

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DE SUBDOSES DE GLYPHOSATE SOBRE O PSILÍDEO-DE-
CONCHA *Glycaspis brimblecombei* MOORE
(HEMIPTERA:PSYLLIDAE) EM MUDAS EUCALIPTO**

CAROLINA PIRAJÁ DE OLIVEIRA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Proteção de Plantas)

BOTUCATU - SP

Dezembro-2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DE SUBDOSES DE GLYPHOSATE SOBRE O PSILÍDEO-DE-
CONCHA *Glycaspis brimblecombei* MOORE
(HEMIPTERA:PSYLLIDAE) EM MUDAS EUCALIPTO**

CAROLINA PIRAJÁ DE OLIVEIRA

Orientador : Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Proteção de Plantas)

BOTUCATU - SP

Dezembro-2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

O49f Oliveira, Carolina Pirajá de, 1971-
Efeito de subdoses de glyphosate sobre o psilídeo -de-
concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera:Psyllidae)
em mudas de eucalipto / Carolina Pirajá de Oliveira.- Bo-
tucatu : [s.n.], 2011
v, 65 f., il., color., grafs, tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista. Fa-
culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011
Orientador: Carlos Frederico Wilcken
Inclui bibliografia

1. *Glycaspis brimblecombei* 2. Eucalipto. 3. Herbicida.
4. Glyphosate. I. Wilcken, Carlos Frederico. II. Universi-
dade Estadual Paulista. "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de
Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "EFEITO DE SUBDOSES DE GLYPHOSATE SOBRE O PSILÍDEO-DE-
CONCHA *Glycaspis brimblecombei* MOORE (HEMIPTERA: PSYLLIDAE)
EM MUDAS DE EUCALIPTO"

ALUNA: CAROLINA PIRAJÁ DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS FREDERICO WILCKEN

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CARLOS FREDERICO WILCKEN



PROF. DR. CAIO ANTONIO CARBONARI



PROFA. DRA. DANIELA CRISTINA FIRMINO WINKLER



PROF. DR. CARLOS ALBERTO OLIVEIRA DE MATOS



PROF. DR. LEONARDO RODRIGUES BARBOSA

Data da Realização: 15 de dezembro de 2011.

A meus filhos *Raphael e Christiano*, com todo amor,

DEDICO

A meus pais, *Christiano Luiz e Regina*,

OFEREÇO

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken, pela orientação, apoio e ensinamentos durante toda elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Oliveira de Matos pela elaboração da estatística, orientação e apoio na finalização deste trabalho.

Ao meu marido Luciano de Campos Boldin, meu profundo agradecimento pela paciência e dedicação aos filhos durante todo curso de doutorado.

À Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva (FAIT) por ter proporcionado condições para a realização deste trabalho e crescimento profissional.

Aos alunos Eduardo José da Silva, Lucilene A. de Souza, Aquila P. de Oliveira Campos, Marinilce da Silva, Eldrica A. Correa da Silva, Josimar de Sousa Lima Eduardo Domingues, Gabriel Claudio, Thiago Vieira da Cruz, Daiane Moura da Costa, Monic Evelyn Barros de Almeida, Eduardo Konig de Souza Garcia pela colaboração na montagem do experimento e em especial a Marcos Antônio Duarte pela colaboração na tradução do resumo.

À Dra. Simone da Silva Gomes, diretora da Fait pela amizade e confiança durante todos esses anos.

Aos amigos Nina e Marcos Shmidt e seus filhos Ana Paula e Marcos Felipe pelo apoio e acolhimento durante minha estadia em Botucatu.

Ao amigo de todas as horas Eng. Florestal Elcio de Almeida Costa por todo incentivo e sugestões na realização deste trabalho.

À Dra Regiane Medice pela amizade e apoio durante todo curso.

À Adriane Sanches e todos da equipe do Laboratório de Controle Biológico pelo apoio e amizade durante o curso.

Aos colegas Evandro Prado e Saulo pela ajuda nas pulverizações do experimento.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação pelos ensinamentos e incentivos durante o curso.

Ao Sr. Domingos Paulossi pelo cuidado com as mudas de eucalipto e pela amizade durante todos esses anos e ao Sr. Paulo Roberto Rodrigues pela ajuda na adubação e esterilização do solo utilizado.

À Juliana Boldin Rossi, Carmen Lucia e Karina Vieira da Cruz, Alice Fabri e Juliana Teobaldo por cuidarem de meus filhos com carinho em minhas ausências durante a realização deste trabalho.

Aos meus avós Rudah (in memoriam), Dirce, Chritiano (Tianão) e Tereza por formarem esta família linda e pelo amor que sempre me deram.

Aos meus tios Rudah Filho (Daso), Antonio Carlos (Tonca), Cristina, Francisco (Kiko) e Zezito (in memoriam) que sempre torceram por mim.

Aos meus primos Fábio, Cássio, Marianna, Laerte, Barbara, Kiko Bruna, Verônica, Iris, Maria Cândida (Can), Michele e Luiza por tudo de bom que passamos juntos (e vamos ainda passar) e pelo incentivo em todos os momentos.

Aos queridos Antonio, Laura, Luiza, Alice e Mathias que juntamente com meus filhos são o futuro lindo da minha família.

A Deus que me iluminou nos momentos difíceis e não me permitiu desistir.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 Descrição taxonômica, morfologia, biologia e época de ocorrência de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	7
2.2 Métodos de controle de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	10
2.2.1 Controle biológico.....	10
2.2.2 Controle químico.....	13
2.2.3 Controle cultural.....	13
2.3 O herbicida Glyphosate.....	14
2.4 Efeito de subdoses de Glyphosate em plantas.....	16
2.5 Efeito de Glyphosate em plantas de Eucalipto.....	20
2.6 Efeito de herbicidas em invertebrados.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Local.....	25
3.2 Estudo do efeito de subdoses de glyphosate na infestação por ninfas e emergência de adultos em plantas suscetíveis e resistentes a <i>G. brimblecombei</i>	25
3.3 Estudo do efeito de subdoses do glyphosate na biologia de <i>G.brimblecombei</i>	29
3.4 Verificação do efeito de subdoses de glyphosate no tamanho dos adultos de <i>G. brimblecombei</i>	30
3.5 Análise estatística.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Estudo do efeito de subdoses de glyphosate na infestação de plantas suscetíveis e resistentes a <i>G. brimblecombei</i> e emergência de adultos.....	32
4.2 Estudo do efeito de subdoses do glyphosate na biologia de <i>G.brimblecombei</i>	42
4.3 Avaliação do efeito de subdoses de Glyphosate no tamanho dos adultos de <i>G. brimblecombei</i>	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52

