



ROBERTA BOTELHO FERREIRA

**IMPACTO DO AUMENTO DA
CONCENTRAÇÃO DE CO₂ EM *Mahanarva
spectabilis* (HEMIPTERA: CERCOPIDAE)
ALIMENTADA EM GRAMÍNEAS
FORRAGEIRAS**

LAVRAS – MG

2011

ROBERTA BOTELHO FERREIRA

**IMPACTO DO AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE CO₂ EM
Mahanarva spectabilis (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) ALIMENTADA
EM GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Jair Campos Moraes

Coorientador

Dr. Alexander Machado Auad

LAVRAS – MG

2011

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Ferreira, Roberta Botelho.

Impacto do aumento da concentração de CO₂ em *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) alimentada em gramíneas forrageiras/ Roberta Botelho Ferreira. – Lavras : UFLA, 2011.
41 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.
Orientador: Jair Campos Moraes.
Bibliografia.

1. Cigarrinha das pastagens. 2. Capim-elefante. 3. Braquiária. 4. Mudanças climáticas. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.754

ROBERTA BOTELHO FERREIRA

**IMPACTO DO AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE CO₂ EM
Mahanarva spectabilis (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) ALIMENTADA
EM GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 3 de março de 2011.

Dr. Jair Campos Moraes	UFLA
Dr. Alexander Machado Auad	EMBRAPA GADO DE LEITE
Dra. Marcy das Graças Fonseca	EMBRAPA GADO DE LEITE

Dr. Jair Campos Moraes
Orientador

LAVRAS – MG
2011

Aos meus pais do coração, Rosa e Osny, pelo apoio e carinho.

Ao meu irmão Lucas, pela amizade.

Ao André, por andar lado a lado comigo nesta caminhada.

OFEREÇO

A minha mãe, Ivanete Botelho (*in memoriam*),
por uma vida de renúncia e sofrimento,
mas de muito amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Entomologia (DEN), pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Jair Campos Moraes, que acreditou e confiou em mim para a realização deste trabalho.

Ao coorientador Dr Alexander Machado Auad que, entre tantas coisas, me ajudou a persistir nesse sonho que hoje se torna realidade.

Aos meus colegas de laboratório: André, Amanda, Bruno Veríssimo, Caio, Ricardo, Mariana, Roney, Pricila, Dayana, Daniela Melo e Tiago, pela disponibilidade e contribuição na condução deste experimento.

A Dra. Marcy Fonseca, pela participação e contribuições na banca.

À Embrapa Gado de Leite, por permitir o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores do Departamento de Entomologia da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos e aos funcionários pelo auxílio no decorrer do curso.

Aos meus colegas de pós-graduação, em especial Fabíola, Lívia e Lucas, pela convivência e amizade.

Aos meus pais e meu irmão Lucas, por respeitarem minha ausência e me apoiarem.

Aos meus amigos que por tantas vezes foram minha família.

Ao André, pelo incentivo e companheirismo que tantas vezes me ajudou a superar os momentos mais difíceis.

Muito obrigada!

RESUMO

Os efeitos das altas concentrações de CO₂ [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 das cigarrinhas, principais pragas associadas às gramíneas forrageiras, é inexistente. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o impacto de diferentes [CO₂] nos aspectos biológicos de *Mahanarva spectabilis* alimentada em gramíneas forrageiras. Utilizou-se esquema fatorial 4x3, envolvendo quatro gramíneas forrageiras (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, capim cv. Roxo de Botucatu e capim cv. Pioneiro) em três [CO₂]. As plantas foram mantidas em câmaras climatizadas com fotofase de 14 horas, T° = 25±1°C (diurna) e 20±1°C (noturna), UR de 70±10% e três [CO₂], 250 ppm, CO₂ oscilante (média 368ppm) e 500 ppm. Analisaram-se a porcentagem de sobrevivência ninfal, a longevidade (dias) de adultos, a fecundidade, o peso da massa (g) seca da raiz e parte aérea e o número de plantas mortas. A porcentagem de sobrevivência ninfal não apresentou resultados significativos nas três [CO₂], para as duas braquiárias avaliadas. Por outro lado, Roxo de Botucatu e Pioneiro apresentaram porcentagem de sobrevivência das ninfas significativamente menor no ambiente com CO₂ a 250 ppm que no ambiente com CO₂ oscilante e a 500ppm. A longevidade média dos adultos de *M. spectabilis* não apresentou diferenças significativas nas três [CO₂] estudadas. Para a *B. decumbens* e *B. brizantha*, houve perda de massa seca (parte aérea) nos ambientes com CO₂ oscilante e a 500 ppm. Nesses ambientes correspondentes, o pioneiro teve aumento de massa seca (parte aérea) em relação ao Roxo de Botucatu. Conclui-se que, na [CO₂] a 500ppm, os aspectos biológicos avaliados de *M. spectabilis* não sofreram alterações, podendo isso ocorrer num cenário futuro onde se espera [CO₂] próxima a este valor.

Palavras-chave: Cigarrinha-das-pastagens. Capim-elefante. Braquiária. Mudanças climáticas.

ABSTRACT

The effects of high CO₂ concentrations [CO₂] on plants can cause an increase in production to generate significant response in photosynthesis, metabolism and development of plants. The consequence of these changes in the biology of spittlebug, major pests associated with grasses, does not exist. The aim of this study was to evaluate the impact of different [CO₂] in the biological aspects of *Mahanarva spectabilis* fed grasses. Was used 4x3 factorial, involving four grasses (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* and *Pennisetum purpureum* cv. Roxo de Botucatu, cv. Pioneiro) in three [CO₂]. The plants were kept in climate chambers with 14 h photophase, T° = 25 ± 1 °C (day) and 20 ± 1 °C (night) and RH 70 ± 10% and three [CO₂], 250ppm, CO₂ swinging (average 368ppm) and 500ppm. Was analyzed the percentage of nymphs, longevity (days) of adults, fecundity, weight mass (g) dry of root and shoot and number of dead plants. The nymphal survival rate showed no significant results at all three levels of CO₂ for two *Brachiaria* evaluated. However, Roxo de Botucatu e Pioneiro showed percentage nymph survival significantly lower in the 250ppm atmospheric CO₂ than the environment swinging and 500pp. The mean of longevity of adults of *M. spectabilis* did not show significant differences in the three [CO₂] studied. To *B. decumbens* and *B. brizantha* was loss of dry mass (shoot) in environments with swinging and 500ppm CO₂. In these environments corresponding, the Pioneiro had increase of dry mass (shoot) in relation of Roxo de Botucatu. Was concluded that the [CO₂] to 500 ppm, evaluated the biological aspects of *M. spectabilis* not changed, and this can occur in a future scenario where one expects [CO₂] near this value.

