



DANIELA MARIA SILVA

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE
Brachiaria ruziziensis COM E SEM APLICAÇÃO
DE SILÍCIO E DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE CO₂ SOBRE *Collaria
oleosa* (HEMIPTERA: MIRIDAE)**

LAVRAS – MG

2016

DANIELA MARIA SILVA

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE
Brachiaria ruziziensis COM E SEM APLICAÇÃO DE SILÍCIO E
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CO₂ SOBRE *Collaria oleosa*
(HEMIPTERA: MIRIDAE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Jair Campos Moraes

LAVRAS - MG

2016

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silva, Daniela Maria.

Avaliação de genótipos de *Brachiaria ruziziensis* com e sem aplicação de silício e diferentes concentrações de CO₂ sobre *Collaria oleosa* (Hemiptera: Miridae) / Daniela Maria Silva. – Lavras : UFLA, 2016.

110 p.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): Jair Campos Moraes.

Bibliografia.

1. Forrageiras. 2. Silício. 3. Percevejo. 4. CO₂. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

DANIELA MARIA SILVA

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE
Brachiaria ruziziensis COM E SEM APLICAÇÃO DE SILÍCIO E
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CO₂ SOBRE *Collaria oleosa*
(HEMIPTERA: MIRIDAE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 22 de março de 2016.

Dra. Lenira Viana Costa Santa-Cecília	EPAMIG
Dr. Rogério Antônio Silva	EPAMIG
Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira	UFLA
Dra. Rosângela Cristina Marucci	UFLA

Dr. Jair Campos Moraes
Orientador
Dr. Alexander Machado Auad
Coorientador

LAVRAS – MG

2016

Aos meus pais, Hélio e Conceição.

Aos meus irmãos, Bruno e Fábio.

E à minha filha Maria.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade de realizar o curso nesta importante e respeitada instituição de ensino superior.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Gado de Leite, pela oportunidade de realizar este trabalho junto à empresa.

Ao professor Jair Campos de Moraes, pela orientação, paciência, amizade, pelos conhecimentos adquiridos, pela confiança e compreensão.

Ao pesquisador, Dr. Alexander Machado Auad, pelo seu exemplo de profissionalismo, dedicação, responsabilidade com a pesquisa, pessoa que admiro e respeito, agradeço com muito carinho, por ter me aceitado como coorientador e amigo.

Aos membros da banca, por lerem este trabalho com atenção e pelas valiosas sugestões.

Aos estagiários da Embrapa Gado de Leite, pela ajuda nos trabalhos e amizade.

A minhas amigas, Sandra, Roberta e Marcy, pelo apoio, amizade e risadas.

À minha família pelo apoio constante, incentivo, confiança e certeza de que sempre estiveram comigo.

A todos que, direta e indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho.

OBRIGADA!

RESUMO GERAL

A espécie *Collaria oleosa* (Distant, 1883) vem sendo observada com frequência em pastagens, causando injúrias em forma de estrias nas folhas das principais gramíneas forrageiras utilizadas no Brasil. Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram os de avaliar a resistência constitutiva de genótipos de *Brachiaria* spp. e a resistência induzida pela aplicação de silício; o nível de tolerância de genótipos de *Brachiaria* spp. com e sem a aplicação de silício submetidos a diferentes densidades de *C. oleosa* e compreender o efeito direto da elevação do nível de CO₂ na biologia desse mirídeo e indiretos, quando alimentados com plantas submetidas a diferentes níveis de CO₂. As plantas foram tratadas com silício, a 1% (50ml da solução por kg de substrato), aplicado via solo. Após 10 dias da aplicação do silício, foram montados o primeiro e o segundo ensaios. No primeiro ensaio, as ninfas recém - eclodidas foram individualizadas em placas de plástico cilíndricas, contendo discos foliares de diferentes genótipos de *Brachiaria* spp. conservadas em ágar. Ao atingirem o terceiro ínstar, as ninfas foram transferidas para placas de *Petri*. Na fase adulta, foram mantidos em gaiolas, no mesmo alimento que as ninfas se desenvolveram. Utilizaram -se 9 genótipos de *Brachiaria ruziziensis*, o cultivar marandu (*Brachiaria brizantha*) e a *Brachiaria decumbens*, sendo avaliada a duração e a sobrevivência da fase ninfal, a longevidade dos adultos. No segundo ensaio, foram utilizadas as densidades de 0, 4, 8, 16 adultos de *C. oleosa*, mantidas em dois genótipos de *B. ruziziensis* (CNPGL BR 7 e CNPGL BR 100) e na *B. brizantha*, por um período de 10 dias por parcela experimental. Após esse período, os insetos foram removidos das plantas e avaliados: teor de clorofila, perda de clorofila, perda funcional, nota de dano, massa seca e porcentagem de folhas atacadas. No terceiro ensaio, as ninfas e adultos do percevejo e forrageiras foram submetidas em fitotron a quatro concentrações diferentes de CO₂: 1) insetos e plantas a 400 ppm; 2) insetos a 400 ppm e alimentadas a 700 ppm; 3) insetos a 700 ppm, e alimentadas com plantas a 400 ppm e 4) insetos e forrageiras a 700 ppm. Utilizaram -se dois genótipos de *B. ruziziensis* (CNPGL BR 150; CNPGL BR 1765), além da *B. brizantha* e *B. decumbens*. Avaliaram -se a duração e sobrevivência da fase ninfal e a longevidade dos adultos submetidos aos diferentes tratamentos, utilizando a mesma metodologia descrita no primeiro ensaio. Os resultados obtidos foram que o silício não afetou a duração e a sobrevivência de *C. oleosa* e a longevidade dos adultos, na dosagem equivalente a 1t/ha. Os genótipos CNPGL BR 39, CNPGL BR 43, CNPGL BR 76, CNPGL BR 97, CNPGL BR 100 e *B. brizantha* são resistentes a *C. oleosa*. Na tolerância, o silício induziu a resistência no genótipo CNPGL BR 100; entre os genótipos que não foram tratados com silício, a *B. brizantha* apresentou tolerância a *C. oleosa*. Densidades de adultos de *C. oleosa* superiores a 8 podem

ser indicadas para seleção de materiais resistentes a esse inseto praga. A maior duração e menor sobrevivência e longevidade induzirá a redução de número de gerações e número de indivíduos, ressalta-se que o material CNPGL BR 150 é considerado o mais indicado em regiões atuais com o problema de *C. oleosa*. Para as demais genótipos/espécies, espera-se a manutenção da suscetibilidade (*B. decumbens*) e da resistência (CNPGL BR 1765) ou alteração da resistência (*B. brizantha*) para o cenário climático futuro.

Palavras-chave: Forrageiras. Percevejo. Danos. MIP. Silício. CO₂.

GENERAL ABSTRACT

Collaria oleosa (Distant, 1883) have been frequently observed in pastures, and causes injuries to the form of the streaks on the leaves of the main forage grass used in Brazil. The objectives of the study were to assess the constitutive resistance of *Brachiaria* spp. genotypes, and the resistance induced by the application of silicon; the level of tolerance of *Brachiaria* spp. genotypes with and without the application of silicon, subjected to different densities of *C. oleosa*; and understand the direct effect of rising CO₂ levels over the biology of this mirid, and indirect effect when sunjecting plants to different levels of CO₂. The plants were treated with 1% of silicon (50 ml of solution per kg of substrate) via soil. After 10 days of application, we assembled the first and second tests. In the first trial, the newly hatched nymphs were individualized in cylindrical plastic plates containing leaf discs of different *Brachiaria* spp. genotypes preserved in agar. When reaching the third instar, the nymphs were transferred to the Petri dishes. In adulthood, they were kept in cages, receiving the same food in which the nymphs developed. We used nine genotypes of *Brachiaria ruzizensis*, marandu (*Brachiaria brizantha*) and *Brachiaria decumbens*, evaluating the duration and survival of nymphal stage and adult longevity. In the second trial, densities of 0, 4, 8 and 16 adult *C. oleosa*, per plot, were maintained in two genotypes of *B. ruzizensis* (CNPGL BR 7 and CNPGL BR 100) and *B. brizantha* for a period of 10 days. Subsequently, the insects were removed, evaluating chlorophyll content, loss of chlorophyll, functional loss, damage note, dry weight and percentage of attacked leaves. In the third trial, nymphs and adult bedbugs, and the forages were subjected in phytotron in four different concentrations of CO₂: 1) insects and plants subjected to 400 ppm; 2) insects subjected to 400 ppm and fed 700 ppm; 3) insects subjected to 700 ppm, and fed plants to 400 ppm, and 4) insects and forage subjected to 700 ppm. We used two genotypes of *B. ruzizensis* (CNPGL BR 150, CNPGL BR 1765), in addition to *B. brizantha* and *B. decumbens*. We evaluated the duration and survival of the nymphal stage and adult longevity subjected to different treatments, using the same methodology described in the first test. The results showed that silicon does not affect the duration and survival of *C. oleosa*, as well as the longevity of adults at a dose equivalent to 1 t/ha. Genotypes CNPGL BR 39, CNPGL BR 43, CNPGL BR 76, CNPGL BR 97, CNPGL BR 100 and *B. brizantha* are resistant to *C. oleosa*. Regarding tolerance, silicon induced resistance in the CNPGL BR 100 genotype; concerning the genotypes not treated with silicon, the *B. brizantha* presented tolerance to *C. oleosa*. Densities superior to eight adult *C. oleosa* can be indicated for selection of materials resistant to this pest. When longer and shorter survival and longevity leads to a reduction in the number of generations and number of individuals, we emphasize that CNPGL BR 150 is

considered the most appropriate in regions with *C. oleosa*. For the other genotypes/species, we expect the maintaining of the susceptibility (*B. decumbens*) and resistance (CNPGL BR 1765) or change in resistance (*B. brizantha*) for the future climate scenario.

Keywords: Forage. Bug (*Collaria oleosa*). Damage. MIP. Silicon. CO₂.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1	Médias de duração da fase ninfal e a longevidade dos adultos de <i>C. oleosa</i> em nove genótipos de <i>B. ruzizienses</i> ; <i>B. brizantha</i> e <i>B. decumbens</i> , tratadas ou não com silício a 25°C, UR: 70 ± 10% e fotofase de 12 horas49
Tabela 2	Sobrevivência média (%) da fase ninfal de <i>C. oleosa</i> em nove genótipos de <i>B. ruzizienses</i> ; <i>B. brizantha</i> e <i>B. decumbens</i> , tratadas ou não com silício a 25°C, UR: 70 ± 10% e fotofase de 12horas51

ARTIGO 2

Tabela 1	Relação entre os genótipos e a aplicação de silício para teor de clorofila, nota de dano, percentual de massa seca (g), percentual de folhas atacadas por planta (%) e perda de clorofia (%) em <i>B. ruziziensis</i> e <i>B. brizantha</i>70
Figura 2	Índices de Perda Funcional de plantas (%) após 10 dias de exposição em diferentes densidades de adultos de <i>C. oleosa</i> . Barras com as mesmas letras minúsculas dentro da densidade de infestação e Barras com as mesmas letras maiúsculas entre as densidades de infestação não diferem pelo teste de Scott & Knott72
Figura 3	Relação entre o índice de Perda Funcional de plantas (%) e o indutor silício, em diferentes densidades de infestação por adultos de <i>C. oleosa</i> . Barras com as mesmas letras maiúscula entre as densidades de infestação não diferem pelo teste de Scott & Knott73

Figura 4	Relação entre as diferentes densidades de adultos de <i>C. oleosa</i> e teor de clorofila de <i>Brachiaria</i> spp.	74
Figura 5	Relação entre as diferentes densidades de adultos de <i>C. oleosa</i> e nota de dano de <i>Brachiaria</i> spp.	75
Figura 6	Relação entre as diferentes densidades de adultos de <i>C. oleosa</i> e o percentual de folhas atacadas por planta de <i>Brachiaria</i> spp.....	76

ARTIGO 3

Tabela 1	Médias de duração da fase ninfal e longevidade dos adultos de <i>C. oleosa</i> em diferentes genótipos de <i>Brachiaria</i> spp. submetidos aos diferentes níveis de CO ₂ : (400/400) insetos mantidos em fitotron a 400 ppm e alimentados com plantas de 400ppm; (400/700) insetos mantidos em fitotron a 400 ppm e alimentados com plantas de 700ppm; (700/400) insetos mantidos em fitotron a 700 ppm e alimentados com plantas de 400 e 4) insetos mantidos em fitotron a 700 ppm e alimentados com plantas de 700 ppm (700/700). Temperatura de 25 ± 2 °C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas	96
Figura 2	Porcentagem de sobrevivência da fase ninfal de <i>C. oleosa</i> em dois genótipos de <i>B. ruzizienses</i> ; <i>B. brizantha</i> e <i>B. decumbens</i> , submetidas a diferentes níveis de CO ₂ : (400/400) insetos mantidos em fitotron a 400 ppm e alimentados com plantas de 400ppm; (400/700) insetos mantidos em fitotron a 400 ppm e alimentados com plantas de 700ppm; (700/400) insetos mantidos em fitotron a 700 ppm e alimentados com plantas de 400 e 4) insetos mantidos em fitotron a 700 ppm e alimentados com plantas	

de 700 ppm (700/700) a 25 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Médias seguidas de mesma letra, maiúscula entre os ambientes e minúscula dentro do mesmo ambiente, não diferem entre si pelo teste Scott & Knott ($P < 0,05$)99

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	19
1 INTRODUÇÃO	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Braquiária no Brasil	21
2.2 <i>Collaria oleosa</i>: aspectos biológicos e danos	23
2.3 Mudanças Climáticas	27
2.4 Silício: indutor de resistência	28
3 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32
SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	40
ARTIGO 1 AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS E DO SILÍCIO NA RESISTÊNCIA DA <i>Brachiaria</i> spp. A <i>Collaria oleosa</i> (DISTANT, 1883) (HEMIPTERA: MIRIDAE)	40
1 INTRODUÇÃO	43
2 MATERIAL E MÉTODOS	45
3 RESULTADOS	47
4 DISCUSSÃO	52
5 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56
ARTIGO 2 TOLERÂNCIA CONSTITUTIVA E INDUZIDA DE <i>Brachiaria ruziziensis</i> EM DIFERENTES DENSIDADES DO PERCEVEJO <i>Collaria oleosa</i> (DISTANT, 1883) (HEMIPTERA: MIRIDAE)	60
1 INTRODUÇÃO	63
2 MATERIAL E MÉTODOS	65
3 RESULTADOS	68
4 DISCUSSÃO	75
5 CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS	80
ARTIGO 3 COMO <i>Collaria oleosa</i> (DISTANT, 1883) (HEMIPTERA: MIRIDAE) E <i>Brachiaria</i> spp. RESPONDEM À ELEVAÇÃO DOS NÍVEIS DE CO₂?	85
1 INTRODUÇÃO	88
2 MATERIAL E MÉTODOS	91
3 RESULTADOS	94
4 DISCUSSÃO	99
5 CONCLUSÃO	104
REFERÊNCIAS	105

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária no Brasil é baseada em um intenso sistema de produção, que depende das gramíneas forrageiras como principal fonte de alimento para o gado. Os pastos cultivados vêm ganhando espaço no país em substituição aos nativos, principalmente, devido ao padrão de produção que se firmou nos últimos anos, exigindo cultivares mais produtivas, adaptadas (SILVA et al., 2012) e resistentes a insetos praga.

O gênero *Brachiaria* tem destaque nas pastagens brasileiras, sendo a forrageira mais cultivada, pois apresenta vantagens a outros gêneros, como grande adaptabilidade a solos ácidos e de baixa fertilidade (SILVA et al., 2012), boa produção e germinação de sementes, alta agressividade na competição com a vegetação nativa e elevada disseminação pela semeadura natural, além de ser uma espécie tolerante à seca (SOUZA SOBRINHO; AUAD; LEDO, 2010).

O percevejo *Collaria oleosa* (Distant, 1883) (Hemiptera: Miridae) vem sendo observado com frequência em gramíneas de importância econômica em diferentes estágios de desenvolvimento (CARLESSI; CORSEUIL; SALVADORI, 1999) e o aumento gradativo de sua população a cada ano tem chamado atenção de pesquisadores

Esse percevejo danifica as plantas por meio da sucção dos cloroplastos causando injúrias nas folhas em forma de estrias esbranquiçadas, que acarretam diminuição na taxa fotossintética, comprometendo o rendimento e o valor nutricional da planta, podendo levá-la à morte (AUAD et al., 2011; MENEZES, 1990).

Dessa forma, torna-se importante a busca por métodos alternativos de controle, visto que, para o percevejo *C. oleosa*, ainda, não possui nenhum

método de controle descrito na literatura, e a seleção de gramíneas com características constitutivas ou induzidas de resistência ao percevejo e que já tenham sido selecionadas como resistentes às cigarrinhas das pastagens, torna-se uma alternativa viável. Com isso, as forrageiras a serem lançadas serão resistentes às duas espécies de insetos praga da braquiária, mantendo as duas populações em equilíbrio.

Outro fator estudado foi o efeito do CO₂ nos aspectos biológicos do percevejo *C. oleosa* em níveis de concentrações de CO₂ atual e no cenário futuro. Nenhum estudo, até o momento, foi feito para avaliar o desempenho do mirídeo *C. oleosa* em diferentes níveis de CO₂. Segundo Lopes et al. (2000), o aumento do conhecimento da biologia do inseto, a interação inseto-praga, bem como as alterações sofridas pelo ambiente e/ou pela planta hospedeira são fundamentais na elaboração de alternativas para um manejo eficiente do ecossistema.

Sendo assim, em virtude da ausência de informações sobre esta espécie, sobre sua forma de interação com as plantas e por apresentar um grande potencial de se tornar uma praga causadora de intensos danos, tornam-se necessárias pesquisas nestas áreas para conhecer seus aspectos biológicos e ecológicos, gerando maior aprendizagem acerca da espécie para adoção de táticas de manejo a fim de minimizar seus danos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Braquiária no Brasil

A bovinocultura é um dos setores mais importantes no agronegócio brasileiro e vem ganhando destaques no cenário mundial. O Brasil possui o segundo maior rebanho do mundo, com cerca de 200 milhões de cabeças, proporcionando um desenvolvimento lucrativo das cadeias produtivas de carne e leite. O valor bruto da produção desses dois segmentos está estimado em R\$ 67 bilhões que, aliado à presença da atividade em todos os estados brasileiros, evidenciam a importância econômica e social da bovinocultura em nosso país (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2014).

A agropecuária na América tropical é baseada em um intenso sistema de produção que depende de gramíneas forrageiras para produção de leite e carne. As pastagens cultivadas representam a forma mais prática e econômica de alimentação do gado, constituindo a base de sustentação da pecuária de corte e leite no país. O Brasil possui, aproximadamente, 190 milhões de hectares de pastagens, dos quais 100 milhões são cultivadas. Nas últimas décadas, têm sido formados, anualmente, no Brasil, cerca de 4 milhões de hectares de novas pastagens (CENTRO DE PRODUÇÕES TÉCNICAS, 2010). Mais de 80% da área de pastagem cultivadas no país utilizam cultivares do gênero *Panicum* e *Brachiaria* (FERNANDES; VALÉRIO; FERNANDES, 2000).

Segundo Valério et al. (2001), várias espécies do gênero *Brachiaria* compõem estes sistemas, pois elas têm sido amplamente adotadas em toda América Central e do Sul, pela sua excelente adaptação em solos ácidos e de baixa fertilidade. Estes autores relatam, ainda, que, aproximadamente, 50 milhões de hectares são constituídos por cultivares de *Brachiaria* no Brasil, e

isso ocorre porque sua introdução, no país, aumentou a capacidade de suporte das pastagens.

O gênero *Brachiaria*, originária da África, são plantas que se caracterizam por serem agronomicamente mais agressivas (BARROS, 1986; LAPOINTE; SOTELO; ARANGO, 1989). Essas gramíneas são caracterizadas pela sua grande flexibilidade de uso e manejo, sendo tolerantes a uma série de limitações e/ou condições restritivas de utilização para um grande número de espécies forrageiras (VALÉRIO, 2006).

