

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR**

**Interação *Diabrotica speciosa* e *Phaseolus vulgaris*:  
preferência alimentar e tabela de vida**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MARIELLI RUZICKI**

**GUARAPUAVA-PR**

**2015**

**MARIELLI RUZICKI**

**Interação *Diabrotica speciosa* e genótipos de *Phaseolus vulgaris*: preferência alimentar e  
tabela de vida**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dra. Cristiane Nardi  
Orientadora

Prof. Dr. Jackson Kawakami  
Co-orientador

GUARAPUAVA-PR

2015

Catálogo na Publicação  
Biblioteca Central da Unicentro, Campus Cedeteg

R987i Ruzicki, Marielli  
Interação *Diabrotica speciosa* e genótipos *Phaseolus vulgaris*:  
preferência alimentar e tabela de vida / Marielli Ruzicki. -- Guarapuava, 2015  
xiii, 45 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em  
Produção Vegetal, 2015

Orientadora: Cristiane Nardi  
Co-orientador: Jackson Kawakami  
Banca examinadora: Edson Roberto Silveira, Gilberto Santos Andrade,  
Natalia Ramos Mertz

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. Resistência de plantas a insetos. 4.  
Insetos-praga. 5. Tricomas foliares. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação  
em Agronomia.

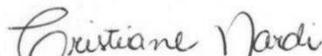
| CDD 632.7

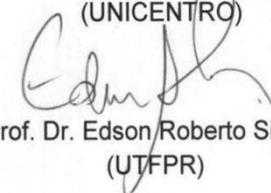
**Marielli Ruzicki**

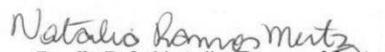
**INTERAÇÃO *Diabrotica speciosa* E GENÓTIPOS DE *Phaseolus vulgaris*: PREFERÊNCIA  
ALIMENTAR E TABELA DE VIDA**

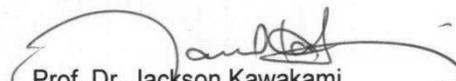
Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

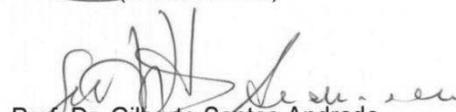
Aprovada em 23 de julho de 2015.

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Cristiane Nardi  
(UNICENTRO)

  
Prof. Dr. Edson Roberto Silveira  
(UTFPR)

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Natalia Ramos Mertz  
(UNICENTRO)

  
Prof. Dr. Jackson Kawakami  
(UNICENTRO)

  
Prof. Dr. Gilberto Santos Andrade  
(UTFPR)

GUARAPUAVA-PR

2015

*Aos meus queridos pais, **Claudio e Ana***

*Ao meu irmão **Luyan.***

**Dedico este trabalho**

## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente, agradeço a Deus pela vida e pelas oportunidades.*

*Aos meus queridos pais, Claudío e Ana pela vida, pela educação, pelos exemplos de superação, carinho e dedicação.*

*Ao meu irmão Luyan e minha amiga Marina, pela ajuda e apoio.*

*Ao meu namorado Marcos, pelo companheirismo, apoio, por compartilhar os momentos de dificuldades e alegrias.*

*A Professora Dra. Cristiane Nardi, pela oportunidade, orientação, pela contribuição na minha formação científica e pela amizade.*

*Ao Professor Dr. Jackson Kawakami, pela co-orientação, incentivo e amizade.*

*Ao professor Dr. Rafael Marangoni pelo apoio e disponibilidade para a realização da microscopia eletrônica de varredura.*

*Ao Dr. Aloísio Coelho Júnior pelo auxílio nas análises da tabela de vida e curvas de sobrevivência.*

*Aos professores Drs. Juliano Tadeu V. de Resende e Renato V. Botelho pela disponibilização dos laboratórios e equipamentos.*

*Ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Centro Oeste, pela oportunidade e conhecimento proporcionado.*

*Aos colegas do Laboratório de Entomologia Agrícola, em especial a Tatiane C. Z. Anderle, pelo apoio e dedicação para a realização deste trabalho.*

## SUMÁRIO

RESUMO .....	06
ABSTRACT .....	07
1 INTRODUÇÃO.....	08
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo geral .....	10
2.2 Objetivos específicos.....	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3.1. <i>Phaseolus vulgaris</i> .....	11
3.2. <i>Diabrotica speciosa</i> .....	13
3.3. Resistência de feijoeiro a insetos.....	15
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1 Obtenção e criação dos insetos.....	17
4.2 Cultivo das plantas .....	19
4.3 Bioensaios comportamentais e resistência por antixenose.....	19
4.3.1 Bioensaios com chance de escolha .....	19
4.3.2 Bioensaios sem chance de escolha .....	21
4.4 Bioensaios de biologia e resistência por antibiose .....	21
4.5 Caracterização dos fatores de resistência em genótipos de feijoeiro.....	23
4.5.1 Quantificação de tricomas em microscópio eletrônico de varredura .....	23
4.6 Análise dos dados .....	24
5 RESULTADOS .....	25
6 DISCUSSÃO.....	32
7 CONCLUSÃO.....	37
8 REFERÊNCIAS.....	37

## RESUMO

Neste trabalho avaliou-se a interação de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) e seis cultivares de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*), a fim de caracterizar se a resistência por antixenose e/ou antibiose está presente. Bioensaios de laboratório foram realizados com as cultivares BRS Campeiro, IPR Uirapuru, BRS Esplendor, IPR Tuiuiú, IPR Tiziu e FTS Soberano, as quais foram cultivadas em casa de vegetação. Para avaliar a ocorrência de antixenose, foram realizados bioensaios com chance de escolha, oferecendo um disco foliar (30 mm de diâmetro) de cada cultivar em recipientes plásticos circulares, liberando-se seis adultos para a livre escolha e alimentação durante 24 horas. Além disso, foram realizados bioensaios sem chance de escolha, utilizando um recipiente plástico contendo um disco foliar (30 mm de diâmetro) de cada cultivar, como única fonte de alimentação para os adultos. Estes discos foram avaliados antes e após alimentação, com relação a área foliar consumida. Para caracterizar a ocorrência de antibiose, foram realizados estudos da biologia dos insetos, avaliando-se a longevidade e a fecundidade, a partir da montagem de casais e manutenção em gaiolas durante toda a fase adulta, os quais foram observados em intervalos de 48 horas, registrando-se a sobrevivência e o número de ovos depositados. Para a caracterização e contagem dos tricomas foliares das cultivares, vinte secções (1 mm<sup>2</sup>) na lateral e vinte secções no centro (1 mm<sup>2</sup>) dos folíolos foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura (MEV), registrando-se o número de tricomas unciformes, aciculares e glandulares nas faces abaxial (N=10) e adaxial (N=10). Nos bioensaios com chance de escolha, os adultos de *D. speciosa* apresentaram menor preferência em relação a cultivar IPR Tuiuiú, IPR Uirapuru, BRS Esplendor, consumindo menor área foliar. Por outro lado, em bioensaios sem chance de escolha os insetos alimentaram-se igualmente de todas as cultivares avaliadas, sendo que o consumo em área foi semelhante. As análises isoladas dos parâmetros biológicos não apresentaram diferenças entre os insetos que se alimentaram dos diferentes genótipos. A partir da tabela de vida de fertilidade obteve-se diferença no intervalo médio entre gerações (IMG), pois o genótipo BRS Esplendor apresentou um intervalo médio menor em relação ao BRS Campeiro. E a taxa líquida de reprodução (R<sub>0</sub>) do genótipo BRS Campeiro diferiu dos demais, pois os insetos alimentados com esse genótipo apontaram maior reprodução. Quanto aos tricomas, o genótipo IPR Tuiuiú apresentou a menor densidade de tricomas aciculares na face adaxial lateral, sendo que os tricomas glandulares e unciformes não diferiram nas faces da lateral do folíolo. No centro foliar os genótipos BRS Campeiro, IPR Tuiuiú e BRS Esplendor retrataram a maior densidade de tricomas glandulares na face adaxial, sendo que na face abaxial apenas o BRS Campeiro e o IPR Tuiuiú permaneceram com maior densidade deste tricoma seguido do IPR Tiziu. Para os tricomas aciculares o BRS Campeiro se diferenciou apresentando a menor densidade na face adaxial. Tricomas unciformes mostraram densidades maiores na face abaxial dos genótipos IPR Tiziu, IPR Tuiuiú e IPR Uirapuru. O total de tricomas (abaxial+adaxial) não apresentou diferenças entre os genótipos na lateral, entretanto no centro os genótipos IPR Tiziu, IPR Tuiuiú e IPR Uirapuru foram os mais densos. No presente estudo, não houve diferenças que possam afirmar resistência a *D. speciosa* nos tratamentos avaliados. Contudo, obtiveram-se informações importantes sobre o comportamento alimentar de *D. speciosa* em feijão e tabela de vida, as quais podem fornecer subsídios para futuros trabalhos na área.

Palavras chave: resistência de plantas a insetos, insetos-praga, tricomas foliares.

## ABSTRACT

In this study, we evaluated the interaction of *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) and six commercial cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris*), in order to characterize antixenosis and/or antibiosis resistance. The cultivars BRS Campeiro, IPR Uirapuru, BRS Esplendor, IPR Tuiuiu, IPR Tiziu and FTS Soberano were grown in the greenhouse and used in laboratory bioassays. To evaluate antixenosis, free-choice bioassays were performed in petri dishes, releasing six newly emerged adults of *D. speciosa* and offering to them six leaf discs (30 mm diameter), one of each cultivar, during 24 hours. In addition, no-choice bioassays were performed in plastic containers with a leaf disc (30 mm diameter) of each cultivar were offered as the only source of food to one adult. Each foliar disc were evaluated before and after consumption by *D. speciosa*, registering the area damaged. The antibiosis was evaluated in insects biology studies, which were done in plastic cages with one newly-emerged couple (N=30), registering the survival and oviposition of adults at intervals of 48 hours. The leaf trichomes were analyzed, inserting 20 leaf's sections (1 mm<sup>2</sup>) in scanning electron microscope, and registering the number of hooked trichomes, acicular trichomes and glandular trichomes on abaxial (N = 10) and adaxial (N = 10) surfaces. In free-choice bioassays adults showed less preference to cultivars IPR Tuiuiu, IPR Uirapuru, BRS Esplendor, consuming less leaf area. On the other hand, in no-choice bioassays insects also fed up all cultivars, and the consumption area was similar. The isolated analysis of biological parameters did not differ among the insects that fed the different genotypes. From the fertility life table it was obtained difference in the mean interval between generations (IMG) as the BRS Esplendor genotype showed a lower average range compared to BRS Campeiro. And the net reproductive rate (Ro) of BRS Campeiro genotype differed from the others because the insects fed with this genotype showed higher reproduction. As to the trichomes, IPR Tuiuiu genotype had the lowest density acicular trichomes on the adaxial side face, and the glandular trichomes and hooked did not differ in the side faces of leaves. In the leaf center BRS Campeiro genotypes IPR Tuiuiu and BRS Esplendor had the greatest density of glandular trichomes in adaxial face, and in the abaxial face only the BRS Campeiro and the IPR Tuiuiu remained with higher density of this trichoma followed by IPR Tiziu. For acicular trichomes BRS Campeiro differed presenting the lowest density in the face adaxial. Hooked trichomes showed higher densities in the abaxial face of genotypes IPR Tiziu, and IPR Tuiuiu and IPR Uirapuru. The total trichomes (adaxial + abaxial) did not differ between the genotypes on the side, but the center genotypes IPR Tiziu, IPR Tuiuiu and IPR Uirapuru were the densest. In this study, there were no differences that can say resistance to *D. speciosa* in the evaluated treatments, however it was obtained are presented important information about the feeding behavior of the bean resistance to *D. speciosa* in bean and life table, which may provide a basis for future work in the area.

Key words: plant resistance to insects, insect-pests, foliar trichomes.

## 1. INTRODUÇÃO

O gênero *Phaseolus* é composto por 70 espécies, sendo o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) a mais produzida e comercializada no mundo (GRAHAN, RANALLI, 1997). O Brasil é o um dos maiores produtores mundiais de feijão (FAO, 2015) com média anual de três milhões de toneladas (CONAB, 2013; FAO, 2015). Típico produto da alimentação brasileira, o feijão é cultivado em pequenas propriedades e também em grandes áreas do território nacional (MAPA, 2015). Dentre as cultivares disponíveis no Brasil, têm-se aquelas originárias dos grupos Mesoamericano e Andino (norte e sul dos Andes) (DEBOUCK, HIDALGO, 1986; KWAK et al., 2009), que podem ser dos subgrupos preto, carioca, roxo, entre outros. Há também muitos genótipos não comerciais derivados do cruzamento das plantas destes grupos, os quais são obtidos e cultivados, principalmente, em pequenas propriedades rurais (ANGIOI et al., 2010; ZHANG et al., 2008). De acordo com Silva (2011), o sistema de domesticação desenvolvido por pequenos produtores tem contribuído significativamente para a alta variabilidade genética presente no germoplasma do feijão no Brasil e no mundo.

Atualmente, os programas oficiais de melhoramento genético do feijoeiro são direcionados ao aprimoramento de características de produtividade, adaptação a seca e altas temperaturas, facilidade de manejo/colheita, bem como resistência a doenças (IAPAR, 2015; EMBRAPA, 2010). Todavia, sabe-se que os insetos são importantes agentes danosos a cultura do feijão, destacando-se a mosca-branca (*Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae), cigarrinhas (Hemiptera: Auchenorrhyncha), percevejos (Hemiptera: Heteroptera) (GALLO et al., 2002; QUINTELA, 2001), além daquelas que ocorrem em pós-colheita, como *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) (DENDY, CREDLAND 1991; HAINES 1991).

Dentre os raros estudos acerca da resistência de feijoeiro a insetos herbívoros, há relatos sobre a pubescência dos folíolos de *P. vulgaris*, os quais podem influenciar a busca hospedeira e a aceitação do alimento por insetos crisomelídeos (HEYER et al., 1986; PARÓN, LARA, 2001; 2005), pulgões (Hemiptera: Aphididae) (MIZUKOSHI, KAKIZAKI, 1995) e cigarrinhas (Hemiptera: Auchenorrhyncha), (PILLEMER, TINGEY, 1976). Além dos fatores físicos de resistência, como os tricomas presentes em feijoeiro, sabe-se que as plantas também liberam, a partir de tricomas glandulares, compostos químicos que influenciam a localização do hospedeiro pelos insetos herbívoros (DICKE, 2000; SCHOONHOVEN et al., 2005; BALLHORN et al., 2013).

Moda-Cirino (2006) destaca que a grande limitação para obtenção de variedades de feijoeiro resistentes a insetos é a disponibilidade de fontes de resistência, bem como a escassez nos estudos acerca dos mecanismos de resistência. Atualmente, os esforços nesse sentido têm sido direcionados para a investigação em germoplasmas não comerciais. No Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) um grande número de acessos do banco de germoplasma de feijão foi avaliado para resistência a *Empoasca kraemeri* Ross e Moore (Hemiptera: Cicadellidae) (SINGH, 1983) e desfolhadores como *D. speciosa* (KORNEGAY, CARDONA, 1991), sendo identificados poucos materiais resistentes. Concomitantemente, as cultivares comerciais disponíveis são pouco conhecidas com relação à resistência aos insetos danosos ao feijoeiro. Como consequência, esta linha de trabalho é uma das mais promissoras para reduzir as perdas associadas a tais organismos. De acordo com Moda-Cirino (2006), o melhoramento genético para resistência a insetos em feijoeiro constitui um grande desafio, tem um potencial enorme para o futuro e oferece um dos mais efetivos meios de controle.