Keywords: Spittlebug. *Pennisetum purpureum*. *Brachiaria decumbens*. *Brachiaria brizantha*. Climate change.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Importância das gramíneas forrageiras	11
2.2	Braquiária [<i>Brachiaria</i> (Trin.) Griseb]	12
2.3	Capim-elefante [<i>Pennisetum purpureum</i> (Schum)]	13
2.4	Cigarrinha-das-pastagens	14
2.5	Mudanças climáticas	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	22
4.1	Sobrevivência ninfal	22
4.2	Longevidade e fecundidade	25
4.3	Produção de massa seca e porcentagem de plantas mortas	28
5	CONCLUSÕES	32
	REFERENCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Em 2007, foi lançado o Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que trouxe informações novas sobre as evidências de que o clima da Terra está mudando, em virtude das atividades antrópicas no decorrer dos últimos 150 anos, por consequência da liberação de gases provocadores do efeito estufa, principalmente pelo CO₂, que é liberado pela queima de combustíveis fósseis. Essas atividades foram intensificadas no final do século XVIII, após a Revolução Industrial, com o aumento do desmatamento e a utilização de combustível não renovável (GHINI; HAMADA; BETTIOL, 2008).

O dióxido de carbono (CO₂) atingiu concentrações atmosféricas elevadas nos últimos 650 anos, passando de 272 ppm para 346 ppm (PACHECO; HELENE, 1990). Em 2007, foi registrado um valor em torno de 384 ppm e é esperado que esse nível dobre nos próximos 100 anos (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPPC, 2007). Gases como o metano (CH₄) e o óxido nítrico (N₂O) também tendem para o aumento (CANADELL et al., 2007; IPCC, 2007; SIEGENTHALER et al., 2005; SPAHNI et al., 2005).

Estas e outras mudanças continuarão ocorrendo, mesmo que cesse a emissão de gases, isso devido à inércia térmica do sistema global, sendo necessário um longo período para o retorno do equilíbrio (HANSEN et al., 2006; IPCC, 2007). A resolução desses problemas não é simples, uma vez que a dinâmica da sociedade moderna está associada ao uso de combustíveis fósseis e a economia depende de um fluxo contínuo de energia (BUCKERIDGE, 2008).

Diante disso, os setores econômicos, como o ramo da agricultura, poderão sofrer com os impactos gerados no ambiente, em especial os de ordem climática. Em países como o Brasil, cuja economia é dependente de recursos

naturais, torna-se evidente a necessidade de se estudar a influência da concentração deste gás nas plantas e nos insetos pragas.

O Brasil tem condições privilegiadas para o cultivo de gramíneas forrageiras e sua ampla extensão territorial ocupada por pastagens reflete um elevado potencial produtivo. Contudo, da mesma forma que o país apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento das atividades agropastoris, apresenta também condições climáticas que favorecem o estabelecimento e o desenvolvimento de uma variedade de insetos-praga, o que pode agravar cada vez mais os prejuízos causados à pecuária (RABINOVITCH; CAVADOS; LIMA, 1998).

As cigarrinhas-das-pastagens são consideradas as principais pragas associadas às forrageiras, causando grandes prejuízos à pecuária leiteira e de corte do Brasil (SOUZA, J. et al., 2008). Esses insetos podem promover redução do crescimento, queda da produção de matéria seca, bem como da qualidade da forrageira, constituindo um problema relevante, dentro da bovinocultura, em toda a América Tropical (SOUZA, J. et al., 2008; VALÉRIO; NAKANO, 1988).

Sob esses aspectos, o aumento do conhecimento da biologia do inseto, a interação inseto-planta, bem como as alterações sofridas pelo ambiente e/ou pela planta hospedeira são fundamentais na elaboração de métodos alternativos para um manejo eficiente do ecossistema pastoril (LOPES et al., 2000).

No Brasil são encontrados poucos trabalhos em relação aos efeitos das mudanças climáticas globais na agricultura (BUCKERIDGE et al., 2008). Até o momento, nenhum estudo foi feito para avaliar o desempenho das cigarrinhas-das-pastagens *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909) (Hemiptera: Cercopidae) em condições elevadas de CO₂. Dessa maneira, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar aspectos biológicos de *M. spectabilis* alimentada com capim-elefante e braquiária, submetidas a ambientes com diferentes concentrações de CO₂ [CO₂].

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância das gramíneas forrageiras

O Brasil tem cerca de 190 milhões de hectares de pastagens, dos quais 100 milhões são cultivados. Nas últimas décadas, têm sido formados, anualmente, no Brasil cerca de 4 milhões de hectares de novas pastagens, bem como são recuperados, por problemas de degradação e substituição das forrageiras, entre 12 a 14 milhões de hectares. Trata-se de um grande investimento que nem sempre tem proporcionado o retorno esperado por uma série de motivos, dentre eles o uso de técnicas inadequadas na formação do pasto, manejo deficiente e escolha equivocada da espécie forrageira (CENTRO DE PRODUÇÕES TÉCNICAS – CPT, 2010).

As gramíneas forrageiras têm grande importância no fornecimento da dieta volumosa para vacas em lactação (ETGEN; PAUL; JAMES, 1987) e a criação animal em pastagens é, reconhecidamente, a opção técnica que permite a maior margem de flexibilidade na idealização e no planejamento de sistemas de produção competitivos e economicamente viáveis, uma vez que o custo é baixo e o produto é tido como de melhor qualidade (SILVA et al., 2005).

O correto manejo das forrageiras representa uma das formas mais seguras de se elevar a produtividade e minimizar os custos de produção (LOPES et al., 2000).

A produção esperada da forragem dependerá da espécie da forrageira, da fertilidade do solo e da quantidade de fertilizantes que for empregada. O potencial de produção é a quantidade máxima de massa seca de forragem que a pastagem pode produzir em condições ótimas de crescimento. Assim, faz-se importante o conhecimento dos valores de massa seca nos estudos com forrageiras (OLIVEIRA, 2006).

2.2 Braquiária [*Brachiaria* (Trin.) Griseb]

O gênero *Brachiaria*, pertencente à tribo Paniceae, possui aproximadamente cem espécies que ocorrem em regiões tropicais e subtropicais dos continentes americano e asiático, na Oceania e, especialmente, no continente africano (KELLER-GREIN; MAAS; HANSON, 1996).

As forrageiras do gênero *Brachiaria* estão presentes na maioria das áreas de pastagens no Brasil. É muito importante o conhecimento acerca do melhoramento no manejo da cigarrinha-das-pastagens, que constitui o principal problema biótico que restringe a manutenção e a ampliação do seu cultivo em grande parte das regiões.

Sendo assim, é grande o esforço no sentido de se identificar gramíneas resistentes às cigarrinhas. Entre as braquiárias, *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk e *B. ruziziensis* foram consideradas suscetíveis, enquanto *B. humidicola* (Rendle) Schweick., resistente (VALÉRIO, 2005). Barbosa et al. (2001) constataram que a densidade populacional de *Zulia entreriana* (Berg, 1879) e *Deois flavopicta* (Stal, 1854) foi 15 vezes superior em *B. decumbens* e *B. humidicola*, quando comparada à encontrada em *B. brizantha* (Hochst) Stapf.

A *B. brizantha* (Hochst) Stapf. cv Marandu apresenta resistência do tipo antibiose, que afeta a sobrevivência e o desenvolvimento da cigarrinha-das-pastagens. Essa variedade ocupa lugar de destaque entre as espécies do gênero *Brachiaria*. No Cerrado, cerca de 60 milhões de hectares são cobertos com essa forrageira, que é efetivamente usada na alimentação e no suporte do rebanho bovino nacional (SOUZA, J. et al., 2008).