6 CONCLUSÕES.....	53
7 REFERÊNCIAS.....	54

RESUMO

A espécie *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) é um inseto originário da Austrália e os danos mais comuns causados em eucalipto são redução no tamanho e deformação das folhas, queda prematura de folhas maduras, seca de ponteiros e fumagina. O glyphosate é um herbicida sistêmico, não seletivo, aplicado em pós-emergência e de amplo espectro de ação, sendo o principal herbicida utilizado na eucaliptocultura. Em áreas em que o controle de plantas daninhas é realizado com o herbicida a ocorrência da deriva é relatada com frequência. O presente trabalho objetivou verificar o efeito de subdoses do glyphosate (0,36; 3,6; 36 g e.a. ha⁻¹) e água em mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, do clone híbrido 3025, de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (HGC) e do clone híbrido C-219 de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (HUG) na infestação, sobrevivência e tamanho dos adultos do psilídeo-de-concha. A pulverização com glyphosate foi feita em laboratório por um pulverizador estacionário munido de 4 pontas AXI 11002 (Jacto), pressão de 30 libras/pol² em um volume de calda correspondente a 210 L.ha⁻¹ e velocidade de deslocamento de 4km.h⁻¹. Após três dias foram coletadas folhas de *E. camaldulensis* contendo ovos de *G. brimblecombei*, sendo estes observados em microscópio estereoscópico e contados. As posturas foram recortadas e colocadas nas plantas presas por alfinetes. Foram colocados mil ovos por planta e em seguida colocados em gaiolas sob temperatura de 26 ± 2 °C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotofase de 12h. Três dias após a montagem do experimento avaliou-se diariamente o número de conchas por planta e também o número de adultos no final do ciclo da praga que foram posteriormente medidos. Em *E. camaldulensis* e no clone C-219 foram marcadas cinquenta ninfas para se observar a biologia do inseto. Verificou-se que o clone híbrido C-219 apresentou menor infestação, menor sobrevivência e tamanho dos adultos. A sobrevivência foi semelhante em todos os tratamentos de *E. camaldulensis*. A subdose 0,36 g e.a. ha⁻¹ apresentou em média maior infestação de ninfas e maior comprimento de adultos em *E. camaldulensis* e no clone 3025. Esta subdose favoreceu o número de adultos emergidos do clone 3025, porém para *E. camaldulensis* não houve diferença significativa entre os tratamentos. O clone C-219 se mostrou resistente em

comparação aos demais, independente das subdoses de glyphosate. As subdoses de glyphosate não causaram alteração na infestação de *G. brimblecombei* no genótipo C-219.

EFFECT OF SUBDOSES OF GLYPHOSATE ON RED GUM LERP PSYLLID *Glycaspis brimblecombei* MOORE (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) ON EUCALYPTUS SEEDLING. 2011. 73 p. Tese (Doctorate in Agronomy /Plant Protection) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu.

Author: CAROLINA PIRAJÁ DE OLIVEIRA

Adviser: CARLOS FREDERICO WILCKEN

SUMMARY

The species *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) is an insect original from Australia and the most common injuries caused are size reduction and leaf deformity, premature fall of mature leaves, dieback and fumagine. The glyphosate is a systemic, not selective, post-emerging and broad-spectrum action herbicide, and it is the main active product used on eucalyptus crops. At areas where the control is adopted spray drift of herbicide is regularly reported. The present work aimed to search the effect of subdoses of this herbicide (0,36; 3,6; 36 g a.e.ha⁻¹) and water on seedlings of *Eucalyptus camaldulensis*, of the hybrid clone 3025, of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (HGC) and of the hybrid clone C-219 of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (HUG), on infestation, survival and size of adults of the red gum lerp psyllid. The spraying glyphosate was made by using a four flat fan nozzle in stationary sprayer - AX 11002 (Jacto) under pressure of 30 psi in a correspondent spray volume of 210 L.ha⁻¹ and displacement speed of 4 Km. ha⁻¹. After three days, leaves of *E. camaldulensis* containing eggs of *G. brimblecombei* were collected, which were observed on stereo microscope and counted. The layings were trimmed and placed on the plants and attached by pins. A thousand eggs per plant were layed and then placed into cages at temperature of 26 +/- 2° C, relative humidity of 60 +/- 10% and 12 h photophase. Three days after the experiment assembling, the number of lerps per plant was daily evaluated as well as the numbers of adults by the end of the pest circle which have been subsequently measured. On *E. camaldulensis* and on the clone C-219, fifty nymphs were marked in order to search the insect biology. It has been observed that the hybrid clone presented minor infestation, minor survival and size among the adults. The survival was similar on all treatments of *E. camaldulensis*. On average the subdose 0,36 g a.e.ha⁻¹ has

demonstrated larger nymph infestation and larger adult length on *E. camaldulensis* and on the clone 3025. This subdose advantaged the number of emerged adults from the clone 3025, however there was no expressive difference for *E. camaldulensis* among the treatments. The clone C-219 has demonstrated to be resistant in comparison to the others, regardless of glyphosate subdoses. The subdoses of glyphosate didn't cause alteration in the infestation of *G. brimblecombei* on the C-219 genotype.

Keywords: *Glyscaspis brimblecombei*, *Eucalyptus*, herbicide, glyphosate.

1 INTRODUÇÃO

O eucalipto é de ocorrência natural da Austrália e possui cerca de 600 espécies adaptadas a diversas condições de solo e clima. A maioria das espécies conhecidas são árvores típicas de florestas altas, atingindo alturas que variam de 30 a 50 metros e de florestas abertas com árvores menores, atingindo entre 10 e 25 metros (MORA ; GARCIA, 2000).

No Brasil, o gênero *Eucalyptus* ocupa cerca de 4.754.334 milhões de hectares, de um total de 6,5 milhões de hectares de florestas plantadas (ABRAF, 2011).

As florestas de eucalipto têm como principais problemas pragas nativas, como as formigas cortadeiras, cupins, lagartas desfolhadoras e o besouro amarelo. As pragas exóticas, apesar de terem sido registradas a longa data, como a broca-do-eucalipto *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera: Cerambycidae) e o gorgulho-do-eucalipto *Gonipterus gibberus* e *G. scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) têm causado perdas econômicas reduzidas, pois inimigos naturais que provavelmente foram introduzidos junto com a praga ou porque as espécies de eucalipto encontradas no país não são suscetíveis a essas pragas (WILCKEN et al., 2003). Recentemente foi detectada a presença da vespa-da-galha *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) no nordeste da Bahia (WILCKEN ; BERTI FILHO, 2008) e o percevejo bronzeado *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) (WILCKEN, 2008).

O psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) foi detectado no Estado de São Paulo em 2003, atacando *E. camaldulensis* e *E.*

tereticornis, causando deformação da folha redução no tamanho, e presença de fumagina (WILCKEN et al., 2003). Esta praga é originária da Austrália se caracteriza por se alimentar somente de eucalipto e por sua infestação ser facilmente reconhecida por causa da secreção açucarada em forma de concha produzida pelas ninfas, vem se dispersando rapidamente por ser uma praga de tamanho reduzido e com alta capacidade de dispersão.(HALBERT et al 2001,FIRMINO, 2004).

As culturas florestais, como qualquer população natural, estão sujeitas a uma série de fatores ecológicos que, direta ou indiretamente, podem influenciar o crescimento das árvores e a produção de madeira, carvão e celulose. Esses fatores podem ser divididos em abióticos que são aqueles decorrentes da ação dos fatores físicos ou químicos do ambiente, como disponibilidade de água e nutrientes do solo, pH do solo, luminosidade e bióticos envolvendo a ação dos seres vivos, como a competição, o comensalismo, a predação, e outros (PITELLI ; MARCHI, 1991 apud TOLEDO et al., 2000)

O eucalipto apresenta rápido crescimento e de boa competitividade quanto a seu estabelecimento no campo porém, isso não o isenta da interferência das plantas daninhas, tendo como consequência o decréscimo quantitativo e qualitativo da sua produção (TUFFI SANTOS et al. 2005). O glyphosate é um herbicida, sistêmico, não seletivo, aplicado em pós-emergência e de amplo espectro de ação, sendo o principal ingrediente ativo utilizado na eucaliptocultura (SRIVASTAVA, 2001 apud TUFFI SANTOS et al., 2007a). Em áreas em que o controle é adotado a deriva de herbicidas é relatada com frequência (TUFFI SANTOS et al. 2007a).