Dentre os insetos-praga da cultura do feijoeiro, os adultos de *D. speciosa* destacam-se como desfolhadores, danificando principalmente as plantas em início de desenvolvimento. Conhecidos como “vaquinha”, “brasileirinho” ou “patriota”, esses insetos compõem um gênero polífago e amplamente distribuído na região Neotropical (HAJI, 1981; KRYSAN, 1986). Os adultos *D. speciosa* consomem flores, frutos e especialmente folhas e brotações novas. Podem causar efeitos diretos, pela redução de tecido vegetal, ou efeito indireto, pela transmissão de patógenos (BOFF, GANDIN, 1992; OLIVEIRA et al., 1994). Os ovos de *D. speciosa* são depositados no solo, próximo à planta hospedeira, onde eclodem as larvas. Estas se desenvolvem em três instares e apresentam preferência por plantas de milho (*Zea mays* L.) (Poaceae), batata (*Solanum tuberosum* L.) (Solanaceae), entre outras (MARQUES et al., 1999; ÁVILA, MILANEZ, 2004). Assim, considerando o caráter polífago de *D. speciosa*, amplia-se a preocupação com esse inseto em cultivos de feijoeiro, uma vez que a constante disponibilidade de alimento aumenta as chances de sobrevivência das populações e reduz a eficiência dos métodos de manejo.

Em campo, o controle de *D. speciosa* é realizado principalmente por inseticidas químicos, os quais são extensivamente empregados, tanto para o controle de adultos, quanto de larvas (OEPP/EPP, 2005). Entretanto, de acordo com Martinez (2003), o controle químico de *D. speciosa* tem eficiência momentânea, pois a reinfestação da área é contínua.

Em vista das limitações dos métodos de manejo existentes para *D. speciosa*, destaca-se a necessidade da adoção de táticas alternativas, que busquem redução da sobrevivência e do sucesso reprodutivo dos insetos. Nesse sentido, o conhecimento das interações de *D. speciosa*

e suas plantas hospedeiras pode significar um avanço no manejo de populações em campo, uma vez que o plantio de variedades menos suscetíveis pode incrementar a mortalidade e reduzir a capacidade dos insetos em gerar descendentes (WALDBAUER, FRIEDMAN, 1991; SCHOONHOVEN et al., 2005). Considerando que estes insetos ocorrem durante todo o ciclo da cultura, a adoção de um genótipo resistente pode ocasionar efeito acumulativo na redução populacional (PARÓN, LARA, 2001). O trabalho mais importante sobre esse sentido é aquele realizado por Parón, Lara (2005), que caracterizaram a pubescência de dois genótipos andinos e dois mesoamericanos de feijoeiro, verificando que os genótipos apresentaram variabilidade quanto ao número de tricomas e que estes reduziram a alimentação de *D. speciosa*.

Diante do exposto, neste trabalho foram caracterizados os aspectos básicos da interação de *Phaseolus vulgaris* e *D. speciosa*, buscando diagnosticar as características de resistência em seis cultivares comerciais de feijoeiro. A partir destes estudos, pretende-se identificar a existência de mecanismos e graus de resistência de cada cultivar em relação a adultos de *D. speciosa*, oferecendo subsídios para novos estudos e também para adoção de cultivares menos afetada pelo ataque deste inseto.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar os mecanismos e os graus de resistência de cultivares comerciais de feijão preto ao ataque de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae)

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar as respostas comportamentais de *D. speciosa* em relação às cultivares de feijão, visando caracterizar a resistência do tipo antixenose em tais plantas;
- Avaliar o desempenho de adultos de *D. speciosa*, alimentados com cultivares de feijão, a fim de caracterizar a resistência do tipo antibiose;
- Classificar as cultivares avaliadas de acordo com o grau de resistência;
- Identificar os fatores de resistência, avaliando a ação dos tricomas como barreiras físicas a herbivoria de *D. speciosa*.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 *Phaseolus vulgaris*

O gênero *Phaseolus* é composto por 70 espécies pertencentes à ordem *Fabales*, família *Fabaceae* (SILVA, STEINMETZ, 2003). Dentre estas espécies, cinco são cultivadas em escala mundial, sendo *Phaseolus vulgaris* L. a mais importante (BORÉM, CARNEIRO, 1998).

O feijão foi domesticado há mais de 7.000 anos (GRAHAN, RANALLI, 1997), a partir de duas variedades selvagens distintas, sendo uma proveniente da região mesoamericana (*P. vulgaris* var. *mexicanus*) e a outra das regiões norte e sul dos Andes (*P. vulgaris* var. *abrigineus*) (DEBOUCK, HIDALGO, 1986; HANCOCK, 2004). Estas variedades teriam evoluído separadamente e podem se diferenciar pela forma e tamanho do folíolo, pilosidade da folha, tamanho dos entrenós, número de nós até a flor, forma e tamanho das bractéolas, inflorescência, presença de estrias no estandarte, posição da ponta da vagem, dias até a maturação, tamanho e forma da semente, hábito de crescimento, proteína faseolina da semente e aloenzimas (SINGH et al., 1991 *apud* MEDEIROS, 2004).

A partir da sua domesticação, o feijão teria adquirido as características de adaptação e atualmente, todas as formas cultivadas são herbáceas, anuais, com germinação epígea e hábito de crescimento determinado ou indeterminado. As folhas são simples e opostas nas folhas primárias e compostas trifoliadas com disposição alternada nas folhas definitivas. Quanto à disposição dos folíolos, um é central ou terminal, simétrico e dois são laterais, opostos e assimétricos. A cor e a pilosidade variam de acordo com o genótipo, posição na folha na planta e idade da planta (DEBOULCK, HIDALGO, 1986). As flores originam-se em racemos axilares ou apicais, possuem uma carena bi-petalada e três pétalas, além de 10 estames e um ovário multiovulado. As flores são predominantemente autopolinizadas e as sementes se desenvolvem em uma vagem fina e curvada. As sementes apresentam formatos variados de redondo a achatado, com cores e padrões de tegumento extensamente diversos (DEBOULCK, HIDALGO, 1986; GRAHAN, RANALLI, 1997).

A espécie *P. vulgaris* está amplamente distribuída pelo mundo e, além de ser cultivada nos trópicos, também se desenvolve em zonas temperadas dos hemisférios Norte e Sul (SINGH et al., 1991 *apud* MEDEIROS, 2004; FAO, 2015). Constitui importante fonte proteica, sendo a principal leguminosa presente da dieta diária de grande parte da população (ANTUNES et al., 1995; NORA, 2012). Além das implicações relacionadas à segurança alimentar, a cultura do

feijão tem notória importância socioeconômica, haja vista que representa uma significativa fonte de emprego e renda no campo (BORÉM, CARNEIRO, 1998).

Cada região brasileira tem seu período apropriado para o cultivo de feijão, principalmente, em razão da grande variação de condições de clima e de solo. Levando em consideração a extensão territorial, o Brasil produz o feijão durante todo o ano (BORÉM, CARNEIRO, 1998), embora existam restrições em regiões de temperaturas muito baixas e regiões quentes com deficiência hídrica durante a floração e a formação de vagens. Em condições de irregularidades pluviiais, com baixa quantidade de água no solo, pode ocorrer baixo rendimento da produção (SILVA, STEINMETZ, 2003).

O Brasil possui um grande número de genótipos de feijoeiro, sendo que os preferidos pela população são os do grupo mesoamericano, representados pelos tipos de grão carioca e preto (LOLLATO et al., 2001). Tais genótipos apresentam ciclos que variam de 65 a 100 dias, tornando a cultura apropriada para sistemas agrícolas diversos até mesmo aqueles com baixos recursos tecnológicos (EMBRAPA; 2013). Quando o plantio é realizado com genótipos de ciclo curto, há vantagens como a melhor utilização da área, tendo favorecimento quanto à época de plantio e colheita, diminuindo também o estresse da planta que ocorre devido ao clima, reduzindo ainda o consumo de água com irrigação e favorecendo a rotação de culturas (ZABOT, 2007).

No Brasil, o cultivo de feijão é dividido em três safras, sendo a primeira nos meses de dezembro a março, principalmente nas regiões Sul, Sudeste e na Bahia, a segunda safra entre os meses de abril e julho; e a terceira, com feijão irrigado em Minas Gerais, São Paulo, Goiás e oeste da Bahia (WANDER, 2005). Logo, o mercado brasileiro conta com uma grande diversidade de grãos, que atende um mercado mais regional e específico. O feijão preto é o mais popular nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Rio de Janeiro, Sudeste de Minas Gerais e Sul do Espírito Santo. Nos outros estados, sua aceitação é baixa, quando comparada a do feijão carioca ou vermelho (HOMERO, 2003).

No Brasil, há uma disponibilidade grande de genótipos de feijão preto, cujas características obedecem as condições de regiões geográficas distintas. Instituições como IAPAR, EMBRAPA e a FTS são empresas que comercializam vários genótipos usados por agricultores como o IPR Uirapuru, IPR Graúna, IPR Sacaruna, BRS Esplendor, BRS Campeiro, BRS Valente, IPR Tuiuiú, IPR Tiziu, FTS Soberano, FTS41 entre outras. O genótipo IPR Uirapuru tem ampla adaptação, apresentando um ciclo médio de 86 dias, resistente a ferrugem, oídio e mosaico comum. Entretanto, apresenta suscetibilidade a antracnose, crestamento bacteriano comum, murcha de *curtobacterium*, murcha de *fusarium* e mancha angular (IAPAR,

2015). O genótipo BRS Esplendor apresenta alto potencial produtivo, é resistente a cretamento bacteriano e possui tolerância à ferrugem, antracnose, murcha de fusarium e curtobacterium, sendo indicada para o cultivo no Distrito Federal (CARGNIN, ALBRECHT, 2010). Com alto potencial reprodutivo, o genótipo BRS Campeiro possui tolerância à antracnose, ferrugem e murcha de fusarium, indicada para cultivo nos estados da região sul do Brasil (CARNEIRO et al., 2003). IPR Tuiuiú é um genótipo apropriado para os estados do Paraná e São Paulo devido às condições climáticas, apresentando resistência à murcha de fusarium, e ao mosaico comum, suscetível à antracnose e cretamento bacteriano comum. Outro genótipo é o IPR Tiziu, que apresenta um grande potencial de rendimento, indicado para as áreas dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Goiás. Mostrando resistência ao mosaico comum e ferrugem, resistência moderada a murcha de curtobacterium, oídio e mancha angular, sendo suscetível a antracnose e cretamento bacteriano comum (IAPAR, 2015; EMBRAPA, 2013). O genótipo FTS Soberano apresenta seu sistema radicular agressivo com tolerância aos fungos que causam murchas de fusarium e antracnose (CASTRO, 2012).

Os genótipos do grupo preto, BRS Campeiro (Campeiro), IPR Uirapuru (Uirapuru), BRS Esplendor (Esplendor), IPR Tuiuiú (Tuiuiú), IPR Tiziu (Tiziu), e FTS Soberano (Soberano) são cultivares de porte ereto, com grãos uniformes e alta produtividade. Apresentam resistência as principais doenças da cultura do feijão, estando entre os principais genótipos disponíveis no mercado (IAPAR, 2015; EMBRAPA, 2013; CARNEIRO et al., 2003; CASTRO, 2012). Estes genótipos ainda não foram submetidos a estudos acerca da resistência a insetos-praga e, além disso, não se investigou detalhadamente os fatores e graus de resistência que podem estar envolvidos na sua interação com insetos. Dessa forma, estudos sobre tais aspectos tendem a possibilitar a adoção de cultivares menos suscetíveis em regiões em que ocorrem ataques severos de insetos herbívoros (MODA-CIRINO, 2006).

### **3.2 *Diabrotica speciosa***

As espécies do gênero *Diabrotica* Chevrolat representam a maioria dos insetos da subtribo *Diabroticina* (*Galerucinae: Luperini*), divididas nos grupos *signifera*, *virgifera* e *fucata* (WILCOX, 1972; KRYSAN, 1986; KRYSAN, SMITH, 1987). O grupo *signifera* é composto de 11 espécies distribuídas na região Neotropical, as quais não apresentam importância agrônômica e são pouco conhecidas em termos bioecológicos. Por outro lado, os membros de *virgifera* e *fucata* incluem alguns dos principais insetos-praga das Américas

(MARQUES, 1941; KRYSAN, 1986; SPENCER et al., 2009). Espécies do grupo *virgifera* (35 spp.) ocorrem na Região Neártica, México e desde 1992 também na Europa onde causam sérios prejuízos em lavouras de milho (KRYSAN, 1986, BORIANI et al., 2006). Nas regiões temperadas, esses insetos apresentam hábitos univoltinos e um período de diapausa na fase de ovo (BRANSON, KRYSAN, 1981; KRYSAN, 1999 *apud* CAMPBELL, 2009; CLARK et al., 2001; CABRERA WALSH, 2003). O grupo *fucata* possui mais de 300 espécies, cujos indivíduos ocorrem nas regiões Neártica e Neotropical; apresentam hábitos multivoltinos e são polípagos nas fases de larva e adulto (BRANSON, KRYSAN, 1981; KRYSAN, 1986; CABRERA WALSH, 2003).

Na América do Sul, o grupo *fucata* é representado por diversas espécies, sendo *Diabrotica speciosa* (Germar) a mais abundante e danosa às culturas agrícolas (HAJI, 1981; KRYSAN, 1986). Os adultos dessa espécie se alimentam de uma ampla gama de hospedeiros, consumindo flores, frutos e especialmente folhas e brotações novas. Podem causar efeitos diretos, pela redução de tecido vegetal, ou efeito indireto, pela transmissão de patógenos (BOFF, GANDIN, 1992; OLIVEIRA et al., 1994). Assim, ataques na parte aérea de plantas podem causar desfolha rigorosa, levando a grandes perdas na produção. As larvas de *D. speciosa* eclodem e se desenvolvem em três instares, se alimentando das raízes de milho (*Zea mays* L.) (Poaceae), batata (*Solanum tuberosum* L.) (Solanaceae) entre outras, ocasionando a diminuição da altura das plantas, atraso no desenvolvimento, além de aumentar a suscetibilidade ao tombamento (MARQUES et al., 1999; ÁVILA, MILANEZ, 2004).

Assis et al. (2011), utilizaram para o controle de adultos de *D. speciosa* terra diatomácea, e obtiveram resultados de redução na área consumida pela mortalidade dos insetos. A estratégia mais utilizada para o controle de *D. speciosa* é a pulverização com inseticidas químicos nas folhas das plantas, atingindo os adultos (VENTURA et al., 2001).

Martinez (2003) relata que o controle químico de *D. speciosa* tem eficiência momentânea, pois a reinfestação da área é contínua. Vargas et al. (2004) utilizou seis tipos diferentes de inseticidas para avaliar o mais eficaz para o controle de *D. speciosa*. Dentre os avaliados as moléculas lambda-cialotrina e betaciflutrina apresentaram 91,5% e 89,6% de eficiência respectivamente. Atualmente busca-se a utilização de controle biológico, pois este pode ter efeito contínuo sobre a área diferente do controle químico, pois seu efeito inseticida se perde rapidamente e a cultura é reinfestada sendo necessárias outras aplicações ao longo do ciclo da cultura (VENTURA et al., 2001).