Pesquisas com *B. ruziziensis* vêm sendo realizadas devido ao seu alto valor nutricional combinado com alta produção de sementes, e por apresentar boa aceitação pelo gado em função de sua palatabilidade e qualidade da forragem. Souza Sobrinho, Auad e Léo (2010) registraram 11 clones de *B.*

ruziziensis resistentes a *M. spectabilis* e *D. schach*. Estes resultados permitem a identificação de materiais de *B. ruziziensis* resistentes às cigarrinhas-das-pastagens. Cardona et al. (2004) e Pabón et al. (2007) realizaram trabalhos que caracterizavam *B. brizantha* como resistente às cigarrinhas-das-pastagens. Trabalhos como esse buscam a obtenção de gramíneas, visando à composição de um quadro diversificado que ofereça ao produtor alternativas de controle (VALÉRIO, 2005).

2.3 Capim-elefante [*Pennisetum purpureum* (Schum)]

Entre as várias forrageiras utilizadas na dieta de bovinos, o capim-elefante tem merecido especial atenção, sendo recomendado para sistemas intensivos de produção de leite e em pastagens, destacando-se pela elevada produção de matéria seca e o fornecimento de silagem satisfatória, quando colhido adequadamente (DERESZ, 1999). Entre as gramíneas tropicais, o capim-elefante destaca-se pela alta produtividade e qualidade da forragem, podendo ser consumido na forma de capineira, pastejo e silagem, entre outras, o que o torna uma das forrageiras que mais contribuem para a produção de leite no Brasil Central (XAVIER et al., 2001).

Trata-se de uma planta perene, de grande aceitação pelos animais (SANTOS; SILVA; QUEIROZ FILHO, 2001) e adaptada às condições climáticas predominantes em quase todo o país (DERESZ, 2001), permitindo que seu elevado potencial de produção lhe confira importância para a produção animal (LOPES et al., 2000).

O gênero *Pennisetum* inclui cerca de 140 espécies distribuídas por toda faixa tropical do planeta (BRUNKEN, 1977), das quais *P. purpureum* (Schum) foi introduzida no Brasil em 1920 (GRANATO, 1924). Esta é uma espécie tipicamente tropical (DALL'AGNOL et al., 2004) e, devido ao fácil cultivo, à

elevada produção de forragem com bom valor nutritivo e à boa palatabilidade, entre outras características, tem sido uma forrageira amplamente utilizada na formação de capineiras (MENDONÇA; GONÇALVES; CURI, 1979).

2.4 Cigarrinha-das-pastagens

As cigarrinhas-das-pastagens são insetos pertencentes à Ordem Hemiptera e família Cercopidae. São insetos sugadores originários do continente americano (MENEZES et al., 1983). Na sua fase ninfal, alimentam-se das raízes e, na fase adulta, preferencialmente, das folhas da planta hospedeira, destacando-se como o principal inseto praga de pastagens (VALÉRIO, 1985).

Sua ampla distribuição geográfica e a capacidade de colonizar as plantas hospedeiras contribuíram para que estes insetos se tornassem um dos maiores causadores de prejuízos à pecuária brasileira, tanto a de corte como a de leite, atacando preferencialmente pastagens, capineiras e cana-de-açúcar (SOUZA, J. et al., 2008).

Há alguns anos as cigarrinhas têm merecido atenção como praga de pastagens e tem sido observado um crescimento no comprometimento das pastagens devido aos seus ataques. Esses insetos podem promover redução do crescimento, queda da produção de matéria seca, bem como a qualidade da forrageira, constituindo um problema relevante para a bovinocultura (SOUZA, J. et al., 2008; VALÉRIO; NAKANO, 1988).

No Brasil, as cigarrinhas se alimentavam de gramíneas nativas e, geralmente, não atingiam elevada densidade populacional (PIRES; PRICE; OLIVEIRA, 2000). A partir da introdução de gramíneas exóticas, as populações de cigarrinhas passaram a ocorrer em altas densidades em pastagens cultivadas (FONTES; PIRES; SUJII, 1995) e, acompanhando esse aumento populacional, vieram as injúrias e os danos às plantas.

As diversas espécies de cigarrinhas são encontradas em quase todas as regiões do Brasil, ocorrendo mais de 30 espécies, que se destacam por gerarem prejuízos à pecuária *Deois flavopicta* (Stal, 1854), *Deois schach* (Fabricius, 1787), *Zulia enteriana* (Berg, 1879), *Aeneolamia selecta* (Walker, 1858) e *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854). Estes cercopídeos são encontrados em pastagens e em outras gramíneas (SOUZA, J. et al., 2008).

Esses insetos podem causar dois tipos de injúrias às forrageiras. As ninfas sugam constantemente a seiva, causando o amarelecimento de toda a planta. O outro tipo de injúria é causado pela cigarrinha adulta, que se alimenta da parte aérea, folhas e brotações, causando fitotoxicidade que varia entre as espécies de gramíneas utilizadas nas pastagens (NAVES, 1980). Essa fitotoxicidade provoca redução no teor de proteínas, ácidos graxos e minerais, com consequente queda na qualidade nutricional da forragem (PEREIRA; NAZAR; ARMOUND, 1982).

As cigarrinhas ocorrem em, aproximadamente, 10 milhões de hectares de gramíneas, causando prejuízos que variam entre 10% e 100%. Esses prejuízos podem ser variáveis, dependendo da espécie do inseto, do tipo da gramínea, do manejo da cultura e do clima. Estima-se que 25 cigarrinhas por metro quadrado, em 10 dias, reduzam em 30% a produção do pasto atacado (SOUZA, J. et al., 2008).

Já as cigarrinhas do gênero *Mahanarva* têm causado severos ataques em pastagens, ameaçando a cadeia produtiva de carne e leite por ocasionarem o comprometimento da forrageira. Esses insetos se destacam pela sua ampla distribuição e importância econômica, devido aos danos causados (GARCIA; BOTELHO; PARRA, 2006), sendo relatada sua presença em diversas regiões do mundo (FEWKES, 1969).

Em diversos estudos com cigarrinhas do gênero *Mahanarva* tem sido demonstrado que esses cercopídeos são capazes de causar sérios prejuízos em

diferentes culturas. Em plantas de capim-elefante, *M. fimbriolata* foi citada por Dinardo-Miranda e Gil (2007), Garcia, Botelho e Parra (2006) e Silva et al. (2005) e *Mahanarva liturata* foi citada em capim-elefante e braquiária, por Auad et al. (2006a, b). Auad et al. (2007) constataram que capim-elefante cv. Roxo de Botucatu é suscetível aos ataques de *Mahanarva spectabilis*, enquanto a cultivar Pioneiro é resistente. Entretanto, são raras as pesquisas relacionadas aos aspectos biológicos desses cercopídeos, especificamente em plantas de capim-elefante e braquiárias, o que tem limitado as estratégias de controle nestas forrageiras.

2.5 Mudanças climáticas

As mudanças climáticas consequentes do aquecimento global passaram a ser discutidas no final da década de 1980, no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e da Organização Meteorológica Mundial com apoio dos estudos do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, o IPCC (HAMADA; GHINI; GONÇALVES, 2006). Fenômenos que se manifestam sobre os biomas do planeta, como os impactos da elevação da temperatura sobre as atividades agrícolas, diversidade ambiental e segurança alimentar, abrem um campo de investigação nas instituições de ciência e tecnologia (C&T).