A introdução das gramíneas, aliada ao sistema de pastejo extensivo, resultou no aumento da população de pragas, limitando a produtividade, a capacidade de suporte e próprio estabelecimento dessas gramíneas (LAPOINTE et al., 1992; OLIVEIRA; ALVES, 1988).

Os benefícios obtidos com a introdução desta planta têm sido afetados, negativamente, pois a monocultura extensiva de gramíneas suscetíveis favorece o surgimento de insetos-praga, limitando sua produção. Por grande importância das pastagens para a economia do país, é fundamental a manutenção da sua qualidade.

A *Brachiaria ruziziensis*, além de proporcionar elevado rendimento de matéria seca (MS) (MOREIRA et al., 2009), é a única espécie diploide e tem reprodução sexual, permitindo a seleção e recombinação de genótipos superiores (SOUZA SOBRINHO, 2005). Apesar da importância econômica deste gênero, observa-se uma suscetibilidade a *C. oleosa* (SILVA et al., 2013a, 2013b) e torna-se necessária a busca pela seleção de materiais resistentes.

Dentro do gênero *Brachiaria*, já foram identificadas espécies resistentes (*Brachiaria brizantha*) e suscetíveis (*Brachiaria decumbens*), a cigarrinha das pastagens, com isso, é muito importante saber como elas respondem ao ataque do percevejo *C. oleosa*.

2.2 *Collaria oleosa*: aspectos biológicos e danos

Entre os insetos sugadores encontram-se os percevejos que pertencem à ordem Hemiptera, subordem Heteroptera. Os percevejos formam um importante táxon da classe Insecta, pela grande variabilidade de habitats que ocupam, pelos hábitos alimentares e, no aspecto econômico, pelos prejuízos causados às culturas. A família Miridae é a maior da ordem Hemiptera, com aproximadamente 3000 espécies na região Neotropical e várias são causadoras de danos às plantas cultivadas (WHEELER JÚNIOR, 2000).

Dentro da família Miridae, o gênero *Collaria* pertence à tribo Stenodemini e é representado por 15 espécies (SCHUH, 1995). Carvalho e Fontes (1981) citaram oito espécies sendo três de ocorrência no Brasil, *Collaria husseyi* Carvalho, 1955 no estado de Minas Gerais, *Collaria oleosa* Distant, 1883 com ampla distribuição na América do Sul e, em vários estados do Brasil e *Collaria scenica* Stal, 1859 com distribuição em sete estados brasileiros, Argentina e Uruguai.

De acordo com Carvalho, 1945 e D'Araújo et al., 1968, o percevejo *C. oleosa* somente foi registrado, atacando gramíneas e sua distribuição é bastante ampla, pois foi encontrado em Mato Grosso (Chapada dos Guimarães), Minas Gerais (Carmo do Rio Claro e Viçosa), Bahia (Salvador), Pará (Santarém) e São Paulo (Santos e São Paulo), assim como na Guatemala e no Panamá. Trabalhos publicados por Auad et al. (2011) e Silva et al. (2013a, 2013b) mostram sua ocorrência em gramíneas de importância econômica, causando danos consideráveis.

Espécies do gênero *Collaria* são responsáveis por prejuízos em pastagens na Colômbia (VERGARA, 2006) e vem sendo relatado na literatura como uma praga potencial na cultura de trigo na região dos cerrados no Brasil

(BARBOZA, 2009) e forrageiras do gênero *Brachiaria* e *Penissetum* (AUAD et al., 2011; SILVA et al., 2013a, 2013b).

Vergara (2006) relatou que os percevejos do gênero *Collaria* estão chegando ao status de pragas de pastagens em várias regiões da Colômbia. Embora estes insetos-praga sejam registrados no país há mais de 50 anos, a densidade populacional tem crescido em áreas extensas, semeadas com quicuío (*Pennisetum clandestinum* Hochst), que representam uma reserva ilimitada de alimento. O mesmo autor afirma que os mirídeos deste gênero se reproduzem de modo contínuo e sob condições favoráveis podem alcançar altos níveis populacionais.

Silva et al. (1994) observaram danos intensos causados por *C. oleosa* em trigo na região Centro-Oeste do Brasil e levantaram a possibilidade deste inseto tornar-se uma praga importante para o trigo na região. A presença dos insetos foi constatada, cinco dias após a emergência das plantas, persistindo até o fim do ciclo da cultura. O primeiro registro de *C. oleosa* em forrageiras foi relatado por Auad et al. (2011) em Juiz de Fora, Minas Gerais.

Os adultos dessa espécie são pequenos, de corpo alongado e estreito (machos, 5,2 x 1,1 mm; fêmeas, 6,2 x 1,3 mm, aproximadamente) e coloração geral castanho-clara acinzentado. Apresentam dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores e possuem um ovipositor bem visível (MENEZES, 1990).

O autor descreve, ainda, que os ovos são alongados, cilíndricos, levemente recurvados, brilhantes e finos; logo após a postura, apresentam uma coloração verde-claro, tornando-se gradativamente mais escuros, acastanhados, até a eclosão da ninfa; o opérculo é marginado por uma faixa ondulada de secreção branca. A postura é feita entre a bainha da folha e a haste do perfilho; os ovos são inseridos lado a lado, em camada simples, com opérculos próximos à margem da bainha. Esses dados foram observados por Santos et al. (2011) ao estudar o estágio embrionário e a sua duração de *C. oleosa*. O número de ovos

por postura varia de 2 a 14, com maior frequência entre 6 e 8. A eclosão ocorre em, aproximadamente, 13 dias, já Santos et al. (2011) descrevem uma duração média do período embrionário de 8,28 dias.

Tanto os adultos quanto as ninfas de *C. oleosa* têm um hábito alimentar muito peculiar, que parece ser característico dos representantes do gênero. Preferem as folhas mais tenras e nunca foram observados alimentando-se nas folhas mais velhas ou nas hastes. A alimentação sempre acontece a partir da face adaxial do limbo foliar (MENEZES, 1990). Esse autor menciona que, ao se alimentar, esse percevejo posiciona-se no sentido longitudinal da folha. A introdução dos estiletes se dá por meio da epiderme e, imediatamente, são curvados para trás em ângulo quase reto, fazendo-os romper sucessivamente as paredes de várias células contíguas do mesofilo paliçádico. Repete a mesma operação algumas vezes, esgotando fileiras paralelas de células, antes de mover lateralmente o corpo para iniciar nova série de inserções dos estiletes. Nesse processo, o inseto vai deixando, de imediato, grupos de estrias paralelas descoradas, de 2 a 3 mm de comprimento, resultantes do esvaziamento das células, mais nítidas na face adaxial da folha, mas que podem também ser perfeitamente percebidas, por transparência, na face oposta. Essa descrição sobre o comportamento de alimentação foi observada por Auad et al. (2011), com *C. oleosa* se alimentando de capim – elefante e Braquiária.

Segundo Menezes (1990), as áreas do limbo foliar afetadas pelo inseto tendem à necrose. Na maioria das vezes, somente as estrias se tornam necrosadas, porém, quando o ataque é intenso, as áreas atingidas coalescem e, principalmente, nas folhas mais novas, o limbo foliar pode secar, parcial ou totalmente, começando pelo ápice. Em casa de vegetação, foi observada grande mortalidade de plântulas de capim sempre-verde, de 15 a 20 dias de idade, submetidas ao ataque do inseto.

Sobre a biologia de *C. oleosa*, Silva et al. (1994) verificaram que o período de incubação dos ovos durou em média 5 dias e que foram depositados no interior da bainha das folhas de trigo, sendo observados 5 instares com duração média total de 13 dias; os adultos sobreviveram, em média, 14 dias e uma fêmea depositou, no máximo, 28 ovos. Com relação aos danos, constataram que houve maior porcentagem de ataque na 3ª e 4ª folhas das plantas de trigo. Barboza (2009) chama a atenção para a ampla gama de hospedeiros da espécie, característica que favorece sua permanência e multiplicação no campo durante todo o ano.

Trabalhos sobre a biologia desse percevejo, também, foram realizados por Auad et al. (2011), em que foram avaliadas a duração e a sobrevivência ninfal desse inseto quando alimentados com capim-elefante e braquiária em diferentes métodos de criação. Constatou-se, em ambos os trabalhos, que a duração ninfal desse percevejo foi menor em capim-elefante e que os ovos foram inseridos no limbo da folha de braquiária e capim-elefante, que o inseto, ao se alimentar, inseriu o estilete na epiderme da folha e sugou os cloroplastos, ocasionando redução da área fotossintética e acarretando injúrias significativas às forrageiras. Também foi constatado que a utilização do ágar, para manutenção da turgescência das folhas das forrageiras, foi o método mais eficaz por ter proporcionado maior sobrevivência do inseto. Silva et al. (2013a, 2013b) realizaram pesquisas com o objetivo de selecionar genótipos de Braquiária resistentes a *C. oleosa*, visando subsidiar programas de manejo desse inseto praga a fim de minimizar seus danos em pastagens.

O conhecimento sobre esse percevejo, sua biologia, plantas hospedeiras e métodos alternativos de controle dessa espécie são menos comuns, contrastando com a importância econômica do grupo.

2.3 Mudanças Climáticas

Nos últimos anos, estudos a respeito das mudanças no clima, vêm ocorrendo desde a Revolução Industrial, em que houve uma drástica mudança nos processos de fabricação e na intensidade do uso dos recursos naturais (SAMPAIO; MARENGO; NOBRE, 2008). Entretanto, os danos ocasionados por tais mudanças começaram a se agravar no século XX (SILVA, 2013).

A concentração de dióxido de carbono (CO_2), registrada na atmosfera terrestre, vem aumentando, gradativamente, sendo que se tornou mais intensa no período entre 1958 e 2003, com valores subindo de $315,7 \mu\text{mol mol}^{-1}$ em 1958 para $376,1 \mu\text{mol mol}^{-1}$ de CO_2 em 2003 (PRITCHARD; AMTHOR, 2005). Segundo a Organização Meteorológica Mundial, a concentração de CO_2 , no ano de 2011, apresentou a média recorde de $391 \mu\text{mol mol}^{-1}$, aproximadamente, 140% maior do que a média apresentada no período pré-industrial (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2013).

O aumento das concentrações de CO_2 na atmosfera pode alterar a distribuição, o desempenho e a abundância de doenças e pragas de um modo geral (CHAKRABORTY et al., 2008). Segundo os mesmos autores, as alterações nos regimes de chuva, temperatura e composição dos gases atmosféricos poderão causar alterações drásticas nos complexos sistemas tecnológicos e socioeconômicos que estão diretamente ligados à atividade agrícola. Frente a isso, ocorrerão mudanças, nas perdas de safra, mudanças no manejo de pragas, na sua eficácia e alterações na distribuição espacial dessas pragas.

Essas mudanças climáticas alteram, significativamente, as relações entre plantas e insetos em áreas de importância agrícola e em outros lugares (THEURILLAT; GUIBAN, 2001). Os efeitos dos níveis de CO_2 elevados, nas plantas, por sua vez, afetam o desenvolvimento, principalmente, de insetos

herbívoros (CHEN et al., 2007; CHEN; FENG; SU, 2005; WU; CHEN; GE, 2006). Os efeitos diretos e indiretos de CO₂ elevados devem, portanto, serem estudados para compreender melhor as interações entre plantas hospedeiras e insetos fitófagos em ambientes enriquecidos com CO₂ (YIN et al., 2010).

Avaliar os efeitos dos níveis de CO₂ elevados, nos aspectos biológicos de *C. oleosa* alimentados com forrageiras, usadas na alimentação de bovinos, pode ser construída para subsidiar a tomada de decisão, permitindo, assim, o planejamento de ações preventivas e mitigadoras na condução de projetos no setor agropecuário, bem como subsidiar a formulação de estratégias no manejo dessa praga.

2.4 Silício: indutor de resistência

O uso do silício como indutor de resistência nas plantas representa uma tecnologia não agressiva ao ambiente, sustentável, com grande potencial para diminuir a frequência e o uso de inseticidas (LIMA FILHO, 2005).

O silício, apesar de não ser um elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento de plantas, tem sido aplicado visando, principalmente, aumentar a resistência da planta a pragas e doenças (FENG, 2004), proporcionando efeitos benéficos, como resistência à incidência de insetos e ao desenvolvimento e penetração de hifas de fungos nos tecidos (MARSCHNER, 1995; EPSTEIN, 2001).

A presença de altos níveis de silício na planta altera o comportamento e reduz ou cessa alimentação dos insetos (SAVANT; DATNOFF; SNYDER, 1997), constituindo-se uma importante tática alternativa de controle. O silício, presente na epiderme, dificulta a penetração de estiletes e a mastigação pelos insetos em decorrência do endurecimento da parede das células vegetais (DATNOFF et al., 1991; EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995) e/ou pela sua

ação como ativador do processo de resistência induzida (FAWE et al., 2001; GOMES et al., 2005). Esse micronutriente exerce influência nas respostas bioquímicas da planta e na síntese de toxinas que atuarão como substâncias inibidoras ou repelentes na planta (DANNON; WYDRA, 2004; EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1988).

Segundo Gomes et al. (2005), o silício pode atuar como ativador do mecanismo de resistência induzida, em plantas de trigo, podendo estas apresentar mudanças fisiológicas e morfológicas em resposta à herbivoria ou outro tipo de estresse, sendo conhecidas como respostas induzidas. Quando essas respostas reduzem a sobrevivência do herbívoro, sua reprodução ou preferência pela planta hospedeira ocorre a resistência (KARBAN; MYERS, 1989). O uso de ativadores capazes de reduzir a herbivoria por insetos apresenta potencial como coadjuvante no manejo integrado de pragas (GOMES et al., 2008).

Os benefícios associados ao uso de silicatos estão relacionados, não apenas ao fornecimento de Si, mas também ao seu efeito como corretivo de acidez, fornecimento de Ca e Mg e, também, de micronutrientes (QUEIROZ, 2003). No interior da planta, mais de 90% do total de Si acumulado encontram-se na forma de ácido silícico polimerizado, o qual é de difícil solubilização, e o restante encontra-se na forma coloidal ou iônica (YOSHIDA, 1981). Existem três locais reconhecidos de deposição de Si na planta: a parede celular, o lúmen celular e os espaços intercelulares nos tecidos das raízes, talos ou na camada extracelular da cutícula (SANGSTER; HODSON; TUBB, 2001).

A aplicação de silício mostrou efeitos positivos no crescimento e desenvolvimento de plantas de milho, promoveu o crescimento de folhas, melhorando o desenvolvimento de caules, aumentando a resistência, promovendo maior arejamento de raízes, aumentando o número de grãos, proporcionando incrementos na acumulação de matéria seca e na produção de milho (QINQ et al., 2002).

Carvalho, Moraes e Carvalho (1999), ao avaliarem o efeito do silício como indutor de resistência de plantas de sorgo ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), verificaram redução na alimentação e na reprodução do pulgão-verde. Já Moraes, Goussain e Basagli (2004) estudaram a interação tritrófica trigo, *S. graminum*, inimigos naturais e verificaram que a aplicação de silício aumentou o grau de resistência das plantas de trigo, diminuindo a preferência do pulgão-verde em relação à testemunha. Goussain, Prado e Moraes (2005), utilizando a técnica de EPG (Electrical Penetration Graphs), observaram que, em trigo, as alterações químicas e a indução de resistência, provavelmente, estejam envolvidas na redução de desempenho de *S. graminum*, sem, entretanto, alterar seu período de alimentação.

Dentre as gramíneas, várias espécies são acumuladoras de Si com reflexos positivos na resistência das plantas a agentes bióticos e ou abióticos e na capacidade fotossintética (DEREN, 2001; MA; MIYAKE; TAKAHASHI, 2001). Geralmente, as decisões de uso do silício em plantas forrageiras estão baseadas na sua adaptação ao ambiente e à sua capacidade de produção de massa vegetal.

A resistência de plantas, por meio da aplicação de silício em seus tecidos e sua relação com o ataque de insetos, está sendo alvo de estudo como uma importante alternativa de manejo de insetos-praga.

3 CONCLUSÃO

O silício não afetou a duração e a sobrevivência de *C. oleosa* e a longevidade dos adultos, na dosagem equivalente a 1t/ha. Os genótipos CNPGL BR 39, CNPGL BR 43, CNPGL BR 76, CNPGL BR 97, CNPGL BR 100 e *B. brizantha* são resistentes a *C. oleosa*. Na tolerância, o silício induziu a resistência no genótipo CNPGL BR 100; entre os genótipos, que não foram tratados com silício, a *B. brizantha* apresentou tolerância a *C. oleosa*. Esses materiais podem ser indicados para programas de melhoramento dessa gramínea. Densidades de adultos de *C. oleosa* superiores a 8 podem ser indicadas para seleção de materiais resistentes a esse inseto praga. A maior duração e menor sobrevivência e longevidade induzirá a redução de número de gerações e número de indivíduos, ressalta-se que o material CNPGL BR 150 é considerado o mais indicado em regiões atuais com o problema de *C. oleosa*. Para os demais genótipos/espécies, espera-se a manutenção da suscetibilidade (*B. decumbens*) e da resistência (CNPGL BR 1765) ou alteração da resistência (*B. brizantha*) para o cenário climático futuro.

REFERÊNCIAS

AUAD, A. M. et al. *Collaria oleosa* (Hemiptera: Miridae) on *Brachiaria ruziziensis* and *Penisetum purpureum* (Poaceae): characterization of injury and biological aspects. **Revista Colombiana de Entomologia**, Santafe de Bogotá, v. 37, n. 1, p. 80-81, Jun./Dec. 2011.

BARBOZA, M. R. *Collaria scenica* (Stal, 1859) (Hemiptera: Miridae) em poaceas hibernais na região centro sul do Paraná: biologia e danos. 2009. 55 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, 2009.

BARROS, P. M. Cigarrinha-das-pastagens. In: _____. **Biotecnologia e desenvolvimento nacional**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio e Tecnologia, 1986. 182 p.

CARLESSI, L. R. G.; CORSEUIL, E.; SALVADORI, J. R. Aspectos biológicos e morfométricos de *Collaria scenica* (Stal) (Hemiptera: Miridae) em trigo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 65-73, mar. 1999.

CARVALHO, J. C. M.; FONTES, A. V. Mirídeos neotropicais, CCXXV: revisão do gênero *collaria* provancher no Continente Americano (Hemiptera). **Experientiae**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 1-46, Feb. 1981.

CARVALHO, J. C. M. Mirídeos neotropicais: gêneros *Dioniza* Distant, *Neela* Reuter, *Collaria* Provancher, *Falconia* Distant e *Ophthalmomiris* Berg, com descrições de espécies novas (Hemiptera). **Revista de Entomologia**, Londrina, v. 16, n. 1-2, p. 158-187, jan. 1945.

CARVALHO, S. K.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, p. 505-510, set. 1999.

CENTRO DE PRODUÇÕES TÉCNICAS. **Forrageiras, a escolha certa tem grande importância na produtividade e persistência das pastagens**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas e Editora, 2010. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/artigos/forageiras-escolha-adequada-grande-importancia-productividade-persistencia-pastagens>>. Acesso em: 11 jan. 2014.

CHAKRABORTY, S. et al. Impacts of global change on diseases of agricultural crops and forest trees. **CAB Reviews: perspectives in agriculture, veterinary science, nutrition and natural resources**, New York, v. 3, n. 54, p. 1-15, June 2008.

CHEN, F. J. et al. Long-term impacts of elevated carbon dioxide and transgenic Bt cotton on performance and feeding of three generations of cotton bollworm. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Hoboken, v. 124, n. 1, p. 27-35, July 2007.

CHEN, F. J.; FENG, G. E.; SU, J. W. An improved open-top chamber for research on the effects of elevated CO₂ on agricultural pests in the field. **Chinese Journal Ecology**, Beijing, v. 24, n. 5, p. 585-590, Apr. 2005.

DANNON, E. A.; WYDRA, K. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 64, n. 5, p. 233-243, May 2004.

DATNOFF, L. E. et al. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. **Plant Disease**, São Paulo, v. 75, n. 7, p. 729-732, July 1991.