Em vários estudos com baixas doses de glyphosate já foi observada a hormese que é o efeito no qual uma característica biológica é estimulada por baixas doses de um composto, mas inibida por altas doses do mesmo (JUSSELINO FILHO, 2002).

O presente trabalho teve como objetivo verificar a influência do herbicida glyphosate aplicado em subdoses, simulando a deriva do produto, na infestação do psílideo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* em três materiais genéticos de eucalipto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Descrição taxonômica, morfologia, biologia e época de ocorrência de *Glycaspis brimblecombei*

A espécie *Glycaspis brimblecombei* pertence à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha e família Psyllidae. Os insetos que pertencem a essa família são diminutos, com comprimento do corpo entre 1 e 2 mm, apresentam hábito sugador, pernas posteriores saltatórias e antenas bem desenvolvidas (GALLO et al., 2002). *Glycaspis brimblecombei* é originário da Austrália e os danos mais comuns causados são redução no tamanho e deformação das folhas, queda prematura de folhas maduras e seca de ponteiro e presença de fumagina (SÁ ; WILCKEN, 2004).

No Brasil, o primeiro relato deste inseto ocorreu em 2003 em plantas de *Eucalyptus grandis* x *E.urophylla* (“urograndis”) no município de Mogi Guaçu, SP (WILCKEN et al., 2003). Nos Estados Unidos foi descoberto em 1998 na Califórnia (DAHLSTEN,; ROWEY, 2000) no México em 2001 (CIBRIAN-TOVAR, 2002), no Chile em 2002 (SANDOVAL ; ROTHMANN, 2002), em 2007 em Portugal e na Espanha (VALENTE ; HODKSON, 2009) e na Argentina em 2007 (DIODATO ; VENTURINI, 2007), no Peru em 2008 (BURCKHARDT et al., 2008).

As ninfas apresentam cinco ínstars e são achatadas dorsoventralmente, possuindo coloração amarela nos três primeiros ínstars, sendo que nos dois seguintes sua coloração varia do amarelo alaranjado ao verde com as tecas alares de coloração escura (CIBRIAN-TOVAR et al., sd apud FIRMINO-WINCKLER et al. 2009).

Já Favaro (2006), cita que a coloração amarelo-pálida é característica dos quatro primeiros ínstar e no quinto a cor varia do amarelo pálido ao amarelo-escuro, do esverdeado ao marrom claro com manchas em tons de verde, alaranjadas e marrons. Este mesmo autor observou que há duas manchas alaranjadas bem visíveis no abdome na ninfa de primeiro instar; na de segundo aparecem pequenas protuberâncias que dão origem aos brotos alares. Na ninfa de terceiro instar observa-se o desenvolvimento dos brotos alares e na de quarto os brotos alares são desenvolvidos com coloração marrom clara, sendo todas com pernas sem tarso aparente. Na ninfa de quinto instar as pernas são amarelas com tarso aparente, brotos alares bem desenvolvidos com cor variando do marrom-claro ao marrom-escuro sendo que o padrão de cor observado neste instar geralmente também é observado no adulto.

Estes psíldeos formam uma camada protetora de coloração branca e formato cônico denominada concha que é formada devido aos excrementos compostas por ceras e açúcares na qual as ninfas se desenvolvem até a fase adulta (SANCHES, 2003 apud FIRMINO-WINCKLER et al. 2009).

As conchas nas folhas podem ter aproximadamente 3,17 mm de diâmetro e 2,11 mm altura. Para construir a concha, primeiramente a ninfa começa a fazer um acúmulo de honeydew em alguns pontos sobre a folha até que esses acúmulos fiquem em formato de monte. As ninfas modelam as conchas com a parte apical do abdômen, que ficam com formato cônico num processo de construção que dura um período de 4 horas (FAVARO, 2006).

Os adultos medem 3,17 mm, apresentam coloração verde claro a castanho com manchas alaranjadas e amarelas (PAINE et al., 2006), Firmino-Winckler et al. (2009) observaram que fêmeas e machos podem variar a cor do verde ao vermelho, e que as antenas são filiformes com 10 segmentos. Possuem projeções na parte anterior da cabeça abaixo dos olhos chamados cones genais (PAINE et al., 2006).

Favaro (2006) cita que machos e fêmeas são bem parecidos, sendo as fêmeas um pouco maiores. Logo após a emergência apresentam coloração amarelada, azulada ou verde-clara; em pouco tempo o corpo começa a escurecer e fica verde ou amarelo, com pequenas áreas dispersas amarelo pálidas, marrons e/ou avermelhadas.

As fêmeas preferem colocar seus ovos em folhas suculentas e ramos jovens (PAINÉ et al., 2006). O formato dos ovos é piriforme, a de cor é branco leitosa quando recém colocado se tornando amarelo e laranja à medida que se aproxima da eclosão, sendo que o período de incubação varia de 10,8 a 7,9 dias para temperaturas de 22 a e 26°C (FIRMINO-WINCKLER et al., 2009). Neste mesmo estudo foi constatado que as temperaturas entre 22°C e 26°C em diferentes espécies de eucalipto ofereceram condições favoráveis ao seu desenvolvimento e que as temperaturas de 18°C e 30°C são limitantes. Os mesmos autores, criando ninfas de *G. brimblecombei* em folhas de *E. camaldulensis* com temperatura de 26°C e fotofase de 12 horas verificaram que a duração média do estágio ninfal foi de 14,2 dias. Os adultos criados nas mesmas condições tiveram longevidade de 8,4 dias, enquanto que o período embrionário teve duração média de 7,9 dias. O ciclo total, observado da eclosão das ninfas até a morte dos adultos, teve duração média de 22,7 dias. No mesmo trabalho foi observado também que as espécies mais favoráveis ao desenvolvimento de *G. brimblecombei* foram *E. camaldulensis*, *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. tereticornis* e o híbrido *E. grandis* e *E. urophylla*, sendo o *E. camaldulensis* a mais adequada.

Silva et al. (2010) relata que maior abundância de ovos de *G. brimblecombei* foi observada na superfície abaxial das folhas, tanto do clone “urocam” como no “urograndis”, um padrão que já tinha sido observado anteriormente por MONTES e RAGA, 2005), isso se deve a menores taxas de remoção pela ação da chuva e do vento e que é comum para insetos herbívoros de baixa mobilidade. Silva et al. (2010) contataram ainda menor quantidade da praga em bordas de talhões próximos a vegetação de cerrado que pode ter servido como refúgio de inimigos naturais de *G. brimblecombei*.

A época de ocorrência desta praga está associada aos índices pluviométricos, sendo sua população maior nos meses mais secos, com significativa redução nos meses mais chuvosos do ano (RAMIREZ et al., 2002 apud DAL POGETTO, 2009). Esse mesmo resultado foi obtido por Silva (2010) que também citou que o aumento da população é inversamente proporcional à umidade relativa, com maior número de indivíduos no período de seca. Entretanto, no Brasil, Ferreira Filho et al. (2008a), estudando a flutuação populacional desta praga em função da precipitação pluviométrica e temperatura, concluíram que a população de *G. brimblecombei* possui inversamente proporcional com a temperatura, atingindo picos maiores de infestação nos meses de inverno seco.