Em 2007, foi lançado o IV Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, que trouxe informações novas sobre evidências de que o clima da Terra está mudando em virtude das atividades antrópicas no decorrer dos últimos 150 anos, por consequência da liberação de gases provocadores do efeito estufa, principalmente pelo CO₂, que é liberado pela queima de combustíveis fósseis. Essas atividades foram intensificadas no final do século XVIII, após a Revolução Industrial, com o aumento do desmatamento e a utilização de combustível não renovável (GHINI; HAMADA; BETTIOL, 2008).

O dióxido de carbono atingiu concentrações atmosféricas elevadas nos últimos 650 anos, passando de 272 ppm para 346 ppm (PACHECO; HELENE, 1990). Atualmente é registrado um valor em torno de 384ppm e é esperado que esse nível dobre nos próximos 100 anos (IPPC, 2007). Foi observado, também, tendências para o aumento de gases como o metano (CH₄), óxido nítrico (N₂O) (CANADELL et al., 2007; IPCC, 2007; SIEGENTHALER et al., 2005; SPAHNI et al., 2005).

Mudanças climáticas vêm se manifestando de várias formas, com alterações na temperatura, concentrações de CO₂, no regime de chuvas, no escoamento das águas, na vazão dos rios, na umidade do solo e na evapotranspiração. Nos últimos 30 anos, foi observado um aumento de 0,2°C na temperatura média global e alterações no ciclo de água também foram constatadas. Com isso, fauna e flora podem ter o equilíbrio biológico atual alterado. O metabolismo das plantas que, conseqüentemente, for afetado poderá, de maneira direta ou indireta, acarretar prejuízos à biologia de insetos fitófagos.

Krupa (1997) descreveu que a contribuição relativa do CO₂ para o efeito estufa é de 60%, enquanto o seu tempo de permanência na atmosfera varia de 50 a 500 anos. Isso significa que estas e outras mudanças continuarão ocorrendo, mesmo que cesse a emissão de gases com efeito de estufa, isso devido à inércia térmica do sistema global, sendo necessário um longo período para o retorno do equilíbrio (HANSEN et al., 2006; IPCC, 2007).

Entre os setores econômicos, a agricultura é a que mais sofre com os impactos gerados no ambiente, em especial os de ordem climática. Estão sendo discutidos os riscos de desertificação, bem como os impactos do efeito estufa sobre as produções nacionais baseadas em cenários futuros, utilizando modelos climáticos, a fim de obter soluções sobre possíveis adaptações, no que se refere à conservação dos recursos naturais, produtividade agrícola e qualidade de vida (HAMADA; GHINI; GONÇALVES, 2006).

Os efeitos dos impactos climáticos globais nos sistemas naturais e humanos dependem do nível de vulnerabilidade deste sistema. Alguns países, como o Brasil, são mais vulneráveis a essas mudanças no clima, principalmente porque sua economia depende dos recursos naturais ligados à agricultura e à geração de energia hidrelétrica, entre outros setores (HAMADA; GHINI; GONÇALVES, 2006).

No Brasil são encontrados poucos trabalhos em relação aos efeitos das mudanças climáticas globais na agricultura. Entretanto, pesquisas relacionadas ao manejo de pragas, doenças de plantas e do solo tornam-se cada vez mais importantes no contexto do efeito estufa, com base nos impactos ambientais esperados, a fim de permitir a adoção de medidas capazes de diminuir os impactos e evitar prejuízos maiores (HAMADA; GHINI; GONÇALVES, 2006; SIQUEIRA, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Leite, em Juiz de Fora, MG, localizada a 21°46' de latitude Sul, 43°21' de longitude Oeste e a 940 m de altitude, no período de agosto de 2009 a agosto de 2010.

Foram estudadas duas espécies de braquiária, *Brachiaria decumbens* Stapf. (suscetível à cigarrinha-das-pastagens) e *Brachiaria brizantha* Stapf. (resistente) (CARDONA et al., 2004; PABÓN et al., 2007) e de duas cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), Pioneiro e Roxo de Botucatu, das quais a primeira é resistente à cigarrinha-das-pastagens (*Mahanarva spectabilis*), segundo classificação de Auad et al. (2007).

O cultivo da braquiária foi feito a partir de sementes em bandejas de isopor de 140 células, posteriormente transplantadas para tubetes, aos 15 dias. Aos 50 dias após a semeadura, as plantas foram transplantadas definitivamente para vasos plásticos com capacidade de 1 kg. O capim-elefante foi propagado por estacas de 10 cm (um nó), plantado direto nos vasos plásticos. As forrageiras foram mantidas na casa de vegetação, até a montagem dos tratamentos.

Adultos de *M. spectabilis* oriundos da criação de manutenção da Embrapa Gado de Leite foram coletados em casa de vegetação, levados para o laboratório de entomologia, sexados e mantidos em gaiolas acrílicas (30x30x60cm). Em cada gaiola foi colocado um vaso plástico com forrageira e sua base envolvida por gaze umedecida em água destilada, servindo de substrato para oviposição. Para a retirada dos ovos retidos no substrato, a gaze foi colocada sobre um conjunto de peneiras e submetida à água corrente, onde os ovos ficaram retidos naquela mais fina (400 mesh de abertura).

Os ovos obtidos foram colocados em placas de Petri de 5 cm de diâmetro, forradas com papel filtro e mantidas em câmara climatizadas (25±2°C, 14 horas de fotofase e umidade relativa de 70±10%) até próximo à eclosão.

As plantas utilizadas foram submetidas a jatos de água, objetivando a exposição das raízes para a fixação das ninfas de cigarrinhas. Os ovos que apresentaram o estágio S4 foram colocados em tiras de papel de filtro de 1x1 cm, na quantidade de 10 ovos por tira de papel e, em seguida, colocadas duas tiras de papel por vaso, totalizando 20 ovos vaso⁻¹. Cada vaso foi coberto por um saco de *voile*, no intuito de impedir a fuga dos insetos.

As plantas contendo os ovos foram mantidas em câmaras climatizadas do tipo fitotron, sendo submetidas a uma fotofase de 14 horas, sendo a temperatura diurna de 25±1°C, a noturna de 20±1°C e UR de 70±10%. Nesses ambientes, a concentração de CO₂ foi oscilante (ambiente 1), 250 ppm (ambiente 2) e de 500 ppm (ambiente 3). No ambiente 1 foi registrada média de 368 ppm de CO₂.

Em todos os ambientes, as plantas receberam aplicação de água a cada dois dias, sendo 1 L de água utilizada por bandeja contendo quatro vasos de plantas.

Avaliaram-se porcentagem de sobrevivência ninfal, longevidade (dias), fecundidade, porcentagem de plantas mortas e produção de massa seca (g) da parte aérea e raiz das forrageiras. A avaliação do período ninfal foi realizada aos 45 dias após o início do experimento. Os adultos que emergiram (em seu respectivo tratamento) foram sexados e acondicionados na parte superior das forrageiras, em sacos de *voile*. Uma gaze foi envolvida na base do saco de *voile*, servindo para a postura.

A retirada dos ovos, tanto da gaze como da parte aérea da forrageira, seguiu a mesma metodologia do conjunto de peneiras submetido à água corrente, descrito anteriormente. Os ovos obtidos foram contabilizados, colocados em placas de Petri de 5 cm de diâmetro, forradas com papel filtro e mantidas em câmara climatizadas (25±2°C, 14 horas de fotofase e umidade relativa de 70±10%).