Em alguns casos, são utilizadas armadilhas com raízes, sementes e ramos de *Cayaponia tayuya* (Vell.), *Ceratosanthes hilariana* Cogn. Ou *Lagenaria vulgaris* L. (Cucurbitaceae). Essas

plantas são constituídas de cucurbitacinas, substâncias que agem como arrestantes e estimulantes alimentares para diversas espécies da tribo Luperini (METCALF et al., 1987; DEHEER, TALLAMY, 1991), e quando impregnadas com inseticidas ou fungos entomopatogênicos, causam a morte dos insetos adultos que delas se alimentam (MAGALHÃES et al., 1988; DAOUST, PEREIRA, 1986; METCALF et al., 1987; LANCE, 1988). Entretanto, uma vez que a utilização dessas armadilhas no campo é dependente da disponibilidade das plantas, torna-se difícil o seu uso em grandes áreas.

Também como forma de controle alternativo deste inseto Costa et al. (2012), utilizaram diferentes doses de pó de nim (160, 80, 40, 20 e 10 mg, por 25 g de solo) via solo para controle de larvas em milho, buscando redução do uso de inseticidas e constataram que mesmo as menores doses (20 mg) apresentaram controle eficiente das larvas.

Um fator importante que deve ser estudado para o controle de *D. speciosa* é a caracterização de voláteis das plantas os quais podem demonstrar repelência ou atração de adultos (VIANA, 2010). Um dos métodos de controle que também pode ser empregado é o uso de cultivares resistentes, permitindo que a resistência da planta tenha efeito cumulativo que pode levar à redução da população, minimizando aplicações de inseticidas (PARÓN, LARA, 2001).

### **3.3 Resistências de feijoeiro a insetos**

A resistência de plantas a insetos (RPI) é o resultado de qualidades herdáveis de plantas que são menos danificadas por insetos herbívoros do que plantas que não possuem tais qualidades (PAINTER, 1951; BECK, 1965). A RPI é uma propriedade relativa baseada na comparação entre plantas suscetíveis e resistentes, crescendo em igualdade de condições (PAINTER, 1951; BECK, 1965). Assim, na prática, uma cultivar resistente a insetos é aquela que apresenta rendimento maior que uma cultivar suscetível, quando submetida ao ataque de um inseto herbívoro (TEETES, 2013).

A RPI é resultante da interação entre insetos e plantas ao longo do tempo. Esta característica pode ser avaliada por meio de parâmetros relacionados ao inseto, considerando diferenças no consumo, oviposição, ciclo biológico e fecundidade; como também podem ser avaliados os parâmetros relativos à planta, como a destruição de diferentes órgãos vegetais, diferença na sobrevivência entre outras (VENDRAMIM, GUZZO, 2009). A resistência pode ser classificada em três tipos, antixenose, antibiose e tolerância, devido aos mecanismos de

resistência que uma planta pode apresentar, pois a reação pode ser na planta sem afetar o inseto e em muitos casos pode haver alteração no comportamento ou biologia do inseto (GALLO et al., 2002; VENDRAMIM, GUZZO, 2009).

Ocorre tolerância quando o grau de ataque às plantas é semelhante, mas uma determinada cultivar mantém seu nível produtivo em relação às demais, não ocorrendo influência da planta sobre o inseto (FARREL, 1977; GALLO et al., 2002). Por outro lado, quando a planta afeta a biologia do inseto, esta resistência é denominada antibiose; e quando uma cultivar ocasionar repelência para alimentação, oviposição, ou abrigo pode-se chamar de resistência por antixenose (GALLO et al., 2002; VENDRAMIM, GUZZO, 2009).

Do ponto de vista agrícola, o uso de cultivares resistentes a insetos é um método que auxilia na redução do uso intensivo de agrotóxicos, reduzindo a poluição ambiental e os resíduos nos alimentos; apresenta ação contínua sobre os insetos durante o ciclo da cultura; apresenta baixo custo; além de ser perfeitamente utilizada em conjunto com todos os outros métodos de manejo de insetos, tornando vantajoso o seu uso em programas de manejo de pragas (PARÓN, LARA, 2001; VENDRAMIM, GUZZO, 2009).

A presença de tricomas nas folhas do feijoeiro é um importante fator de resistência a insetos (DAHLIN et al., 1992; PEÑA et al., 1992; QUIRING et al., 1992; MIZUKOSHI, KAKIZAKI, 1995; ORIANI, LARA, 2000; PARÓN, LARA, 2005). Os tricomas existentes na superfície da folha podem variar na forma, tamanho e densidade. De acordo com Vieira et al. (1999), tricomas foliares de genótipos andinos de feijoeiro são densos e longos, enquanto nos mesoamericanos estes são esparsos e curtos. De acordo com Moutt (1932) *apud* Dahlin et al. (1992), são caracterizados três tipos de tricomas, sendo os aciculares e unciformes os mais abundantes e fáceis de caracterizar; enquanto que os glandulares são de difícil visualização.

Os três tipos de tricomas foram encontrados na superfície foliar das folhas de feijão que Dahlin et al. (1992) estudaram, porém cada cultivar se diferenciou em relação da distribuição e densidade dos tricomas. Tricomas aciculares são eretos com formato de agulha, enquanto que os tricomas unciformes tem aparência de gancho. Por sua vez, tricomas glandulares apresentam uma estrutura multicelular contendo uma haste formando uma bola na extremidade com as células. Estudando a composição química de tais tricomas, esses autores verificaram que tricomas unciformes e aciculares têm como componentes silício e oxigênio, enquanto os tricomas glandulares possuem fósforo, potássio e oxigênio (DAHLIN et al., 1992).

A presença destas estruturas confere resistência em alguns genótipos de feijoeiro ao pulgão *Aphis solani* (Kaltenbach) (Hemiptera: aphididae) que morre por inanição quando não consegue se soltar dos tricomas unciformes, principalmente no primeiro instar, (MIKUKOSHI,

KAKIZAKI, 1995) e a *D. speciosa*, que preferem alguns genótipos em detrimento de outros (PARÓN, LARA, 2001; 2005). Parón, Lara (2001) utilizaram seis genótipos de feijoeiros não comerciais para testar a preferência de *D. speciosa*, sendo dois genótipos do centro Mesoamericano (MA) Engopa 201 Ouro e IAPAR 57 e quatro genótipos do centro Andino (AN), Goiano precoce, Jalo precoce, PR95105146 e PR95105142. Estes foram testados em campo e laboratório, que indicaram que os genótipos andinos apresentaram resistência a *D. speciosa*, pela não preferência da alimentação e os genótipos mesoamericanos se mostraram mais suscetíveis. Nas cultivares andinas, foi encontrada maior quantidade de tricomas na superfície abaxial da folha, tanto os tricomas unciformes quanto os aciculares (PARÓN, LARA, 2005).

Heyer et al. (1986) estudou a cultivar CC-25-9-R, um genótipo de *P. vulgaris* pubescente e correlacionou a menor alimentação de crisomelídeos desfolhadores, devido à grande quantidade de tricomas aciculares. Pillemer, Tingey (1976) descreveram a relação entre cigarrinhas *Empoasca fabae* (Harris) (Hemiptera: Cicadellidae) e o tricoma unciforme de feijoeiro. As cigarrinhas ninfas e adultas ficam presas nesses tricomas, sendo capturadas pela tíbia ou tarso e acabam morrendo por desidratação ou inanição. Quando a captura ocorre na parte abdominal do inseto, que é uma parte mais frágil, a defesa da planta pode ser mais eficaz pois pode romper a parede abdominal do inseto e causar perda da hemolinfa levando-o a morte (PILLEMER, TINGEY, 1976).

Além das defesas físicas, uma planta pode apresentar inúmeras defesas simultaneamente, inclusive compostos químicos voláteis, os quais podem ser liberados por tricomas glandulares presentes nas folhas, ou por outras partes da planta (BALLHORN et al., 2013). De acordo com Ballhorn et al. (2013), em *P. lunatus*, enquanto a ocorrência de tricomas apresentou correção positiva com a emissão de compostos cianogênicos, a densidade de tricomas implicou numa redução da atividade da enzima polifenol oxidase, da liberação de compostos voláteis de defesa e da secreção de néctar extrafloral.

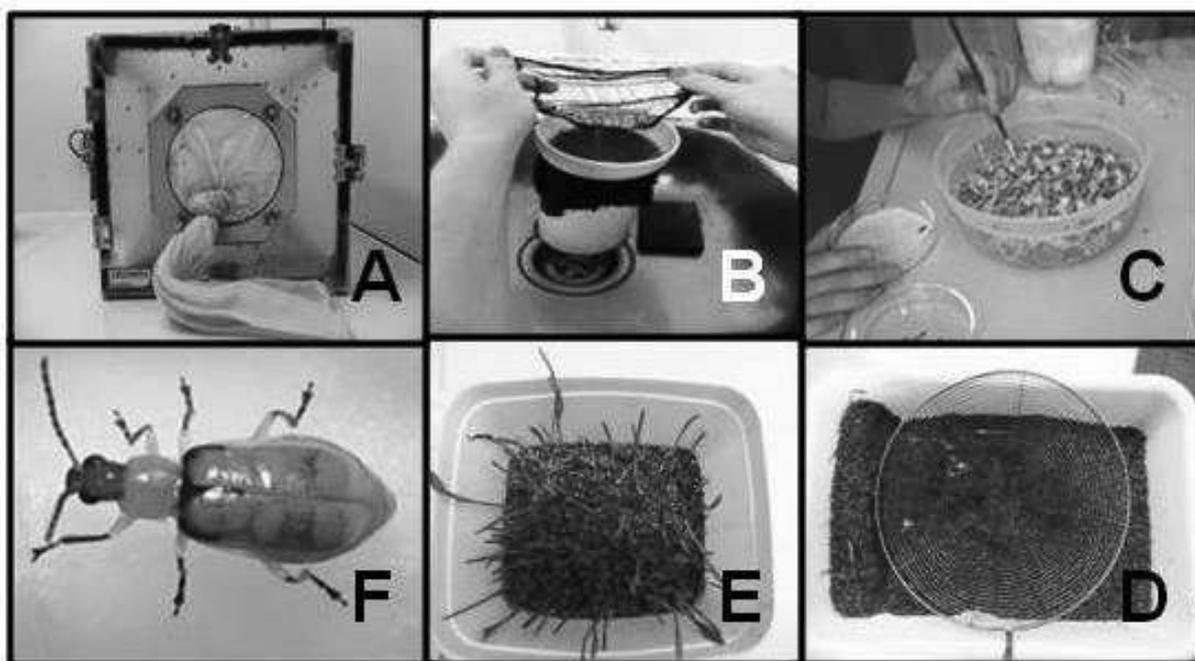
## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Obtenção e criação dos insetos**

Adultos de *D. speciosa* foram coletados no campo experimental da Universidade Estadual do Centro-Oeste–UNICENTRO, em Guarapuava–PR e levados ao Laboratório de Entomologia

Agrícola (LEA-UNICENTRO) onde foram mantidos em sala climatizada, sob temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12h.

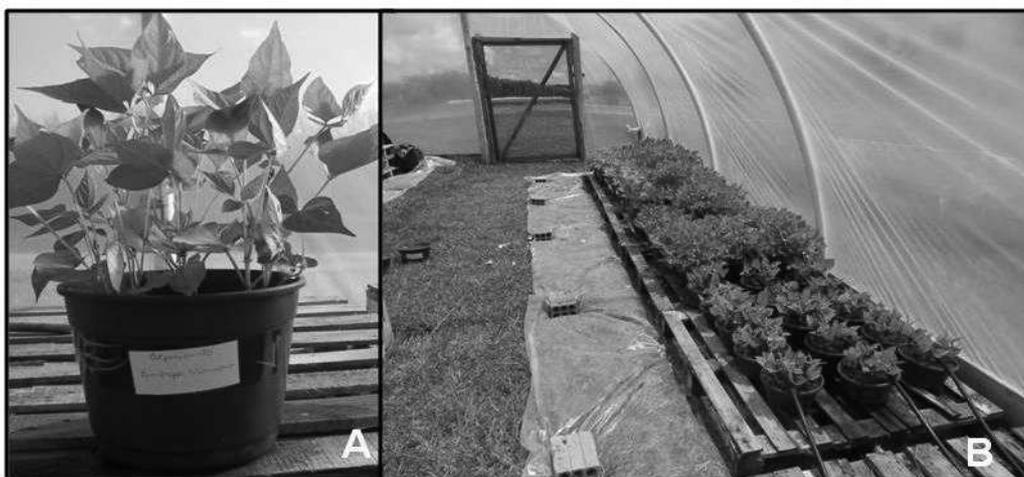
Os insetos foram alimentados com folhas de feijoeiro (*P. vulgaris*) e mantidos em gaiolas de acrílico e tela antiáfideo (30x30x30 cm). No interior da gaiola foi mantida uma placa de petri com gase preta umedecida que serviu como substrato para oviposição, segundo metodologia descrita por ÁVILA et al. (2000). Os ovos foram retirados a cada 48 horas, lavando-se as gases em água corrente sobre um pedaço de tecido “voil”, onde os ovos foram retidos. Posteriormente foram tratados com solução de sulfato de cobre (1%) para não haver contaminação por fungos, e colocados em placas de petri com papel filtro umedecido. Depois da eclosão, as larvas foram mantidas em recipientes de plástico (300 ml) e alimentadas com radículas de plântulas de milho pipoca (*Zea mays* L. var. everta). Após 10 dias, tais larvas, foram transferidas para outro recipiente contendo o mesmo substrato, novas plântulas de milho e fatias de tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.) com ( $\approx 0,5\text{cm}$  espessura), até a emergência (Figura 1), (ÁVILA et al., 2000). Os adultos obtidos foram inseridos nas gaiolas de acrílico ou utilizados nos bioensaios.



**Figura 1.** Material utilizado e etapas da criação de *Diabrotica speciosa* em laboratório. A) Gaiola para manutenção dos adultos B) suporte de PVC contendo gase e peneira para a retenção de ovos; C) sementes pré-germinadas de milho para inoculação de larvas recém-eclodidas; D) Recipiente com peneira para transferência de larvas; E) Recipiente com larvas transferidas; F) Adulto de *D. speciosa*.

## 4.2 Cultivo das Plantas

Para a realização dos bioensaios laboratoriais foram plantadas seis cultivares comerciais de feijão preto, obtidas junto ao IAPAR e EMBRAPA. Estas cultivares avaliadas foram as seguintes: IPR Tuiuiú, IPR Tiziu, BRS Esplendor, FTS Soberano, IPR Uirapuru e BRS Campeiro. Genótipos de feijão carioca também foram plantados em casa de vegetação para a alimentação dos insetos mantidos na criação. Os genótipos foram semeados em vasos de 5 L com substrato comercial, onde foram colocadas 5 sementes em cada vaso com adubação NPK (15 20 20) 4,6 g por vaso e irrigação diária (PARÓN, LARA; 2001). As plantas foram mantidas em casa de vegetação até o momento de utilização nos bioensaios (Figura 2).



**Figura 2.** Plantas de feijão cultivadas em casa de vegetação do Laboratório de Entomologia Agrícola da UNICENTRO, Guarapuava, PR. A) Vaso contendo plantas de feijão do genótipo a ser avaliado. B) Plantas de feijão para alimentação dos insetos da criação.

## 4.3 Bioensaios comportamentais e resistência por antixenose

### 4.3.1 Bioensaios com chance de escolha

A fim de caracterizar a preferência alimentar de adultos de *D. speciosa* em relação às cultivares de feijoeiro, foram utilizadas plantas no estágio V3 e V4, conforme a caracterização de Fernandez et al. (1982), das quais foram extraídos discos foliares de 30 mm de diâmetro, cortados com vazador de metal.