Silva et al. (2007) constataram que a maior densidade populacional em Minas Gerais de *G. brimblecombei* ocorre na época seca do ano e que há preferência das fêmeas pela oviposição na superfície inferior da folha.

Montes e Raga (2005) estudaram a dinâmica populacional na região oeste do Estado de São Paulo e verificaram que ocorreu maior severidade de ataque no mês de janeiro. Favaro (2006), observou que a chuva tem influência na população da praga, principalmente de adultos decrescendo, na época chuvosa e que a umidade relativa do ar não teve influência na população da praga.

Masson et al.(2009) estudaram a ocorrência e a distribuição populacional dessa praga no norte da Bahia e verificaram que 48% dos talhões estavam com infestação menor que uma ninfa por folha; 48% com uma a três ninfas por folha e 4% com quatro a seis ninfas por folha.

Em recente estudo Silva (2010) verificou que diferentes posições no talhão de eucalipto não exerceram diferença na quantidade de indivíduos e que até 4 metros de altura não há diferença na quantidade de ovos e ninfas de *G. brimblecombei* em *E. camaldulensis*, clones GG100 e 1277 e em híbridos “urocam” e “urograndis”.

2.2 Métodos de controle de *Glycaspis brimblecombei*

2.2.1 Controle biológico

Na Austrália são relatados diversos predadores generalistas que desempenham papel fundamental na regulação da população de *G. brimblecombei*, como larvas de moscas sirfídeas (Diptera: Syrphidae), larvas de bicho-lixeiro (Neuroptera: Chrysopidae) e as joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) (WILCKEN et al., 2003).

Paine et al. (2006) citam que o psilídeo é atacado por muitos predadores, além dos já citados encontram-se as aves, percevejos (*Anthocoris* spp), aranhas e libélulas.

No Brasil, foi verificada a presença de diferentes inimigos naturais de ninfas dos psilídeos, sendo encontrada uma espécie de fungo entomopatogênico e larvas de coccinélídeos, crisopídeos e sirfídeos. Entretanto, os predadores são considerados pouco eficientes, pois eles não estão adaptados para perfurar as conchas. Já o controle microbiano

com fungos entomopatogênicos pode ser um método de controle interessante, porém viável apenas em condições de umidade relativa acima de 60 % (WILCKEN et al., 2003).

Para controlar biologicamente esta praga no Brasil em 2003, Berti Filho et al. apud FIRMINO-WINCKLER et al. (2009) detectaram a presença do parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) considerado um parasitóide específico e dependente da população do psilídeo-de-concha, sendo uma boa opção para o controle biológico.

Wilcken et al. (2005) elaboraram o programa de criação deste parasitóide em laboratório, no qual são mantidas criações de *G. brimblecombei* e do parasitóide *P. bliteus* em gaiolas teladas de 80 x 44 x 38 cm. Inicialmente as mudas de *E. camaldulensis* são acondicionadas na gaiola e são liberados de 200 a 300 adultos do psilídeo-de-concha por gaiola. Após uma semana, as fêmeas ovipositam, em média, 300 ovos/muda, gerando, em média, 125 ninfas/muda. Após 12 a 15 dias da eclosão das ninfas, as gaiolas são transferidas de sala e são liberados 20 casais de *P. bliteus* por gaiola. Após mais duas semanas inicia-se a emergência dos parasitóides adultos que são coletadas com um aspirador bucal, acondicionados em tubos de vidro de 8,5 x 2,0 cm, fechados com tela de voal. E então são levados ao campo em recipientes de isopor, para reduzir o estresse causado pela temperatura. No campo são escolhidas árvores dominadas ou ramos infestados com ninfas do psilídeo-de-concha, nas quais são liberados os parasitóides. As fêmeas de *P. bliteus* iniciam rapidamente a procura pelas conchas, reconhecendo aquelas com a presença de ninfas pelo uso das antenas, através de batimentos sobre as conchas. Logo após o reconhecimento, a fêmea vira e penetra seu ovipositor através da concha, colocando um ovo internamente ao corpo da ninfa. Os mesmos autores citam ainda que o controle biológico aumentativo deverá ser aplicado no caso do psilídeo-de-concha, pois sua efetividade no controle dessa praga, por parasitismo natural, sem liberações sucessivas, tem se mostrado baixa.

Segundo Gisloti e Sá (2006) a temperatura de 28 °C foi a que proporcionou menor duração do ciclo de desenvolvimento desse parasitóide (média de 13 dias), e de maior número de descendentes de *P. bliteus* emergidos por planta

Dezane et al. (2007) verificaram que ocorreu uma sincronia na flutuação populacional de *G. brimblecombei* e de seu parasitóide *P. bliteus*, diferentemente

dos predadores tiveram seus picos populacionais quando a população de psilídeo apresentava menor número.

Murta et al. (2007) verificaram que este parasitóide possui preferência por ninfas de quarto e quinto ínstaes de *G.brimblecombei* é um parasitóide coinobionte que não mata ao hospedeiro imediatamente, permitindo seu desenvolvimento e alimentação antes de matá-lo.

Já Ferreira Filho et al. (2008b) estudaram a distribuição espacial de *G.brimblecombei* e de seu parasitóide *P. bliteus*, através de armadilhas adesivas em *E. camaldulensis* e concluíram que as populações de ambas as espécies apresentaram distribuição espacial agregada. Esta afirmação também se comprovou no estudo de Silva (2011).

Ferreira Filho (2011) concluiu que as populações de *G. brimblecombei* e *P. bliteus* possuem correlação inversamente proporcional a temperatura, com picos nos meses de inverno e diminuição do parasitismo de na época das chuvas.

O controle biológico com o parasitóide *P. bliteus* foi o que mostrou melhor rentabilidade em estudo de análise econômica na cidade do México (LOZANO et al., 2007).

O estudo de Silva (2010) indicou que a quantidade de *P. bliteus* e predadores não tem correlação com as variáveis meteorológicas como temperatura e precipitação.

Santos et al. (2007) estudaram efeito do tipo de habitat sobre populações do psilídeo-de-concha, *G. brimblecombei*, e seus possíveis inimigos naturais concluíram que a formação de mosaicos de área de vegetação nativa intercaladas com eucaliptocultura pode ser uma técnica agrícola sustentável, proporcionando um controle biológico natural e preservando remanescentes de cerrado.

Dal Pogetto (2009) avaliou produtos comerciais à base de fungos entomopatogênicos e concluiu que os fungos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Lecanicillium longisporum*, nas condições de laboratório foram patogênicos às ninfas de *G.brimblecombei* sendo capazes de completar seu ciclo biológico.

Dias (2009) observou que o percevejo *Atopozelus opsimus* (Hemiptera: Reduviidae) é predador tanto de ninfas quanto de adultos do *G.brimblecombei*.

2.2.2 Controle químico

Na Austrália é recomendada a aplicação de inseticidas sistêmicos, sendo o dimetoato considerado o mais eficiente para o controle desses insetos sugadores, mas essa recomendação é apenas para plantios novos e para áreas pequenas (PHILIPS, 1992 apud COUTO, 2007). Nos EUA, foram testados produtos a base de imidacloprid e oxidemeton metil em aplicação por micro-injeção no tronco das árvores, sendo que o período residual de controle foi de dois meses para o oxidemeton metil e de até oito meses para o imidacloprid (YOUNG, 2002).