As plantas utilizadas nos diferentes tratamentos foram individualizadas e divididas em parte aérea e raiz, acondicionadas em saco de papel de 2 kg e levadas a estufa, a 60°C, até atingir peso constante. Após a retirada, foram pesadas para a determinação da massa seca.

Os ensaios foram realizados em um esquema fatorial 4x3, envolvendo quatro forrageiras (duas espécies de braquiária e duas cultivares de capim-elefante) e três concentrações de CO₂. O delineamento experimental em cada ambiente foi de blocos casualizados, com 10 repetições. Os dados foram analisados pelo teste de Fisher, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Sobrevivência ninfal

Não houve diferença significativa na sobrevivência ninfal de *M. spectabilis* para as duas braquiárias testadas nos três níveis de CO₂. No entanto, a forrageira *B. decumbens* apresentou resultado significativamente maior na sobrevivência ninfal em relação a *B. brizantha* (Tabela 1), sugerindo, assim, a sua resistência.

Por outro lado, Roxo de Botucatu e Pioneiro apresentaram porcentagem de sobrevivência das ninfas significativamente menor no ambiente com CO₂ a 250 ppm que o ambiente com CO₂ oscilante e a 500 ppm (Tabela 1). O aumento da sobrevivência ninfal em ambientes com altas [CO₂] pode estar relacionado com possível melhora na composição da planta, uma vez que a maior oferta de CO₂ acarreta modificações nas atividades vegetais, como observado por Souza, A. et al. (2008). Estes autores, ao analisarem os parâmetros fisiológicos, bioquímicos e moleculares da cana-de-açúcar sob altas [CO₂], indicaram desenvolvimento na altura, aumento na taxa fotossintética e em biomassa de colmo e folhas, além dos teores de sacarose no colmo, de fibras e do conteúdo de celulose. O aumento da sobrevivência ninfal em Roxo de Botucatu e Pioneiro sob [CO₂] elevada corrobora os resultados observados por O'Neill et al. (2010) que reportam grandes populações de insetos herbívoros em soja cultivada sob elevado níveis de CO₂, em relação à soja sob níveis de CO₂ ambiente. Segundo os autores, esse aumento na população pode ser devido ao aumento na quantidade de voláteis ou a mudanças na composição dos voláteis liberados pelas plantas que cresceram sob elevadas condições de CO₂. O mesmo foi observado em afídeos da soja, *Aphis glycines* Matsumura (Hemiptera:

Aphididae), que tiveram sua população aumentada quando expostos a plantas de soja que cresceram em ambientes com altas [CO₂] (DERMODY et al., 2008).

Assim como o resultado observado para braquiária, as cultivares de capim-elefante confirmaram a suscetibilidade e a resistência esperadas, já que Roxo de Botucatu apresentou maior percentual de sobrevivência ninfal para os três ambientes estudados (Tabela 1).

No ambiente com CO₂ oscilante e a 500 ppm, o Roxo de Botucatu apresentou maior taxa de sobrevivência ninfal, seguido da *B. decumbens*, que não diferiu do capim Pioneiro. Observou-se menor taxa de sobrevivência ninfal em *B. brizantha*, caracterizando-a como resistente (Tabela 1). Estes resultados sugerem que o controle de CO₂ a 500 ppm não altera a resposta das forrageiras pesquisadas quanto à taxa de sobrevivência ninfal. Sendo assim, o aumento na [CO₂] não acarretou maior mortalidade das ninfas de cigarrinhas.

A mortalidade de insetos em respostas a [CO₂] é conhecida. Estudo com *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) mostrou um aumento na mortalidade com a elevação da [CO₂] de 60% para 90% (SODERSTROM; BRANDL; MACKEY, 1992). Por outro lado, a mortalidade de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) independe da [CO₂] (SEATON; JOYCE, 1992).

Brooks e Whittaker (1999), estudando a cigarrinha *Neophilaenus lineatus* (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) alimentada com *Juncus squarrosus* L. (Heath Rush) (JUNCACEAE) sob elevada [CO₂], observaram atraso no desenvolvimento das ninfas e redução de 20% na população ninfal.

No ambiente a 250 ppm, observou-se maior sobrevivência na *B. decumbens* e no Roxo de Botucatu e menor sobrevivência na *B. brizantha* e no Pioneiro (Tabela 1), resultado que confirma a classificação dessas forrageiras como resistentes.

Dependendo da qualidade nutricional das plantas, a interação inseto-planta pode apresentar diferentes respostas às altas [CO₂] (BARBEHENN, 2005; HATTENSCHWILER; SCHAFELLNER, 2004; HUNTER, 2001). Em alguns casos, os insetos herbívoros apresentam redução no crescimento, menores taxas de sobrevivência e densidade, e ou compensatórias, aumentando o consumo de alimentos, em decorrência dessas mudanças em sua planta hospedeira (BEZEMER; JONES; KNIGHT, 1998; COVIELLA; STIPANOVIC; TRUMBLE, 2002; KNEPP et al., 2005).

Porém, estudos indicam que plantas C₄, como as forrageiras avaliadas no presente estudo, têm sua produção aumentada em ambientes com altas concentrações de CO₂, resultado de um efeito significativo sobre a fotossíntese da planta, o metabolismo e o desenvolvimento (AINSWORTH; LONG, 2005; NOWAK; ELLSWORTH; SMITH, 2004). A conversão do gás carbônico em açúcares e outros compostos orgânicos é utilizada como alimento pela própria planta, bem como por insetos sugadores (BUCKERIDGE et al., 2008), como é o caso das cigarrinhas-das-pastagens, o que poderia acarretar em aumento na infestação desses insetos. Em contraste, os resultados nesta pesquisa mostram que as variações na [CO₂] para braquiária não alteraram significativamente a sobrevivência das ninfas de *M. spectabilis*, exceto para capim-elefante (cv. Roxo de Botucatu e cv. Pioneiro), no ambiente a 250 ppm (Tabela 1).

Tabela 1 Porcentagem de sobrevivência ninfal (média \pm erro padrão) de *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909), em forrageiras sob ambientes com diferentes concentrações de CO₂. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. Agosto de 2009 a agosto de 2010

	CO ₂ =250PPM	CO ₂ oscilante	CO ₂ =500PPM
<i>B. decumbens</i>	42,22 \pm 10,07Aa	39,69 \pm 5,33Ab ¹	42,19 \pm 6,55Ab
<i>B. brizantha</i>	2,23 \pm 1,21Ab	4,38 \pm 2,23Ac	0,63 \pm 0,42Ac
R. Botucatu	37,22 \pm 8,7Ba	69,37 \pm 4,98Aa	64,69 \pm 7,84Aa
Pioneiro	18,13 \pm 7,55Bb	39,69 \pm 5,76Ab	32,19 \pm 7,31Ab

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas nas linhas e pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5%

4.2 Longevidade e fecundidade

A longevidade média dos adultos de *M. spectabilis* não apresentou diferenças significativas, quando mantidas nas diferentes [CO₂] estudadas (Tabela 2). Quando se avaliou esse parâmetro na interação forrageira dentro de cada [CO₂], constatou-se que, no ambiente a 250 ppm, *B. brizantha* proporcionou maior longevidade média ao adulto de *M. spectabilis*, em relação às demais forrageiras. A média da longevidade destes insetos ficou em torno de 3,33 a 8,33 dias.