Posteriormente, foram montadas arenas (N=100) constituídas de recipientes plásticos (15 cm de diâmetro; 300 mL) forrados com papel filtro umedecidos, nas quais foram distribuídos,

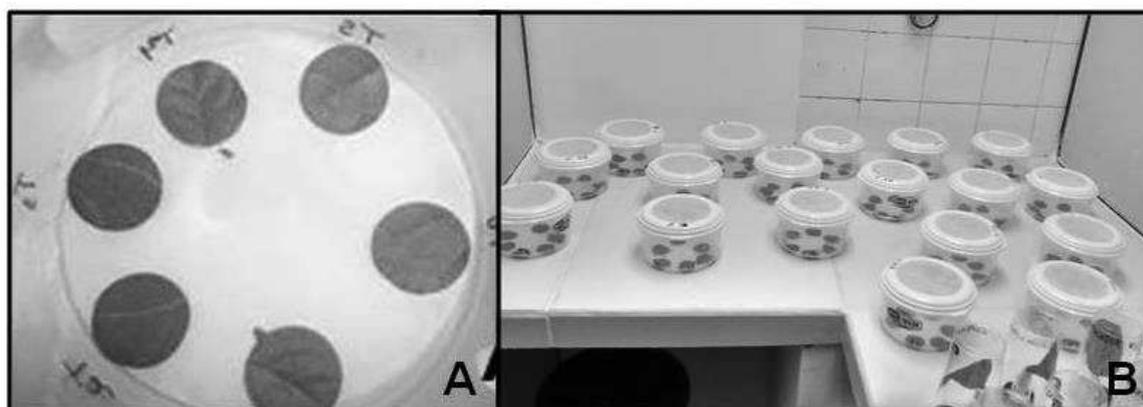
equidistantes do centro, seis discos foliares com a face adaxial voltada para cima, e mantidos sobre uma pequena porção de algodão umedecido. Em cada arena, foram dispostos um disco de cada cultivar (Figura 3).

No centro de cada arena foram liberados 6 adultos recém emergidos de *D. speciosa*, os quais tiveram livre acesso a alimentação durante 24 horas. Foram realizadas 10 repetições liberando-se machos e 10 repetições liberando-se fêmeas, totalizando 20 repetições e 120 insetos liberados.

Para a montagem destes bioensaios, machos e fêmeas foram identificados de acordo com Krysan (1986), observando-se a morfologia externa da genitália, na região apical do abdome.

Após 24 horas, as arenas foram desmontadas e os discos foliares retirados para análise da área foliar, a partir do escaneamento (HP Deskjet F2180) dos discos foliares antes e após as 24 horas de consumo pelos insetos, e processamento das imagens no software ImageJ versão 1.46R. Neste as imagens eram marcadas com a cor preta e analisadas em  $\text{cm}^2$  (FERREIRA, RASBAND, 2012). Assim, a área foliar consumida pelo inseto (AFC) foi obtida pela diferença entre a área foliar inicial (AFI) e a área foliar remanescente após 24 horas (AFR).

Este bioensaio foi realizado em delineamento completamente casualizado em blocos ao tempo, foram realizados 5 blocos totalizando 100 repetições. As arenas foram mantidas em sala climatizada sob temperatura de  $25\pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

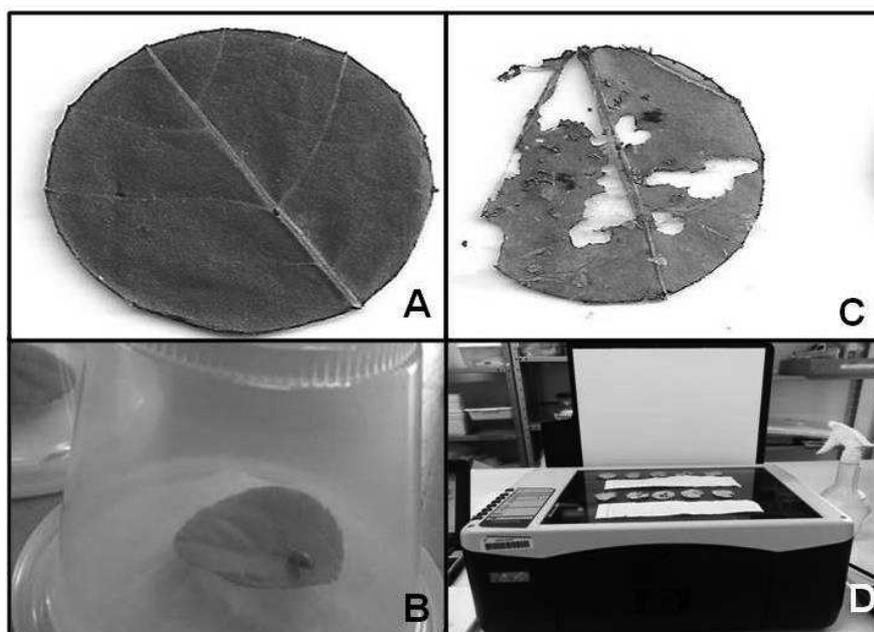


**FIGURA 3.** Material utilizado nos bioensaios para caracterizar o comportamento de *Diabrotica speciosa* em relação a seis cultivares de feijão preto. A) Recipiente contendo seis discos foliares de feijão com adultos de *D. speciosa*; B) recipientes distribuídos em sala climatizada do laboratório.

### 4.3.2 Bioensaios sem chance de escolha

Os bioensaios sem chance de escolha para caracterizar antixenose foram realizados em arenas constituídas de recipientes plásticos (7 cm de diâmetro; 100 mL) forrados com papel filtro umedecidos, contendo discos foliares de 30 mm de diâmetro de cada cultivar de feijoeiro em estágio V3 e V4 (Figura 4). Em cada arena foi inserido um disco foliar e um adulto (sendo 50 machos e 50 fêmeas) recém emergido de *D. speciosa*, permanecendo por 24 horas. Após esse período, os discos foliares foram retirados e submetidos à avaliação da área foliar utilizando-se metodologia semelhante à descrita no item 4.3.1.

Este bioensaio foi realizado em delineamento completamente casualizado com 5 blocos no tempo totalizando 100 repetições. As arenas foram mantidas em sala climatizada sob temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 horas.



**Figura 4.** Material utilizado para os bioensaios sem chance de escolha para avaliar o consumo foliar de feijão por *Diabrotica speciosa*. A) disco foliar de 30 mm para alimentação de *D. speciosa* por 24 h; B) Recipiente contendo um disco foliar e um adulto do inseto; C) disco foliar submetido à alimentação pelos adultos durante 24 horas. D) scanner contendo os discos foliares para escaneamento e obtenção das imagens;

### 4.4 Bioensaios de biologia e resistência por antibiose

Para avaliar a ocorrência de mecanismos de antibiose nos genótipos de feijão preto, foram utilizados recipientes plástico (8,5 cm de diâmetro) forrados internamente com papel filtro

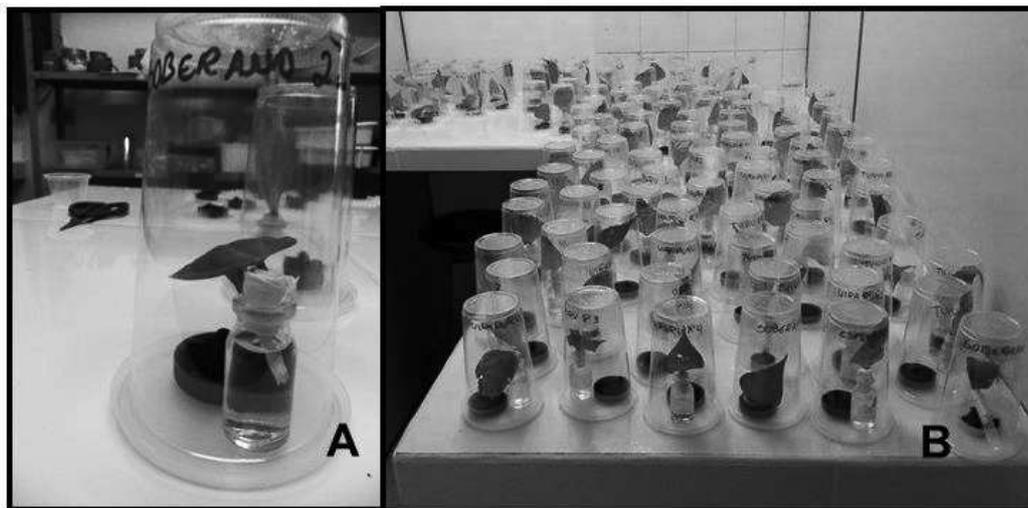
umedecido. Em cada recipiente, foi inserida uma folha de feijão do genótipo a ser avaliada, folíolos nos estágios V3 e V4 a qual foi inserida em tubos de vidro contendo água, além de uma tampa plástica (5 cm) contendo uma gase preta umedecida, como substrato de oviposição. Posteriormente, foi inserido um casal de *D. speciosa* recém emergido (N=30), o qual foi submetido a observações em intervalos de 48 horas para substituição do alimento, avaliação da sobrevivência e número de ovos depositados (Figura 5).

Este bioensaio foi realizado em delineamento completamente casualizado com 30 repetições. As gaiolas foram mantidas em sala climatizada sob temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

Nas avaliações de sobrevivência, se registrada a morte do macho em qualquer tempo e da fêmea antes de seis dias a partir da montagem do casal, estes foram substituídos por novos indivíduos, formando-se uma nova repetição. Entretanto, quando registrada a morte da fêmea após seis dias da montagem do casal, esta repetição foi mantida, considerando-se que a mortalidade da fêmea foi afetada pelo tratamento. Para a caracterização da longevidade, contabilizou-se o período entre a emergência e a morte dos indivíduos, enquanto estes se alimentavam de cada uma das cultivares avaliadas.

Para as avaliações de fecundidade, as gases pretas umedecidas foram retiradas, lavadas em água corrente sobre uma peneira de voil para a retenção dos ovos (vide item 4.1), os quais foram inseridos em placas de petri forradas com papel filtro e contados em microscópio estereoscópico. Posteriormente, gases novas e sem uso prévio foram inseridas novamente nos suportes e inseridas nas gaiolas.

Foi avaliado a fecundidade das fêmeas (número de ovos/ fêmea) total e média, período de oviposição e a longevidade das fêmeas em cada tratamento. A partir destes dados foi elaborada a tabela de vida de fertilidade.



**Figura 5.** Gaiolas para a manutenção de casais de *Diabrotica speciosa* e avaliação da biologia dos insetos em cultivares de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*). A) gaiola contendo uma folha de feijão imersa em tubo de vidro contendo água e tampa plástica contendo gase preta como substrato de oviposição; B) gaiolas distribuídas no laboratório durante a realização dos bioensaios.

#### **4.5 Caracterização dos fatores de resistência em genótipos de feijoeiro**

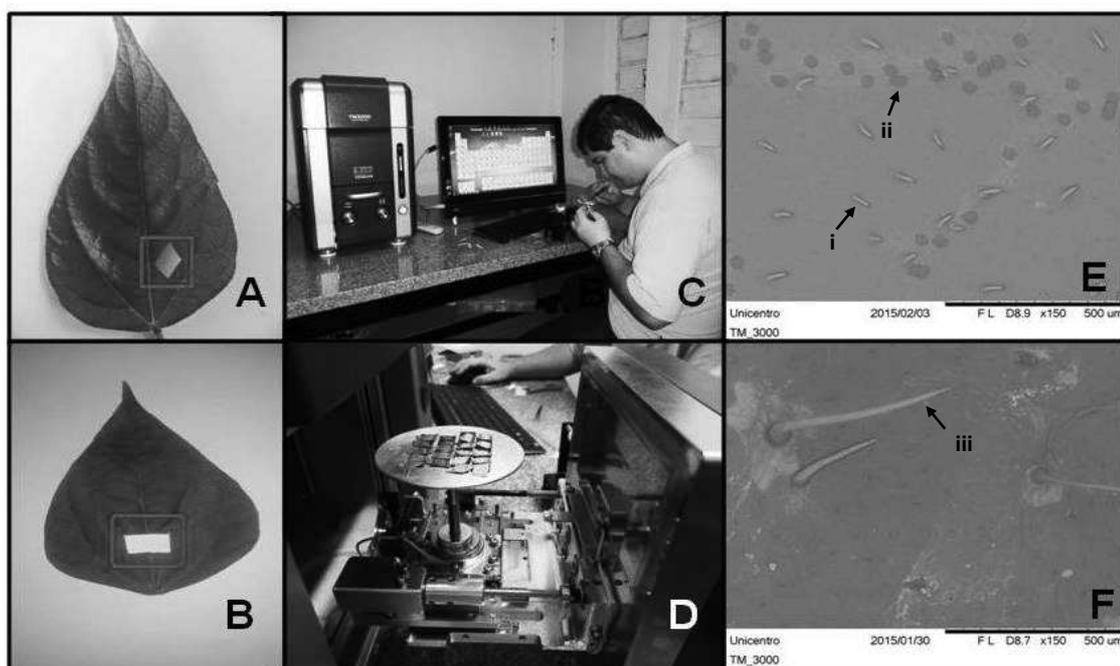
##### **4.5.1 Quantificação e análise de tricomas em microscópio eletrônico de varredura**

Para caracterizar e contabilizar os tricomas presentes nas cultivares de feijão, foram retiradas secções (1 mm<sup>2</sup>) do folíolo lateral dos trifólios pertencentes a segunda ramificação a partir da base da planta em estágio V3. Destes folíolos, foram extraídas secções de duas regiões distintas, sendo uma da região lateral direita, localizada entre as duas nervuras basais (Figura 6 A, B), e outra da região central do folíolo, visando caracterizar a densidade de tricomas em regiões distintas dos folíolos. Para cada região de extração, foram extraídas 20 secções por cultivar, sendo analisadas 10 secções da face adaxial e 10 da face abaxial.

As secções extraídas foram inseridas em fitas de carbono dupla face (8mm, Koch®) e dispostas na plataforma do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) (Zeiss DMS 9404) com voltagem de aceleração de 15 KV (Figura 6 C, D), onde foram obtidas fotomicrografias da superfície das secções das folhas (Figura 6 E, F). Uma vez obtidas as imagens, foram analisados o tipo de tricoma presente e o número de tricomas de cada categoria em cada uma das secções.

A partir da espectroscopia dispersiva de raios-X acoplado ao MEV foi possível caracterizar alguns componentes existentes nos tricomas, fundamentando-se no efeito fotoelétrico. As amostras foram inseridas em fita de carbono dupla face (8 mm, Koch®) e levadas ao MEV. Foram realizadas 6 secções de cada genótipo, observando-se 3 secções da

face abaxial e 3 secções na face adaxial.



**Figura 6.** Material e procedimentos para a análise de tricomas em folhas de feijoeiro, *Phaseolus vulgaris*; A) face abaxial do folíolo indicando o local de retirada da porção para análise; B) face adaxial do folíolo indicando o local de retirada da porção para análise; C) Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) onde foram analisadas as amostras; D) porções dos folíolos dispostas na plataforma do MEV para análise; E-F) tricomas contabilizados nos folíolos de feijoeiro sendo: i) tricomas unciformes; ii) tricomas glandulares e iii) tricomas aciculares (aumento 150x).