Ferreira Filho et al. (2004) verificaram que os produtos acetamiprid e acefato foram os que apresentaram os melhores resultados de eficiência (acima de 90 %) até 21 dias, sendo que o acefato apresentou período residual de controle até aos 60 dias. O imidacloprid aplicado em rega não demonstrou eficiência de controle.

Couto et al. (2007) ao testar o metil jasmonato no controle do psilídeo concluíram que o inseto preferiu plantas não tratadas independente do material genético e que quanto maior a concentração de metil jasmonato, menor a quantidade de insetos por planta em menor número de ovos na folha.

2.2.3 Controle cultural

Através do monitoramento pode-se realizar o método de controle adequado. No México propõe-se o controle cultural através da poda e derrubada de árvores de alto de risco, além de se evitar danos mecânicos nas árvores (MÉXICO,2002).

Segundo Paine et al. (2006), outra forma de controle cultural é a escolha de espécies bem adaptadas à região de plantio, incluindo tolerância a adversidades ambientais como alta umidade ou longos períodos de seca. Porém, em algumas árvores essas características só se manifestam quando a planta passa por algum estresse causado ou por algum fator abiótico ou por fator biótico.

Em estudo da biologia de *G. brimblecombei* em mudas de *E. camaldulensis* adubadas com diferentes níveis de nitrogênio e potássio Dal Pogetto et al. (2009) observaram que em insetos nutrindo-se de plantas submetidas a altas doses de nitrogênio, o período ninfal do inseto diminuiu e a longevidade dos adultos aumentou, resultando em insetos com maior potencial reprodutivo. A maior longevidade dos adultos proporcionou maior tempo para acasalamento, acarretando em aumento do número de posturas.

Dal Pogetto et al. (2007) verificaram que o silício aplicado via solo em mudas de *E. camaldulensis* causou maior mortalidade das ninfas do psilídeo- de- concha causando redução significativa da população.

Garcia et al. (2011) estudaram a aplicação do silício via foliar na infestação de ninfas desta praga em condições de laboratório e verificaram que a dose de 5ml/L de silício diminuiu a infestação de *G. brimblecombei*.

Jesus (2009) estudou efeito do estresse hídrico na qualidade nutricional de *Eucalyptus camaldulensis* e no ataque de *Glycaspis brimblecombei* e verificou que ocorreu uma relação significativa entre a densidade média de ovos e ninfas da praga e a variável relacionada ao estresse hídrico das plantas, sendo que a taxa de parasitismo das ninfas por *P. bliteus* e fungos também foi maior nas plantas estressadas hidricamente, indicando uma possível dependência da densidade de ninfas de *G. brimblecombei*. A mesma autora verificou também que a infecção por fungos foi relacionada também com o teor de clorofila e que a qualidade nutricional da planta hospedeira seria o fator regulador mais importante na determinação das taxas de ataque e de parasitismo do herbívoro em questão.

2.3 O herbicida glyphosate

O glyphosate pertence ao grupo dos herbicidas derivados de glicina cujo nome químico é N-(phosfometil) glycine, sendo um herbicida pós-emergente de ação total, não seletivo às culturas, registrado no Brasil para uso jato dirigido às entrelinhas de várias culturas como citros, café, seringueira, eucalipto entre outras. A solubilidade em água

é 15.700 mg/L a 25⁰C e pH 7 e densidade de 1,74g/mL, pressão de vapor 2,45x10⁻⁸Pa, Pka de 2,6 e Kow de 0,0006-0,00017. (RODRIGUES ; ALMEIDA, 2011).

A toxicidade aguda deste pesticida é considerada baixa. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO), o LD₅₀ oral do glifosate puro em ratos é de 4.230 mg/kg, enquanto que o fabricante (Monsanto) cita LD₅₀ de 5.600 mg/kg. A toxicidade relativamente baixa pode ser atribuída à modalidade bioquímica de ação do glifosato em um caminho metabólico nas plantas (chamado mecanismo do ácido “chikimico”), similar ao existente em alguns microorganismos mais complexos, não existindo, entretanto, em animais. (AMARANTE JÚNIOR et al., 2002).

O glyphosate apresenta degradação relativamente rápida no solo por processos microbianos (FRANZ et al., 1997; LAITINEN et al., 2006 apud CARBONARI et al., 2011b). O produto da degradação do herbicida no solo e na água mais freqüentemente encontrado é o ácido aminometilfosfônico (AMPA). A detecção de AMPA em folhas, raízes e sementes de várias culturas sugerem que a glyphosate oxidoreductase (GOX) ou algum tipo de enzima semelhante catalisa essa conversão (REDDY et al., 2008).

Este herbicida é absorvido facilmente pelas folhas translocando-se via simplasto. Os sintomas causados por este herbicida são clorose foliar seguida de necrose. A rebrota em plantas perenes mostram folhas mal formadas com manchas brancas e estrias (ASHTON ; CRAFTS, 1981).

O sítio de ação do glyphosate é a enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS) (VELINI et al, 2009).

No mecanismo de ação do glyphosate ocorre interferência na rota do ácido chiquímico, precursor de substâncias como taninos, antocianinas, ácido salicílico, lignina, flavonas, isoflavonas e cumarinas envolvidas na defesa das plantas a patógenos. (BUCHANAN et al. 2000; SRISVASTAVA, 2001).

A rota do ácido chiquímico têm como principais produtos compostos fenólicos que podem representar até 35% da biomassa vegetal (VELINI et al., 2009). Esta rota que processa cerca de 20% de todo o fluxo de carbono nas plantas é responsável pela produção de três aminoácidos aromáticos tirosina, fenilalanina e triptofano, fundamentais para a continuidade da síntese protéica nas plantas. Com a redução das concentrações destes todos

os processos que demandam a participação de proteínas/enzimas são indiretamente afetados (VELINI et al., 2009).

Segundo Taiz e Zeiger (2003), este processo converte precursores de carboidratos derivados da glicólise e da rota das pentoses fosfato em aminoácidos aromáticos, estando presente em plantas, fungos e bactérias, mas não em animais, os quais não podem sintetizar estes três aminoácidos.

A enzima EPSPS é codificada no núcleo e desempenha sua função no cloroplasto (STAUFFER et al., 2001 citados por VELINI et al., 2009), catalisando a ligação dos compostos chiquimato-3-fosfato e fosfoenolpiruvato, produzindo o enolpiruvilchiquimato-3-fosfato e fosfato inorgânico (PETERSON et al., 1996). Segundo Hess (1993 apud VELINI et al., 2009) o glyphosate é um inibidor não competitivo e competitivo, respectivamente, com os dois substratos.

Carbonari et al. (2011b) concluíram que o glyphosate e seu principal metabólito (AMPA) foram detectados somente nas plantas de milho submetidas à aplicação da maior dose de glyphosate (720 g ha⁻¹) em associação ou não com o fosfito de potássio, indicando uma possível metabolização do glyphosate a AMPA nas plantas.

2.4 Efeito de subdoses de glyphosate em plantas

Calabrese e Baldwin (2001) consideram hormese uma resposta adaptativa, que se caracteriza por um comportamento bifásico de dose-resposta que são diretamente induzidas ou resultado de processos biológicos compensatórios após a ruptura da homeostase, com estímulo por baixas doses de um composto e inibição por altas doses do mesmo.