Tabela 2 Longevidade (dias) de adultos (média \pm erro padrão) de *M. spectabilis* em forrageiras em ambientes com diferentes concentrações de CO₂. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. Agosto de 2009 a agosto de 2010

	CO ₂ =250PPM	CO ₂ oscilante	CO ₂ =500PPM
<i>B. decumbens</i>	4,78 \pm 0,76Aa	- ¹	6,33 \pm 2,6Aa ²
<i>B. brizantha</i>	8,33 \pm 1,2b	-	-
Roxo de Botucatu	5,15 \pm 0,62Aa	4,71 \pm 0,38Aa	6,2 \pm 0,39Aa
Pioneiro	3,33 \pm 1,45Aa	5,77 \pm 0,65Aa	6,67 \pm 1,67Aa

¹ N° insuficiente para análise

² Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas nas linhas e pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5%

Com relação à longevidade de machos e fêmeas, não houve diferença significativa, sendo os valores médios de 5,68 dias para as fêmeas e 5,22 dias para machos. Estes resultados corroboram os encontrados por Garcia (2006) e Grisoto (2008), em estudos com a cigarrinha das raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854). No entanto, Garcia et al. (2006) registraram diferenças significativas na longevidade entre machos e fêmeas, contrastando com os resultados das pesquisas mencionadas anteriormente. Já Auad et al. (2005), estudando o efeito do alimento na longevidade de adultos das cigarrinha-das-pastagens, *Mahanarva liturata*, criadas em capim-elefante, observaram longevidades médias superiores às do presente estudo (6,9 dias para machos e 6,4 dias para fêmeas) e para os insetos criados em braquiária de 8,9 e 7,4 dias, para machos e fêmeas, respectivamente. Hillstrom et al. (2010) observaram que as fêmeas de *P. sericeus* alimentadas com folhas enriquecidas com CO₂ tiveram sua longevidade reduzida em 19%, enquanto os machos não tiveram sua longevidade afetada.

Apenas houve formação de casais de cigarrinhas-das-pastagens nos tratamentos Roxo de Botucatu e Pioneiro sob [CO₂] oscilante, e Roxo de Botucatu em [CO₂] a 500 ppm (Tabela 3).

O número de casais e, conseqüentemente, o de ovos foi maior no Roxo de Botucatu, com 384 ovos (CO₂ oscilante) e 292 (500 ppm), seguido de 67 ovos para o Pioneiro (CO₂ oscilante) (Tabela 3). O número de ovos/fêmea variou de 9,57 (Pioneiro) a 32,44 (Roxo de Botucatu). Estes resultados foram menores que os encontrados, em *M. fimbriolata*, por Garcia et al. (2006), de 342 ovos/fêmea e por Garcia (2006), de 140 ovos/fêmea. Porém, foram superiores aos observados por Simões (2009), também para *M. fimbriolata*, com resultados variando de 8,18 a 14,19 ovos/fêmea.

Stacey e Fellowes (2002) demonstraram que altas [CO₂] influenciaram a performance de forma positiva no afídio *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). No entanto, alta [CO₂] não afetou significativamente a fecundidade das fêmeas. A fecundidade do pulgão do algodoeiro (*Aphis gossypii*) aumentou significativamente no algodão sob elevada [CO₂] (CHEN et al., 2005).

Recentemente, Hillstrom et al. (2010) demonstraram que elevadas concentrações de CO₂ afetaram significativamente a performance do besouro *Polydrusus sericeus* (Schaller, 1783) (Coleoptera: Curculionidae). De forma similar aos resultados encontrados no presente trabalho, *P. sericeus* produziu poucos ovos sob elevada [CO₂], comparada com condições ambientais (HILLSTROM et al., 2010).

Tabela 3 Fecundidade de adultos de *Mahanarva spectabilis* em forrageiras em ambientes com diferentes concentrações de CO₂. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. Agosto de 2009 a agosto de 2010

Ambientes	Tratamentos	Nº de ovos	Nº de ovos/fêmea	Nº de casais
CO ₂ oscilante	R. de Botucatu	384	29,54	13
	Pioneiro	67	9,57	6
CO ₂ =500PPM	R. Botucatu	292	32,44	9

*Não foi realizado nenhum teste estatístico, devido ao baixo número de repetição

4.3 Produção de massa seca e porcentagem de plantas mortas

Para a *B. decumbens* e *B. brizantha*, houve redução de massa seca da parte aérea nos ambientes com CO₂ oscilante e a 500 ppm, porém, para a massa seca das raízes das respectivas forrageiras não houve alterações significativas (Tabela 4). Os valores do Roxo de Botucatu não diferiram estatisticamente para a massa seca da parte aérea, mas foi observado um aumento de massa seca da raiz com o CO₂ oscilante e a 500 ppm. Esse aumento de massa também foi observado para a massa seca da parte aérea do Pioneiro, com uma queda de massa seca da raiz nestes mesmos ambientes.

Dentre as forrageiras estudadas, pode-se considerar que o capim Pioneiro apresentou um ganho de massa seca da parte aérea significativa em relação aos demais nos ambientes de CO₂ oscilante e a 500 ppm. Este aumento pode indicar uma melhora na produção de recursos a serem utilizados como fonte de alimento (Tabela 4).

Em pesquisa realizada por Wand et al. (1999), com gramíneas, foi demonstrado que as espécies C3 e C4 aumentaram o total da biomassa

significativamente, em 33% e 44%, respectivamente, sob elevadas emissões de CO₂.

A elevação na concentração de CO₂ acarretou incremento de matéria seca da parte aérea para as plantas de capim-elefante, sendo esse aumento de 161,55% para Roxo de Botucatu e de 355,75% para Pioneiro. Estes resultados foram inversos aos obtidos com as braquiárias, que apresentaram menor acúmulo de matéria seca em aumento da concentração de CO₂, chegando a perdas da ordem de 70% para *B. decumbens* e de 47% para *B. brizantha*. Estes resultados sugerem que a elevação na concentração de CO₂ não acarreta, necessariamente, no aumento da incorporação de massa seca nas plantas, uma vez que há a necessidade de adequação de outros fatores buscando este acúmulo de massa, como, por exemplo, a disponibilidade de água e nutrientes. Este último fator é de extrema importância, pois a nutrição mineral influencia diretamente o metabolismo do carbono (LARCHER, 2006). Os resultados alcançados por Approbato (2008) sustentam esta afirmativa, pois, em análise de *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) em ambientes de 380, 555 e 740 ppm, registraram acúmulo de massa seca para folhas e caules em [CO₂] elevadas para as plantas que receberam adubação, enquanto as não adubadas não apresentaram efeitos significativos de incremento de massa seca.

Com relação aos resultados observados para massa seca de raízes, as plantas de braquiária não apresentaram diferença, entres os ambientes estudados (Tabela 4). Comparando-se as duas espécies de braquiária, observaram-se massas secas semelhantes em ambiente com [CO₂] de 250 ppm, diferindo dos demais, em que *B. brizantha* apresentou maior massa seca que *B. decumbens*. Estes resultados podem ser justificados pelo menor percentual de sobrevivência ninfal encontrado em *B. brizantha*, pois menor taxa de ninfas proporcionou maior acúmulo de massa neste tratamento (Tabela 1). Já em capim-elefante, a

cv. Pioneiro teve menor acúmulo de massa seca nas raízes que a Roxo de Botucatu, para os ambientes com [CO₂] oscilante e 500 ppm.