DEREN, C. Plant genotype, silicon concentration, and silicon related responses. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in agriculture**: volume 8. Wageningen: Elsevier Science, 2001. p. 149-158.

EPSTEIN, E. A anomalia de silício em biologia vegetal. **Proceedings of National Academy of Estados Unidos of America**, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, July 1994.

EPSTEIN, E. Silicon in plants: facts vs concepts. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. New York: Elsevier Science, 2001. p. 1-15.

FAWE, A. et al. Silicon and disease resistance in dicotyledons. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. New York: Elsevier Science, 2001. p. 159-169.

FENG, M. J. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. **Soil Science and Plant Nutrition**, New York, v. 50, n. 1, p. 11-18, 2004.

FERNANDES, C. D.; VALÉRIO, J. R.; FERNANDES, A. T. F. Ameaças apresentadas pelo atual sistema de produção de sementes à pecuária na transmissão de doenças e pragas. In: WORKSHOP SOBRE SEMENTES DE FORRAGEIRAS, 1., 1999, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: Embrapa Negócios Tecnológicos, 2000. p. 55-68.

GOMES, F. B. et al. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola Journal**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 547-551, nov. 2005.

GOMES, F. B. et al. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 185-190, mar./abr. 2008.

GOUSSAIN, M. M.; PRADO, E.; MORAES, J. C. Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behavior of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 807-813, set./out. 2005.

KARBAN, R.; MYERS, J. H. Induced plant responses to herbivory. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto California, v. 20, n. 1, p. 331-348, 1989.

LAPOINTE, S. L. et al. Antibiosis to spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in accessions of *Brachiaria* spp. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 4, p. 1485-1490, Aug. 1992.

LAPOINTE, S. L.; SOTELO, G.; ARANGO, G. A methodology for evaluation of host plant resistance in *Brachiaria* to spittlebug species (Homoptera: Cercopidae). In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1989, Nice. **Proceedings...** Versaailles: INRA, 1989. p. 731-732.

LIMA FILHO, O. F. O silício e a resistência das plantas ao ataque de fungos patogênicos. **Revista IL RISO**, Milano, v. 28, p. 235-253, 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/noticias/artigos/folder.2005>>. Acesso em: 14 maio 2006.

LOPES, J. R. S. et al. Vector and epidemiological aspects of citrus variegated chlorosis. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21.; BRAZILIAN CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 18., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Londrina: Embrapa, 2000. v. 2, p. 810.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. Netherlands: Elsevier Science, 2001. p. 17-39.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic, 1995. 889 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic, 1988. 889 p.

MENEZES, M. *Collaria oleosa* (Distant, 1883) (Hemiptera: Miridae), nova praga de gramíneas forrageiras no Sudeste da Bahia, Brasil. **Agrotropica**, Ilhéus, v. 2, n. 2, p. 113-118, 1990.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2014. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-pecuaria-corte/artigos/p0.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

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

MOREIRA, L. M. et al. Perfilamento, acúmulo de forragem e composição bromatológica do capim-braquiária adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Visçosa, v. 38, n. 9, p. 1675-1684, out. 2009.

OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, P. M. P. **Novas opções de gramíneas no controle da cigarrinha-das-pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa, 1988. 18 p. (Comunicado Técnico, 9).

PRITCHARD, S. G.; AMTHOR, J. S. **Crops and environmental change: an introduction to effects of global warming, increasing atmospheric CO₂ and O₃ concentrations and soil salinization on crop physiology and yield**. Binghamton: Haworth Press, 2005. 2674 p.

QINQ, Z. et al. Effects of Si fertilizer on maize (*Zea mays*) yield and on quality of maize population. **Journal of Maize Sciences**, London, v. 10, n. 1, p. 81-83, July 2002.

QUEIROZ, A. A. **Reação de fontes de silício em quatro solos do cerrado**. 2003. 39 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

SAMPAIO, G.; MARENGO, J.; NOBRE, C. A atmosfera e as mudanças climáticas. In: BUCKERIGDE, M. S. (Org.). **Biologia e mudanças climáticas no Brasil**. São Carlos: Rima, 2008. p. 5-27.

SANGSTER, A. G.; HODSON, M. J.; TUBB, H. J. Silicon deposition in higher plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in agriculture**: volume 5. Amsterdam: Elsevier, 2001. p. 85-113.

SANTOS, D. R. et al. Caracterização do estágio embrionário e duração de ovos de *Collaria oleosa* (distant, 1883). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 5., 2011, São Lourenço. **Resumos...** São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2011. p. 1-2.

SAVANT, N. K.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. Depletion of plant available silicon in soils: a possible cause of declining rice yields. **Communications Soil Science in Plant Analysis**, New York, v. 28, n. 13-14, p. 1245-1252, Nov. 1997.

SCHUH, R. T. **Plant bugs of the world (Insecta: Heteroptera: Miridae). Systematic catalog, distributions, host list, and bibliography**. New York: New York Entomological Society, 1995. 1329 p.

SILVA, C. E. O. **Efeito do aumento da concentração de dióxido de carbono do ar sobre a mancha foliar causada por *Cylindrocladium candelabrum* em mudas de *Eucalyptus urophylla***. 2013. 60 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2013.

SILVA, D. B. et al. *Collaria oleosa* (Distant, 1883) (Heteroptera: Miridae), uma praga potencial na cultura do trigo na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 2007-2012, dez. 1994.

SILVA, D. M. et al. Genetic variability of *Brachiaria ruziziensis* clones to *Collaria oleosa* (Hemiptera: Miridae) based on leaf injuries. **American Journal of Plant Sciences**, Chicago, v. 4, n. 12, p. 2418-2424, Nov. 2013b.

SILVA, D. M. et al. Selection of signal grass genotypes for resistance to collaria oleosa (Distant, 1883) (hemiptera: miridae). **ARP Journal of Agricultural and Biological Science**, New City, v. 8, n. 5, p. 1-7, May 2013a.

SILVA, T. C. da et al. Morfogênese e estrutura de *Brachiaria decumbens* em resposta ao corte e adubação nitrogenada. **Archivos Zootecnia**, Campo Grande, v. 233, n. 61, p. 91-102, mar. 2012.

SOUZA SOBRINHO, F. Melhoramento de forrageiras no Brasil. In: EVANGELISTA, A. R. et al. (Ed.). **Forragicultura e pastagens: temas em evidência**. Lavras: Editora da UFLA, 2005. p. 65-120.

SOUZA SOBRINHO, F.; AUAD, A. M.; LEDO, F. J. S. Genetic variability in *Brachiaria ruziziensis* for resistance to spittlebugs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Visçosa, v. 10, n.1, p. 83-88, dez. 2010.

THEURILLAT, J. P.; GUIBAN, A. Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: a review. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 50, n. 1-2, p. 77-109, July 2001.

VALÉRIO, J. R. “Considerações sobre a morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* cultivar marandu em alguns estados do Centro e Norte do Brasil: enfoque entomológico.” In: BARBOSA, R. A. (Ed.). **Morte de pastos de brachiárias**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006. p. 135-150.

VALÉRIO, J. R. et al. Screening *Brachiaria* introductions for resistance to spittlebugs (Homoptera: Cercopidae). In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001. p. 15-16.

VERGARA, R. R. *Collaria* spp. Insecto Dañino del Kikuyo: métodos de Control. In: SEMINARIO INTERNACIONAL COMPETITIVIDAD EN CARNE Y LECHE, 5., 2006, Medellín. **Anais...** Medellín: Colanta, 2006. p. 197-231.

WHEELER JÚNIOR, A. G. Plant bugs (Miridae) as plant pest. In: SCHAEFER, C. W.; PANIZZI, A. R. **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRS, 2000. p. 37-83.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Press release no. 965**. Geneva: World Meteorological Organization, 2013. Disponível em: <http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_965_en.html>. Acesso: 22 abr. 2013.

WU, G.; CHEN, F. J.; GE, F. Responses of multiple generations of cotton bollworm *Helicoverpa armigera* Hübner, feeding on spring wheat, to elevated CO₂. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 130, n. 1, p. 2-9, Jan. 2006.

YIN, J. et al. Effects of elevated CO₂ associated with maize on multiple generations of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Hoboken, v. 136, n. 1, p. 12-20, May 2010.

YOSHIDA, A. S.; OHNISHI, Y.; KITAGISHI, K. Histochemistry of silicon in rice plant. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 8, n. 2, p. 30-35, Sept. 1962.

YOSHIDA, S. **Fundamental of rice crop science**. Los Baños: The International Rice Research Institute, 1981. 269 p.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

**ARTIGO 1 AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS E DO SILÍCIO NA
RESISTÊNCIA DA *Brachiaria* spp. A *Collaria oleosa* (DISTANT, 1883)
(HEMIPTERA: MIRIDAE)**

Artigo será submetido no Periódico Científico **Ciência e Agrotecnologia**

RESUMO

O percevejo *Collaria oleosa* (Distant, 1883) (Hemiptera: Miridae) é um inseto-praga que causa danos consideráveis às forrageiras por meio da sucção, diminuído, assim, a produção e qualidade das pastagens, desta forma, torna-se necessária a busca por métodos alternativos de controle. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência constitutiva de nove genótipos de *Brachiaria ruziziensis*, a *Brachiaria brizantha* e a *Brachiaria decumbens* e a resistência induzida desses materiais pela aplicação de silício a *C. oleosa*. Ninfas e adultos foram alimentados em forrageiras submetidas a dois tratamentos: 1) Silício a 1% (50ml da solução por kg de substrato) aplicado via solo e 2) testemunha (sem aplicação de silício). Após 10 dias da aplicação do silício, as plantas foram utilizadas para o experimento. Os adultos foram coletados, em casa de vegetação na Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, levados para o laboratório, sexados e acondicionados em gaiolas de acrílico (60x30x30 cm). Os ovos coletados foram mantidos em placa de Petri e em Fitotron (25°C, UR 70 ± 10% e fotofase de 12h) até a eclosão das ninfas que foram individualizadas em placas de plástico cilíndricas (2,5 x 2,5cm), contendo discos foliares de diferentes genótipos de *Brachiaria ruziziensis* conservados em ágar-água 1%. Ao atingirem o terceiro ínstar, as ninfas foram transferidas para placas de Petri (5,0 x 2,5cm). Na fase adulta, foram transferidos para gaiolas (20cm de diâmetro x 60cm de altura) e mantidos no mesmo alimento que as ninfas se desenvolveram. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 9 genótipos de *B. ruziziensis*, além da cultivar marandu (*Brachiaria brizantha*) e *Brachiaria decumbens*, com 15 repetições, sendo avaliadas a duração e a sobrevivência da fase ninfal e a longevidade dos adultos submetidos aos diferentes tratamentos. As aplicações de silício não afetaram, significativamente, a duração e sobrevivência da fase ninfal e a longevidade do adulto de *C. oleosa*. Os genótipos CNPGL BR 07, CNPGL BR 14, CNPGL BR 25, CNPGL BR 83 e *B. decumbens* mostraram-se mais adequados ao desenvolvimento do percevejo, em todas as variáveis analisadas, considerados susceptíveis a *C. oleosa*. Por outro lado, os genótipos CNPGL BR 39, CNPGL BR 43, CNPGL BR 76, CNPGL BR 97, CNPGL BR 100 e *B. brizantha* foram selecionados por afetar o ciclo biológico do inseto, sendo resistentes ao percevejo. Podemos concluir que a aplicação de silício, na dosagem equivalente a 1t/ha, não induz resistência nos genótipos de braquiária avaliados e que os materiais CNPGL BR 39, CNPGL BR 43, CNPGL BR 76, CNPGL BR 97, CNPGL BR 100 de *B. ruziziensis* e a *B. brizantha* apresentaram resistência constitutiva ao percevejo.

Palavras-chave: Aspectos biológicos. Percevejo. Indutor. Braquiária.

ABSTRACT

Collaria oleosa (Distant, 1883) (Hemiptera: Miridae) is a pest that causes considerable damage to forage by means of suction, thus decreasing the production and quality of pastures. Therefore, it is necessary to search for alternative control methods. The objective of this study was to evaluate the constitutive resistance of nine of *Brachiaria ruziziensis* the *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria decumbens* genotypes and the resistance induced by the application of silicon to *C. oleosa*. Nymphs and adults were fed fodder and subjected to two treatments: 1) 1% of silicon (50 ml of solution per kg of substrate) via soil, and 2) control (no application of silicon). After 10 days of applying silicon, the plants were used for the experiment. Adults were collected in a greenhouse at Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, Brazil, taken to the laboratory where they were sexed and placed in Plexiglas cages (60x30x30 cm). The collected eggs were kept in a Petri dish with phytotron (25°C, RH 70 ± 10% and 12 h light) until hatching. Later, the nymphs were individualized in cylindrical plastic plates (2.5 x 2.5cm) containing leaf discs of different genotypes of *Brachiaria ruziziensis* kept in water-agar 1%. When reaching the third instar, the nymphs were transferred to Petri dishes (5.0 x 2.5cm). In adulthood, they were transferred to cages (20 cm diameter x 60 cm height) and maintained with the same food with which the nymphs developed. We used a completely randomized design with nine genotypes of *B. ruziziensis*, marandu (*Brachiaria brizantha*) and *B. decumbens* with 15 replicates, evaluating the duration and survival of the nymphal stage and adult longevity, when submitted to different treatments. Silicon applications do not significantly affect the duration and survival of the nymphal stage and the longevity of *C. oleosa* adults. Genotypes CNPGL BR 07, CNPGL BR 14, CNPGL BR 25, CNPGL BR 83 and *B. decumbens*, proved to be more suitable for the development of bedbug in all variables, considered susceptible to *C. oleosa*. On the other hand, genotypes CNPGL BR 39, CNPGL BR 43, CNPGL BR 76, CNPGL BR 97, CNPGL BR 100 and *B. brizantha* were selected to affect the insect's biological cycle, being resistant to bedbug. In conclusion, the application of silicon, at a dose equivalent to 1 t/ha, does not induce resistance in evaluated brachiaria genotypes, and CNPGL BR 39, CNPGL BR 43, CNPGL BR 76, CNPGL BR 97, CNPGL BR 100 *B. ruziziensis* and *B. brizantha* showed constitutive resistance bug.

Keywords: Biological aspects. Insect. Inductor. Brachiaria.

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura é um dos setores mais importantes no agronegócio brasileiro e vem ganhando destaque no cenário mundial. Alguns fatores, como clima tropical e a extensão territorial, contribuem para esse resultado, uma vez que permitem a criação da maioria do gado em pastagens (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2014). No entanto, essas áreas apresentam índices de produtividades baixos devido a sua degradação (COSTA et al., 2008). Outro fator que contribui para o comprometimento da produção das gramíneas são os danos causados pela ação dos insetos-praga (BARBOSA, 2006), dentre eles destaca-se o percevejo *Collaria oleosa* (Distant, 1883) (Hemiptera: Miridae) (AUAD et al., 2011).

O mirídeo *C. oleosa* tem ganhado destaque como praga de pastagens, causando danos consideráveis, principalmente, no gênero *Brachiaria* que se mostra suscetível ao ataque desse inseto (SILVA et al., 2013). Na braquiária, esse percevejo danifica a planta pela sucção dos cloroplastos, causando injúrias nas folhas, em forma de estrias esbranquiçadas, que acarreta diminuição na taxa fotossintética, comprometendo o rendimento e o valor nutricional da planta, podendo levar à sua morte (AUAD et al., 2011).

Esse percevejo encontra-se presente na América do Sul, sendo constatado em diferentes regiões do Brasil, apresentando importância econômica em culturas como trigo, cevada, aveia e muitas espécies de gramíneas (SILVA et al., 1994), em diferentes estágios de desenvolvimento (CARLESSI; CORSEUIL; SALVADORI, 1999).

Informações a respeito do uso de plantas resistentes são de suma importância, pois constitui um eficiente método de controle de pragas, podendo ser integrado a outros métodos em programas de manejo de praga (MIP), além de fornecer informações que permitam o reforço dos programas de

melhoramento para forrageiras, destinados à incorporação de fatores de resistência contra insetos (FUGI; LOURENÇÃO; PARRA, 2005).

Desta forma, pesquisas com resistência induzida estão sendo desenvolvidas e a aplicação de silício, principalmente em gramíneas, tem proporcionado um aumento do grau de resistência das plantas. Seja pelo seu acúmulo nas células epidérmicas tornando o tecido mais rígido ou pela produção de compostos de defesas que são deletérios para doenças e insetos-praga (CHÉRIF; ASSELI; BÉLANGER, 1994; GOMES et al., 2005).

Pesquisas têm comprovado o papel benéfico do indutor silício em plantas, por proporcionar aumento de produtividade e resistência a doenças e insetos-pragas, principalmente, em gramíneas (ANDERSON; SOSA JÚNIOR, 2001; BASAGLI et al., 2003; GOUSSAIN; PRADO; MORAES, 2005; KEEPING; MAYER, 2006; KVEDARAS; KEEPING, 2007; MASSEY; ENNOS; HARTLEY, 2006).

Conhecer a interação do inseto com a planta hospedeira, suas respostas defensivas contra o ataque de insetos é uma ferramenta importante para selecionar genótipos resistentes que serão menos favoráveis ao desenvolvimento do inseto praga. Além disso, utilizar um indutor de resistência como o silício e conhecer seus efeitos na biologia de *C. oleosa* é um importante componente para integrar o manejo desse inseto praga e, assim, ajudar a manter suas populações abaixo dos níveis limites de dano econômico. Sendo assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar a resistência constitutiva de nove genótipos de *Brachiaria ruziziensis*, a *Brachiaria brizantha* e a *Brachiaria decumbens* e a resistência induzida desses materiais pela aplicação de silício a *C. oleosa*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados nove genótipos de *B. ruziziensis*, com base naqueles que apresentaram maior suscetibilidade (CNPGL BR 25; CNPGL BR 39; CNPGL BR 83; CNPGL BR 97; CNPGL BR 100) e resistência (CNPGL BR 7; CNPGL BR 14; CNPGL BR 43; CNPGL BR 76) a *C. oleosa* (SILVA et al., 2013), além da *B. decumbens* e *B. brizantha*. As mudas de *Brachiaria* foram coletadas, no campo experimental da Embrapa em Coronel Pacheco-MG e replantadas em tubetes de plásticos (3cm de diâmetro e 10cm de altura), com substrato de casca de pinheiro comercial. Após 20 dias, essas mudas foram transplantadas, definitivamente, para vasos plásticos com cinco litros de substrato (solo, esterco e areia em uma proporção de 3/ 1/ 1).

A aplicação do silício foi feita aos 75 dias, após o plantio das mudas de braquiária, por meio de solução de ácido silícico a 1% (50ml da solução por kg de substrato), aplicada sobre o solo e ao redor das plantas, equivalendo à aplicação de 1ton de SiO₂ ha⁻¹. As plantas foram mantidas em casa de vegetação e 10 dias, após a aplicação de silício, suas folhas foram utilizadas para a avaliação da biologia de *C. oleosa*.

Os adultos do percevejo foram coletados a partir de uma criação mantida em casa de vegetação da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. O experimento foi conduzido em Fitotron, a uma temperatura de 25°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12h. Os adultos de *C. oleosa* foram levados ao laboratório e acondicionados em gaiolas de acrílico (60x30x30 cm). No seu interior, foi colocada uma planta de capim-elefante servindo de substrato para oviposição e alimentação. Os ovos foram extraídos da bainha da folha, com o auxílio de um pincel de ponta fina e depositados em placa de Petri, contendo uma camada de ágar:água (1:1) na qual discos foliares de capim-elefante foram depositados como fonte de alimento das ninfas recém - eclodidas.

Para a montagem dos ensaios, ninfas da criação de manutenção, com até 12 horas de idade, foram individualizadas em placas cilíndricas (2,5cm de diâmetro) e, ao atingir o terceiro ínstar, foram transferidos para placas de Petri (5cm de diâmetro) onde foram depositados os discos foliares da forrageira sobre uma camada de ágar, para manter a turgescência das folhas. Essas foram mantidas em Fitotron nas mesmas condições anteriormente mencionadas. As unidades de criação foram vedadas com tecidos *voil* e fixados com elástico. Os discos foliares foram trocadas sempre que apresentaram coloração amarelada.

