND, F.A..
Temperature-dependent development and feeding of immature Colorado potato
beetles, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae).
Environmental Entomology, v. 14, p. 275-283, 1985.
- MacDONALD, P.J.; ELLIS, C.R. Survival time of unfed, first-instar western corn
rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) and the effects of soil type, moisture, and
compaction on their mobility in soil. **Environmental Entomology**, v. 19,
p. 666-671, 1990.

- MARINI, L.H.; SALLES, L.A.B.; DE SALLES, L.A.B. Incidência de pragas e dano no pessegueiro na região de Pelotas, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9., Londrina, 1984. **Resumos**. Londrina: SEB, 1984. p.27.
- MARQUES, G.B.; ÁVILA, C.J.; PARRA, J.P.P. Determinação dos prejuízos causados por *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em raízes de milho (*Zea mays* L.) e interação danos parte aérea/subterrânea. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 5., Piracicaba, 1997. **Agropecuária**; Resumos. São Paulo: USP, 1997. v. 1, p.474.
- MARRONE, P. G.; STINNER, R. E. Influence of soil moisture and texture on oviposition preference of the bean leaf beetle, *Cerotoma trifurcata* (Foster) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 12, n. 2, p.426-428, 1983.
- MARRONE, P.G.; FERRI, F.D.; MOSLEY, T.R.; MENKE, L.J. Improvements in laboratory rearing of the southern corn rootworm, *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber (Coleoptera: Chrysomelidae), on an artificial diet. **Journal of Economic Entomology**, v. 78, p. 290-293, 1985.
- MATTSON, W.J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p. 119-161, 1980.
- MATTSON, W.J.; SCRIBNER, J.M. Nutritional ecology of insect folivores of wood plants: nitrogen, water, fiber, and mineral considerations. In: SLANSKY Jr., F.; RODRIGUEZ, J.G. (Ed.). **Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates**. New York: John Wiley, 1987. cap. 3, p. 105-143.

- McNEILL, S.; SOUTHWOOD, R.E. The role of nitrogen in the development of insect/plant relationships. In: HARBORNE, J.B. (Ed.) **Biochemical aspects of plant and animal coevolution**. New York: Academic Press, 1978. cap. 4, p. 77-98.
- METCALF, R.L.; RHODES, A.M.; METCALF, R.A.; FERGUSON, J.E.; METCALF, E.R.; LU, P.Y. Cucurbitacins contents and Diabroticite (Coleoptera: Chrysomelidae) feeding upon *Cucurbita* spp. **Environmental Entomology**, v. 11, n. 4, p. 931-937, 1982.
- MILANEZ, J.M. Ocorrência de artrópodos em um sistema de consórcio feijão-milho, comparado aos respectivos monocultivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9., Londrina, 1984. **Resumos**. Londrina: SEB, 1984. p.38.
- MILANEZ, J.M. Técnicas de criação e bioecologia de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). Piracicaba, 1995. 102p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- NARANJO, S.E. Influence of temperature and larval density on flight performance of *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae). **Canadian Entomologist**, v. 123, p. 187-196, 1991.
- NARANJO, S.E.; SAWYER, A.J. Reproductive biology and survival of *Diabrotica barberi* (Coleoptera: Chrysomelidae): effect of temperature, food, and seasonal time of emergence. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 80, n. 6, p. 841-848, 1987.
- NARANJO, S.E.; SAWYER, A.J. Impact of host plant phenology on the population dynamics and oviposition of northern corn rootworms, *Diabrotica barberi* (Coleoptera: Chrysomelidae) in field corn. **Environmental Entomology**, v. 17, n. 2, p. 508-521, 1988a.

NARANJO, S.E.; SAWYER, A.J. A temperature and age-dependent simulation model of reproduction for the northern corn rootworm, *Diabrotica barberi* Smith and Lawrence (Coleoptera: Chrysomelidae). **Canadian Entomologist**, v. 120, p. 1-17, 1988b.

NARANJO, S.E.; SAWYER, A.J. A simulation model of corn rootworm, *Diabrotica barberi* Smith and Lawrence (Coleoptera: Chrysomelidae), population dynamics and oviposition: significance of host plant phenology. **Canadian Entomologist**, v. 121, p. 169-191, 1989.

OLOUMI-SADEGHI, H; LEVINE, E. Controlling fungi that colonize eggs of the western corn rootworm in the laboratory. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 50, p. 271-279, 1989.

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. A ecologia nutricional e o manejo integrado de pragas. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.) **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Piracicaba: Manole/CNPq, 1991. p. 313-336.

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.) **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Piracicaba: Manole/CNPq, 1991. p. 9-65.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 3.ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 137p.