#### 4.6 Análises dos dados

Os dados referentes a área foliar consumida das plantas e o número de tricomas por mm<sup>2</sup> de cada cultivar foram submetidos a análise exploratória dos dados (normalidade dos erros, Shapiro Wilk  $p < 0,05$ ; homogeneidade das variâncias, Hartley,  $p < 0,05$ ), análise de variância (ANOVA,  $P < 0,05$ ) e teste de comparação de médias (Tukey,  $p < 0,05$ ). Quando não atendidas às premissas para a análise de variância, os dados foram transformados pela equação  $\sqrt{x + 1}$ . Estas análises foram realizadas no Software Statistica 7.0 (Stat Soft Inc 2004).

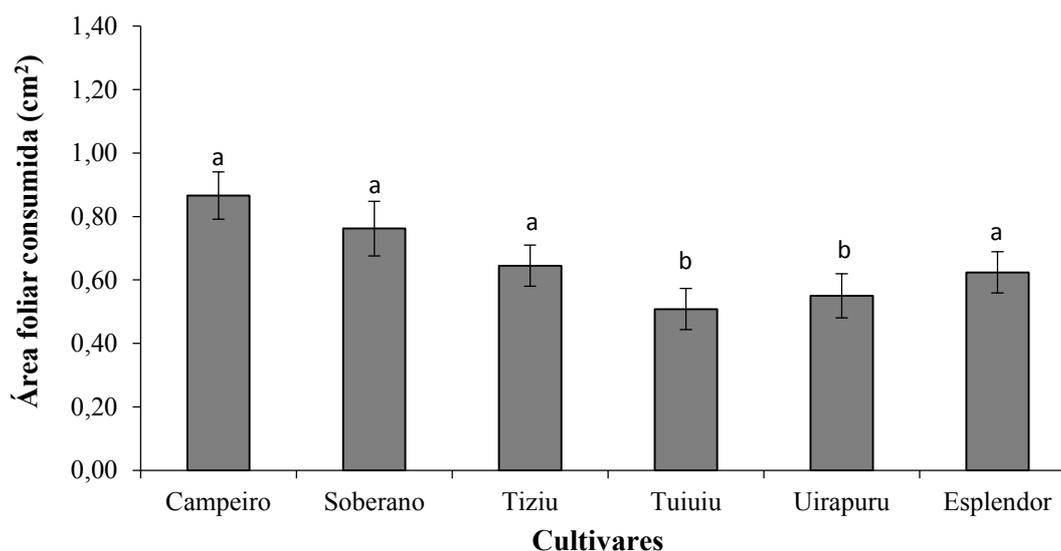
Os dados de longevidade foram analisados em ambiente SAS 5.3 a partir da curva de sobrevivência, onde as médias e erros padrão foram computados com o estimador de Kaplan-Meier da correspondente função de sobrevivência (MANTEL, 1966).

A partir dos dados de duração do período de desenvolvimento, razão sexual, período de pré-oviposição, número de ovos por dia, fecundidade total e mortalidade diária das fêmeas foi realizada a tabela de vida de fertilidade (SILVEIRA NETO et al., 1976). Para a estimativa dos

parâmetros biológicos foi utilizado o método “Jackknife” e as médias comparadas pelo teste “t” pareado de student ( $p < 0,05$ ), sendo a tabela de vida analisada com a programação “tabela de vida.sas”, em ambiente SAS 5.3. Para a construção da tabela de vida e fertilidade considerou-se: i) taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), o número de descendentes férteis do sexo feminino que cada fêmea consegue produzir durante sua vida; ii) taxa intrínseca de crescimento ( $R_m$ ), a capacidade de reprodução da população dentro da mesma geração; iii) intervalo médio entre gerações (IMG), o tempo médio entre a postura de ovos de uma geração e da geração seguinte; iv) razão finita de aumento ( $\lambda$ ), o fator de multiplicação que uma população cresce diariamente e; v) tempo de duplicação (TD), é o tempo em que uma população leva para dobrar em número de indivíduos (MAIA, LUIZ, 2006).

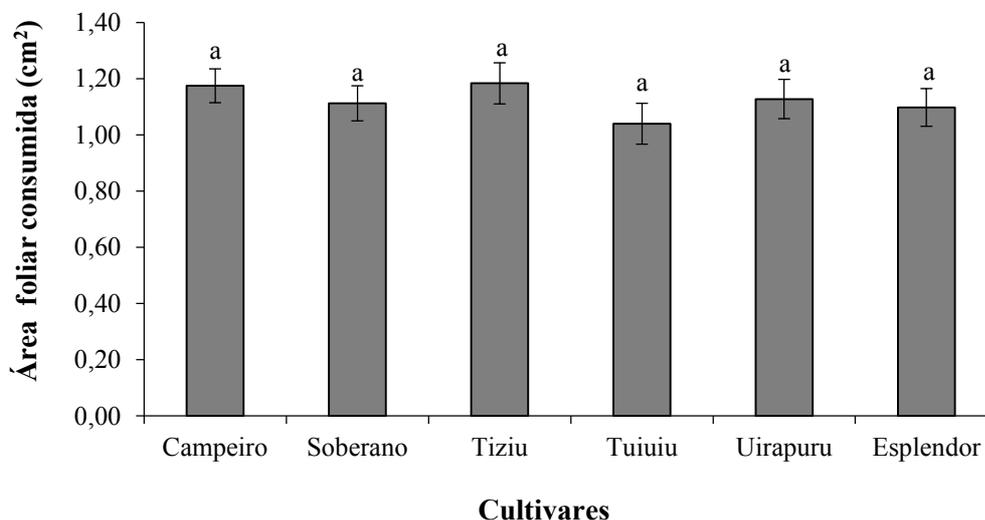
## 5. RESULTADOS

Nos bioensaios com chance de escolha, os adultos de *D. speciosa* consumiram entre 0,51 e 0,87 cm<sup>2</sup> de tecido foliar de feijoeiro, em média, preferindo se alimentar das cultivares Campeiro, Soberano, Tiziu e Esplendor (ANOVA, Tukey,  $p < 0,05$ ) (Figura 7). Os insetos alimentados com o genótipo Campeiro consumiram 12,4% da área total, apresentando o maior consumo com uma diferença de 4,55 % do genótipo Tuiuiu que foi um dos menos preferidos, porém com a menor média de consumo. Os insetos também apresentaram menor preferência pelos genótipos Uirapuru, com 7,85 % de área foliar consumida (ANOVA, Tukey,  $p < 0,05$ ).



**Figura 7.** Área foliar de feijão (*Phaseolus vulgaris*) consumida por adultos de *Diabrotica speciosa* em bioensaios de preferência alimentar com chance de escolha (N=100). \*Letras distintas sobre as barras indicam diferenças entre os tratamentos (Tukey,  $p < 0,05$ ). As barras sobre as colunas representam o erro padrão da média.

Nos bioensaios sem chance de escolha, quando os insetos dispunham de apenas um genótipo para se alimentar, a área foliar consumida variou entre 1,04 e 1,19 cm<sup>2</sup>, não havendo diferença no consumo dos genótipos avaliados (ANOVA, p=0,676) (Figura 8).

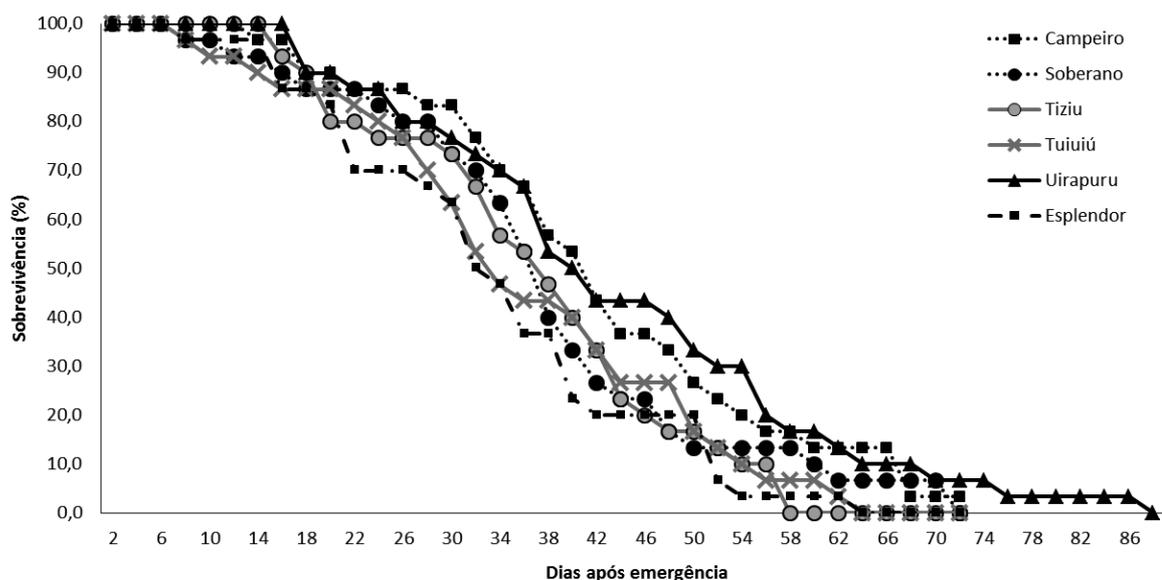


**Figura 8.** Área foliar de genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris*) consumido por adultos de *Diabrotica speciosa* em bioensaios de preferência alimentar sem chance de escolha. \*Letras iguais sobre as barras indicam não distinção entre os tratamentos (ANOVA, p=0,676). Barras sobre as colunas apresentam o erro padrão da média. (N=100).

Adultos de *D. speciosa* alimentados com os genótipos de feijoeiro apresentaram longevidade de 70 a 88 dias (Figura 9). O número médio de ovos depositados por fêmea variou de 347 a 510 ao longo da vida, com média diária de 8,69 a 11,48 (Tabela 1).

Analisando os parâmetros biológicos, isoladamente, observou-se que a longevidade, e a fecundidade não diferiram em decorrência do genótipo que os insetos se alimentaram (ANOVA, p<0,05) (Tabela 1).

Os dados de longevidade que foram analisados por meio da curva de sobrevivência de médias estimadas por Kaplan-Meier, apresentaram não significância para as fêmeas que se alimentaram com estes tratamentos, entretanto pode-se observar que os insetos alimentados com o genótipo Uirapuru começaram a morrer a partir do 18º dia, enquanto que os insetos alimentados com os genótipos Tuiuiu, Esplendor e Soberano começaram a morrer a partir do 8º dia de alimentação. (Figura 9).



**Figura 9.** Porcentagem de sobrevivência de adultos de *Diabrotica speciosa* alimentados com seis genótipos de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*), em condições de laboratório.

**Tabela 1.** Média ( $\pm$ Erro Padrão) dos parâmetros biológicos de adultos fêmeas de *Diabrotica speciosa* alimentados com seis genótipos comerciais de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*), em condições de laboratório. (N=30).

Cultivares	Longevidade (dias)	Fecundidade	Número de ovos/fêmea/dia
<b>Campeiro</b>	42,2 $\pm$ 2,7 <sup>ns</sup>	510,43 $\pm$ 54,5 <sup>ns</sup>	11,48 $\pm$ 1,16 <sup>ns</sup>
<b>Soberano</b>	38,2 $\pm$ 2,8 <sup>ns</sup>	348,13 $\pm$ 44,7 <sup>ns</sup>	8,76 $\pm$ 1,05 <sup>ns</sup>
<b>Tiziu</b>	37,1 $\pm$ 2,3 <sup>ns</sup>	356,93 $\pm$ 48,2 <sup>ns</sup>	8,69 $\pm$ 1,13 <sup>ns</sup>
<b>Tuiuiu</b>	37,3 $\pm$ 2,8 <sup>ns</sup>	370,13 $\pm$ 50,3 <sup>ns</sup>	8,76 $\pm$ 1,12 <sup>ns</sup>
<b>Uirapuru</b>	44,1 $\pm$ 3,2 <sup>ns</sup>	376,57 $\pm$ 48,2 <sup>ns</sup>	9,23 $\pm$ 0,98 <sup>ns</sup>
<b>Esplendor</b>	34,0 $\pm$ 2,5 <sup>ns</sup>	347,13 $\pm$ 40,6 <sup>ns</sup>	10,45 $\pm$ 1,31 <sup>ns</sup>

Médias não diferem significativamente entre si pela ANOVA ( $p < 0,05$ ).

Por outro lado, os resultados da tabela de vida e fertilidade demonstraram que o genótipo do qual os insetos se alimentaram influencia os parâmetros biológicos relacionados à taxa líquida de reprodução e o intervalo médio entre gerações (Teste t,  $p < 0,05$ ) (Tabela 2). Quando comparada às demais, o genótipo Campeiro proporcionou maior taxa líquida de reprodução. Além disso, o intervalo médio entre gerações mostrou-se distinto nos genótipos Campeiro e Esplendor.

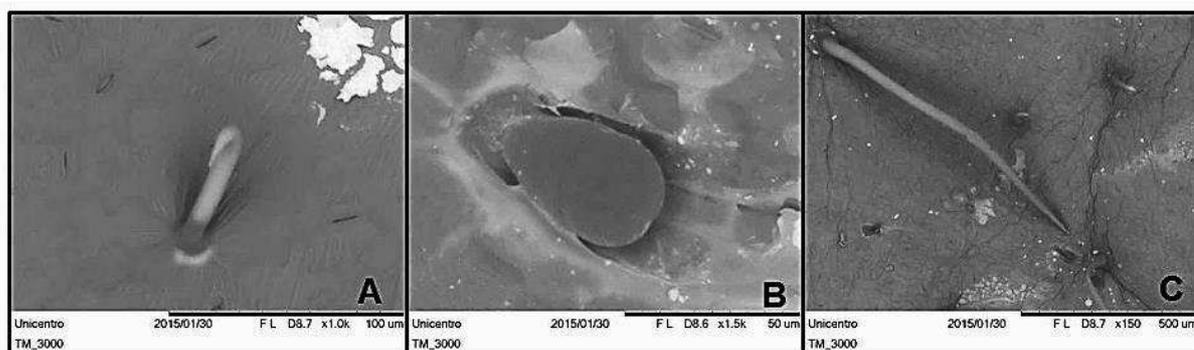
Com relação à duração média de uma geração (TD), a capacidade inata de aumentar em número ( $R_m$ ) e a razão finita de aumento, não foram evidenciadas diferenças para os insetos alimentados com os diferentes genótipos.

**Tabela 2.** Taxa líquida de reprodução (Ro), duração média de uma geração (TD), Intervalo médio entre gerações (IMG), capacidade inata de aumentar em número (Rm), e razão finita de aumento ( $\lambda$ ) de *D. speciosa* em genótipos de feijão. Temperatura  $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 15\%$ ; fotofase: 12 horas.