Ao atingirem a fase adulta, foram transferidos para gaiolas de plástico cilíndricas (20cm de diâmetro e 60cm de altura), apresentando suas extremidades abertas e uma destas aberturas foi colocada sob uma placa de Petri (14,5cm) e a outra foi fechada com um tecido organza fixado com elástico. Quando não foi possível formar casais provenientes de seus respectivos genótipos, os adultos permaneceram individualizados e mantidos no mesmo alimento onde as ninfas se desenvolveram, mas em perfilhos de braquiária, com três folhas, mantidos em recipiente de vidro contendo água para manter a turgescência e trocados sempre que necessário.

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (11 x 2), sendo utilizados nove genótipos de *B. ruzizensis*, mais a *B. decumbens* e *B. brizantha*, com ou sem o indutor químico (silício), com quinze repetições.

Análise estatística: Foram avaliados os efeitos dos genótipos com e sem a indução por silício na biologia de *C. oleosa* e o efeito do indutor silício na resistência desses materiais, utilizando-se as seguintes variáveis: duração (dias) e sobrevivência (%) da fase ninfal e longevidade dos adultos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS

Constatarem-se diferenças significativas na duração e sobrevivência das ninfas de *C. oleosa*, apenas quando se avaliou a resistência constitutiva dos materiais de *Brachiaria* spp. Não houve interações significativas entre os materiais de *Brachiaria* e o silício (Tabela 1).

Na fase ninfal, constatarem diferenças significativas na duração entre as forrageiras testadas. Nos genótipos CNPGL BR 76, CNPGL BR 97 e CNPGL BR 100, com médias acima de 15,81 dias, verificou-se um aumento na duração do ciclo ninfal de *C. oleosa*, caracterizando uma resistência constitutiva dos genótipos de *B. ruziziensis*. Os genótipos *B. decumbens* (14,60 dias); CNPGL BR 7 (13,28 dias); CNPGL BR 39 (14,00 dias) e CNPGL BR 83 (13,31 dias) promoveram durações intermediárias, enquanto os genótipos CNPGL BR 14 e CNPGLBR 25 as menores durações, caracterizando uma suscetibilidade (Tabela 1).

A longevidade dos adultos em *C. oleosa* não foi significativamente alterada, tanto para os genótipos de *Brachiaria* spp., avaliando sua resistência constitutiva, como induzida pela aplicação de silício (Tabela 1).

Tabela 1 Médias de duração da fase ninfal e a longevidade dos adultos de *C. oleosa* em nove genótipos de *B. ruzizienses*; *B. brizantha* e *B. decumbens*, tratadas ou não com silício a 25°C, UR: 70 ± 10% e fotofase de 12h

Genótipos	Fase Ninfal			Adulto		
	Silício		Média Geral	Silício		Média Geral
	Si +	Si -		Si +	Si -	
CNPGL BR 7	13,00 ± 0B	13,50 ± 0,19B	13,28 C	30,16 ± 8,2	34,25 ± 4,3	32,50 A
CNPGL BR 14	12,71 ± 0,18B	12,00 ± 0,13B	12,27 D	21,28 ± 7,8	14,00 ± 3,3	16,83 A
CNPGL BR 25	12,42 ± 0,2B	12,62 ± 0,18B	12,53 D	18,57 ± 4,1	24,00 ± 4,6	21,46 A
CNPGL BR 39	14,00 ± 1B	—	14,00 C	10,00 ± 1	—	10,00 A
CNPGL BR 43	—	—	—	—	—	—
CNPGL BR 76	16,85 ± 0,55A	15,16 ± 0,4A	16,07 A	15,28 ± 5,1	18,66 ± 6	16,84 A
CNPGL BR 83	13,62 ± 0,53B	13,09 ± 0,25B	13,31 C	13,66 ± 2,9	26,18 ± 4,6	21,76 A
CNPGL BR 97	16,50 ± 0,65B	15,58 ± 0,31A	15,81 A	26,00 ± 4,7	19,00 ± 3,8	20,75 A
CNPGL BR 100	17,00 ± 0A	16,00 ± 0A	16,33 A	19,00 ± 0	34,00 ± 8	29,00 A
<i>B. brizantha</i>	—	—	—	—	—	—
<i>B. decumbens</i>	14,25 ± 0,53B	16,00 ± 0A	14,60 B	8,87 ± 2,6	10,50 ± 4,5	9,2 A
Média Geral	14,12 a	13,78 a		17,97 a	22,28 a	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Scott & Knott (P<0,05)

A sobrevivência de *C. oleosa* foi significativa entre as forrageiras quando se avaliou a resistência constitutiva, o mesmo não ocorreu entre os materiais que receberam ou não a aplicação de silício e para a sua interação. A sobrevivência de *C. oleosa*, na fase ninfal, foi menor quando as ninfas receberam como alimento os genótipos CNPGL BR 39 (10%), CNPGL BR 100 (10%) e *B. decumbens* (40%). As maiores mortalidades foram observadas nos materiais CNPGL BR 43 e *B. brizantha*, essa alta mortalidade foi constatada tanto nos materiais tratados com silício como para os que não receberam a aplicação do indutor. Na fase ninfal, os genótipos CNPGLBR 39; CNPGL BR 43, CNPGL 100 e *B. brizantha* foram classificados como resistentes apresentando uma sobrevivência menor, os materiais *B. decumbens*; CNPGLBR 76 e CNPGLBR 7 foram intermediários e suscetíveis os genótipos CNPGLBR 97; CNPGLBR 25; CNPGLBR 83 e CNPGLBR 14 (Tabela 2).

Tabela 2 Sobrevivência média (%) da fase ninfal de *C. oleosa* em nove genótipos de *B. ruzienses*; *B. brizantha* e *B. decumbens*, tratadas ou não com silício a 25°C, UR: 70 ± 10% e fotofase de 12h

Genótipos	Fase Ninfal (n=15)		
	Silício		Média Geral
	Si -	Si +	
CNPGL 7	60,0 ± 13,3 A	40,0 ± 13,1 A	50,0 A
CNPGL 14	80,0 ± 11,8 A	60,0 ± 13,3 A	70,0 A
CNPGL 25	60,0 ± 13,3 A	60,0 ± 13,3 B A	60,0 A
CNPGL 39	0,0 ± 0,0 B	20,0 ± 9,1 B	10,0 B
CNPGL 43	0,0 ± 0,0 B	0,0 ± 0,0 B	0,0 B
CNPGL 76	40,0 ± 13,3 A	60,0 ± 13,1 A	50,0 A
CNPGL 83	80,0 ± 11,8 A	60,0 ± 13,3 A	70,0 A
CNPGL 97	80,0 ± 10,7 A	40,0 ± 11,8 A	60,0 A
CNPGL 100	20,0 ± 9,1 B	0,0 ± 0,0 A	10,0 B
<i>B. brizantha</i>	0,0 ± 0,0 B	0,0 ± 0,0 B	0,0 B
<i>B. decumbens</i>	20,0 ± 9,1 A	60,0 ± 13,3 B	40,0 A
Média Geral	36,4 a	40,0 a	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Scott & Knott (P<0,05)

Dessa forma, com base na duração, sobrevivência das ninfas e longevidade dos adultos de *C. oleosa*, verifica-se que os genótipos CNPGL BR 07, CNPGL BR 14, CNPGL BR 25, CNPGL BR 83 e *B. decumbens* mostraram-se mais adequados ao desenvolvimento do percevejo em todas as variáveis analisadas, devendo ser utilizados com restrição em locais com histórico de problemas de *C. oleosa*. Por outro lado, os genótipos CNPGL BR 39, CNPGL BR 43, CNPGL BR 76, CNPGL BR 97, CNPGL BR 100 e *B. brizantha* foram selecionados por afetar o ciclo biológico do inseto, sendo os mais indicados para seguir o programa de melhoramento, que busca, além de materiais com características agronômicas desejáveis, aqueles resistentes aos insetos praga.

A herdabilidade média dos clones foi superior a 50% para nota de dano e teor de clorofila, evidenciando que, proporcionalmente, a maior parte da variabilidade para a resistência a *C. oleosa* poderá ser transferida aos seus descendentes na próxima geração, indicando a eficiência da seleção recorrente dentro de *B. ruziziensis* para esta característica. De modo geral, as estimativas representadas na Tabela 3 e 4 evidenciam a melhoria das médias das populações em relação à característica avaliada. Com o passar dos ciclos de seleção, espera-se o acúmulo de alelos favoráveis na população, que apresentaram maior número de plantas com resistência a *C. oleosa*.

4 DISCUSSÃO

A ausência de efeitos do silício na fase ninfal e adulta de *C. oleosa* são similares aos resultados obtidos em outras pesquisas como as de Costa, Moraes e Costa (2009) para o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani) em plantas de trigo tratadas com silício; Moraes e Carvalho (2002) para as fases reprodutivas de *S. graminum* alimentados com sorgo tratado com silício e, também, para o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer) na maturidade reprodutiva e sobrevivência em plantas de *Zinnia elegans* Jacq. tratadas com silício (RANGER et al., 2009).

O depósito de sílica nos espaços intra e intercelular podem afetar o comportamento alimentar de insetos sugadores de xilema e floema, por causa do aumento na rigidez celular (GOUSSAIN; PRADO; MORAES, 2005; SALIM; SAXENA, 1992). Essa rigidez poderia ser uma barreira para a penetração dos estiletes (SANTA-CECÍLIA; PRADO; MORAES, 2014). A inserção dos estiletes no momento da alimentação pode ser um dos fatores de sucesso na aplicação do indutor de resistência. A falta de correlação entre os genótipos que receberam o tratamento com silício e os materiais que não receberam a aplicação na biologia de *C. oleosa* tenha ocorrido em razão da forma com que esse inseto insere seu estilete na folha para se alimentar. Segundo Auad et al. (2011), essa espécie insere seu estilete na folha, por meio do estômato da planta, atingindo, assim, os cloroplastos. A barreira mecânica formada pelo acúmulo de sílica das células epidérmicas, relacionada como fator de resistência contra insetos sugadores (EPSTEIN, 1994; MA, 2004), não funciona tão bem para esse inseto-praga.

Trabalhos utilizando o indutor silício para controle de pulgão relatam uma menor eficiência desse mineral na fase ninfal desse inseto. A barreira mecânica formada pelo silício não funciona tão bem para os insetos que, ao se alimentar, inserem seu estilete entre as células da parede epidérmica da folha. O

pulgão insere seu estilete entre as células da epiderme, sem causar grandes danos à parede celular, assim como o percevejo *C. oleosa*, ao sugar os cloroplastos, utiliza o estômato da folha. No entanto, para cigarrinha das pastagens, Korndörfer, Grisoto e Vendramim (2011) relatam o efeito desse indutor no ciclo biológico, já que esse inseto, ao se alimentar, insere seu estilete destruindo as paredes das células epidérmicas (VALÉRIO, 1985). Por meio desses resultados, podemos sugerir que a eficácia do silício, também, esteja ligada à forma com que o inseto insere seu estilete na folha para se alimentar.

O silício é relatado, também, como um potencializador dos mecanismos bioquímicos das plantas com o aumento das concentrações de compostos fenólicos, lignina e fitoalexinas, aumentando, assim, a atividade de enzimas relacionadas com a defesa (BRUNINGS et al., 2009). No presente trabalho, as plantas tratadas com silício não afetaram, significativamente, a biologia do inseto, indicando ausência de uma possível barreira química, assim como a barreira mecânica.

A qualidade nutricional da fonte alimentar pode ser verificada através da utilização de alguns parâmetros como duração e sobrevivência da fase ninfal (GRISOTO et al., 2014). O efeito dos genótipos sobre a duração das ninfas, no presente estudo, indica maior sensibilidade dessa fase ao alimento para o primeiro, segundo, terceiro e quinto, exceto para quarto ínstar. Resultados análogos foram obtidos por Silva et al. (2013), para ninfas de *C. oleosa*, alimentadas com diferentes genótipos de braquiária, em que os materiais testados não afetaram, significativamente, a duração do quarto ínstar. Esses autores relatam, ainda, que o primeiro, segundo e terceiro ínstares foram os estádios em que os insetos apresentaram uma maior sensibilidade aos genótipos testados.

A longevidade do adulto de *C. oleosa*, no presente estudo, não foi afetada nem pelo efeito isolado dos genótipos e nem pela sua interação com o

silício. O efeito de genótipos em função do estágio de desenvolvimento do inseto foi relatado para cigarrinha das pastagens (CARDONA et al., 2010; SOTELO et al., 2008). Assim, é provável que haja um mecanismo independente de resistência para as ninfas em comparação com adultos. Isso pode ser aplicado para esse mirídeo, visto que os materiais que tiveram um efeito sobre as ninfas não afetaram os adultos de *C. oleosa*.

As maiores mortalidades foram observadas nos materiais CNPGL BR 39, CNPGL BR 100, CNPGL BR 43, *B. brizantha*. Segundo Jander et al. (2001), algumas espécies de plantas acumulam níveis elevados de compostos que funcionam como defesas bioquímicas por meio da sua toxicidade, ou das suas propriedades físicas. O genótipo de *B. brizantha* causou uma alta taxa de mortalidade, confirmando os estudos realizados por Silva et al. (2013) que estudaram a biologia de *C. oleosa* em *Brachiaria* selecionando materiais resistentes a esse percevejo. Esses materiais têm um grande potencial para serem utilizados em programas de melhoramento, por impedir que o inseto-praga complete seu ciclo biológico, podendo ser selecionados como material resistente a esse percevejo.

5 CONCLUSÃO

O silício não afetou a duração e a sobrevivência de *C. oleosa* e a longevidade dos adultos, na dosagem equivalente a 1t/ha,

Os genótipos CNPGL BR 39, CNPGL BR 43, CNPGL BR 76, CNPGL BR 97, CNPGL BR 100 e *B. brizantha* são resistentes a *C. oleosa*.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, D. L.; SOSA JÚNIOR, O. Effect of silicon on expression of resistance to sugarcane borer (*Diatraea saccharalis*). **Journal of the American Society for Sugar Cane Technologists**, Baton Rouge, v. 21, n. 1, p. 43-50, Sept. 2001.

AUAD, A.M. et al. *Collaria oleosa* (Hemiptera: Miridae) on *Brachiaria ruziziensis* and *Penisetum purpureum* (Poaceae): characterization of injury and biological aspects. **Revista Colombiana de Entomología**, Santafe de Bogota, v. 37, n. 1, p. 244-248, Dec. 2011.

BARBOSA, R. A. **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 206 p.

BASAGLI, M. A. B. et al. Efeito da aplicação de silicato de sódio na resistência de plantas de trigo ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond., 1852) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 659-663, dez. 2003.

BRUNINGS, A. M. et al. Differential gene expression of rice in responses to silicon and the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae*. **Annals of Applied Biology**, United Kingdom, v. 155, n. 2, p. 161-170, Aug. 2009.

CARDONA, C. et al. Independence of resistance in *Brachiaria* spp. to nymphs or to adult spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae): implications for breeding for resistance. **Journal Economic Entomology**, Oxford, v. 103, n. 5, p. 1860-1865, Oct. 2010.

CARLESSI, L. R. G.; CORSEUIL, E.; SALVADORI, J. R. Aspectos biológicos e morfológicos de *Collaria scenica* (Stal) (Hemiptera: Miridae) em trigo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 65-73, ago. 1999.

CHÉRIF, M.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R. R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 84, n. 3, p. 236-242, Oct. 1994.

COSTA, C. et al. Evolução das pastagens cultivadas e do efetivo bovino no Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 8-17, abr. 2008.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; COSTA, R. R. Interação silício-imidacloprid no comportamento biológico e comportamento de *Schizaphis graminum*(rond.) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 455-460, mar./abr. 2009.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academic Science**, Fort Lauderdale, v. 91, n. 1, p. 11-17, Jan. 1994.

FUGI, C. G. Q.; LOURENÇÃO, A. L.; PARRA, J. R. P. Biology of *Anticarsia gemmatilis* on soybean genotypes with different degrees of resistance to insects. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 31-35, jan./fev. 2005.

GOMES, F. B. et al. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 547-551, nov./dec 2005.

GOUSSAIN, M. M.; PRADO, E.; MORAES, J. C. Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behavior of the green bug *Schizaphis graminum* (Rondani)(Hemiptera:Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 807-813, abr./jun. 2005.

GRISOTO, E. et al. Biologia de *Mahanarva fimbriolata* em gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 6, p. 1043-1049, jun. 2014.

JANDER, G. et al. The TASTY locus on chromosome 1 of Arabidopsis affects feeding of the insect herbivore *Trichoplusia ni*. **Plant Physiology**, Washington, v. 126, n. 2, p. 890-898, June 2001.

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. Silicon-mediated resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae): effects of silicon source and cultivar. **Journal of Applied Entomology**, Hoboken, v. 130, n. 8, p. 410-420, Aug. 2006.

KORNDÖRFER, A. P.; GRISOTO, E.; VENDRAMIM, J. D. Induction of insect plant resistance to the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* stål (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane by silicon application. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.40, n. 3, p. 387-392, maio/jun. 2011.

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

MA, J. E. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic Stresses. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 50, n. 1, p. 11-18, 2004.

MASSEY, F. P.; ENNOS, R.; HARTLEY, S. E. Silica in grasses as a defense against insect herbivores: contrasting effects on folivores and a phloem feeder. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 75, n. 2, p. 595-603, Mar. 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2014. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-pecuaria-corte/artigos/p0.htm>>. Acesso em: 2 jun. 2015.

MORAES, J. C. et al. Comportamento de prova do pulgão-verde *schizaphis graminum*(rond.) (hemiptera: aphididae) em plantas de trigo tratadas com silício e dimetoato. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 83-90, jan./feb. 2013.

MORAES, J. C.; CARVALHO, S. C. Indução de resistência em plantas de sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench. ao pulgão-verde *Schizaphis graminum*(Rond., 1852) (Hemiptera: Aphididae) com a aplicação de silício. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1185-1189, nov./dez. 2002.

RANGER, C. M. et al. Influence of silicon on resistance of *Zinnia elegans* to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 38, n. 1, p. 129-136, Feb. 2009.

SALIM, M.; SAXENA, R. C. Iron, silica and aluminium stresses and varietal resistance in rice: effects on white backed plant hopper. **Crop Science**, Madison, v. 32, n. 1, p. 212-219, Sept. 1992.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; PRADO, E.; MORAES, J. C. de. Avaliação do silício no comportamento alimentar da cochonilha branca *Planococcus citri* (Risso) (Pseudococcidae) em cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 10-13, jun. 2014.

SILVA, D. B. et al. *Collaria oleosa* (Distant, 1883) (Heteroptera: Miridae), uma praga potencial na cultura do trigo na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 12, p. 2007-2012, 1994.

SILVA, D. M. et al. Selection of signal grass genotypes for resistance to *Collaria oleosa* (DISTANT, 1883) (HEMIPTERA: MIRIDAE). **ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science**, New City, v. 8, n. 5, p. 385-390, May 2013.

SOTELO, P. A. et al. Sublethal effects of antibiosis resistance on the reproductive biology of two spittlebug (Hemiptera: Cercopidae) species affecting *Brachiaria* spp. **Journal Economic Entomology**, Oxford, v. 101, n. 2, p. 564-568, Apr. 2008.

VALÉRIO, J. R. **Caracterização e avaliação do dano causado pelo adulto da cigarrinha-das-pastagens, *Zulia entreriana* (Berg, 1879) em *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk.** 1985. 152 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1985.