Não houve perda no número de plantas estudadas nos ambientes de [CO₂] oscilante e 500 ppm, diferente do ambiente com [CO₂] 250 ppm, onde foram observadas 11,11% de plantas mortas, sendo todas de capim cv. Pioneiro. Em ambientes com alta [CO₂], a perda de plantas não ocorreu, confirmando a resistência dessas plantas do tipo C4 a ambientes com níveis elevados de CO₂.

Tabela 4 Peso da massa seca da parte aérea e raiz (g) de forrageiras (média ± erro padrão) em ambientes com diferentes concentrações de CO₂. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. Agosto de 2009 a agosto de 2010

	Parte aérea			Raiz		
	CO ₂ =250PPM	CO ₂ oscilante	CO ₂ =500PPM	CO ₂ =250PPM	CO ₂ oscilante	CO ₂ =500PPM
<i>B. decumbens</i>	8,79±1,28Aa	3,38±0,25Ba ^{1,2}	2,65±0,24Ba	0,88±0,17Aa	0,61±0,044Ab	0,63±0,071Ab
<i>B. brizantha</i>	9,28±1,09Aa	4,68±0,45Ba	4,91±0,5Ba	0,84±0,066Aa	0,99±0,1Aa	1,15±0,1Aa
R. de Botucatu	5,15±1,32Aa	6,34±1,12Ab ³	8,32±1,07Ab	0,8±0,16Ba	1,15±0,22Aa	1,35±0,16Aa
Pioneiro	3,3±0,28Ba	9,06±1,49Aa	11,97±1,42Aa	0,5±0,05Aa	0,71±0,14Ab	0,52±0,11Ab

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5%

² Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem, pelo Teste de Fisher, a 5%

³ Não houve comparação entre braquiária e capim-elefante

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste estudo, no qual foram avaliados aspectos biológicos de *M. spectabilis* alimentada com duas espécies de braquiária, *B. decumbens* e *B. brizantha* e duas cultivares de capim-elefante (Roxo de Botucatu e Pioneiro), e submetida a ambientes com controle de CO₂ a 250, [CO₂] oscilante e 500 ppm, conclui-se que:

- a) a sobrevivência ninfal, a longevidade e a fecundidade de *M. spectabilis* não sofrem alteração quando submetida à concentração de 500 ppm de CO₂;
- b) *B. brizantha* é a espécie resistente a *M. spectabilis* entre as forrageiras estudadas e capim-pioneiro comporta-se de forma semelhante a *B. decumbens*, quanto à resistência a este inseto;
- c) a elevação na concentração de CO₂ acarreta aumento na incorporação de massa seca para capim-pioneiro e diminuição de massa seca para as espécies de braquiária.

REFERENCIAS

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. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2004.01224.x/pdf>>. Acesso: 06 jan. 2011.

APPROBATO, A. U. **Impacto de elevadas concentrações de CO₂ e da nutrição do solo sobre a fisiologia e crescimento inicial de *Esenbeckia leiocarpa* Engl., numa simulação climática futura**. 2008. 106 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Comparada)–Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

AUAD, A. M. et al. Seleção de acessos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) quanto a resistência às cigarrinhas-das-pastagens. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 19., 2005, Tampico, México. **Resumos...** Tampico: ALPA, 2005. 1 CD-ROM.

AUAD, A. M. et al. Aspectos biológicos de adultos de *Mahanarva liturata* (Lepeletier & Serville, 1825) criados em diferentes forrageiras. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 15., 2006, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2006a. 1 CD-ROM.

AUAD, A. M. et al. Desenvolvimento e viabilidade de ovos de *Mahanarva liturata* em diferentes condições de umidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: CBZ, 2006b. 1 CD-ROM.

AUAD, A. M. et al. Seleção de genótipos de capim-elefante quanto à resistência à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1077-1081, 2007.

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

BARBOSA, I. R. et al. Níveis de infestação de adultos das cigarrinhas das pastagens (Homoptera: Cercopidae) em pastagens de diferentes gramíneas forrageiras. In: SCHENK, M. A. M. et al. **Despertando vocações: a Embrapa Gado de Corte pesquisando com o estudante**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. p. 27-28. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 107).

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**, Berlim, v. 116, n. 1, p. 128-135, 1998.

BROOKS, G. L.; WHITTAKER, J. B. Responses of three generations of a xylem-feeding insect, *Neophilaenus lineatus* (Homoptera), to elevated CO₂. **Global Change Biology**, Oxford, v. 5, n. 4, p. 395-401, 1999.

BRUNKEN, J. N. A systematic study of *Pennisetum* Sect. *Pennisetum* (Gramineae). **American Journal of Botany**, New York, v. 64, n. 2, p. 161-176, 1977.

BUCKERIDGE, M. S. **Biologia & mudanças climáticas no Brasil**. São Carlos: RiMa, 2008. 316 p.

BUCKERIDGE, M. S. et al. Respostas de plantas às mudanças climáticas globais. In: BUCKERIDGE, M. S. **Biologia & mudanças climáticas no Brasil**. São Carlos: RiMa, 2008. p. 77-91.

CANADELL, J. G. et al. Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Londres, v. 104, p. 18866-18870, Mar. 2007.

CARDONA, C. et al. Antibiosis and tolerance to five species of spittlebug (Homoptera: Cercopidae) in *Brachiaria* spp.: implications for breeding for resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 97, n. 2, p. 635-645, Apr. 2004.

CENTRO DE PRODUÇÕES TÉCNICAS. **Forrageiras, a escolha certa tem grande importância na produtividade e persistência das pastagens**. 2010. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/artigos/forrageiras-escolha-adequada-grande-importancia-productividade-persistencia-pastagens>>. Acesso em: 11 jan. 2011.

CHEN, F. et al. Impact of elevated CO₂ on tri-trophic interaction of *Gossypium hirsutum*, *Aphis gossypii*, and *Leis axyridis*. **Environmental Entomology**, College Park, v. 34, n. 1, p. 37-46, 2005.

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, Feb. 2002.

DALL'AGNOL, M. et al. Produção de forragem de capim-elefante sob clima frio: curva de crescimento e valor nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 1110-1117, out. 2004.

DERESZ, F. Capim-elefante manejado em sistema rotativo para produção de leite e carne. In: PASSOS, L. P. et al. (Org.). **Biologia e manejo do capim-elefante**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1999. p. 131-160.

DERESZ, F. **Produção de leite a pasto**. Viçosa, MG: CPT, 2001. v. 01, 132 p.

DERMODY, O. et al. Effects of elevated CO₂ and O₃ on leaf damage and insect abundance in a soybean agroecosystem. **Arthropod-Plant Interactions**, Helsinki, v. 2, n. 3, p. 125-135, Sept. 2008.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A. Estimativa do nível de dano econômico de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 81-88, 2007.

ETGEN, W. M.; PAUL, M. R.; JAMES, E. R. **Dairy cattle feeding and management**. New York: J. Wiley & Sons, 1987. 638 p.