Cultivares	Ro	TD	Rm	IMG	$\lambda$
<b>Campeiro</b>	177.928 b	6.44392 a	0.10757 a	48.1693 a	1.11356 a
<b>Soberano</b>	121.893 a	6.88365 a	0.10069 a	47.7001 ab	1.10594 a
<b>Tiziu</b>	124.950 a	6.64615 a	0.10429 a	46.2918 ab	1.10993 a
<b>Tuiuiú</b>	129.477 a	6.77430 a	0.10232 a	47.5322 ab	1.10774 a
<b>Uirapuru</b>	131.798 a	6.52991 a	0.10615 a	45.9849 ab	1.11199 a
<b>Esplendor</b>	122.348 a	6.44806 a	0.10750 a	44.7163 b	1.11349 a

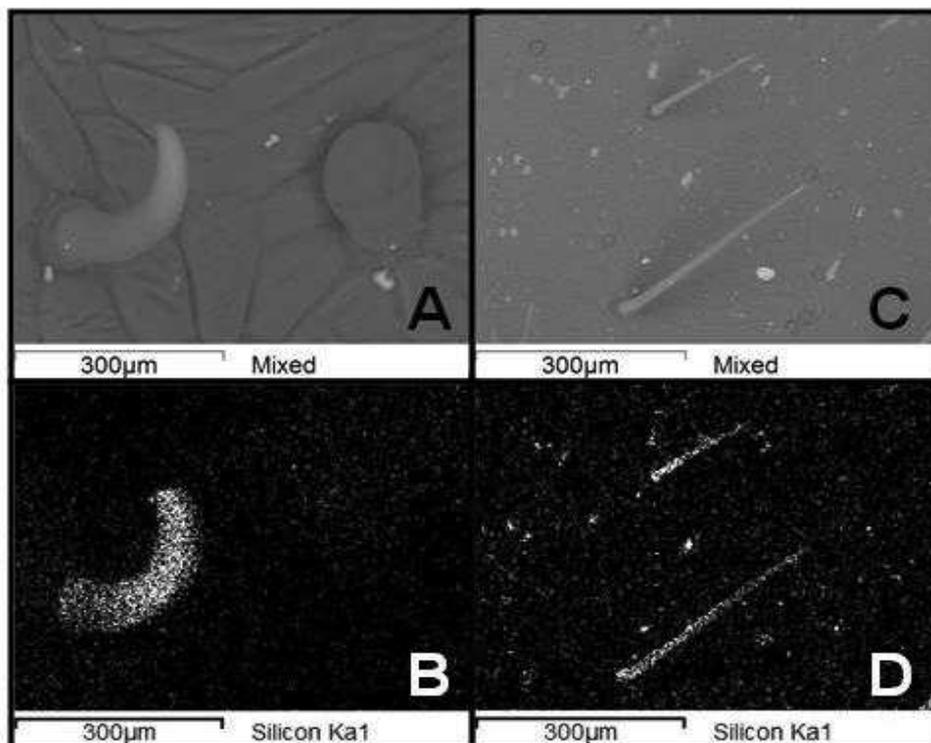
Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si para a estimativa dos parâmetros biológicos pelo método “Jackknife” e as médias comparadas pelo teste “t” pareado de student ( $p < 0,05$ ).

Os genótipos de feijão preto estudados apresentaram tricomas dos tipos unciformes, aciculares e glandulares (Figura 10), tanto na região lateral, quanto na região central, em ambas as faces do folíolo (Figura 10, 13).



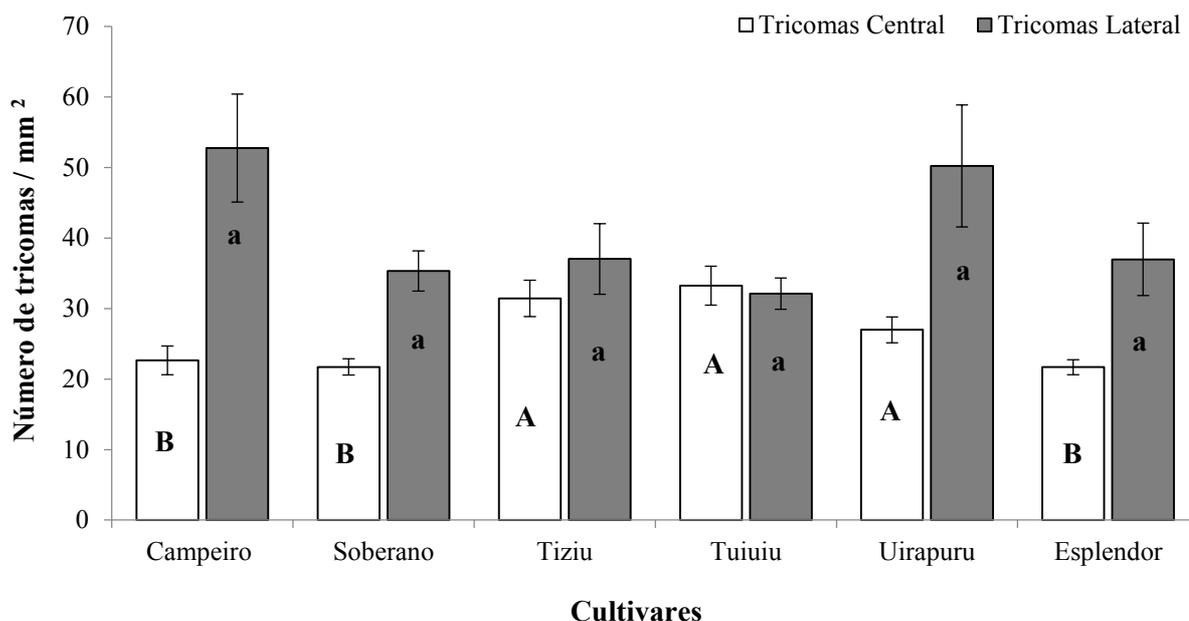
**Figura 10.** Tricomas presentes nos folíolos de feijão. A) Tricoma unciforme (aumento 1.000 x); B) Tricoma glandular (aumento 1.500 x); C) Tricoma acicular (aumento 150 x).

Os tricomas unciformes e aciculares apresentaram silício em sua composição nos seis genótipos estudados. Por sua vez, os tricomas glandulares não apresentara este elemento como também não apresentaram outros possíveis de caracterizar pelo método utilizado (Figura 11).



**Figura 11.** Ilustrações da superfície foliar contendo tricomas aciculares, unciformes e glandulares em *Phaseolus vulgaris*. A) Tricoma unciforme e glandular. B) Mapeamento da imagem A. Regiões em branco demonstram altos teores de silício. C) Tricomas aciculares. D) Mapeamento da imagem C. Regiões em branco apresentam altos teores de silício.

Considerando a densidade de tricomas em toda a superfície foliar (abaxial + adaxial), a maioria das cultivares apresentou maior abundância na região lateral, embora não se tenha caracterizado diferenças entre as cultivares nesta região foliar (ANOVA,  $p=0,099$ ). Por outro lado, na região central do folíolo, a densidade total de tricomas variou entre as cultivares (ANOVA,  $p<0,05$ ), com maior abundância em Tiziu, Tuiuiú e Uirapuru (Figura12).

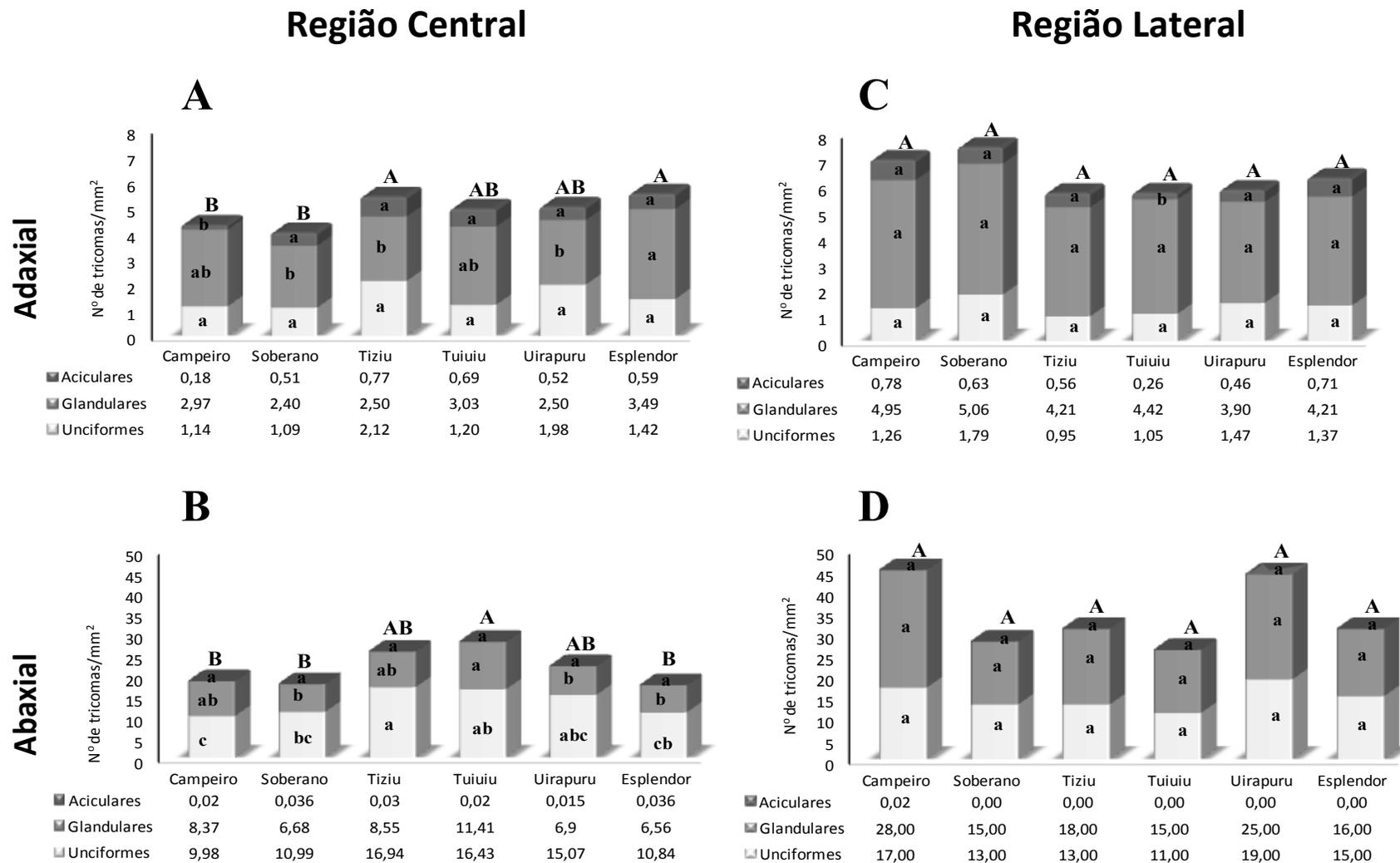


**Figura 12:** Densidade de tricomas (unciformes+glandulares+aciculares) nas regiões central e lateral do folíolo de seis genótipos de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*). Letras diferentes nas barras da mesma cor indicam diferença entre os tratamentos na região central (letras maiúsculas) e na região lateral (letras minúsculas) dos folíolos (ANOVA, Tukey  $p < 0,05$ ). Barras verticais demonstram o erro padrão da média.

Considerando o número total de tricomas presentes em cada genótipo, observou-se maior densidade na face abaxial dos folíolos (Figura 13 A-D), tanto na região central quanto lateral. Na região central do folíolo, a densidade variou significativamente entre os genótipos, tanto na face adaxial, quanto na face abaxial (Figura 13 A, B). Já na região lateral, a densidade total de tricomas não diferiu entre os genótipos avaliados em nenhuma das faces do folíolo (Figura 13 C, D). Analisando a abundância de cada tipo de tricoma, na maioria dos genótipos os tricomas glandulares foram mais abundantes, seguidos dos unciformes (Figura 13 A-D). Os genótipos diferiram quanto ao número de tricomas unciformes, glandulares e aciculares da região central, e tricomas aciculares da região lateral (ANOVA,  $p < 0,05$ ) (Figura 13).

No centro foliar, os tricomas glandulares da região adaxial foram mais abundantes em Esplendor, seguidos de Tuiuiu e Campeiro (Figura 13 A). Já na região abaxial os tricomas glandulares mostraram-se mais abundantes nos genótipos Tuiuiu, Tiziu e Campeiro, com destaque para o primeiro (Figura 13 B) (Tukey,  $p < 0,05$ ).

Por sua vez, os tricomas aciculares mostraram-se menos densos no genótipo Campeiro, quando analisada a região central adaxial do folíolo (Figura 11A), e no genótipo Tuiuiu, quando analisada a região lateral adaxial do folíolo (Figura 13C) (Tukey,  $p < 0,05$ ).



**Figura 13.** Densidade de tricomas unciformes, glandulares e aciculares por milímetro quadrado (mm<sup>2</sup>) nas regiões central e lateral dos folíolos de seis genótipos de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*). Letras minúsculas nas barras indicam diferenças entre os tipos de tricomas em cada genótipo. Letras maiúsculas sobre as barras indicam diferenças no total de tricomas entre os genótipos (ANOVA, Tukey p<0,05).

## 6. DISCUSSÃO

Os adultos de *D. speciosa* diferenciaram os genótipos em bioensaios com chance de escolha, indicando que os menos preferidos, Tuiuiú e Uirapuru, possuem características menos adequadas aos insetos do que as demais cultivares avaliadas. Entretanto, tais características parecem não impedir a alimentação dos insetos quando apenas esta fonte alimentar está disponível, como ocorreu nos bioensaios sem chance de escolha.

No presente trabalho, foram observadas médias da área de consumo superiores em bioensaios sem chance de escolha, em comparação aos bioensaios com chance de escolha, para todos os genótipos avaliados. Esse fato também foi verificado por Parón, Lara (2005), estudando o consumo de feijoeiro por *D. speciosa*. Tais diferenças podem indicar que os adultos de *D. speciosa* alternam o alimento desde que haja a disponibilidade de diferentes genótipos. Por outro lado, em caso de não disponibilidade de alimentos distintos, o consumo pode ocorrer em apenas um substrato, como ocorreu no confinamento proporcionado pelos testes sem chance de escolha. De acordo com Schoonhoven et al. (2005), o comportamento de seleção hospedeira de insetos herbívoros pode alterar de acordo com a disponibilidade e variedade de recursos disponíveis, tanto para alimentação quanto para oviposição. Segundo Parón, Lara (2001) quando os insetos tem livre escolha para alimentação isso determina a preferência deste inseto entre os genótipos que estão sendo testados. No presente trabalho, os genótipos Tuiuiú e Uirapuru foram os menos consumidos quando os insetos tiveram livre escolha para alimentação. Logo o comportamento desses insetos pode estar associado à atratividade ocasionada pelos genótipos que se apresentaram mais suscetíveis.

Para insetos herbívoros, a não preferência para alimentação pode ocorrer devido a fatores químicos e físicos da planta, como compostos voláteis e tricomas, os quais reduzem a atratividade ou desfavorecem o consumo (Schoonhoven et al., 2005). No presente trabalho, observou-se que os genótipos Tuiuiú e Uirapuru, além de proporcionar menos preferência dos insetos, demonstraram maior número de tricomas no centro do folíolo em relação a outros genótipos avaliados. Por outro lado, os genótipos Campeiro e Soberano, com menor quantidade de tricomas totais, também foram mais preferidos para alimentação. Estes resultados indicam que a densidade total dos tricomas pode influenciar a preferência dos adultos, embora não se possa associar esse fato a nenhum tipo de tricoma específico. Não obstante, não se pode descartar o efeito de compostos voláteis sobre a escolha dos insetos, uma vez que se Tuiuiú, Tiziu e Campeiro também apresentaram quantidade maiores de tricomas glandulares na região

central do folíolo, tricomas estes que sabidamente emitem compostos químicos de defesa em *Phaseolus* sp. (BALLHORN et al., 2013).

As fêmeas alimentadas com folhas dos genótipos apresentaram fecundidade entre 347,13 a 510,43, médias inferiores aos resultados apresentados por Ávila et al. (2000) que obtiveram 1724,1 ovos/ fêmea alimentadas com feijão. Para o número de ovos/fêmea/dia a variação foi de 8,69 a 11,48 não havendo diferença entre os genótipos. Isso pode demonstrar que estes genótipos podem apresentar algum fator que possa afetar na ovogênese das fêmeas. Segundo Wheeler (1996) a capacidade de postura dos insetos é determinada pela ovogênese, processo que é regulado pela disponibilidade de nutrientes presentes na alimentação das fêmeas.