**ARTIGO 2 TOLERÂNCIA CONSTITUTIVA E INDUZIDA DE
Brachiaria ruziziensis EM DIFERENTES DENSIDADES DO PERCEVEJO
Collaria oleosa (DISTANT, 1883) (HEMIPTERA: MIRIDAE)**

Artigo será submetido ao Periódico Científico **Ciência e Agrotecnologia**

RESUMO

Collaria oleosa (Distant, 1883) (Hemiptera: Miridae) vem sendo observada com frequência em pastagens, causando injúrias em forma de estrias nas folhas das principais gramíneas forrageiras utilizadas no Brasil. Este estudo teve como objetivo avaliar a tolerância de alguns genótipos de *Brachiaria ruziziensis* e a *Brachiaria brizantha* com e sem a aplicação de silício, quando submetidas a diferentes densidades de *C. oleosa*. Neste estudo, as plantas foram tratadas com silício a 1% (0,5g /50ml de água) aplicado via solo. Após 10 dias da aplicação do silício, foram montados os experimentos. Foram utilizadas as densidades de 0, 4, 8, 16 adultos de *C. oleosa* por parcela experimental, mantidas em plantas de *B. ruziziensis* (CNPGL BR 7 e CNPGL BR 100) e *B. brizantha* por um período de 10 dias. Após esse período, os insetos foram removidos das plantas e avaliaram -se: teor de clorofila, nota de dano, massa seca, massa fresca, porcentagem de folhas atacadas e não atacadas, porcentagem de perda de clorofila e índice de perda funcional da planta. O teor de clorofila não diferiu, significativamente, entre os tratamentos que receberam ou não o silício. Por meio da análise de regressão, esse mesmo variável obteve uma diminuição significativa com o aumento da densidade em plantas exposto à praga por 10 dias. A nota de dano foi menor nos materiais que receberam a solução de silício e maior em função do aumento da densidade de inseto-praga. Massa seca foi maior nos materiais que receberam a aplicação de silício. Sendo assim, o silício induziu a tolerância no genótipo CNPGL BR 100 e entre os genótipos, que não foram tratados com silício, a *B. brizantha* apresentou maior tolerância a *C. oleosa*. Densidades de adultos de *C. oleosa* superiores a 8 podem ser indicadas para seleção de materiais resistentes a esse inseto praga.

Palavras-chave: Nota de dano. Percevejo. Indutor de resistência. Forrageiras.

ABSTRACT

Collaria oleosa (Distant, 1883) (Hemiptera: Miridae) have been frequently observed in pastures, causing injuries in the form of the streaks on the leaves of the main forage grasses used in Brazil. This study aimed to evaluate the tolerance of some genotypes *Brachiaria ruziziensis* and *Brachiaria brizantha* with and without the application of silicon, when subjected to different densities of *C. oleosa*. In this study, the plants were treated with 1% silicon (0.5g / 50 ml of water) via soil. The experiments were conducted after 10 days of the application of silicon. We used densities of 0, 4, 8 and 16 adult *C. oleosa* per experimental plot, maintained in *B. ruziziensis* (CNPGL BR 7 and CNPGL BR 100) and *Brachiaria brizantha* for a period of 10 days. After this period, the insects were removed, and evaluated chlorophyll content, damage note, dry pasta, fresh pasta, percentage of attacked and not attacked leaves, percentage of loss of chlorophyll and functional loss rate of the plant. Chlorophyll content did not differ significantly between treatments, with or without the silicon. By means of the regression analysis, the same variable obtained a significant decrease with increasing density of the pest on plants exposed for 10 days. The damage was lower in the materials that received the silicon solution, and higher in function of the increase in pest density. Dry mass was higher in the materials that received silicon application. Thus, the silicon induced tolerance in CNPGL BR 100 genotype among the genotypes which were not treated with silicon, and the *B. brizantha* showed higher tolerance to *C. oleosa*. Densities of eight adult *C. oleosa* may be indicated for the selection of materials resistant to this pest.

Keywords: Note damage. Bug (*Collaria oleosa*). Inductor resistance. Forage.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produtividade da pecuária a pasto está diretamente relacionada com o potencial da forrageira, sua adaptabilidade ao ecossistema e, principalmente, com o manejo adaptado. A *Brachiaria* é uma forrageira de maior importância econômica e se destaca por ser perene, com grande produção de massa foliar e pela sua capacidade de adaptação às diversas condições ambientais e de manejo da pastagem (KISSMANN, 1997).

Originária da África, foi introduzida no país com o objetivo de aumentar a produtividade, devido a sua fácil adaptação à seca, a solos ácidos e com baixa fertilidade e por serem agronomicamente mais agressivas (BARROS, 1986; LAPOINTE; SOTELO; ARANGO, 1989). No entanto, a introdução das gramíneas, aliada ao sistema de pastejo extensivo, resultou no aumento da população das pragas, limitando a produtividade, a capacidade de suporte e o próprio estabelecimento dessas gramíneas (COSENZA et al., 1982; LAPOINTE et al., 1992; OLIVEIRA; ALVES, 1988; VALÉRIO; NAKANO, 1988).

Considerando os insetos-praga que podem ocasionar danos em braquiária, o percevejo *Collaria oleosa* (Distant, 1883) (Hemiptera: Miridae) tem se destacado, estando presente em diversos cultivos de importância econômica, dentre eles, as gramíneas (AUAD et al., 2011).

O dano ocasionado na forrageira por esse percevejo ao se alimentar é característico desse mirídeo, que insere seu estilete na folha ocasionando injúrias em forma de estrias esbranquiçadas (AUAD et al., 2011). Nas plantas, a lâmina foliar é um importante componente para a produção de massa seca total, responsável por interceptar boa parte da energia luminosa, representando parte substancial do tecido fotossintético ativo, que garante a produção de fotoassimilados, conferindo, assim, um material de alto valor nutritivo para os ruminantes (ALEXANDRINO et al., 2004). No entanto, os danos ocasionados

por *C. oleosa* afetam diretamente o tecido fotossintético ativo, uma vez que se alimenta do cloroplasto, resultando numa redução nutricional da planta.

Dentre as técnicas utilizadas para o controle de pragas, o uso do silício como um indutor de resistência das plantas a insetos tem sido bastante estudado e representa uma tecnologia não agressiva ao ambiente, sustentável e com grande potencial para diminuir o uso de inseticidas (LIMA FILHO, 2005). A utilização desse ativador de resistência pode ocasionar mudanças fisiológicas e morfológicas na planta em resposta à herbivoria ou outro tipo de estresse (GOMES et al., 2005). A resistência de plantas, por meio da aplicação de silício, e sua relação com o ataque de insetos, estão sendo alvo de estudos, como uma importante alternativa complementar no Manejo Integrado de Praga.

O silício já vem sendo empregado com bastante eficiência no controle de insetos pragas e doenças (CAMARGO et al., 2008; PINTO et al., 2014; STANLEY; BAQIR; MCLAREN, 2014). Nos insetos existem vários estudos relatando seu potencial como indutor de resistência, por afetar o ciclo biológico e reprodutivo de insetos sugadores e mastigadores (ASSIS et al., 2013; MORAES; CARVALHO, 2002; RANGER et al., 2009). Porém, pouco se sabe sobre esse indutor no mecanismo de tolerância. Este estudo fornece informações sobre o efeito do tratamento silício sobre o mecanismo de tolerância a diferentes densidades de *C. oleosa*.

Sendo assim, o objetivo nesta pesquisa foi avaliar o nível de tolerância de *Brachiaria ruziziensis* e a *Brachiaria brizantha* com e sem a aplicação de silício, quando submetidos a diferentes densidades de *C. oleosa*.

2 MATERIAL E METÓDOS

Foram testados três genótipos, sendo dois de *B. ruziziensis* (CNPGL BR 7 e CNPGL BR 100) selecionados por apresentar características inadequadas ao desenvolvimento de cigarrinha das pastagens e a *C. oleosa* (SILVA et al., 2013a; 2013b) e *B. brizantha*.

As mudas foram coletadas no campo experimental da Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco- MG e plantadas em tubete (3cm de diâmetro e 10cm de altura), com substrato de casca de pinheiro comercial. Após 30 dias, as mudas foram transplantadas e cultivadas em vasos de plástico (diâmetro 12cm, altura 10cm) com um litro de substrato (solo, esterco e areia em uma proporção de 3: 1: 1) e mantidas em casa de vegetação. Para que não ocorresse nenhuma injúria, as plantas foram mantidas dentro de gaiolas (40x40x80 cm) de armação metálica, revestidas por um tecido tipo organza. A aplicação do silício foi feita 60 dias após o plantio, pela aplicação de solução de ácido silícico a 1% (0,5g de ácido silícico por 50ml de água por kg de substrato) aplicada no solo ao redor das plantas, equivalendo à aplicação de 1t de SiO₂ ha⁻¹.

Os adultos de *C. oleosa* utilizados no experimento foram obtidos por uma criação de manutenção mantida em casa de vegetação da Embrapa Gado de Leite.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, a uma temperatura média 25,3°C (Mínimo de 17,7 e máximo de 39,7 °C), , umidade relativa de 83,2% (UR; mínima = 38,3 e máxima = 99,5%) e a intensidade de luz 28 lum/ft² (mínima = 1.0 e máxima = 664,0 lum/ft²). Estes parâmetros foram registrados utilizando um HOBO DATALOGGER (Onset Co., Pocasset, MA) a cada 2 minutos e transferidos para um software (Hoboware) e estes valores representam as médias ao longo do período experimental. Decorridos 10 dias após a aplicação de silício, foram montados os blocos casualizados. Cada parcela foi

constituída por uma gaiola de plástico transparente cilíndrica (12cm de diâmetro e 40cm de altura), com a extremidade superior revestida com tecido tipo organza, fixado com elástico e a extremidade inferior apoiada ao vaso contendo uma planta do respectivo genótipo a ser testado. Os blocos foram mantidos em bandejas e os tratamentos, com 24 repetições cada, consistiram em liberar quatro, oito e dezesseis adultos, não sexados, de *C. oleosa* e a testemunha (0). Os insetos mortos foram substituídos diariamente para manter a densidade constante por dez dias. Depois que os insetos foram removidos da planta, elas foram avaliadas pelos seguintes variáveis: teor de clorofila, nota de dano e os teores de matéria fresca e seca e porcentagem de folhas atacadas.

O teor de clorofila foi medido pelo 502 OL SPAD dispositivo Minolta (Konica Minolta Sensing; Osaka, Japão), antes da montagem do experimento e, dez dias após a infestação, a medição foi feita, no meio da lâmina foliar em dez folhas por planta e depois foi feita a média do teor de clorofila por planta. O percentual de perda de clorofila, também, foi calculado para cada tratamento:

$$PPC = [(U - I) / U] \times 100$$

em que: PPC é a porcentagem de perda de clorofila, o U é leitura do SPAD para plantas não infestadas e o I leitura do SPAD para plantas infestadas para cada densidade (DEOL; REESE; GILL, 1997).

A nota de dano da parte área de cada planta foi avaliada através de uma escala de notas por três avaliadores e a média foi convertida para um valor de danos de 1 a 5 (CARDONA; MILES; SOTELO, 1999), em que 1 = sem danos; 2 = 25% da área foliar danificada; 3 = 50%; 4 = 75%; e 5 = 76 a 100% das folhas danificadas.

As plantas, após dez dias expostas ao inseto a diferentes densidades, foram cortadas no nível do solo e levadas a uma estufa a temperatura de 55°C,

durante 72 horas e, logo após, o material foi pesado para registro do peso seco. Posteriormente, o índice de perda funcional da planta (FPLI), proposto por Morgan, Wilde e Johnson (1980) e modificado por Panda e Heinrichs (1983), foi calculado com base na nota de danos (DS), peso seco de plantas sadias (DWUP) e peso seco de plantas infestadas (DWIP) como se segue:

$$\text{FPLI (\%)} = [1 - (\text{DWIP} / \text{DWUP}) \times (1 - \text{DS} / 5)] \times 100.$$

Este método é considerado uma ferramenta bastante útil para quantificar a tolerância (SMITH; KHAN; PATHAK, 1994).

O teor de clorofila, porcentagem de perda de clorofila, taxa de perda funcional, nota de dano, peso seco da parte aérea e porcentagem de folhas atacadas por planta, foram comparados por análise de variância (ANOVA). Quando a ANOVA foi significativa, procedeu-se à análise de regressão da densidade de infestação ou as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knot ($P < 0,05$) para avaliar o efeito da densidade de insetos sobre a planta. As análises foram realizadas utilizando SISVAR (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS

Não houve diferença significativa no teor de clorofila para os materiais testados, quando eles foram tratados com silício. No entanto, na ausência do indutor, para o teor de clorofila, foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os materiais de braquiária. O teor de clorofila foi, significativamente, maior para *B. brizantha* (23,77%), comparado aos materiais CNPGL BR 7 (15,44%) e CNPGL BR 100 (17,05%), quando foi avaliada a resistência constitutiva dos genótipos (Tabela 1).

Constataram-se diferenças significativas para as perdas de clorofila, quando foram avaliadas somente as características constitutivas dos genótipos. As perdas de clorofila foram, significativamente, maiores nos genótipos CNPGL BR 7 e CNPGL BR 100. Para a *B. brizantha*, essa perda de clorofila foi significativamente menor em comparação aos outros materiais testados (Tabela 1).

Verificou-se que a nota de dano foi significativamente influenciada pela aplicação de silício na planta; na média geral os materiais, em que foram tratados com a solução de silício, obtiveram uma menor nota (2,47) em relação aos que não receberam a solução (2,65), sendo assim as plantas não tratadas foram mais atacadas pelo percevejo. A nota de dano, para o material CNPGL BR, 100 foi significativamente aumentada em 0,38, quando não recebeu a aplicação de silício. Este resultado indica que há relação entre o grau de resistência e a concentração desse indutor nas folhas para estes genótipos (Tabela 1).

Tabela 3 Relação entre os genótipos e a aplicação de silício para teor de clorofila, nota de dano, percentual de massa seca (g), percentual de folhas atacadas por planta (%) e perda de clorofila (%) em *B. ruziziensis* e *B. brizantha*

		CNPGL BR 7	CNPGL BR 100	<i>B. brizantha</i>	Média Geral
Teor de clorofila	Si -	15,58 B	16,57 B	23,30 A	18,48 a
	Si +	15,30 B	17,53 B	24,24 A	19,03 a
Nota de dano	Si -	2,70 B a	3,00 A a	2,23 C a	
	Si +	2,61 A a	2,62 A b	2,17 B a	
Massa seca	Si -	0,66 A a	0,45 B b	0,69 A b	
	Si +	0,60 B a	0,72 B a	1,04 A a	
Folhas atacadas (%)	Si -	51,04 A	57,63 A	36,61 B	48,43 a
	Si +	49,59 A	48,34 A	34,03 B	43,99 a
Perda de clorofila (%)	Si -	47,79 A	47,63 A	35,19 A	43,54 a
	Si +	50,34 A	42,32 A	28,96 B	40,54 a

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott ($p \leq 0,05$).

Entre os materiais de *Brachiaria*, quando foi avaliada somente a resistência constitutiva dos materiais testados, observou-se, para as notas de danos de CNPGL BR 7 e CNPGL BR 100, que foram significativamente

maiores, com médias de 2,66 e 2,81 em comparação a *B. brizantha* (2,10), que manteve a sua resistência (Tabela 1).

Para o índice de perda funcional, não houve diferenças significativas entre os genótipos, a aplicação de silício e a interação entre esses dois fatores. Na densidade 8, verificou-se significativamente os maiores percentuais de perda funcional para os genótipos CNPGL BR 7 e CNPGL BR 100, nas demais densidades não foram observadas diferenças significativas, tanto para densidade 4, como para densidade 16. No entanto, para as características constitutivas dos materiais, os genótipos CNPGL BR 7 e CNPGL BR 100 obtiveram os maiores percentuais de perda funcional para as densidades 8 (66,93% e 67,64%) e 16 (86,51% e 71,60%). Para a *B. brizantha*, não houve diferenças significativas para perda funcional mesmo nas maiores densidades (Figura 2).

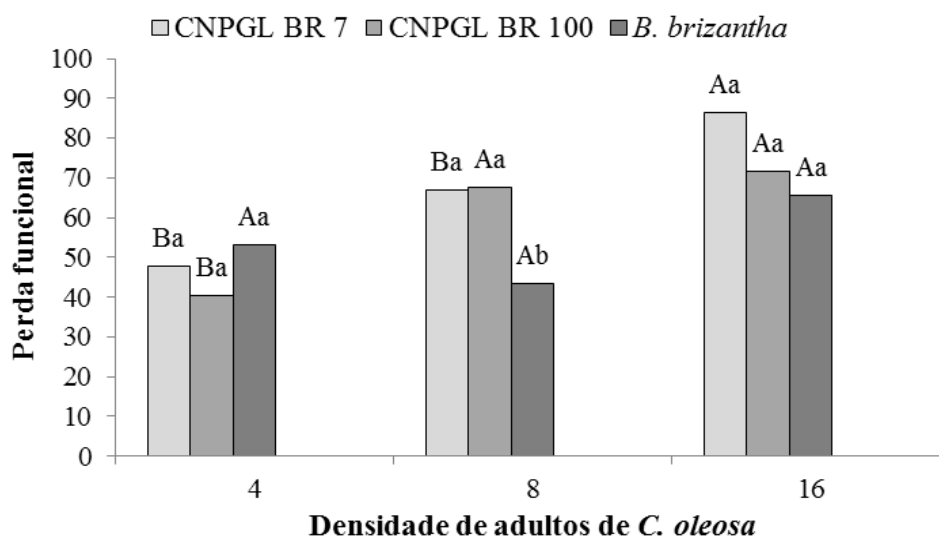


Figura 2 Índices de Perda Funcional de plantas (%) após 10 dias de exposição em diferentes densidades de adultos de *C. oleosa*. Barras com as mesmas letras minúsculas dentro da densidade de infestação e Barras com as mesmas letras maiúsculas entre as densidades de infestação não diferem pelo teste de Scott & Knott

A Perda funcional na densidade 16 foi significativamente maior tanto para os materiais que não receberam o tratamento com silício, como para nas plantas tratadas via solo, em comparação com as outras densidades (Figura 3).

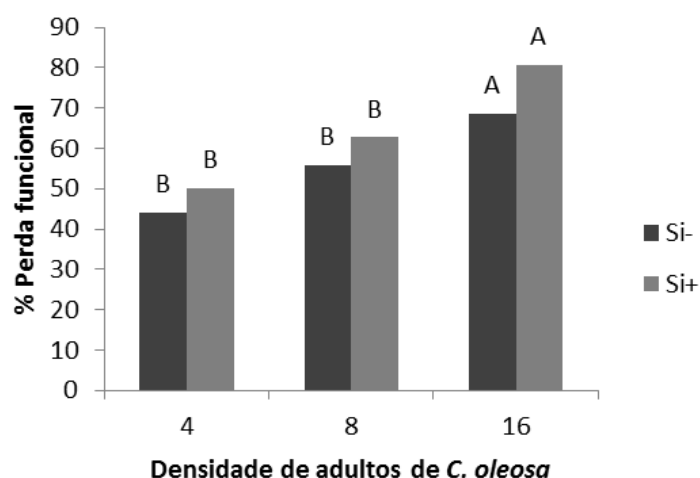


Figura 3 Relação entre os índices de Perda Funcional de plantas (%) e o indutor silício, em diferentes densidades de infestação por adultos de *C. oleosa*. Barras com as mesmas letras maiúsculas entre as densidades de infestação não diferem pelo teste de Scott & Knot

Na média geral, a aplicação de silício alterou, significativamente, o teor de massa seca, principalmente, nos materiais CNPGL BR 100 e *B. brizantha*, com médias de 0,72g e 1,04g de massa seca para os materiais tratados e 0,45g e 0,69g para os que não receberam a aplicação de silício. Verificou-se que, entre os materiais, a *B. brizantha* obteve média significativamente maior para a seca; já, para os materiais CNPGL BR 100 e CNPGL BR 7, essas médias foram inferiores (Tabela 1).

O silício, na média geral, não influenciou no percentual de folhas injuriadas por material (Tabela 1). A espécie *B. brizantha* apresentou um percentual de folhas injuriadas por planta menor 35,32% em comparação aos dois genótipos de *B. ruziziensis* (50,32% e 52,98%).

No que diz respeito à correlação entre as variáveis avaliadas e a densidade de adultos de *C. oleosa*, verificaram-se diferenças significativas para o teor de clorofila dos genótipos testados, proporcionando uma correlação positiva, com uma redução no teor de clorofila (Figura 4) à medida que densidade aumenta. A nota de dano e o percentual de folhas atacadas, também, apresentaram uma correlação significativa com a densidade no período de infestação de dez dias, respectivamente (Figura 5; Figura 6 B). A massa seca, durante o período de infestação pelo mirídeo, não alterou significativamente com o aumento da densidade (Figura 6 A).