O termo hormoligose foi utilizado na literatura entomológica, antes de hormese, sendo palavra de origem grega (*hormo* = excita; estimula e *oligo* = pequena quantidade; insuficiente) e significa o fenômeno no qual quantidades subletais de agentes estressantes podem ser benéficas para organismos (LUCKEY, 1968; MORSE, 1998 apud JUSSELINO FILHO, 2002).

O efeito hormético foi comprovado para a massa de 100 grãos e na produtividade do feijoeiro, o que também ocorreu, porém de forma distinta, na quantidade de massa seca da parte aérea das plantas utilizando-se subdoses zero, 10, 20, 30 e 40 g de ingrediente ativo (i.a) ha^{-1} de glyphosate (SILVA, 2009).

Velini et al. (2009) citam que a faixa de doses em que podem ocorrer estímulos de crescimento está entre 1,8 a 3,6 g e. a. ha^{-1} e que, na faixa entre 7,2 a 36 g e. a. ha^{-1} se verificaram os efeitos inibitórios sobre as plantas.

Em estudo com aplicação de doses baixas, variando de 1,8 a 36 g e. a. ha^{-1} , o estímulo do crescimento foi observada em todas as espécies estudadas *Commelina benghalensis*, *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea*, milho e soja convencional, exceto para soja transgênica, resistente ao glyphosate de que as doses ideais para estimular o crescimento foram distintas para cada espécie de planta e cada tecido avaliado. O estímulo maior de crescimento foi observado para *C. benghalensis*, *E. grandis* e *P. caribea*, com aumento de crescimento de cerca de 5 a 10 % em alguns tecidos em cada uma dessas espécies. O aumento na concentração de ácido chiquímico pode ser útil na previsão de hormese causada pela ação do glyphosate em doses baixas em algumas espécies (VELINI et al., 2008).

Yamashita e Guimarães (2006) simularam a deriva de glyphosate em algodoeiro e os resultados indicaram que na dose de 180 g e. a. ha^{-1} , o algodoeiro tratado nos estádios de 4 ou 10 folhas apresenta capacidade de recuperação. No entanto, quando a dose aplicada foi de 360 g e.a. ha^{-1} , os sintomas visuais nas folhas foram mais severos, principalmente em plantas mais jovens, não tendo havido recuperação total até a última avaliação, aos 70 dias. Os mesmos autores em 2005, verificaram que na dose de 270 g e. a. ha^{-1} os sintomas foram de baixa intensidade, mas a 540 g ha^{-1} causaram, na maioria dos casos, toxidez média a muito alta. Houve recuperação de todos os cultivares tratados com 270 g ha^{-1} de glyphosate até os 42 dias após a aplicação.

Houve efeito estimulante da aplicação de glyphosate na subdose de 1,8 g e.a. ha^{-1} no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar, indicando potencial aplicação desse manejo para obtenção de melhores estandes após a brotação, a fim de conseguir melhor exploração do ambiente pela planta (ALMEIDA SILVA et al., 2009).

Em trabalho utilizando glyphosate como maturador em cana-de-açúcar na dose 180 g e.a. ha^{-1} , Carbonari et al. (2011a) concluíram que houve um grande acúmulo de

ácido quínico, e aumento dos ácidos chiquímico, caféico e clorogênico e a biossíntese dos aminoácidos aromáticos foi afetada pelo bloqueio da rota do ácido chiquímico pelo herbicida.

Teles et al. (2009) observaram que se plantas jovens de crotalária que receberem doses reduzidas de glyphosate, apresentaram redução significativa do seu desenvolvimento, comprometendo a própria planta.

Em estudo para se verificar o efeito de subdoses de glyphosate em *Commelina benghalensis*, Meschede et al. (2008) verificaram que em geral, doses a partir de 2 g e.a. ha⁻¹ podem causar efeitos no crescimento e desenvolvimento da parte aérea e radicular de plantas.

Ikeda et al. (2011) verificaram menor dosagem de glyphosate (22,5 g e. a. ha⁻¹) proporcionou aumento na matéria seca das plantas de *Urochloa brizantha* em relação à testemunha quando aplicada aos 16 e 31 dias após a emergência das plântulas, sendo esse efeito mais pronunciado quando houve a aplicação no estágio menos desenvolvido de crescimento.

Maciel et al. (2009) verificaram que as plantas de curauá branco *Ananas erectifolius* planta nativa da Amazônia, apresentaram baixa tolerância ao herbicida glyphosate, sendo que subdoses superiores a 45 g e.a. ha⁻¹ promoveram as reduções mais significativas de produtividade de folhas beneficiáveis quando aplicadas em pós-emergência. Nenhuma das subdoses estudadas promoveu estímulo ou incremento do desenvolvimento vegetativo das plantas.

O estudo de Cerdergreen (2008) observou hormese em plantas de cevada verificando aumento do crescimento real na primeira semana após a pulverização com glyphosate nas doses menores que 63 g e.a. ha⁻¹, mas o aumento inicial do crescimento foi seguido por uma ligeira queda na taxa de crescimento, no entanto, isto foi suficiente para manter as plantas tratadas maiores que plantas sem tratamento por até seis semanas após a pulverização.

Cedergreen e Olesen (2010) concluíram que baixas doses de glifosato podem estimular a fotossíntese em cevada, embora as causas desse aumento ainda não sejam compreendidas. Alterações na taxa de fixação de carbono, no teor de ácido chiquímico e na translocação de carboidratos podem influenciar na ocorrência deste fenômeno.

Estudando o efeito da aplicação de subdoses de glyphosate na cultura da mamona Costa et al. (2010) observaram tratamentos 22,50; 11,25; 5,63 e 2,81 g.e.a.ha⁻¹ com o herbicida da formulação comercial Roundup original nas plantas de mamona fizeram com que o acúmulo de massa seca apresentasse decréscimos nas plantas tratadas com os mesmos.

Em estudo sobre deriva em mudas de urucuzeiro, Soares et al. (2010) observaram efeito prejudicial do herbicida glyphosate no desenvolvimento das plantas mesmo na menor dose aplicada de 108 g.e.a ha⁻¹.

Carvalho e Alves (2011a) verificaram que o processo fotossintético do cafeeiro foi estimulado pela aplicação de subdoses de glyphosate sendo este efeito dependente do estágio de crescimento da planta no momento da aplicação. Em outro estudo, no mesmo, estes autores (2011b) concluíram que plantas de cafeeiro mais jovens não apresentaram estímulo no crescimento inicial quando expostas à subdoses de glyphosate e maior sensibilidade a este herbicida, mas quando a aplicação foi efetuada em estágio mais avançado, houve estímulo do crescimento.

Em estudo com café, Domingues Júnior et al. (2011) observaram que o glyphosate conseguiu alterar diversos parâmetros bioquímicos (conteúdo de chiquimato, fenóis totais solúveis, pigmentos foliares) e fisiológicos (taxa fotossintética e condutância estomática), em uma situação de deriva simulada (0; 0,72; 7,2 e 360 g.e.a.ha⁻¹). Observaram também a resposta hormética sobre o metabolismo secundário de café, sugerindo-se que estas plantas podem apresentar melhor resposta frente à outras formas de estresse, dado o aumento de compostos de grande valor biológico, como os compostos fenólicos.