- PARRA, J.P.P.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; HADDAD, M.L. Biology and thermal requirements of *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. distinctum* Zucchi, on two alternative hosts. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 3., San Antonio, 1990. Paris: INRA, 1991. p.81-84. (Les Colloques de l'INRA, 56).
- PAVUK, D.M.; STINNER, B. Influence of weeds within *Zea mays* crop plantings on populations of adult *Diabrotica barberi* and *Diabrotica virgifera virgifera*. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 50, p. 165-175, 1994.
- PECCHIONI, M.T.D. Crianza de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) bajo condiciones de laboratorio. **Revista Peruana de Entomologia**, v. 31, p. 86-90, 1988.
- PETERS, T.M.; BARBOSA, P. Influence of population density on size, fecundity, and development rate of insects in culture. **Annual Review of Entomology**, v. 22, p. 431-450, 1977.
- RAINA, A.K.; BENEPAL, P.S.; SHEIKH, A.Q. Effects of plant excised and intact leaf methods , leaf size, and plant age on mexican bean beetle feeding. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 27, p. 303-306, 1980.
- RIBEIRO, S.G.; KITAJIMA, E.W.; OLIVEIRA, C.R.B. A strain of eggplant mosaic virus isolated from naturally infected tobacco plants in Brazil. **Plant Disease**, v. 80, n. 4, p. 446-449, 1996.
- RISCH, S. The population dynamics of several herbivorous beetles in a tropical agroecosystem: the effect of corn, beans and squash in Costa Rica. **Journal of Applied Ecology**, v. 17, p. 593-612, 1980.

- ROSE, R.I.; McCABE, J.M. Laboratory rearing techniques for the southern corn rootworm. **Journal of Economic Entomology**, v. 66, n. 2, p. 398-400, 1973
- SAMMONS, A.E.; EDWARDS, C.R.; BLEDSOE, L.W.; BOEVE, P.J.; STUART, J.J. Behavioral and feeding assays reveal a western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) variant that is attracted to soybean. **Environmental Entomology**, v. 26, n. 6, p. 1336-1342, 1997.
- SANHUEZA-SALAS, F.J. Criação de *Cerotoma arcuata* Oliv. (Coleoptera: Chrysomelidae) e transmissão de um isolado do vírus do mosaico severo do caupi. Piracicaba, 1998. 95p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SARRUGE, W; HAAG, H.P. **Análise químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Química, 1974. 56p.
- SCHAAF SMA, A.W.; WHITFIELD, G.H.; ELLIS, C.R. A temperature-dependent model of egg development of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae). **Canadian Entomologist**, v. 123, p. 1183-1197, 1991.
- SCHALK, J.M.; PETERSON, J.K. A meridic diet for banded cucumber beetle larvae (*Diabrotica balteata* LeConte). **Journal of Agricultural Entomology**, v. 7, n. 4, p. 333-336, 1990.
- SIEGFRIED, B.D.; MULLIN, C.A. Effects of alternative host plants on longevity, oviposition, and emergence of western and northern corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 19, n. 3, p. 474-480, 1990.

- SILVA, M.T.B.; GRUTZMACHER, A.D.; RUEDELL, J.; LINK, D.; COSTA, E.C. Influência de sistemas de manejo de solos e de culturas sobre insetos subterrâneos. **Ciência Rural**, v. 24, n. 2, p. 247-251, 1994.
- SILVA-WERNECK, J.O.; DE FARIA, M.R.; ABREU NETO, J.R.M.V.; MAGALHÃES, B.P.; SCHIMIDT, F.G.V. Técnica de criação de *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) para bioensaios com bacilos e fungos entomopatogênicos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 1, p. 45-52, 1995.
- SLANSKY, Jr. F. Insect nutrition: an adaptationist's perspective. **Florida Entomologist**, v. 65, n. 1, p. 45-71, 1982.
- SLANSKY, Jr., F.; SCRIBER, J.M. Food consumption and utilization. In: KERKUT, G.A.; GILBERT, L.I. (Ed.) **Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology**. Oxford: Pergamon Press, 1985. v. 4, cap. 3, p. 87-163.
- SOUZA, L.A. Parâmetros para detectar a resistência do feijoeiro a *Diabrotica speciosa*. e *Empoasca kraemeri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 27-29, 1987.
- SUTTER, G.R.; KRYSAN, J.L.; GUSS, P.L. Rearing the southern corn rootworm on artificial diet. **Journal of Economic Entomology**, v. 64, p. 65-67, 1971.
- TENG, H.J.; WADDILL, V.; SLANSKY, F.; STRAYER, J. Performance and host preference of adult banded cucumber beetles, *Diabrotica balteata* when offered several crops. **Journal of Agricultural Entomology**, v. 1, n. 4, p. 330-338, 1984.

- TURPIN, F.T.; PETERS, D.C. Survival of southern and western rootworm larvae in relation to soil texture. **Journal of Economic Entomology** v. 64, p. 1448-1451, 1971.
- vanWOERKOM, G.J.; TURPIN, F.T.; BARRET, J.R. Influence constant and changing temperatures on locomotor activity of adult western corn rootworm (*Diabrotica virgifera*) in the laboratory. **Environmental Entomology**, v. 9, p. 32-34, 1980.
- WEISS, M.J.; SEEVERS, K.P.; MAYO, Z.B. Influence of western corn rootworm larval densities and damage on corn rootworm survival, developmental time, size and sex ratio (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 58, n. 3, p. 397-402, 1985.
- WHEELER, D. The role of nourishment in oogenesis. **Annual Review of Entomology**, v. 41, p. 407-431, 1996.
- WHITE, R. Sexual characters of species of *Diabrotica* (Chrysomelidae: Coleoptera). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 70, p. 168, 1977.
- WOODSON, W.D.; EDELSON, J.V. Developmental rate as a function of temperature in a carrot weevil, *Listronotus texanus* (Coleoptera: Curculionidae): **Annals of the Entomological Society of America**, v. 81, n. 2, p. 252-254, 1988.
- ZEISS, M.R.; PEDIGO, L.P. Time of food plant availability: effect on survival and oviposition of the bean leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 25, n. 2, p. 295-302, 1996.