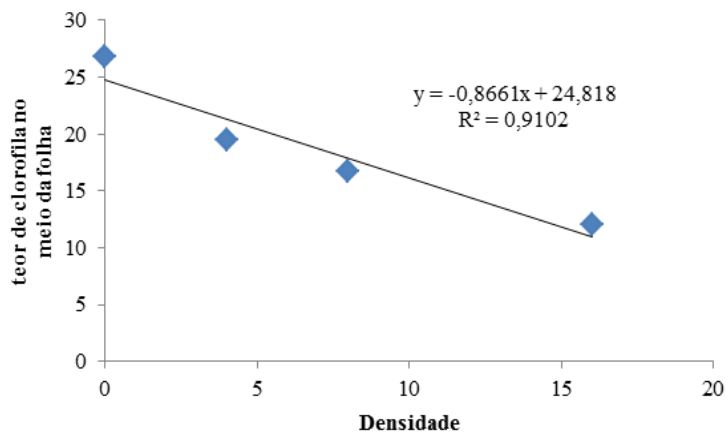


Figura 4 Relação entre as diferentes densidades de adultos de *C. oleosa* e teor de clorofila de *Brachiaria* spp..

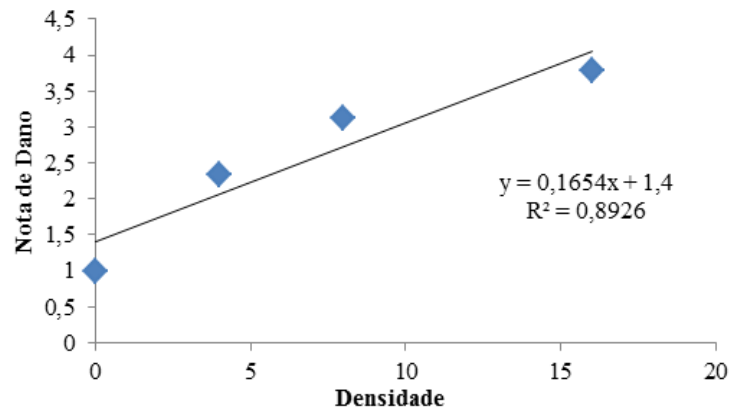
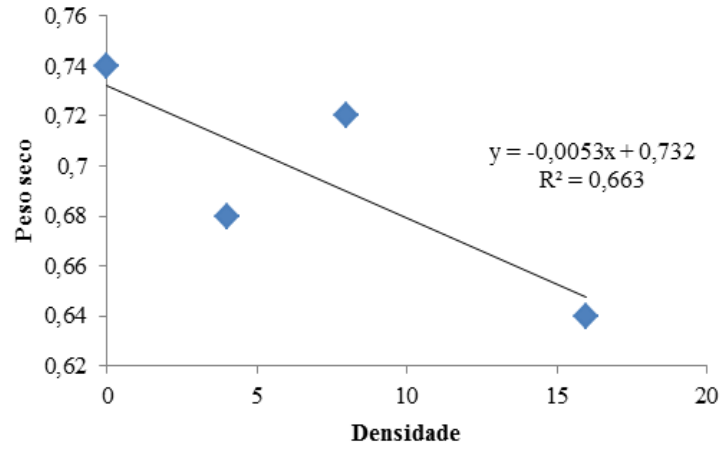


Figura 5 Relação entre as diferentes densidades de adultos de *C. oleosa* e nota de dano de *Brachiaria* spp..



A

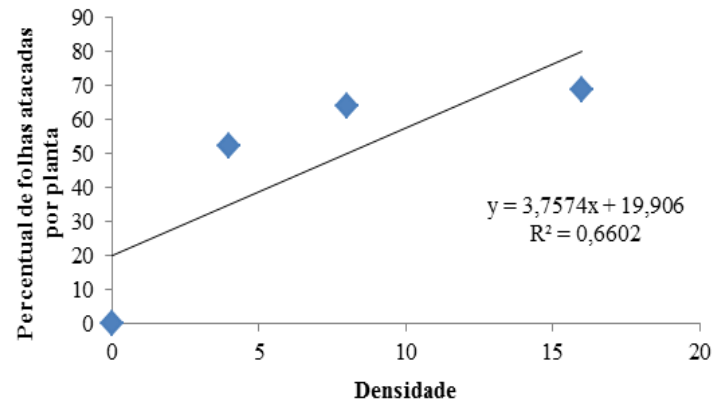
**B**

Figura 6 Relação entre as diferentes densidades de adultos de *C. oleosa* e o percentual de folhas atacadas por planta de *Brachiaria* spp..

4 DISCUSSÃO

Não houve diferenças significativas no teor de clorofila para as plantas que receberam o indutor de resistência silício em comparação às testemunhas que não receberam o tratamento durante o tempo de exposição aos adultos de *C. oleosa*. Estes resultados não corroboram com os obtidos por Ávila et al. (2010) e Oliveira, Korndörfer e Pereira (2007), e ao verificarem que a aplicação de Si conferiu maior valor para a leitura do clorofilômetro SPAD, quando comparado aos tratamentos que não receberam aplicação de Si. Segundo Agari, Agata e Kaufman (1998), o silício está associado à manutenção da fotossíntese, à distribuição da clorofila e à prevenção da deterioração estrutural e funcional das membranas celulares.

Resende et al. (2012), trabalhando com cigarrinha das pastagens em diferentes densidades, obtiveram uma perda de clorofila de 80,97%, num nível de infestação de 24 insetos adultos, no período de 10 dias. No presente estudo, observou-se que a exposição da braquiária, para densidades de 4, 8 e 16 adultos de *C. oleosa*, por dez dias, foi suficiente para causar uma redução significativa no conteúdo de clorofila nas folhas de braquiária, afetando a capacidade fotossintética da planta.

Quando analisamos somente o efeito constitutivo dos genótipos sem levar em consideração o efeito do silício, apenas *B. brizantha* obteve uma menor perda de clorofila quando exposta a diferentes densidades. Resultado semelhante foi encontrado por Silva et al. (2013b), ao avaliar o dano em plantas de braquiária mantidos em casa de vegetação e submetidos a infestações naturais do percevejo *C. oleosa*. Nos materiais CNPGL 100 e CNPGL 7, verificou-se uma considerável diminuição no teor de clorofila.

Resende, Auad e Fonseca (2014), estudando a perda de clorofila em *Brachiaria ruziziensis* infestadas com adultos de *Mahanarva spectabilis*,

observaram que esses insetos praga podem afetar a capacidade fotossintética da planta por ocasionar alterações no transporte de água, abertura dos estômatos e transporte de sacarose, ao se alimentar, ocasionando uma redução da fotossíntese nos restantes dos tecidos de folhas das plantas atacadas. O percevejo *C. oleosa*, além de sugar os cloroplastos das plantas, como já foi citado anteriormente, causa lesões nos estômatos ao inserir seu estilete para se alimentar.

De acordo com Taiz e Zeiger (2009), a clorofila é um importante pigmento no processo fotossintético, pois participa da absorção e captação de energia luminosa para posterior conversão dessa energia em ATP, os quais podem ser usados na síntese de carboidratos. Desse modo, o aumento da síntese deste pigmento permite à planta um aumento da sua atividade fotossintética, conseqüentemente maior desenvolvimento e produção de energia para síntese dos compostos de defesa a estresses bióticos e abióticos. O percevejo *C. oleosa*, ao se alimentar, reduz justamente esse pigmento, deixando a planta mais vulnerável a doenças e ataques de outras pragas.

Resultados obtidos no presente estudo indicam que o silício aumenta a tolerância da planta ao tempo de exposição ao percevejo, pois plantas tratadas com esse mineral obtiveram menores notas de danos que as testemunhas, o que demonstra que a planta conseguiu suportar o ataque do inseto. Além de interferir na fisiologia e morfologia das plantas, o silício pode alterar a expressão de genes e proteínas relacionadas com a defesa em plantas (DATNOFF; RODRIGUES; SEEBOLD, 2007). Assim, esse mineral atua como um indutor através da produção de compostos de defesa em plantas estressadas (CHÉRIF; ASSELIN; BELANGER, 1994; FAWE et al., 1998; RODRIGUES et al., 2004), o que ajuda as plantas a suportarem o ataque de insetos praga.

A nota de danos para *B. brizantha* foi a menor (2,20) independente da densidade e a utilização do indutor silício num período de dez dias. Essa espécie já é citada como material resistente à cigarrinha das pastagens. Em estudo

realizado por Souza Sobrinho, Auad e Lédo (2010), utilizando a mesma escala de notas, segundo a metodologia de Cardona, Miles e Sotelo (1999), essa forrageira, também, apresentou menores danos quando submetidas a ninfas de *Deois schach* e *M. spectabilis*.

A *B. brizantha*, no presente estudo, obteve a menor nota de dano em comparação aos materiais CNPGL BR 7 e CNPGL BR 100, corroborando com aqueles encontrados por Silva et al. (2013b) que verificaram redução significativa na nota de dano de *B. brizantha* quando exposta a infestações naturais do mirídeo *C. oleosa*; já os materiais CNPGL BR 7 e CNPGL BR 100 as notas de dano foram acima de 3,00, mostrando uma vulnerabilidade desses materiais ao inseto praga.

A correlação entre teor de clorofila e o dano foi significativa quando desconsideramos os efeitos do silício na planta. O genótipo de *B. brizantha* apresentou as menores perdas de clorofila e a menor nota de dano, em estudos com adultos de cigarrinha das pastagens. López et al. (2009) e Resende et al. (2012), também, relataram uma correlação positiva entre essas duas variáveis em braquiária. Segundo Resende, Auad e Fonseca (2014), uma correlação positiva entre nota de dano e teor de clorofila é um parâmetro útil para seleção de *Brachiaria* resistente, pois os genótipos capazes de manter o teor de clorofila, após o ataque de adultos de cigarrinhas, serão menos danificados por insetos.

O aumento da densidade de adultos de *C. oleosa* diminuiu, consideravelmente, o teor de clorofila nos genótipos CNPGL BR 7 e CNPGL BR 100, o mesmo não foi observado por Resende, Auad e Fonseca (2014), em que densidades mais elevadas de *M. spectabilis* não ocasionaram reduções significativas no teor de clorofila em *B. ruziziensis*. O mesmo autor relata que, provavelmente, houve alterações no metabolismo da planta, o que resultou num aumento da taxa fotossintética para evitar uma redução contínua no teor de clorofila. Esse sistema de compensação da diminuição do teor clorofila,

realizado pela planta atacada, não pode ser aplicado para o percevejo *C. oleosa* pelo fato desse inseto sugar justamente os cloroplastos das folhas, reduzindo a taxa fotossintética da planta.

A nota de dano e a massa fresca das plantas sofreram influência da densidade, quanto maior a densidade, maior foi a nota de dano e menor a massa fresca. Resultados obtidos por Resende, Auad e Fonseca (2014) mostram que há uma tendência de aumento de dano quando a densidade de insetos foi aumentada para adultos de *M. spectabilis* em *B. ruziziensis*.

A relação entre o aumento da densidade de *C. oleosa* com a perda funcional, observado no presente estudo, também, foi observada por Resende et al. (2012), para cigarrinha das pastagens em *B. ruziziensis*, em que 4, 8 e 16 adultos de *M. spectabilis* geraram um índice de perda funcional superior a 45,3%; 60% e 61, 9%, respectivamente. No entanto, no presente trabalho, a densidade de 16 adultos do percevejo ocasionaram uma perda funcional superior a 65,56% nos materiais testados, chegando a 86,51% no genótipo CNPGL BR 7.

5 CONCLUSÃO

O silício induziu a resistência no genótipo CNPGL BR 100. Entre os genótipos, que não foram tratados com silício, a *B. brizantha* apresentou tolerância a *C. oleosa*.

Densidades de adultos de *C. oleosa* superiores a 8 podem ser indicadas para seleção de materiais resistente a esse inseto praga.

REFERÊNCIAS

AGARIE,S.; AGATA, W.; KAUFMAN, P. B. Involvement of silicone in the senescence of Rice leaves. **Plant Production Science**, Shinkawa, v. 1, n. 2, p. 104-105, Apr. 1998.

ALEXANDRINO, E. et al. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da brachiaria brizantha cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, abr. 2004.

ASSIS, F. A. et al. The effects of foliar spray application of silicon on plant damage levels and components of larval biology of the pest butterfly *Chlosyne lacinia saundersii* (Nymphalidae). **International Journal of Pest Management**, London, v. 59, n. 2, p. 128-134, Feb. 2013.

AUAD, A. M. et al. *Collaria oleosa* (Hemiptera: Miridae) on *Brachiaria ruziziensis* and *Penisetum purpureum* (Poaceae): Characterization of injury and biological aspects. **Revista Colombiana de Entomología**, Santafe de Bogota, v. 37, n. 1, p. 244-248, June/Dec. 2011.

AUAD, A. M. et al. *Collaria oleosa* (Hemiptera:Miridae) on *Brachiaria ruziziensis* and *Penisetum purpureum* (Poaceae): Characterization of injury and biological aspects. **Revista Colombiana de Entomologia**, Santafe de Bogota, v. 37, n. 1, p. 80-81, June/Dec. 2011.

ÁVILA, F. W. et al. Interação entre silício e nitrogênio em arroz cultivado sob solução nutritiva. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 41, n. 2, p. 184-190, abr./jun. 2010.

BARROS, P. M. Cigarrinha-das-pastagens. In: _____. **Biotecnologia e desenvolvimento nacional**. São Paulo: Secretaria da Industria, Comércio e tecnologia, 1986. p. 86-97.

CAMARGO, J. M. M. et al. Resistência induzida ao pulgão-gigante-do-pinus (Hemiptera: Aphididae) em plantas de pinus e adubadas com silício. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 927-932, out./dez. 2008.

CARDONA, C.; MILES, J. W.; SOTELO, G. An improved methodology for massive screening of *Brachiaria* spp. genotypes for resistance to *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). **Journal Economic Entomology**, Oxford, v. 92, n. 2, p. 490-496, Apr. 1999.

CHÉRIF, M.; ASSELIN, A.; BELANGER, R. R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 84, n.3, p. 236-242, Oct. 1994.

COSENZA, G. W. et al. **O controle integrado das cigarrinha-das-pastagens**. 4. ed. Brasília: Embrapa, 1982. 30 p.

DATNOFF, L.; RODRIGUES, F.; SEEBOLD, K. Silicon and plant disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. (Ed.). **Mineral Nutrition and Plant Disease**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 2007. p. 233–246.

DEOL, G. S.; REESE, J. C.; GILL, B. S. A rapid, nondestructive technique for assessing chlorophyll loss from greenbug (Homoptera: Aphididae) feeding damage on sorghum leaves. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Kansas, v. 70, n. 4, p. 305-312, Oct. 1997.

FAWE, A. et al. Silicon-mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 88, n. 5, p. 396-401, Jan. 1998.

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análises de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos: versão 5.3 (Biud 75). Lavras: Editora da UFLA, 2010.

GOMES, F. B. et al. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 547-551, nov./dez. 2005.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf, 1997. 824 p.

LAPOINTE, S. L. et al. Antibiosis to spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in accessions of *Brachiaria* spp. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 4, p. 1485-1490, Aug. 1992.

LAPOINTE, S. L.; SOTELO, G.; ARANGO, G. L. Improved technique for rearing spittlebugs (Homoptera: Cercopidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 6, p. 1764-1766, Dec. 1989.

LIMA FILHO, O. F. O silício e a resistência das plantas ao ataque de fungos patogênicos. **Revista IL RISO**, Milano, v. 28, p. 235-253, 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/noticias/artigos/folder.2005>>. Acesso em: 14 maio 2006.

LÓPEZ, F. et al. Screening for resistance to adult spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae) in *Brachiaria* spp.: methods and categories of resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 102, n. 3, p. 1309-1316, June 2009.

MORAES, J. C.; CARVALHO, S. C. Indução de resistência em plantas de sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench. ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond., 1852) (Hemiptera: Aphididae) com a aplicação de silício, **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1185-1189, nov./dez. 2002.

MORGAN, J.; WILDE, G.; JOHNSON, D. Greenbug resistance in commercial sorghum hybrids in the seedling stage. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 73, n. 4, p. 510-514, Aug. 1980.

OLIVEIRA, L. A. de; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, A. C. Acumulação de silício em arroz em diferentes condições de pH da rizosfera. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 685-690, mar. 2007.

OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, P. M. P. **Novas opções de gramíneas no controle da cigarrinha-das-pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1988. 18 p. (Boletim de Pesquisa, 9).

PANDA, N.; HEINRICHS, E. A. Levels of tolerance and antibiosis in rice varieties having moderate resistance to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Hemiptera: Delphacidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 12, n. 4, p. 1204-1214, 1983.

PINTO, D. G. et al. Fotossíntese, crescimento e incidência de insetos-praga em genótipos de cacau pulverizados com silício. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 715-724, maio/jun. 2014.

RANGER, C. M. et al. Influence of silicon on resistance of *Zinnia elegans* to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 38, n. 1, p. 129-136, Feb. 2009.

RESENDE, T. T. et al. Impact of the spittlebug *Mahanarva spectabilis* on signal grass. **The Scientific World Journal**, New York, v. 2012, n. 1, p. 1-6, June 2012.

RESENDE, T. T.; AUAD, A. M.; FONSECA, M. G. How many adults of *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) should be used for screening *Brachiaria ruziziensis* (Poales: Poaceae) resistance? **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 107, n. 1, p. 396-402, Sept. 2014.

RODRIGUES, F. A. et al. Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 94, n. 2, p. 177-183, Sept. 2004.

SILVA, D. M. et al. Genetic variability of *Brachiaria ruziziensis* clones to *Collaria oleosa* (Hemiptera: Miridae) based on leaf injuries. **American Journal of Plant Sciences**, Washington, v. 4, n. 12, p. 1-7, Dec. 2013b.

SILVA, D. M. et al. Selection of signal grass genotypes for resistance to *Collaria oleosa*(DISTANT, 1883) (HEMIPTERA: MIRIDAE). **Journal of Agricultural and Biological Science**, Cambridge, v. 8, n. 5, p. 385-390, May 2013a.

SMITH, C. M.; KHAN, Z. R.; PATHAK, E. M. D. **Techniques for evaluating insect resistance in crop plants**. Boca Raton: CRC, 1994. 302 p.

SOUZA SOBRINHO, F.; AUAD, A. M.; LEDO, F. J. S. Genetic variability in *Brachiaria ruziziensis* for resistance to spittlebugs. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 83-88, dez. 2010.

STANLEY, J. N.; BAQIR, H. A.; MCLAREN, T. I. Effect on larval growth of adding finely ground silicon-bearing minerals (wollastonite or olivine) to artificial diets for *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). **Austral Entomology**, Sydney, v. 53, n. 4, p. 436–443, Apr. 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

VALÉRIO, J. R.; NAKANO, O. Danos causados pelo adulto da cigarrinha *Zulia entreriana* na produção e qualidade de *Brachiaria decumbens*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 5, p. 447-453, jan. 1988.

ARTIGO 3 COMO *Collaria oleosa* (DISTANT, 1883) (HEMIPTERA: MIRIDAE) E *Brachiaria* spp. RESPONDEM À ELEVAÇÃO DOS NÍVEIS DE CO₂?