FEWKES, D. W. The biology of sugar cane froghoppers. In: WILLIAMS, J. R. et al. **Pests of sugar cane**. Amsterdam: Elsevier Publishing, 1969. p. 281-307.

FONTES, E. M. G.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R. Mixed risk-spreading strategies and population dynamics of Brazilian pasture pest, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 88, n. 5, p. 1256-1262, Oct. 1995.

GARCIA, J. F. **Bioecologia e manejo da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar**. 2006. 99 p. Tese (Doutorado em Entomologia)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P. Biology and fertility life table of *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 63, n. 4, p. 317-320, 2006.

GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. Climate change and plant diseases. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, p. 98-107, Dec. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v65nsp/a15v65nsp.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2011.

GRANATO, L. O. **Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1924. 96 p.

GRISOTO, E. **Resistência de gramíneas a *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae)**. 2008. 56 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

HAMADA, E.; GHINI, R.; GONÇALVES, R. R. V. Efeito da mudança climática sobre problemas fitossanitários de plantas: metodologias de elaboração de mapas. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 2, p.73-85, 2006.

HANSEN, J. et al. Global temperature change. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 103, n. 39, p. 14288-14293, Sept. 2006.

HATTENSWILER, 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, Aug. 2010.

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

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007: the physical science basis**. Geneva, 2007. 996 p. (Assessment report, 4).

KELLER-GREIN, G.; MAAS, B. L.; HANSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collections. In: MILES, J. W.; MASS, B. L.; VALLE, C. B. do (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT, 1996. cap. 2, p. 16-42.

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.

KRUPA, S. V. Global climate change: processes and products – an overview. **Environmental Monitoring and Assessment**, Minnesota, v. 46, n. 1/2, p. 73-88, June 1997.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 531 p.

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-Soja/Sociedade Entomológica do Brasil, 2000. v. 2, p. 810-810.

MENDONÇA, J. F. B.; GONÇALVES, C. A.; CURI, W. J. **Introdução e avaliação de gramíneas forrageiras de corte**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 1979. 22 p. (EMBRAPA-UEPAE Porto Velho. Comunicado técnico, 7).

MENEZES, M. de et al. **Bases para o controle integrado das cigarrinhas-das-pastagens na região sudeste da Bahia**. Ilhéus: Ceplac-Ceped, 1983. 33 p.

NAVES, M. A. Obtenção e armazenamento de ovos e diapausa da cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6., 1980, Campinas. **Resumos...** Campinas: UNICAMP, 1980. p. 19.

NOWAK, R. S.; ELLSWORTH, D. S.; SMITH, S. D. Functional responses of plants to elevated atmospheric CO₂ – do photosynthetic and productivity data from FACE experiments support early predictions? **New Phytologist**, Cambridge, v. 162, n. 2, p. 253-280, May 2004.

OLIVEIRA, P. P. A. **Dimensionamento de piquetes para bovinos leiteiros, em sistemas de pastejo rotacionado**. São Carlos: Embrapa, 2006. 8 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado técnico, 65).

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, n. 1, p. 35-45, 2010.

PABÓN, A. et al. Response of resistant and susceptible *Brachiaria* spp. genotypes to simultaneous infestation with multiple species of spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 100, n. 6, p. 1896-1903, Dec. 2007.

PACHECO, M. R. P. S.; HELENE, M. E. M. Atmosfera, fluxos de carbono e fertilização por CO₂. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 4, n. 9, p. 204-220, ago. 1990.

PEREIRA, J. C. R.; NAZAR, R. A.; ARMOUND, W. B. **Interrelacionamento de macro e micronutrientes com diferentes densidades populacionais de cigarrinhas-das-pastagens**. Belo Horizonte: Divisão de Defesa Sanitária Vegetal, 1982. 15 p.

PIRES, C. S. S.; PRICE, P. W.; OLIVEIRA, R. C. Distribution of the spittlebug *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae) on wild and cultivated hosts species. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 401-412, 2000.

RABINOVITCH, L.; CAVADOS, C. F. G.; LIMA, M. M. O controle biológico de insetos nocivos a agricultura com o emprego de fungos imperfeitos ou hifomicetos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 2, n. 6, p. 10-12, jun. 1998. Disponível em: <http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio06/6_e.pdf>. Acesso: 06 jan. 2011.

SANTOS, E. A.; SILVA, D. S.; QUEIROZ FILHO, J. L. Composição química do capim-elefante cv. Roxo cortado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 18-23, 2001.

SEATON, K. A.; JOYCE, D. C. Effects of low temperature and elevated CO₂ and of heat treatments for insect disinfestation of some native Australian cut flowers. **Scientia Horticulturae**, Austrália, v. 52, n. 4, p. 343-355, Dec. 1992.

SIEGENTHALER, U. et al. Stable carbon cycle-climate relationship during the late Pleistocene. **Science**, Washington, v. 310, n. 5752, p. 1313-1317, Nov. 2005.

SILVA, R. J. N. et al. Infestation of froghopper nymphs changes the amounts of total phenolics in sugarcane. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 543-546, Dec. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v62n6/a05v62n6.pdf>>. Acesso: 06 jan. 2011.

SIMÕES, A. D. **Impacto da fotofase na biologia de *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) Hemiptera: Cercopidae**. 2009. 65 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

SIQUEIRA, O. J. F. de. Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. In: LIMA, M. A. de; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. (Ed.). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 33-63.

SODERSTROM, E. L.; BRANDL, D. G.; MACKEY, B. High temperature combined with carbon dioxide enriched or reduced oxygen atmospheres for control of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 28, Issue 4, p. 235-238, Oct. 1992.

SOUZA, A. P. et al. Elevated CO₂ increases photosynthesis, biomass and productivity, and modifies gene expression in sugarcane. **Journal Compilation**, Dublin, v. 31, n. 1, p. 1116-1127, 2008.

SOUZA, J. C. et al. **Cigarrinhas-das-pastagens: histórico, bioecologia, prejuízos, monitoramento e medidas de controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2008. 8 p. (Circular técnica, 42).

SOUZA SOBRINHO, F.; AUAD, A. M.; LÉDO, F. J. S. Genetic variability in *Brachiaria ruziziensis* for resistance to spittlebugs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 10, n. 1, p. 89-94, Apr. 2010.

SPAHNI, R. et al. Atmospheric methane and nitrous oxide of the late pleistocene from Antarctic ice cores. **Science**, Washington, v. 310, n. 5752, p. 1317-1321, Nov. 2005.

STACEY, D. A.; FELLOWES, M. D. E. Influence of elevated CO₂ on interspecific interactions at higher trophic levels. **Global Change Biology**, Oxford, v. 8, n. 7, p. 668-678, July 2002. DOI: 10.1046/j.1365-2486.2002.00506.x.

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

VALÉRIO, J. R. Insetos-praga em pastagens tropicais. **Informe Agropecuário**, Brasília, v. 26, n. 226, p. 98-110, 2005.

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, 1988.

XAVIER, D. F. et al. Efeito do manejo pós-plantio no estabelecimento de pastagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 1200-1203, jul. 2001.

WAND, S. J. E. et al. Responses of wild C4 and C3 grass (Poaceae) species to elevated atmospheric CO₂ concentration: a meta-analytic test of current theories and perceptions. **Global Change Biology**, Oxford, v. 5, n. 6, p. 723-741, Aug. 1999.