Trindade et al. (2011) evidenciaram acúmulo dos ácidos chiquímico e quínico em folhas de *Brachiaria decumbens*, quando o glyphosate foi aplicado em doses superiores a 36 g e.a.ha⁻¹ e que as doses de glyphosate aplicadas (3,6; 7,2; 18; 36 e 72 g e.a.ha⁻¹) não tiveram influência sobre a concentração dos aminoácidos fenilalanina, tirosina e triptofano.

Gomes et al. (2011a) analisaram os níveis dos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano) em milho após a aplicação de glyphosate (72 g e.a. ha⁻¹ e 720g e.a. ha⁻¹) e fosfito e verificaram que o efeito do glyphosate nos teores de

fenilalanina, tirosina e triptofano foi apenas transitório, ou seja, redução nos primeiros períodos de avaliação, com posterior aumento nos níveis dos aminoácidos na última avaliação (15 dias após a aplicação), sendo que para a menor dose os níveis foram maiores que o da testemunha também aos 2 e 6 dias após a aplicação. Os mesmos autores (2011b) observaram acúmulo principalmente do ácido chiquímico ácido quínico nas plantas submetidas à maior dose de glyphosate. O ácido desidrochiquímico foi detectado apenas nas plantas submetidas à dose de 720 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate. Resultados semelhantes com relação ao ácido chiquímico citados por estes autores foram encontrados em plantas de milho não resistentes ao glyphosate (REDDY et al., 2010), folhas de ervilha (ORCARAY et al., 2010), folhas de *Brachiaria decumbens* e cana-de-açúcar (MATALLO et al., 2009) e folhas jovens e maduras de *Lupinus albus* (MARÍA et al., 2006).

Cavalieri et al. (2011) aplicaram as doses de 0, 45, 90, 180 e 360 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate e verificaram que ocorreu o incremento da concentração do ácido chiquímico na parte aérea das plantas de milho com a proporcional com as doses crescentes de glyphosate e concluíram que a avaliação do acúmulo do ácido chiquímico na parte aérea de apresenta-se como um ótimo método analítico diagnóstico de possíveis intoxicações proporcionadas pelo herbicida glyphosate.

Petersen et al. (2007) em estudo com subdoses de glyphosate em *Brassica napus L.* verificaram elevação dos níveis de ácido chiquímico com o aumento da concentração do glyphosate, verificando também aumento nos níveis de aminoácidos aromáticos.

2.5 Efeito de glyphosate em plantas de Eucalipto

Segundo Rodrigues e Almeida (1998), as doses recomendadas do glyphosate para eucalipto variam muito, sendo usados de 360 a 2.160 g de equivalente ácido (e.a.). ha⁻¹ para o controle de espécies anuais e perenes.

Tuffi Santos et al. (2005) avaliaram o efeito da deriva simulada do glyphosate no crescimento e na morfoanatomia foliar do eucalipto. As doses 0; 43,2; 86,4; 172,8; e 345,6 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate mostraram tendência de aumento do parênquima

paliçádico com o aumento das doses aplicadas aos 7 e 15 dias após a aplicação. O aumento na espessura e na área proporcional do parênquima paliçádico pode ser uma resposta das plantas para compensar a perda de área fotossintética perdida pela senescência foliar e pelas necroses, causadas pela ação do glyphosate. O mesmo autor cita ainda que sintomas de intoxicação em plantas de eucalipto caracterizam-se por cloroses foliares, evoluindo em alguns casos para necrose, morte de ponteiros, enrolamento das folhas e superbrotação.

Relacionando o efeito da deriva do glyphosate na severidade da ferrugem (*Puccinia psidii*) em diferentes genótipos de eucalipto utilizando as subdoses 28,8; 57,6; 86,4 e 115,2 e.a.g ha⁻¹, Tuffi Santos et al. (2007c) concluíram que clones suscetíveis a ferrugem expostos a deriva de glyphosate apresentaram menor área foliar afetada por pústulas e menor número de urediniósporos.

Rizzardi et al. (2003) constataram que subdoses de glyphosate aumentam a severidade de doenças devido à inibição da rota de síntese de fitoalexinas.

Avaliando os efeitos da deriva simulada de quatro formulações comerciais de glyphosate (Scout[®], Roundup NA[®], Roundup transorb[®] e Zapp QI[®]) sobre a morfoanatomia foliar de seis clones de *Eucalyptus grandis* Tuffi Santos et al. (2008) verificaram que após a aplicação do herbicida na dose de 129,6 g ha⁻¹ visualmente, o Roundup transorb[®] foi o herbicida que provocou maior intoxicação nas plantas. Anatomicamente, plantas expostas ao Roundup NA[®] apresentaram maior número de danos. O clone de eucalipto UFV06 foi o mais sensível à ação das formulações testadas.

Em estudo semelhante objetivando avaliar efeitos de deriva de formulações comerciais de glyphosate no crescimento e na superfície foliar sobre clones de eucalipto, Tuffi Santos et al. (2007b) indicaram Zapp QI e Roundup transorb, respectivamente como formulações de menor e maior risco para a cultura do eucalipto quanto a efeitos de deriva.

Em estudo para avaliar os efeitos do glyphosate no crescimento de mudas de eucalipto submetidas a dois níveis de adubação fosfatada, Carbonari et al. (2007) concluíram que baixas doses do produto (3,6 e 7,2 g e. a. ha⁻¹) afetaram positivamente o crescimento das plantas de eucalipto, com o aumento da área foliar e biomassa principalmente em plantas submetidas à maior disponibilidade de fósforo no solo.

Rodrigues et al. (2007) avaliaram efeitos da deriva de glyphosate em diferentes locais da planta de *Eucalyptus grandis* e observaram que plantas que receberam aplicações nas folhas e planta inteira da maior dose do herbicida (120 g e.a. ha⁻¹) apresentaram redução em seu crescimento e as plantas que receberam aplicação apenas no caule apresentaram um acréscimo no diâmetro do mesmo.

Tuffi Santos et al. (2007a) verificaram que não houve relação entre os sintomas provocados pela deriva do herbicida com a deficiência de nutrientes das plantas de eucalipto que apresentaram teores mais elevados de Ca, Mg, Fe, Mn e B nas folhas quando expostas a doses elevadas do herbicida, em deriva simulada.

Machado et al. (2010) observaram estímulo na taxa de fotossíntese e na eficiência no uso de água por plantas de eucalipto submetidas à aplicação de subdoses 43,2 g ha⁻¹ de glyphosate, aos 21 dias após a aplicação com posterior queda em resposta ao aumento das doses do herbicida.

Pereira et al. (2011) concluíram que a possível deriva do herbicida glyphosate em subdoses acima de 80 g e.a. ha⁻¹ pode afetar negativamente o crescimento do eucalipto, diminuindo o ganho em altura de plantas e diâmetro, massa seca da parte aérea e área foliar. Os maiores prejuízos foram verificados na maior subdose 240 g e.a. ha⁻¹

2.6 Efeito de herbicidas em invertebrados

Relacionando o efeito de herbicidas a base de glyphosate, Giolo et al. (2005) estudaram a seletividade de formulações de glyphosate ao parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e concluíram que formulações à base de sal potássico (Zapp[®] Qi) e de sal de amônio (Roundup[®] WG) foram levemente nocivas a adultos do parasitóide e as demais à base de sal isopropilamina (Roundup[®], Polaris[®], Gliz[®] 480 CS, Glifosato Nortox[®], Glifosato 480 Agripec[®] e Roundup[®] Transorb) foram moderadamente nocivas a adultos de *T. pretiosum*.