Artigo será submetido no Periódico Científico **Ciência e Agrotecnologia**

RESUMO

Os efeitos das altas concentrações de CO₂ em plantas podem ocasionar aumento na produção, por gerar resposta significativa na fotossíntese, no metabolismo e no desenvolvimento das plantas. A consequência dessas alterações na biologia de *Collaria oleosa* (Distant, 1883) (Hemiptera: Miridae), praga, associada às gramíneas, é inexistente. O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos diretos e indiretos da elevação do nível de CO₂, o qual é esperado no cenário climático futuro, na biologia de *C. oleosa*. Ninfas e adultos do percevejo, e forrageiras foram submetidas em fitotron a quatro tratamentos: 1) insetos e plantas mantidas a um nível de CO₂ constante (400 ppm); 2) insetos foram mantidos em um nível constante de CO₂ (400 ppm) e alimentados com forrageiras cultivadas sob um elevado nível de CO₂ constante (700 ppm); 3) insetos e forrageiras foram mantidos em um nível de CO₂ constante (700 ppm) e 4) insetos foram mantidos em um nível constante de CO₂ (700 ppm) e alimentados com plantas cultivadas sob um elevado nível de CO₂ constante (400 ppm). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com dois genótipos de *Brachiaria ruziziensis* (CNPGL BR 150; CNPGLBR 1765), além da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*, com 50 repetições. Avaliaram-se a duração e viabilidade de cada ínstar e da fase ninfal, assim como a longevidade dos adultos, submetidos aos diferentes tratamentos. Foram encontradas diferenças significativas para duração de cada ínstar, fase ninfal e longevidade dos adultos de *C. oleosa* em *Brachiaria* spp. submetidas aos diferentes níveis de CO₂. Considerando que a maior duração e menor sobrevivência induzirão a redução do número de gerações e número de indivíduos, ressalta-se que o material CNPGL BR 150 é considerado o mais indicado em regiões atuais com o problema de *C. oleosa*. Para as demais genótipos/espécies, espera-se a manutenção da suscetibilidade (*B. decumbens*) e da resistência (CNPGL BR 1765) ou alteração da resistência (*B. brizantha*) para o cenário climático futuro.

Palavras chave: Mirídeo. Braquiária. Aspectos biológicos. Mudanças climáticas.

ABSTRACT

High CO₂ concentrations in plants can cause an increase in production, generating a significant response in photosynthesis, metabolism and plant development. The consequence of these changes for the biology of *Collaria oleosa* (Distant, 1883) (Hemiptera: Miridae), plague associated to grasses, is nonexistent. The aim of this study was to evaluate the direct and indirect effects of rising CO₂ levels, expected in future climate scenario, over the biology of *C. oleosa*. Nymphs and adults of the insects, as well as forages, were submitted to phytotron in four treatments: 1) insects and plants maintained at a constant level of CO₂ (400 ppm); 2) Insects were maintained at a constant level of CO₂ (400 ppm), and fed with fodder grown under a constant high level of CO₂ (700 ppm); 3) insects and forages were kept at constant level of CO₂ (700 ppm); and 4) Insects were maintained at a constant level of CO₂ (700 ppm), and fed with plant cultivated under a high constant level of CO₂ (400 ppm). We used a completely randomized design with two genotypes of *Brachiaria ruziziensis* (CNPGL BR 150; CNPGL BR 1765), as well as *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria decumbens*, with 50 replicates. We evaluated the duration and viability of each instar and nymphal stage, as well as adult longevity, subjected to the different treatments. Significant differences were found for the duration of each instar, nymphal stage and longevity of *C. oleosa* adults in *Brachiaria* spp. subjected to different levels of CO₂. Considering the longer and shorter survival induce the reduction in the number of generations and individuals, we emphasize that the CNPGL BR 150 is the most appropriate in regions with *C. oleosa*. For the other genotypes/species, we expect the susceptibility (*B. decumbens*) and resistance (CNPGL BR 1765) or change in resistance (*B. brizantha*) for the future climate scenario to be maintained.

Keywords: Mirideo. Braquiaria. Biological aspects. Climate change.

1 INTRODUÇÃO

O uso de forrageiras é a maneira mais prática e econômica para a alimentação de bovinos, garantindo baixos custos de produção, desta forma, constitui a base de sustentação da pecuária do Brasil (ALENCAR et al., 2010; DIAS-FILHO, 2014). O país é um grande produtor de carne e leite com criação de bovinos a pasto obtendo um rebanho de, aproximadamente, 212 milhões de cabeças. Em 2012 foram abatidos 31.117.549 de bovinos e a perspectiva de crescimento deste setor é de 22,5% até 2023 (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2013) para atender à demanda do mercado brasileiro e internacional.

No entanto, a produção de forrageiras está sendo comprometida pelo ataque de *Collaria oleosa* (Distant, 1883) (Hemiptera: Miridae) (SILVA et al., 2013a, 2013b). Esse percevejo, tanto na fase ninfal como adulta, danifica a planta, por meio da sucção dos cloroplastos, causando injúrias nas folhas, afetando diretamente o tecido fotossintético ativo, uma vez que se alimenta dos cloroplastos, levando a uma redução no rendimento e o valor nutricional da planta (AUAD et al., 2011).

Não se conhece a dinâmica populacional desse percevejo em função dos fatores abióticos. Segundo Hunter (2001) e Yadugiri (2010), as mudanças no clima terão um impacto significativo sobre o rendimento das culturas por meio do aumento de temperatura e dióxido de carbono (CO₂) que, por sua vez, podem influenciar as interações inseto-planta de várias maneiras, causando alterações diretas e indiretas sobre os insetos praga. A temperatura tem um efeito direto e pode impactar no tempo de desenvolvimento, na longevidade e fecundidade dos insetos, enquanto o CO₂ elevado tem um efeito indireto sobre o crescimento e desenvolvimento de insetos pragas mediada pela planta hospedeira (HUNTER, 2001; YADUGIRI, 2010).

Conforme o IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007), a concentração de dióxido de carbono tem aumentado desde a Revolução Industrial. No período pré-industrial, a concentração de CO₂ na atmosfera era de, aproximadamente, 280 ppm aumentando para 379 ppm em 2005 e, em março de 2015, as concentrações globais de dióxido de carbono (CO₂) atingiram um recorde de média global de 400 ppm (Observatório Mauna Loa: NOAA ESRL). Cenários climáticos sinalizam que a concentração deste gás poderá chegar a 580 ppm já em 2035 (STERN, 2007).

A elevação na concentração de CO₂ atmosférico, uma das principais causas é o aumento da temperatura média do planeta (BATTIST; NAYLOR, 2009), entre 1,8 e 6,4 °C nos próximos 100 anos (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007). O CO₂, além de atuar como gás de efeito estufa aumentando a temperatura terrestre, pode causar impactos diretos e indiretos nos agroecossistemas ((PIMENTEL, 2011).

Nas plantas, as concentrações elevadas de CO₂ atmosférico causam um aumento na taxa de crescimento, pois o CO₂ é o substrato primário para fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2004). Plantas com metabolismo C₃ são mais beneficiadas pelo aumento da concentração de CO₂ atmosférico do que plantas com metabolismo C₄ (SIQUEIRA; STEINMETZ; SALLES, 2001; STRECK, 2005; TUBIELLO; DANATELLI; STOCKLE, 2000) como a *Brachiaria* (TAIZ; ZAIGER, 2004).

Diante do cenário atual, com as concentrações de CO₂ atmosférico aumentando a cada ano, o presente estudo visa fornecer informações que poderão ajudar a prever qual será a influência dos níveis de CO₂, nos cenários atual e futuro, nos aspectos biológicos de *C. oleosa*. Esses resultados serão fundamentais na elaboração de métodos alternativos, para um manejo eficiente desse inseto praga, em função da sua distribuição geográfica nas regiões do

Brasil, nas quais se espera que seja alterada em função das mudanças climáticas.

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo compreender o efeito direto da elevação do nível CO_2 na biologia de *C. oleosa*, e indireto, quando alimentados com plantas submetidas em diferentes níveis de CO_2 .

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção e manutenção de *C. oleosa* e forrageiras

O percevejo *C. oleosa* utilizado nos experimentos foram obtidos por meio de uma criação, situada no campo experimental da Embrapa Gado de Leite, Coronel Pacheco, Minas Gerais e levado para o laboratório de entomologia na Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, Minas Gerais. Esses foram acondicionados em gaiolas de acrílico (60x30x30cm), juntamente com uma planta de braquiária servindo de substrato para oviposição e alimentação. Os ovos foram extraídos da bainha da folha com o auxílio de um pincel de ponta fina e depositados em placa de Petri, a qual continha uma camada de ágar depositada sob discos foliares de braquiária, para alimentação das ninfas recém-eclodidas. Essas placas foram vedadas com tecido tipo organza e mantidas em câmara climática a 25°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12h até a eclosão.

As plantas foram cultivadas em vasos de plástico (diâmetro 20cm, altura 20cm) com cinco litros de substrato (solo, esterco em uma proporção de 2:1) e mantidas em casa de vegetação por 30 dias. Utilizaram -se, em todos os ensaios, dois genótipos de *Brachiaria ruziziensis* (CNPGL BR 150 e CNPGL BR 1765), selecionados por apresentarem características inadequadas ao desenvolvimento de cigarrinha das pastagens (SOUZA SOBRINHO; AUAD; LEDO, 2010), com potencial para serem lançados como resistentes a cigarrinhas e queremos estudar o comportamento desses materiais frente ao ataque do percevejo *C. oleosa* e as espécies *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*.

2.2 Experimento

Ovos, ninfas de *C. oleosa* e as plantas foram mantidos em ambientes com níveis de CO₂ constante (400ppm ou 700 ppm).

As plantas foram mantidas em fitotron por 8 dias nos seguintes ambientes: 1) insetos e plantas mantidas em um nível de CO₂ constante (400 ppm); 2) insetos mantidos em um nível constante de CO₂ (400 ppm) e alimentados com forrageiras cultivadas sob um elevado nível de CO₂ constante (700 ppm); 3) insetos mantidos em um nível constante de CO₂ (700 ppm) e alimentados com gramínea cultivada sob um elevado nível de CO₂ constante (400 ppm) e 4) insetos e gramíneas mantidos em um nível de CO₂ constante (700 ppm). Cada câmara de clima controlado (2,5 x 2,20 x 2,80 m) foi mantida a 25 ± 2 ° C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12h. As condições na câmara de CO₂ foram mantidas constantes, por meio de um sistema de controle automático, COEL HW 4200 (Manaus - Amazonas, Brasil) e um sistema de injeção usando um cilindro de CO₂ para manter a concentração desejada. A flutuação dos níveis de CO₂ foram registrados com um registrador de dados a cada 2 minutos e os dados foram transferidos para um computador utilizando o software HOBOWare® (Onset Co., Pocasset, Massachusetts, EUA). Deste modo, manteve-se a concentração desejada de CO₂ (400 ppm ou 700ppm) durante o período experimental

A concentração elevada de CO₂ usada para o tratamento foi selecionada com base em níveis previstos de CO₂ para o ano de 2100 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007).

Para avaliação do CO₂ na biologia de *C. oleosa*, foram utilizadas ninfas de até 12 horas de idade. As ninfas foram mantidas individualizadas em placas de Petri (5cm de diâmetro), contendo um disco foliar de braquiária, retirado de plantas submetidas a diferentes níveis de CO₂ e acondicionado sobre uma camada de ágar-água a 1%; as unidades de criação foram fechadas com tecido tipo organza e fixadas com elástico. As placas foram renovadas, quando os discos foliares apresentavam coloração amarelada, para evitar a degradação.

Na fase adulta, os indivíduos foram sexados e acondicionados na parte superior da planta, em sacos de organza (32cm de altura e 25cm de largura), contendo em seu interior um perfilho de braquiária, com três folhas, sendo esses trocados a cada quatro dias. Os adultos foram mantidos no mesmo alimento e na mesma condição climática onde as ninfas se desenvolveram.

O efeito direto (sobre o inseto) e indireto (planta sobre o inseto) da elevação do CO₂ na biologia de *C. oleosa* foi conduzido em duas etapas, em delineamento inteiramente casualizado. Na primeira etapa, foram dois tratamentos com 50 ninfas cada: insetos e plantas foram mantidos em câmara climatizada sob um nível de CO₂ constante (400 ppm) (400/400) ou insetos foram mantidos em uma câmara climatizada em um nível constante de CO₂ (400 ppm), mas foram alimentados com plantas cultivadas em câmara climatizada sob um alto nível de CO₂ constante (700 ppm) (400/700).

Na segunda etapa, foram dois tratamentos com 50 ninfas cada. Insetos e plantas foram mantidos em câmara climatizada sob um alto nível de CO₂ constante (700 ppm) (700/700) ou insetos foram mantidos em uma câmara climatizada a um elevado nível de CO₂ constante (700 ppm), mas foram alimentados com plantas cultivadas em câmara climatizada sob um nível constante de CO₂ (400 ppm) (700/400).

Os seguintes parâmetros foram avaliados: a duração (dias) e sobrevivência de cada ínstar e do estágio ninfal e a longevidade (dias) de adultos.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$) utilizando software Sisvar 5,1 (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS

Constataram-se diferenças significativas entre as forrageiras testadas, entre os ambientes testados, assim como a interação entre esses fatores na duração de *C. oleosa* (Tabela 1).

Tabela 4 Médias de duração da fase ninfal e longevidade dos adultos de *C. oleosa* em diferentes genótipos de *Brachiaria* spp. submetidos aos diferentes níveis de CO₂: (400/400) insetos mantidos em fitotron a 400 ppm e alimentados com plantas de 400ppm; (400/700) insetos mantidos em fitotron a 400 ppm e alimentados com plantas de 700ppm; (700/400) insetos mantidos em fitotron a 700 ppm e alimentados com plantas de 400 e 4) insetos mantidos em fitotron a 700 ppm e alimentados com plantas de 700 ppm (700/700). Temperatura de 25 ± 2 °C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas.

Foragem	Duração (dias)			
	400/400	400/700	700/400	700/700
Fase ninfal				
<i>B. decumbens</i>	16.44 ± 0.3Ab	—	—	15.82 ± 0.6Ab
<i>B. brizantha</i>	16.79 ± 0.4Ab	—	16.76 ± 0.3A	16.10 ± 0.4Ab
CNPGL BR 1765	19.17 ± 0.6 Aa	16.17 ± 0.2 C	16.33 ± 0.2C	17.32 ± 0.7Ba
CNPGL BR 150	18.80 ± 0.4 Aa	—	—	17.67 ± 0.3Aa
Longevidade de Adulto				
<i>B. decumbens</i>	3.41 ± 0.4A	—	—	6.09 ± 1.4A
<i>B. brizantha</i>	9.71 ± 1.9A	—	3.82 ± 0.3B	8.50 ± 1.1A
CNPGL BR 1765	5.93 ± 0.8B	15.34 ± 2.0A	12.67 ± 1.4A	4.5 ± 0.6B
CNPGL BR 150	5.80 ± 1.2A	—	5.50 ± 0.5A	3.00 ± 1A

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nas linhas e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott ($p \leq 0,05$).

Verificou-se que os genótipos expostos aos diferentes níveis de CO₂ causaram um efeito significativo no desenvolvimento das ninfas de *C. oleosa*. Os materiais que proporcionaram médias de duração maiores, quando mantidos no tratamento 1, condição atual e tratamento 4, condição futura, foram CNPGL BR 1765 e CNPGL BR 150 para a fase ninfal. Para as demais forrageiras, seguiu-se o padrão de suscetibilidade (*B. decumbens*) ou alteração na resistência da *B. brizantha*, com base no terceiro ínstar (Tabela 1).

Para os tratamentos em que insetos e plantas foram mantidos em ambientes com diferentes níveis de CO₂, constatou-se que, quando as plantas foram submetidas à elevação de CO₂ e os insetos na condição de 400 ppm (tratamento 2) e para os insetos submetidos à elevação de CO₂ e as plantas mantidas em condições de 400 ppm, não houve alteração na duração da fase ninfal em função da forrageira ofertada (Tabela 1).

Para a fase ninfal, o genótipo CNPGL BR 150 proporcionou uma duração, significativamente, superior comparado a *B. decumbens*, *B. brizantha* e CNPGL BR 1765, em todos os ambientes testados no presente estudo, com médias superiores a 18,37 dias (Tabela 1).

As médias de duração do genótipo CNPGL BR 1765 de *B. ruzizensis* (Tabela 1), em diferentes ambientes de CO₂, foi, significativamente, maior na fase ninfal quando submetido ao tratamento: 1) em que ninfas e plantas foram mantidas juntas em níveis constantes de CO₂ de 400ppm e 4) em que ambos, ninfas do percevejo e plantas foram mantidos em níveis de 700ppm. No entanto, verificou-se que, para o genótipo CNPGL BR 150, *B. decumbens* e *B. brizantha*, não foram observadas diferenças significativas na duração para os tratamentos testados.

Além disso, verificaram -se diferenças significativas entre as forrageiras testadas, entre os ambientes testados, mas não houve diferenças significativas com a interação entre esses fatores na longevidade de *C. oleosa*.

A longevidade dos adultos (Tabela 1) foi significativamente maior no tratamento 2, em que as plantas foram submetidas à elevação de CO₂ e os insetos na condição de 400ppm e no tratamento 3, em que foram mantidos em CO₂ elevado e alimentados de plantas submetidas a 700ppm. A espécie *B. brizantha* e o genótipo CNPGL BR 1765 proporcionaram a maior longevidade a *C. oleosa*, sendo favoráveis aos adultos dessa espécie de percevejo.

Constataram -se diferenças significativas entre as forrageiras testadas, entre os ambientes testados, assim como a interação entre esses fatores, na sobrevivência da fase ninfal de *C. oleosa*.

Quanto ao efeito dos genótipos, constatou-se que as ninfas de *C. oleosa* alimentadas com a forrageira *B. decumbens* e mantidas em um ambiente sob um nível constante de CO₂ (400 ppm) juntamente com as plantas (tratamento 1) e no tratamento 4 em que ambos, inseto e plantas, foram expostos em um nível elevado de CO₂ (700ppm), em câmara climatizada, obtiveram as maiores sobrevivências para a fase ninfal. Quando essa espécie forrageira foi submetida a 700 ppm (Tratamento 2) e a 400 ppm e inseto a 700 ppm (tratamento 3), houve mortalidade de 100% (Figura 1).

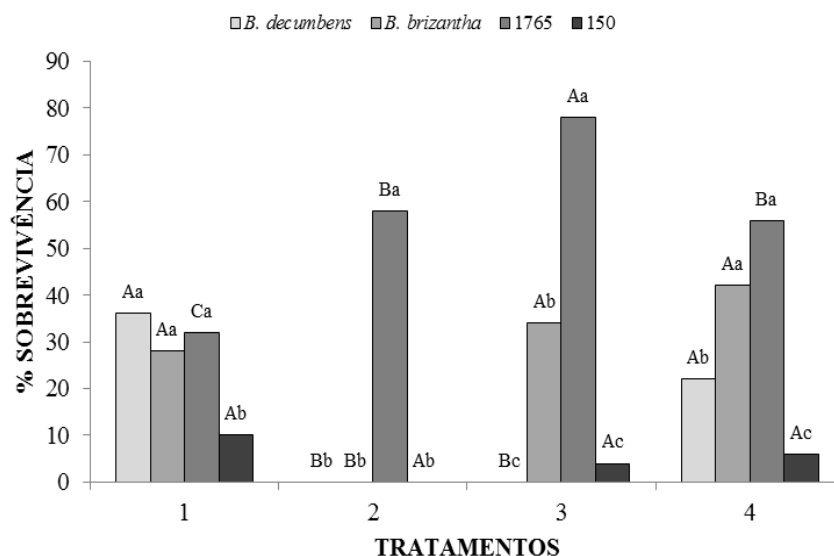


Figura 1 Porcentagem de sobrevivência da fase ninfal de *C. oleosa* em dois genótipos de *B. ruzizienses*; *B. brizantha* e *B. decumbens*, submetidas a diferentes níveis de CO₂: 1) insetos mantidos em fitotron a 400 ppm e alimentados com plantas de 400ppm; 2) insetos mantidos em fitotron a 400 ppm e alimentados com plantas de 700ppm; 3) insetos mantidos em fitotron a 700 ppm e alimentados com plantas de 400 e 4) insetos mantidos em fitotron a 700 ppm e alimentados com plantas de 700 ppm a 25°C, UR 70 ± 10% e fotofase de 12h. Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas entre os ambientes e minúsculas dentro do mesmo ambiente, não diferem entre si pelo teste Scott & Knott (P<0,05)

O índice de sobrevivência (Figura 1) de *C. oleosa*, nos tratamentos em que ambos (percevejos e plantas) foram submetidos em um nível constante de CO₂ de 400ppm (tratamento 1), no tratamento 4 (plantas e insetos à 700 ppm) e no tratamento 3 onde os insetos foram submetidos em níveis intensos de CO₂ de 700ppm e as plantas testadas a um nível de 400ppm, foram significativamente maiores.