Ávila et al. (2000) e Bitencourt (2007) afirmaram que de todos os hospedeiros de *D. speciosa*, o feijão é o que proporciona maior longevidade para esses insetos. Segundo Dahlin et al. (1992) cada genótipo contém características próprias, as quais podem causar algum tipo de resistência aos insetos, porém não foi possível caracterizar interferência dos tratamentos avaliados quanto à longevidade das fêmeas neste trabalho.

Os parâmetros biológicos analisados isoladamente não apresentaram diferenças significativas entre os genótipos. Porém quando realizada a análise da tabela de vida de fertilidade foi possível conhecer, a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), o intervalo de tempo entre cada geração (T), o intervalo médio de cada geração (IMG) e a razão finita de aumento ( $\lambda$ ), definida como o número de vezes que a população multiplica em uma unidade de tempo. Os resultados fornecidos pela tabela de vida de fertilidade proporcionam a compreensão e a comparação da dinâmica de populações submetidas a distintas condições ambientais, como substrato alimentar, habitat entre outros (COPPEL, MERTINS, 1977; PANIZZI, PARRA, 2009).

A partir da análise da tabela de vida, Teodoro et al. (2014) demonstraram que ao alimentar adultos de *D. speciosa* com feijão, a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) foi de 56,311, muito abaixo dos valores encontrados no presente trabalho (Tabela 2), que variaram de 121,893 a 177,928. Quanto aos tratamentos avaliados neste trabalho, o genótipo Campeiro apresentou diferença significativa em relação aos demais para a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), embora o intervalo médio entre geração (IMG) de insetos alimentados com o genótipo Campeiro diferiu apenas do Esplendor que apresentou a menor média do intervalo entre gerações. Logo os insetos alimentados com o genótipo Campeiro apresentaram ter um intervalo maior de indivíduos novos entre as gerações em comparação com os insetos alimentados com o genótipo Esplendor. Os insetos tiveram menor preferência de alimentação para o genótipo Esplendor, porém os quais foram alimentados com esse genótipo mostraram aumentar sua população em um curto

intervalo de tempo entre as gerações.

Campeiro se destacou em relação aos outros genótipos na taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) e no intervalo médio entre gerações (IMG), sendo o mais consumido por *D. speciosa*, mostrou não ter algum tipo de resistência a esses insetos, logo os outros genótipos podem interferir de alguma forma na biologia dos insetos. Entretanto a resistência de plantas pode estar associada com a quantidade de tricomas existentes em um genótipo ou as diferenças entre esses tricomas (RIDDICK, SIMMONS, 2014). O genótipo Campeiro, avaliado neste trabalho, apresentou a menor densidade de tricomas no centro foliar o que pode estar relacionado com a maior taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) e a maior preferência para alimentação.

Para os outros dados biológicos não se obteve diferenças entre os genótipos avaliados, estes apresentaram médias muito próximas como à capacidade inata de aumentar em número que ficou entre 0,100 a 0,107, a razão finita de aumento variou de 1,105 a 1,113 e a duração média de uma geração foi de 6,443 a 6,883. Os genótipos apresentaram-se semelhantes para esses parâmetros, sendo necessária a comparação deste com maior número de genótipos, a fim de investigar se afetaram a biologia destes insetos quanto a esses parâmetros.

Corroborando as informações de Dahlin et al. (1992) foram encontrados os três tipos de tricomas nos genótipos estudados sendo eles aciculares, unciformes e glandulares. A presença de tricomas foliares já foi apontada como fator importante de resistência contra insetos em outros genótipos de feijão (PARÓN, LARA, 2001; 2005).

Dahlin et al. (1992), constataram que três genótipos analisados em seu trabalho mostravam que a densidade e os tipos de tricomas sobre os folíolos eram diferentes, indicando que cada genótipo possui características únicas quanto à densidade e distribuição dos tricomas. Ballhorn et al. (2013) verificaram que a maioria de tricomas unciformes em *Phaseolus lunatus* L está localizada ao longo das nervuras dos folíolos. Este trabalho mostra a quantificação realizada na lateral e no centro do folíolo, sendo úteis para indicar parâmetros mais adequados para a caracterização de resistência em feijão, o qual não apresentou diferenças na lateral, mas apresentou diferenças quanto à quantidade de tricomas existentes nas áreas distintas. A não caracterização dos tricomas nesses locais pode subestimar os fatores de resistência dos genótipos.

Um aspecto importante é a presença e densidade de tricomas glandulares que foram caracterizados no presente trabalho, uma vez que a maioria dos estudos sobre resistência a insetos em feijão não aborda essas estruturas, restringindo-se a tricomas unciformes e aciculares, pela facilidade de visualização destes. Parón, Lara (2005), ao avaliar genótipos andinos e mesoamericanos, identificaram apenas tricomas não glandulares, destacando que os

unciformes eram os mais numerosos, e relacionando estes tricomas com a alimentação de *D. speciosa*.

De acordo com a análise dos tricomas unciformes observou-se diferença significativa no centro foliar apenas para os genótipos Tuiuiú, Uirapuru e Tiziu, também constatado por Ballhorn et al. (2013) em *P. lunatus*. Para os aciculares houve diferença no genótipo Campeiro (Figura 13 A), o qual apresentou a menor densidade de tricomas aciculares na face adaxial e Tuiuiú que apresentou a menor densidade na face adaxial da lateral do folíolo (Figura 13 C), não sendo possível relacionar apenas estes tricomas com a alimentação de *D. speciosa*.

Dahlin et al. (1992), verificaram que a composição dos tricomas unciformes e aciculares dos feijões era composta por Silício (Si), e oxigênio (O) assim como nos genótipos deste trabalho (Figura 11). Segundo Kvedaras e Keeping. (2007) a ação do Si sobre os insetos herbívoros pode ocorrer de forma direta, afetando a reprodução, o que pode ter influenciado os indivíduos alimentados com os outros genótipos em relação ao Campeiro, que não influenciou a taxa de reprodução, apresentando menor densidade total de tricomas e menor densidade de tricomas do tipo acicular no centro foliar, sendo assim menor quantidade de silício. A ação também pode ser indireta fazendo com que o inseto demore mais para perfurar o tecido para se alimentar Kvedaras e Keeping (2007).

Os tricomas glandulares analisados neste trabalho ocorreram em densidades distintas nos genótipos e, embora o componente fósforo tenha sido encontrado por Dahlin et al. (1992) em *P. lunatus*, este componente não foi verificado para os genótipos aqui avaliados. De acordo com Ballhorn et al. (2013) os tricomas glandulares em *Phaseolus* spp. armazenam substâncias voláteis, as quais podem ocasionar repelência em insetos. Todavia, a maior quantidade de tricomas glandulares evidenciada no genótipo Campeiro (Figura 13), não resultou na repelência dos insetos ou na redução do consumo foliar. Assim, não se pode confirmar que os compostos voláteis dos tricomas glandulares caracterizaram neste trabalho resistência à *D. speciosa*, como ocorreu no trabalho de Torres et al. (2007) quando constataram que *Bemisia Tabaci* biótipo B reduziu a quantidade de ovos colocados em genótipos de feijão com maior densidade de tricomas glandulares.

Nas últimas décadas, os estudos acerca de tais compostos químicos voláteis têm direcionado e criado muitas perspectivas para programas de melhoramento genético de plantas para resistência a insetos (KARBAN, BADWIN, 1977; FERRY et al., 2004; ARAB, BENTO, 2006; TURLINGS, TON, 2006). Em feijoeiro, embora existam evidências da correlação entre a densidade de tricomas e a emissão de voláteis (BALLHORN et al., 2013), as pesquisas sobre esses aspectos são raras o que dificulta a sua caracterização e os avanços na seleção de genótipos

resistentes.

Campeiro e Soberano apresentaram menor pubescência no centro do folíolo o que pode ser relacionado com a suscetibilidade à *D. speciosa*. No total do centro (Abaxial+ adaxial) (Figura 13 A, B) os genótipos Tiziu, Tuiuiú e Uirapuru apresentaram as maiores densidades de tricomas, o que pode ter ocasionado a menor preferência de *D. speciosa* pelos genótipos Tuiuiú e Uirapuru. Todavia isso não ocorreu com o genótipo Tiziu que apresentou maior consumo por *D. speciosa* e maiores densidades de tricomas. A partir disso não se obteve neste trabalho o mesmo que nas investigações de Heyer et al. (1986) e Parón, Lara (2005) que constataram que a variação na densidade de tricomas pode dificultar a alimentação de crisomelídeos desfolhadores.

Entretanto Parón, Lara (2005) analisaram maior densidade de tricomas aciculares na face abaxial dos genótipos analisados, relacionando o tamanho dos tricomas com a menor alimentação. O presente trabalho apresenta as maiores densidades de tricomas aciculares foram encontradas na face adaxial, na qual apenas o genótipo Campeiro se diferenciou sendo o único a apresentar a menor média deste tricoma nesta face, sendo o qual *D. speciosa* mostrou maior preferência, juntamente com os genótipos Soberano e Tiziu, nos bioensaios com chance de escolha

A partir dos resultados apresentados, há indícios de que a densidade dos tricomas pode ser um fator de resistência. Porém deve-se investigar se as defesas mecânicas e químicas estão relacionadas, a exemplo do que foi evidenciado por Ballhorn et al. (2013), para *P. lunatus*, que ao correlacionar os tricomas unciformes com as defesas químicas perceberam que quanto maior o dano celular causado pelo inseto, maior a liberação de cianeto pela planta, logo a ocorrência de tricomas apresentou correlação positiva com a emissão de compostos cianogênicos, que com a presença de tricomas unciformes diminuía a liberação de compostos voláteis. Logo, com uma grande liberação de cianeto e os tricomas a planta pode apresentar resistência simultânea, afetando insetos mastigadores com a composição química e barrando os sugadores com os tricomas.

Dahlin et al. (1992) ao medir os tricomas aciculares, unciformes e glandulares obteve medidas de 700, 100 e 50  $\mu\text{m}$  respectivamente, esses são muito pequenos em relação ao tamanho de *D. speciosa*. Por ser um inseto maior, os tricomas podem não afetar a mobilidade e preferência da mesma forma que insetos menores. Logo esses genótipos devem ser avaliados futuramente quanto à caracterização de resistência do tipo antibiose e antixenose em pragas de tamanho menor que *D. speciosa*.

Estudos sobre resistência de plantas podem auxiliar no desenvolvimento de programas de manejo integrado de pragas de feijão sugere-se a necessidades da investigação de um maior número de genótipos buscando identificar a composição química da planta. Embora se tenha identificado diferenças na densidade de tricomas glandulares entre os genótipos, não foi realizada a análise para caracterizar a quantidade e qualidade dos compostos voláteis existentes nestes tricomas de cada genótipo, os quais podem influenciar na resistência da planta contra os insetos. Estudos futuros sobre os compostos químicos produzidos pela planta devem ser realizados para ampliar os conhecimentos sobre resistência.

## 7. CONCLUSÃO

1. Os genótipos Tuiuiú e Uirapuru foram menos preferidos por adultos de *D. speciosa* nos testes com chance de escolha;
2. Os insetos alimentados com o Genótipo Campeiro não influenciaram na taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) assim como os insetos alimentados com o genótipo Esplendor que apresentaram o intervalo médio entre gerações (IMG) menor dos insetos alimentados com o genótipo Campeiro.
3. A densidade de tricomas mostrou-se variável em regiões distintas dos folíolos dos genótipos avaliados. Embora a densidade total dos tricomas tenha sido maior em genótipos menos preferidos pelos adultos de *D. speciosa*, o efeito destas estruturas não interferiu a área foliar consumida em bioensaios sem chance de escolha;
4. Os dados apontam vestígios de resistência do tipo antixenose e antibiose, porém devem-se realizar novos estudos para caracterização destes comparando-os com outros genótipos.

## 8. REFERÊNCIAS

ANGIOI, S.A.; RAU, D.; ATTENE, G.; NANNI, L.; BELLUCCI, E.; LOGOZZO, G.; NEGRI, V.; SPAGNOLETTI ZEULI, P.L.; PAPA, R. Beans in Europe: origin and structure of the European landraces of *Phaseolus vulgaris* L. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.121, p.829-843, 2010.

ANTUNES, P. L.; BILHALVA, A. B.; ELIAS, M. C.; SOARES, G. J. D. Valor nutricional de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivares rico 23, carioca, pirata-1 e rosinha-G2. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 12-18, 1995.

ARAB, A.; BENTO, JMS. Plant Volatiles: New perspectives for research in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.35, n 2,151-158, 2006.

ASSIS, F.A; MORAES, J.C; NASCIMENTO, A.M; FRANÇOSO, J. Efeitos da terra diatomácea Sobre *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em Batata Inglesa. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 35, n. 3, p. 482-486, 2011.

ÁVILA, C.J; MILANEZ, J.M. Larva Alfinete. In. SALVADORI, J.R; ÀVILA, C.J; SILVA, M.T.B. **Pragas do Solo no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA, p. 345-378, 2004.

ÁVILA, C.J; TABAI, A.C.P; PARRA, J.R.P. Comparação de técnicas para criação de *Diabrotica speciosa* (Germar) Coleoptera: Chrysomelidae em dietas natural e artificial. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.29, n.2, p. 257-267, 2000.

BALLHORN, D.J; GODSCHALX, A.L; KAUTZ, S. Co-Variation of chemical and mechanical defenses in lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) **Journal of Chemical Ecology**. New York, v. 39, p. 413-417, 2013.

BECK, S. D. Resistance of plants to insects. **Journal Annual Review of Entomology**, Madison, vol. 10, p 207-232, 1965.

BITENCOURT, D.R. **Biologia, capacidade reprodutiva e consumo foliar de *Diabrotica speciosa* (German, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes hospedeiros**. 2007. 48f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS, 2007.

BOFF, M.I.C.; GANDIN, C.L. Principais pragas da cultura da melancia e seu controle. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, p. 39-41, 1992.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E. de S. A Cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais**. Viçosa: Editora Universidade Federal de Viçosa, p.13-17, 1998.

BORIANI, M.; AGOSTI, M.; KISSANDI, J.; EDWARDS, C.R. Sustainable management of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae), in infested areas: Experiences in Italy, Lungary and the USA. **Bulletin OEPP/EPP Bulletin**, Luxemburgo, v. 36, p. 531-537, 2006.

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**, Lanham, v. 10, p. 826-831, 1981.

CABRERA WALSH, G. Host range and reproductive traits of *Diabrotica speciosa* (Germar) and *Diabrotica viridula* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae), two species of South American pest rootworms, with notes on other species of Diabroticina. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 32, p. 276-285, 2003.

CAMPBELL, L.A. **Hybridization in *Diabrotica barberi* smith and lawrence and *Diabrotica longicornis* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae): biology, behavior, field introgression, and**

**a reevaluation of taxonomic status.** 2009. Dissertação (Entomology) – University of Nebraska, Lincom, 2009.

CARGNIN, A.; ALBRECHT, J.C. BRS Esplendor: **Nova cultivar de feijoeiro comum do grupo comercial preto para o Distrito Federal.** Disponível em: [BRS-Esplendor-nova-cultivar-de-feijoeiro-comum-do-grupo-comercial-preto-para-o-Distrito-Federal.pdf](#). Pub. 2010. Planaltina – DF. Acesso em: 22/02/2015.