As porcentagens de sobrevivência, para as ninfas alimentadas com CNPGL BR 1765, foram menores para aquelas mantidas em um ambiente sob um nível constante de CO₂ 400 ppm juntamente com as plantas (tratamento 1). Para os demais tratamentos, esse genótipo promoveu maiores sobrevivências comparado às outras espécies de braquiária testadas (Figura 1).

Nos tratamentos 1, 3 e 4, a menor sobrevivência de todos os ínstaros de *C. oleosa* foi verificada quando alimentado do genótipo CNPGL BR 150. No tratamento 2, esse mesmo material ocasionou 100% de mortalidade na fase ninfal.

Quando comparamos os tratamentos 1 e 2, em que somente há alteração na condição em que a planta foi submetida, constatou-se, somente no primeiro ínstar, que as plantas submetidas à elevação do nível de CO₂ provocam uma redução na sobrevivência de *C. oleosa*. Quando se comparam os tratamentos 3 e 4, foi verificado efeito das alterações fisiológicas das plantas, aumentando a sobrevivência do inseto-praga, quando esse foi submetido a 700 ppm de CO₂.

4 DISCUSSÃO

Mudanças na qualidade da planta, em decorrência do aumento das concentrações de CO₂, podem afetar os padrões de herbivoria de insetos. Estudos tentam avaliar os efeitos mediados pelas altas concentrações de CO₂ nas características das plantas e como os herbívoros irão responder a essas novas mudanças (CORNELISSEN, 2011; STILING; CORNELISSEN, 2007). Além disso, o efeito direto do CO₂ nos herbívoros poder contribuir para desequilíbrio em suas populações (FLYNN; SUDDERTH; BAZZAZ, 2006). No presente estudo, evidenciou-se o efeito direto e indireto do CO₂, na duração e sobrevivência de *C. oleosa*, alimentado de diferentes genótipos de braquiária.

Nos tratamentos 1 e 4, onde insetos e plantas foram submetidos às concentrações de CO₂ atuais e futuras, podemos observar que houve um efeito direto na duração dos insetos nos dois tratamentos. Insetos herbívoros são afetados por mudanças nos componentes químicos de suas plantas hospedeiras (YIN et al., 2010). Vários estudos têm sugerido que o CO₂ diminuiu o nível elevado de proteína e aumentou o teor de hidratos de carbono de algumas plantas (BARBEHENN et al., 2005; TAUB; MILLER; ALEN, 2008). Proteínas e carboidratos são os nutrientes mais importantes para os insetos herbívoros. Plantas hospedeiras mais nutritivas têm níveis mais elevados de hidratos de carbono e proteínas não estruturais (BARBEHENN et al., 2005; LEE et al., 2002; MATTSON, 1980). Assim, os nossos resultados indicam que o aumento na concentração de CO₂ diminuiu a qualidade nutricional, proporcionando uma maior duração dos ínstars.

Os percevejos que foram alimentados com o genótipo CNPGL BR 150 apresentaram maior duração independente da concentração de CO₂ a que foi submetido. Embora as plantas contenham todos os requisitos nutricionais para o desenvolvimento destes herbívoros, as quantidades absolutas e relativas de

nutrientes podem ser altamente variáveis (SCHOONHOVEN; VAN LOON; DICKE, 2005). Variação em nutrientes é mais notável entre as diferentes espécies de plantas, mas também ocorre dentro da mesma espécie, como resultado de diferenças genótípicas e condições ambientais submetidas (BEHMER, 2009). Nossos resultados mostram que as ninfas de *C. oleosa* podem sofrer a influência do alimento em que o inseto foi submetido a diferentes níveis de CO₂ e que irá refletir na duração desse inseto praga.

Os resultados, aqui apresentados, relatam que a *B. decumbens* foi favorável ao desenvolvimento desse mirídeo; esses resultados, também, foram observados por Silva et al. (2013a) para *C. oleosa* quando alimentados com essa espécie de forrageira. No entanto, para a *B. brizantha*, houve uma perda de resistência quando submetida a diferentes níveis de CO₂, já que, em outros trabalhos, essa espécie é relatada como desfavorável à biologia de *C. oleosa* (SILVA et al., 2013a, 2013b).

Nossos resultados mostram que os efeitos indiretos do CO₂ foram observados quando comparamos os tratamentos 1 (onde ninfas e plantas foram mantidas juntas em níveis constantes de CO₂ de 400ppm) e tratamento 2 (insetos submetidos a 400 ppm e alimentados de plantas mantidas a 700 ppm no nível de CO₂), em que houve uma alteração na duração de *C. oleosa*, com base no terceiro ínstar, quando a planta foi submetida a diferentes níveis de CO₂. No entanto, esse efeito indireto da planta, na duração das ninfas do percevejo, não foi observado para os tratamentos 3 e 4. Segundo Yan et al. (2010), a diferença na composição química da planta hospedeira nem sempre altera o crescimento e desenvolvimento dos insetos. Em experimento realizado por Auad et al. (2012), plantas mantidas em diferentes concentrações de CO₂ não afetaram, significativamente, a duração de *Sipha flava* no primeiro, terceiro e quarto ínstar, período ninfal e a sobrevivência desses insetos quando foram mantidos em níveis flutuantes de CO₂ (440 ppm) e alimentados com plantas derivadas de um

nível elevado de CO₂ constante (500 ppm) e, quando ambos os pulgões e as plantas foram mantidos sob flutuação dos níveis de CO₂ (440 ppm).

As alterações ocorridas em algumas forrageiras submetidas aos diferentes níveis de CO₂ podem estar relacionadas às mudanças na fisiologia da planta. Chen, Wu e Ge (2004) relatam que a exposição ao CO₂ elevado irá alterar os componentes químicos das plantas. Esses autores mencionam, ainda, que as alterações induzidas por CO₂, em componentes químicos vegetais, pode alterar o valor nutricional para os herbívoros, particularmente, através da diminuição do conteúdo de azoto e aumento da relação C: N, levando a um aumento na quantidade de carbono foliar e compostos orgânicos secundários (STILING; CORNELISSEN, 2007; ZVEREVA; KOZLOV, 2006), principalmente, em plantas C₄ (SRINIVASA et al., 2014) como a braquiária. Essa redução na disponibilidade de nitrogênio (LAWLER et al., 1997; NORBY et al., 1999), principal constituinte das proteínas, pode acarretar uma redução no teor de proteína nos tecidos das plantas, havendo, por isso, aumento na quantidade de alimento ingerido pelo inseto.

Podemos observar esse efeito nas espécies *B. decumbens* e *B. brizantha* ocasionando um aumento na duração do período ninfal quando submetidas ao tratamento 2. No genótipo CNPGL BR 1765, essas diferenças na duração das ninfas de *C. oleosa* foram observadas nos tratamentos 1 e 4 e no CNPGL BR 150 não foram observadas diferenças no desenvolvimento de *C. oleosa* em nenhum dos ambientes em que foram mantidos. Dependendo da qualidade nutricional das plantas, espécies de insetos que interagem com sua planta hospedeira podem ter diferentes respostas para os níveis de CO₂ elevados (BARBEHENN et al., 2005; HATTENSCHWEILER; SCHAFELLNER, 2004; HUNTER, 2001). Em alguns casos, insetos herbívoros apresentam crescimento reduzido, menores taxas de sobrevivência e densidade e aumentos compensatórios no consumo de alimentos resultantes dessas mudanças em sua

planta hospedeira (BEZEMER; JONES; KNIGHT, 1998; COVIELLA; STIPANOVIC; TRUMBLE, 2002; KNEPPET et al., 2005).

No presente estudo, houve diferenças na longevidade dos adultos de *C. oleosa* em resposta aos diferentes níveis de CO₂. Em contraste, para *Mahanarva spectabilis* (Distant), não foram verificadas diferenças na longevidade média dos adultos quando foram alimentados com *Brachiaria decumbens*, Roxo de Botucatu e Pioneiro e mantidos em ambientes com diferentes níveis de CO₂ (FERREIRA et al., 2013).

As menores médias de longevidade foram constatadas para os insetos que se alimentaram das forrageiras *B. decumbens* e CNPGL BR 150, mudanças na fisiologia da planta dessas forrageiras podem ter sido ocasionadas pela exposição dessas plantas aos diferentes níveis de CO₂. O'Neill et al. (2010), estudando os efeitos do CO₂ em *Glycine max*, observaram que os níveis de genistéina foram diminuindo na planta em tratamentos com concentrações elevadas de CO₂. Esta diminuição no teor de genistéina em *G. max*, em plantas cultivadas sob concentrações elevadas de CO₂, é prejudicial para a maioria dos herbívoros, como a genistéina que reduz a longevidade da maioria dos insetos.

Com base nos resultados observados para as taxas de sobrevivência ninfal de *C. oleosa*, mantido em ambientes com diferentes níveis de CO₂, podemos sugerir que *B. decumbens* manteve sua suscetibilidade; já na *B. brizantha* houve uma diminuição na resistência sob elevada concentração de CO₂. Por outro lado, o genótipo CNPGL BR 150 aumentou sua resistência, respectivamente, nos diferentes níveis de CO₂. Em estudo com *M. spectabilis* alimentados com diferentes forrageiras e em diferentes níveis de CO₂, Ferreira et al. (2013) relatam que os genes envolvidos na resistência ou susceptibilidade das forrageiras não são alterados por cenários futuros de aumento dos níveis de CO₂ na atmosfera. Em nosso estudo para a *B. brizantha*, isso não foi verificado, sendo descrita como material resistente a *C. oleosa* (SILVA et al., 2013a,

2013b). Obtiveram –se as maiores sobrevivências tanto no cenário atual como futuro.

Martin e Johnson (2011) relataram que as cultivares de framboesa com genes altamente suscetíveis e resistentes ao pulgão *Amphorophora idaei* (Borner) mantiveram os seus níveis de susceptibilidade e resistência quando submetidas a elevadas concentrações de CO₂ (700 ppm). No entanto, os níveis elevados de CO₂ reduziram a resistência somente da cultivar que apresentava um gene de resistência moderada. Ferreira et al. (2013), também, constataram em cultivares de *B. decumbens* e *B. brizantha* que não houve alteração nos padrões de resistência e suscetibilidade quando submetidas a elevados níveis de CO₂.

A mortalidade foi alta nos genótipos *B. decumbens* e para CNPGL BR 150 nos tratamentos 2 e 3; na *B. brizantha* no tratamento 2 para ninfas de primeiro ínstar. Segundo Ainsworth e Long (2005); Leakey et al. (2009), em condições de CO₂ elevado, há uma diminuição na taxa de transpiração e condutância estomática de *Medicago truncatula*. A redução estomática parece ser uma resposta comum para plantas submetidas a níveis de CO₂ elevado. Isso pode explicar a alta mortalidade de ninfas de primeiro ínstar nos genótipos citados anteriormente, visto que o fechamento do estômato pode dificultar a alimentação de *C. oleosa*, que insere o seu estilete pelo estômato das plantas e ninfas de primeiro ínstar, o aparelho bucal é frágil dificultando, assim, sua alimentação.

5 CONCLUSÃO

Registrou-se um efeito indireto da elevação do CO₂ na duração e sobrevivência do inseto praga. A maior duração e menor sobrevivência e longevidade induzirão à redução de número de gerações e número de indivíduos; ressalta-se que o material CNPGL BR 150 é considerado o mais indicado em regiões atuais com o problema de *C. oleosa*. Para as demais genótipos/espécies espera-se a manutenção da suscetibilidade (*B. decumbens*) e da resistência (CNPGL BR 1765) ou alteração da resistência (*B. brizantha*) para o cenário climático futuro.

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, E. A.; LONG, S. P. What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂. **New Phytologist**, Cambridge, v. 165, n. 2, p. 351–372, Feb. 2005.

ALENCAR, C. A. B. et al. Altura de capins e cobertura do solo sob adubação nitrogenada, irrigação e pastejo nas estações do ano irrigação e pastejo nas estações do ano. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 21-27, out. 2010.

AUAD, A. M. et al. Effect of climate change on longevity and reproduction of *Sipha flava* (Hemiptera: Aphididae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 95, n. 2, p. 433-444, June 2012.

AUAD, A.M. et al. *Collaria oleosa* (Hemiptera: Miridae) on *Brachiaria ruziziensis* and *Penisetum purpureum* (Poaceae): Characterization of injury and biological aspects. **Revista Colombiana de Entomología**, Santafe de Bogota, v. 37, n. 1, p. 244-248, Dec. 2011.

BARBEHENN, R. V. et al. Grasshoppers efficiently process C₄ grass leaf tissues: implications for patterns of host-plant utilization. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxford, v. 116, n. 3, p. 209–217, Aug. 2005.

BATTIST, D. S.; NAYLOR, R. I. Historical Warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. **Science**, New York, v. 323, n. 5911, p. 240-244, Jan. 2009.

BEHMER, S. T. Insect herbivore nutrient regulation. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 54, n. 1, p. 165-187, Jan. 2009.

BEZEMER, T. M.; JONES, T. H.; KNIGHT, K. J. Long-term effects of elevated CO₂ and temperature on populations of the peach potato aphid *Myzus persicae*

and its parasitoid *Aphidius matricariae*. **Oecologia**, Berlin, v. 116, n. 1-2, p. 128–135, Apr. 1998.

CHEN, F. J.; WU, G.; GE, F. Impacts of elevated CO₂ on the population abundance and reproductive activity of aphid *Sitobion avenae* Fabricius feeding on spring wheat. **Blackwell Verlag**, Berlin, v. 128, n. 9-10, p. 723-730, Dec. 2004.

CORNELISSEN, T. Climate change and its effects on terrestrial insects and herbivory patterns. **Neotropic Entomology**, Londrina, v. 40, n. 2, p. 155-163, mar./abr. 2011.

COVIELLA, C. E.; STIPANOVIC, R. D.; TRUMBLE, J. T. Plant allocation to defensive compounds, interactions between elevated CO₂ and nitrogen in transgenic cotton plants. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 367, p. 323–331, Sept. 2002.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia, 2014. 36 p.

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análises de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos: versão 5.3 (Biud 75). Lavras: Editora da UFLA, 2010.

FERREIRA, R. B. et al. Interaction of spittlebug and forage grass under different carbon dioxide concentrations. **Journal of Pest Science**, Amsterdam, v. 86, n. 2, p. 161–166, June, 2013.

FLYNN, D. F. B.; SUDDERTH, E. A.; BAZZAZ, F. A. Effects of aphid herbivory on biomass and leaf-level physiology of *Solanum dulcamara* under elevated temperature and CO₂. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 56, n. 1, p. 10-18, May 2006.

HATTENSCHWILER, S.; SCHAFELLNER, C. Gypsy moth feeding in the canopy of a CO₂-enriched mature forest. **Global Change Biology**, Oxford, v. 10, n. 11, p. 1899-1908, Nov. 2004.

HILLSTROM, M. L. et al. Performance of the invasive weevil *Polydrusus sericeus* is influenced by atmospheric CO₂ and host species. **Agricultural and Forest Entomology**, San Francisco, v. 12, n. 3, p. 285-292, Apr. 2010.

HUNTER, M. D. Effects of elevated atmospheric carbon dioxide on insect plant interactions. **Agricultural and Forest Entomology**, San Francisco, v. 3, n. 4, p. 153-159, Aug. 2001.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change: the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 51 p.

KNEPP, R. G. et al. Elevated CO₂ reduces leaf damage by insect herbivores in a forest community. **New Phytologist**, Cambridge, v. 167, n. 1, p. 207-218, July 2005.

LAWLER, I. R. et al. The effects of elevated CO₂ atmospheres on the nutritional quality of *Eucalyptus* foliage and its interaction with soil nutrient and soil availability. **Oecologia**, Berlin, v. 109, n. 1, p. 59-68, June 1997.

LEAKEY, A. D. B. et al. The genomic basis for stimulated respiratory carbon loss to the atmosphere by plants growing under elevated [CO₂]. **Proceedings of the National Academy of Sciences, USA**, Washington, v. 106, n. 9, p. 3597-3602, Mar. 2009.

LEE, K. P. et al. Geometric analysis of nutrient regulation in the generalist caterpillar *Spodoptera littoralis* (Boisduval). **Journal of Insect Physiology**, Johnson City, v. 48, n. 6, p. 655-665, June 2002.

MARTIN, P.; JOHNSON, S. N. Evidence that elevated CO₂ reduces resistance to the European large raspberry aphid in some raspberry cultivars. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 135, n. 3, p. 237–240, June 2011.

MATTSON, W. J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 11, n. 1, p. 119-161, June 1980.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano mais pecuária**. Brasília: MAPA, 2014. 32 p.

NORBY, R. J. et al. Tree responses to rising CO₂ in field experiments: implications for the future forest. **Plant, Cell & Environment**, Logan, v. 22, n. 6, p. 683-714, June 1999.

O'NEILL, B. F. et al. Impact of elevated levels of atmospheric CO₂ and herbivory on flavonoids of soybean (*Glycine max* Linnaeus). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 36, p. 35-45, 2010.

PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono de plantas cultivadas e o aumento de CO₂ e de O₃ atmosférico: situação e previsões. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 1-12, maio 2011.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-plant biology**. Oxford: University Press, 2005. 412 p.

SILVA, D. M. et al. Genetic variability of *Brachiaria ruziziensis* clones to *Collaria oleosa* (Hemiptera: Miridae) based on leaf injuries. **American Journal of Plant Sciences**, Amsterdam, v. 4, n. 12, p. 2418-2424, Nov. 2013b.

SILVA, D. M. et al. Selection of signal grass genotypes for resistance to collaria oleosa (Distant, 1883) (hemiptera: miridae). **ARNP Journal of Agricultural and Biological Science**, New City, v. 8, n. 5, p. 1-7, May 2013a.

SIQUEIRA, O. J. W.; STEINMETZ, S.; SALLES, L. A. B. Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. In: LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa, 2001. p. 33-63.

SOUZA SOBRINHO, F.; AUAD, A. M.; LEDO, F. J. S. Genetic variability in *Brachiaria ruziziensis* for resistance to spittlebugs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 83-88, dez. 2010.

SRINIVASA, R. A. O. et al. Response of multiple generations of tobacco caterpillar *Spodoptera litura* fab, feeding on peanut, to elevated CO₂. **Applied Ecology and Environmental Research**, Amsterdam, v. 13, n. 2, p. 373-386, Aug. 2014.

STERN, N. **The economics of climate change: the stern review**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 638 p.

STILING, P.; CORNELISSEN, T. How does elevated carbon dioxide (CO₂) affect plant-herbivore interactions? A field experiment and a meta-analysis of CO₂-mediated changes on plant chemistry and herbivore performance. **Global Change Biology**, Oxford, v. 13, n. 9, p. 1823-1842, July 2007.

STRECK, N. A. Climate change and agroecosystems: the effect of elevated CO₂ and temperature on crop growth, development, and yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 730-740, maio/jun. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAUB, D. R.; MILLER, B.; ALLEN, H. Effects of elevated CO₂ on the protein concentration of food crops: a meta-analysis. **Global Change Biology**, Oxford, v. 14, n. 3, p. 565-575, Nov. 2008.

TUBIELLO, F. N.; DANATELLI, M.; STOCKLE, C. O. Effects of climate change and elevated CO₂ on cropping systems: model predictions at two Italian locations. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 13, n. 2-3, p. 179-189, July 2000.

YADUGIRI, V. T. Climate change : the role of plant physiology. **Current Science**, Bangalore, v. 99, n. 4, p. 423-425, Aug. 2010.

YAN, J. et al. Effects of elevated CO₂ associated with maize on multiple generations of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxford, v. 136, n. 1, p. 12-20, May 2010.

ZVEREVA, E. L.; KOZLOV, M. V. Consequences of simultaneous elevation of carbon dioxide and temperature for plant-herbivore interactions: a meta-analysis. **Global Change Biology**, Oxford, v. 12, n. 1, p. 27-41, Dec. 2006.