CARNEIRO, J.E.S; FARIA, L.C; PEREIRA, P.A.A.; PELOSO, M.J.D; RAVA, C.A; COSTA, J.G.C.; CARNEIRO, G.E.S.; SOARES, D.M.; DIAZ, J.L.C.; MELO, L.C; MESQUITA, A.N.; FARIA, J.C; SILVA, H.T.; SARTORATO, A; BASSINELO, P.Z; ZIMMERMANN, F.J.P. **BRS Campeiro: Nova cultivar de feijoeiro comum de grão preto, indicada para o sul do Brasil.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/comt>. Publicado: 2003. Acesso em: 26/02/2015.

CASTRO, F.S. **FT sementes presente no dia de campo da safra de verão da CAMP.** Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/site/content/noticias/?q=26391>. Publicado em: 2012. Acesso em: 25/02/2015.

CLARK, T.L.; MEINKE, L.J.; FOSTER, J.E. Molecular phylogeny of *Diabrotica* beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) inferred from analyses of combined mitochondrial and nuclear DNA sequences. **Insect Molecular Biology**, Oxford, v. 10, p. 303-314, 2001.

COMPANHIA NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS>. Acesso em: 09/02/2015, v.1, Publicado: 2013.

COPPEL, H.C; MARTINS, J.W. **Biological insect pest suppression.** New York, Springer-verlag, p. 314, 1977.

COSTA, E.N; SOUZA, B.H.S; FORIM, M.R; COSTA, E.S; RIBEIRO, Z.A; BELLO, M.M; JUNIOR, A.L.B. **Efeitos de pó de nim aplicado via solo no controle de larvas de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) e sobre o desenvolvimento de plantas de milho.** In. XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Águas de Lindoia, p. 873-878, 2012.

DAHLIN, R. M; MARK, A.B; OGG, J.B. Characterization and density of trichomes on three common bean cultivars. **Economic Botany**, New York, v. 46, n.3, p. 299-304, 1992.

DAOUST, R.A.; PEREIRA, R.M. Stability of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on beetle attracting tubers and cowpea foliage in Brazil. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 15, n. 6, p. 1237-1243, 1986.

DEBOUCK, D; HIDALGO, R. Morphology of the common bean plant (*Phaseolus vulgaris*). **Centro Internacional de Agricultura Tropical**, Colombia, p. 56, 1986.

DEHEER, C.J.; TALLAMY, D.W. Affinity of spotted cucumber beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae to cucurbitacinas. **Environmental Entomology**, Londrina, v. 20, p. 1173-1175, 1991.

DENDY, J; P. F. CREDLAND. Development, fecundity and egg dispersion of *Zabrotes subfasciatus*. **Entomologia Experimentalis Applicata**, London, v. 57, p. 9-17, 1991.

DICKE, M. Chemical ecology of host-plant selection by herbivorous arthropods: a multitrophic perspective. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 28, p. 601-617, 2000.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Cultivo de feijoeiro comum**. Disponível em: sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br. Publicado em: 2010. Acesso em: 12/11/2014.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Catálogo de cultivares de feijão comum**. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/transferencia/tecnologiaseproductos/cultivares/cultivaresFeijao-29Maio2013.pdf>. Publicado: 2013. Acesso em: 21/02/2015.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION- FAOSTAT. Disponível em: <http://faostat3.fao.org>. Acesso em: 20/02/2015.

FARREL, J.A.K. Plant resistance to insects and the selection of resistant lines. **The New Zealand Entomologist**, Nova Zelândia, v. 6, n 3, 1977.

FERNANDEZ, F; GEPTS. P; LOPES, M. Etapas de desarrollo de la planta de frijol comum. Centro Nacional de Agricultura Tropical, Cali, 26p, 1982.

FERREIRA, T; RASBAND, W. ImageJ user guide. **Revised Edition**, New York, v. 1.43, p. 185, 2012.

FERRY, N.; EDWARDS, M.G.; GATEHOUSE, J.A.; GATEHOUSE, A.M.R. Plant-insect interactions: Molecular approaches to insect resistance. **Current Opinion Biotechnology**, London, v. 15, p. 155-161, 2004.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. DE; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GRAHAN, P.H.; RANALLI, P. Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Field Crops Research**, Bologna, v. 53, p. 131-146, 1997.

HAINES, C. P. **Insects and arachnids of tropical stored products: Their biology and identification**. 2ª edição. Kent, Natural Resources Institute. 1991, p. 246.

HAJI, N.F.P. **Biologia, dano e controle do adulto de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura da batatinha (*Solanum tuberosum* L.)** 1981. 53p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.

HANCOCK, J. F. **Plant evolution and the origin of crop species**. CABI Publishing, London, 2º ed, p. 311, 2004.

HEYER, W.; CRUZ, B.; CHIANG-LOK, M. L. Comportamiento y preferência de los adultos de *Diabrotica balteata*, *Andrector ruficornis*, *Systema basalis* (Coleoptera: Chrysomelidae) y *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae), en frijol. **Ciencias de la Agricultura**, La Habana, v. 27, p. 61-76, 1986.

HOMERO. H. **Cultivo do feijoeiro comum**. Embrapa Arroz e Feijão. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro>. Pub. 2003. Acesso em: 20/02/2015.

INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Principais características das cultivares de feijão com sementes disponíveis no mercado**. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php>. Acesso em: 25/02/2015. Londrina – PR. Pub. 2015.

KARBAN, R.; BALDWIN, I.T. **Induced responses to herbivory**. Chicago: Chicago Univ. Press, 319p, 1977.

KORNEGAY, J; CARDONA, C. Breeding for insect resistance in beans. In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYEST, O. **Crop improvement**. Cali: CIAT, p. 619-648, 1991.

KRYSAN, J. L. Introduction: biology, distribution, and identification of pest *Diabrotica*. In: KRYSAN, J. L; MILLER, T. A. **Methods for the study of pest *Diabrotica***. New York: Springer- verlag, p. 1-23; 1986.

KRYSAN, J.L.; SMITH, R.F. Systematics of *virgifera* species groups of *Diabrotica* (Coleoptera: Chrysomelidae: Luperini). **Entomography**, Sacramento, v.5, p. 375-484, 1987.

KVEDARAS, O.L; KEEPING, M.G. Silicon impedes stalk penetration by the borer *Eldana saccharina* insugarcane. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 125, n.1, p. 103-110, 2007.

KWAK, M; KAMI, J.A; GEPTS, P. The putative mesoamerican domestication center of *Phaseolus vulgaris* Is located in the Lerma-Santiago Basin of Mexico. **Crop Science**, California, v. 49, p. 554-563, 2009.

LANCE, D.R. Respsnes of northern and western corn rootworm to semiochemical attractants in corn fields. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 14, p. 1177-1185, 1988.

LOLLATO, M. A; SEPULCRI, O; DEMARCHI, M. **Cadeia produtiva de feijão**. Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina, p. 48, 2001.

MAGALHÃES, B.P; CARVALHO, S.M; PEIXOTO MAGALHÃES, B; MARTINEZ, S.C. Insetos associados a cultura. In ZIMMERMANN, M.J; ROCHA, M. YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potasso, p. 573-589, 1988.

MAIA, A.H.N; LUIZ, A.J.B. **Programa SAS ara análise de tabelas de vida e fertilidade de artrópodes: O Método Jackknife**. Embrapa. Disponível em: [http://www.cnpma.embrapa.br/download/comunicado\\_33.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/download/comunicado_33.pdf). 2006, Acesso em: 25/05/2015.

MANTEL, N. Evaluation of survival data and two new rank order statistics arising in its consideration. **Cancer Chemother.** Barcelona, Rep. 50, p. 163-170, 1966.

MAPA, MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO- MAPA. **Feijão**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao>. Publicado em: 2015. Acesso em: 20/02/2015.

MARQUES, G.B.C; ÀVILA, C. J; PARRA, J.R.P. Danos causados por larvas e adultos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 1983-1986, 1999.

MARQUES, M. A. Contribuição ao estudo dos Chrysomelídeos do gênero *Diabrotica*. **Boletim da Escola Nacional de Agronomia**, Rio de Janeiro, v.2, p. 61- 147, 1941.

MARTINEZ S.S. Controle da vaquinha com o inseto triturado. **Revista Agroecologia Hoje**, Curitiba, n. 4, p. 22, 2003.

MEDEIROS, L. A. M. **Resistência Genética do Feijão (*Phaseolus vulgaris*) ao *Colletotricum lindemuthianum***. 2004, 97f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2004.

METCALF, R.L; FERGUNSON, J.E.; LAMPMAN, R.; ANDERSEN, J.F. Dry cucurbitacin-containing baits for controlling diabroticide beetles. (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 80, p. 870-875, 1987.

MIZUKOSHI, T.; KAKIZAKI, M. Influence of trichomes on kidney bean leaves to the development of the foxglove aphid, *Aulacorthum solani* (Homoptera: Aphididae). **Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan**, Tokyo, n. 46, p. 142-146, 1995.

MODA-CIRINO, V. **Desafios ao controle de pragas na cultura do feijoeiro: desafios na região sul**. Disponível em: [www.infobibos.com/Artigos/2006\\_DesafiosSul](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_DesafiosSul). Publicado em: 2006. Acesso em: 22/01/2014.

NORA, G. D. **Caracterização citogenética de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L)**. 2012, 38 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Estadual de Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2012.

OEPP/EPPO. European and mediterranean plant protection organization bulletin. *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). Luxemburgo. **OEPP/EPPO**, v. 35, p. 374-376, 2005.

ORIANI, M.A. de G.; LARA, F.M. Oviposition preference of *Bemisia tabaci* (Genn.) Biotype B (Homoptera: Aleyrodidae) for bean genotypes containing arcelin in the seeds. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 565-572, 2000.

OLIVEIRA, C.R.B; MARINHO, V.L.A; ASTOLFI, F.S.; AZEVEDO, M; CHAGAS, C.M.; KITAJIMA, E. W. Purification, serology and some properties of the purple granadilla (*Passiflora edulis*) mosaic vírus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 455-462, 1994.

PAINTER. R. H. **Insect resistance in crop plants**. MacMillan. New York, p. 520, 1951.

PANIZZI, A.R; PARRA, J.R.P. A bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. In. PANIZZI, A.R; PARRA, J.R.P. **Bioecologia e nutrição dos insetos**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p. 1107-1140, 2009.

PARON, M.J.F. O; LARA, F.M. Relação entre tricomas foliares de genótipos de feijoeiro comum, *Phaseolus vulgaris* L. e resistência a *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 894-898, 2005.

PARON, M.J.F.O; LARA, F.M. Preferência alimentar de adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) por genótipos de feijoeiro. **Neotropical Entomology**, Jaboticabal, v.30, n. 4, p.669-674, 2001.

PEÑA, E. A.; PANTOJA, A.; BEAVER, J. Determinación de la pubescencia de cuatro genotipos de habichuela, *Phaseolus vulgaris* L. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Porto Rico, v. 76, n. 2, p. 71-82, 1992.

PILLEMER, E. A; TINGEY, W. M. Hooked trichomes: a physical plant barrier to a major agricultural pest. **Science**, London, v. 193, p. 482-484, 1976.

QUINTELA, E. D. Manejo integrado de pragas de feijoeiro. **Embrapa Arroz e Feijão**. Goiás, p. 28, 2001.

QUIRING, D. T.; TIMMINS, P. R.; PARK, S. J. Effect of variations in hooked trichome densities of *Phaseolus vulgaris* on longevity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) adults. **Environmental Entomology**, College Park, v. 21, n. 6, p. 1357-1361, 1992.

RIDDICK, E.W; SIMMONS, A.M. Do Plant Tricomes cause more harm than good to predatory insects? **Pest Manage Ciência**, Mississippi, v. 70, p. 1655-1665, 2014.

SCHOONHOVEN, L. M.; van LOON, J.J.A.; DICKE, M. **Insect-plant biology**. New York: Oxford University Press, p.421, 2005.

SILVA, G.M.B. **Formação de um painel de diversidade genética em feijão comum**. 2011. 57 f. Dissertação. (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) – Instituto Agronômico, Universidade de Campinas, São Paulo, 2011.

SILVA, S.C; STEINMETZ, S. Cultivo do feijoeiro comum. **Embrapa Arroz e Feijão, Sistema de produção**, Santo Antônio de Goiás, n. 2, p. 40, 2003.

SILVEIRA NETO, S; NAKANO, O; BARBIN, D; VILLA NOVA, N.D. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 419p, 1976.

SINGH, S.R. Host plant resistance in cowpeas, beans and soybeans. In: **Proceedings of the International Workshop in integrated pest control for grain legumes**. Goiânia, p.117 – 127, 1983.

SPANCER, J.L; HIBBARD, B.E; MOESER, J.; ONSTAD, D. W. Behavior and ecology of the western coor rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). **Agricultural and Florest Entomology**, Washington, v.11, p. 9-27, 2009.

TEETES, G. L. **Plant Resistance to Insects: A fundamental component of IPM**. Department Entomology. Disponível em: <http://ipmworld.umn.edu/chapters/teetes.htm>. Publicado em: 2013. Acesso em: 19/02/2015.

TEODORO, J.S; TRECHA, C.O; MEDINA, L.B; HELLWIG, L; LIMA, C.V; ROSA, A.P.SA. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae) em dieta natural. **Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n. 3, p.238-243,2014.

TORRES, L.C.; SOUZA, B.; AMARAL, B.B.; TANQUE, R.L. Biologia e não-preferência para oviposição por *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivares de algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Lavras, v.36, p.445-453, 2007.

TURLINGS, T.C.J.; TON, J. Exploiting scents of distress: the prospect of manipulating herbivore-induced plant odours to enhance the control of agricultural pests. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 9, p. 421-427, 2006.

VARGAS, E.R.; GARCIA, F.R.M.; ZANELLA, V.J. Avaliação de inseticidas no controle de adultos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em lavoura de feijoeiro. **Revista Biociência**, Taubaté, v. 10, n. 3, p. 111-114, 2004.

VENDRAMIM, J.D.; GUZZO, E.C. Resistencia de plantas e a biotecnologia e nutrição dos insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Bioecologia e nutrição dos insetos**. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, p. 1053-1055, 2009.

VENTURA, U.M; OLIVEIRA, A. M; SIMONELLI, F; FRANCISCO A. M; ZARBIN, P.H.G. Ecology, behavior and bionomics males are attracted by female traps: A new perspective for management of *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) using sexual pheromone. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, p. 361-364, 2001.

VIANA, P. F. Manejo de *Diabrotica speciosa* na cultura do milho. **Embrapa, Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, p. 6, 2010.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P. Melhoramento do feijão. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, p. 273-349, 1999.

WALDBAUER, G.P; S. FRIEDMAN. Self-selection of optimal diets by insects. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 36, p. 43-63, 1991.

WANDER, A. L. **Cultivo de feijão da primeira e segunda safra na região sul de Minas Gerais**. Embrapa Arroz e Feijão. Disponível em: [sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafraSulMG/mercado\\_comercializacao](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafraSulMG/mercado_comercializacao). Publicado em: 2005. Acesso em: 22/02/2015.

WHEELER, D. The role of nourishment in oogenesis. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.41, p.407-431, 1996.

WILCOX, J.A. Chrysomelidae: Galerucinae. In: \_\_\_\_\_. **Coleopterum Catalogus**. Gravenhage: W. Junk, p. 296-323, 1972.

ZABOT, L. **Temperaturas e níveis de qualidade fisiológicas de sementes no crescimento inicial de plântulas de feijão.** 2007,71 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade Estadual de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

ZHANG, X; BLAIR, M.W; WANG, S. Genetic diversity of Chinese common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces assessed with simple sequence repeat markers. **Theoretical and Applied Genetics**, Beijing, v.117, p.629-640, 2008.