Oka e Pimentel (1976) observaram que pulgões e broca foram mais abundantes no milho exposto ao herbicida ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) do que no milho não exposto. Também o nível de proteína foi maior em plantas de milho expostas ao herbicida, o que deve ter favorecido as pragas.

Atrazine e cyanazine sozinhos em concentrações relativamente altas não causaram toxicidade aguda significativa para *Chironomus tentans* (Diptera: Chironomidae). No entanto, foram observados efeitos sinérgicos significativos sobre a toxicidade de clorpirifós, quando mosquitos foram expostos a misturas de atrazine ou cyanazine com clorpirifós. É possível que esses herbicidas possam afetar enzimas do citocromo P450 para conferir efeitos sinérgicos sobre a toxicidade de clorpirifós (JIN-CLARK et al., 2002).

Lydy e Linck (2003) verificaram que atrazine e cyanazine causaram mortalidade na espécie de minhoca *Eisenia fetida* (Haplotaxida: Lumbricidae) em concentrações mais baixas que clorpirifós. Atrazine e cyanazine também aumentaram a toxicidade do clorpirifós 7,9 e 2,2 vezes, respectivamente. No entanto, simazina não causou nenhuma toxicidade para os vermes e não afetou a toxicidade de clorpirifós em experimentos com a mistura binária.

Rebecchi et al. (2000) observaram diferenças significativas apenas para algumas espécies de microartrópodes após o tratamento com a maior dose de Triasulfuron.

O herbicida imazapyr nas concentrações de 0,184, 1,84 e 18,4 mg / L não afetou a comunidade de macroinvertebrados bentônicos. (FOWLKES et al., 2003)

Kjaer e Heimbach (2001) não verificaram nenhum efeito significativo na sobrevivência e crescimento relativo de *Pieris brassicae* (Lepidoptera: Pieridae) ou *Gastrophysa polygoni* (Coleoptera : Chrysomelidae) quando plantas hospedeiras foram tratadas com o herbicida sulfuniluréia.

Tahir et al. (2011) estudaram os efeitos do herbicida acetochlor em duas espécies de aranha e concluíram que na dose recomendada este herbicida é seguro para as espécies de aranhas, *Lycosa terrestris* (Araneae: Lycosidae) e *Pardosa birmanica* (Araneae: Lycosidae) que são importantes agentes de controle biológico.

Thidiazuron ou metil-thifensulfuron isolado ou em combinação com inseticidas não afetou mortalidade do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) (GREENBERG et al., 2004).

Dal Pogetto (2011) verificou que plantas de milho tratadas com os herbicidas bentazon e atrazina proporcionaram melhor desenvolvimento biológico de *Spodoptera frugiperda* (Lepdoptera : Noctuidae).

Estudos mostraram que o herbicida glyphosate causou mutação genéticas em moscas da espécie *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) quando suas larvas foram expostas ao herbicida (KAYA et al., 2000).

Haughton et al. (2001) verificaram que o glyphosate não causou mortalidade em testes de laboratório em aranhas *Lepthyphantes tenuis* (Araneae: Linyphiidae) em todas as doses testadas .

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia e Proteção Florestal no Campus da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva (FAIT), Itapeva,SP.

3.2 Estudo do efeito de subdoses de glyphosate na infestação por ninfas e emergência de adultos em plantas suscetíveis e resistentes a *G. brimblecombei*

Foram utilizadas mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, do clone 3025, (híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (HGC)) que são suscetíveis ao psilídeo-de-concha e do clone C-219 (híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (HUG)) considerado resistente (PEREIRA, 2011), com a finalidade de se verificar se o herbicida afeta a resistência deste clone.

As mudas com 120 dias foram transferidas para vasos feitos de recipientes de garrafas PET com volume aproximado de 2 L contendo solo esterilizado, na proporção de 1:1:1 (Latosolo vermelho escuro, areia grossa lavada, esterco de curral curtido), adubado com um formulado de 0,95g de termofosfato BZ, 0,85g de superfosfato simples e 0,195g de KCl /L de substrato.

Após 90 dias do transplante foram aplicadas as subdoses 0 (água); 0,36; 3,6 e 36 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate da marca comercial Roundup original[®], simulando a deriva, totalizando 4 tratamentos com 4 repetições para cada genótipo, sendo cada planta uma repetição.

A pulverização com glyphosate foi feita pelo pulverizador estacionário no laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP- Campus de Botucatu munido de 4 pontas AXI 11002 (Jacto), e pressão de 30 libras/pol² em um volume de calda correspondente a 210 L.ha⁻¹ e velocidade de deslocamento de 4 km/h. (Figura 1). Foi colocada no ponteiro das mudas uma proteção com sacos plásticos, evitando que esta parte fosse atingida pelas gotas do herbicida simulando assim a deriva em uma aplicação no campo em o terço inferior da planta é mais atingido (Figura 1).

As plantas foram levadas para o Laboratório de Entomologia e Proteção Florestal e colocadas em gaiolas sob temperatura de 26 ± 2 °C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotofase de 12 horas.

As gaiolas foram colocadas em prateleiras de metal com capacidade para seis unidades, com uma divisória horizontal no centro. Cada gaiola foi provida de duas lâmpadas fluorescentes de luz branca e uma lâmpada fluorescente de luz de planta Growlux (15W - G13/T12 - 8.500°K - 280 Lm - 450mm)

Foram colocadas quatro plantas em cada gaiola (Figura 2) e uma bandeja plástica sob elas. Três dias após a pulverização foram coletadas folhas de *E. camaldulensis* de área localizada no Campus da FAIT contendo ovos de *G. brimblecombei*.

Os ovos foram observados em microscópio estereoscópico e contados. Após a contagem, as posturas foram recortadas e colocadas nas mudas fixadas por alfinetes (Figura 3). Foram colocados 1000 ovos em cada muda. Após três dias as plantas foram

avaliadas diariamente, verificando-se o número de conchas por muda e também o número de adultos no final do ciclo da praga.



Figura 1. Plantas de eucalipto preparadas para a aplicação de subdoses de glyphosate no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos da FCA-Unesp-Botucatu.



Figura 2: Gaiolas contendo plantas de eucalipto infestadas com *G. brimblecombei* (temperatura de 26 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas) .



Figura 3. Posturas fixadas nas plantas de eucalipto por alfinetes

3.3 Estudo do efeito de subdoses do glyphosate na biologia de *G.brimblecombei*

Nas mesmas plantas do experimento já citado após quatro dias avaliou-se a biologia numerando-se ao acaso 50 conchas com ninfas em plantas de *E. camaldulensis* e 50 no clone C-219 que foram avaliadas diariamente verificando-se a duração de cada ínstar, mortalidade e total de adultos (Figura 4).



Figura 4. Ninfa numerada para efetuar a biologia.

3.4 Verificação do efeito de subdoses de glyphosate no tamanho dos adultos de *G. brimblecombei*

Os adultos emergidos das gaiolas com os tratamentos foram coletados com o auxílio de um aspirador bucal, acondicionados em tubos de vidro de 8,5 x 2,0 cm e contados. Posteriormente foram conservados em álcool 70%. Destes adultos foram escolhidos aleatoriamente 20 indivíduos de cada subdose, exceto os do clone C-219 dentro do fator genótipo por possuírem 4 indivíduos das subdose 0 (água); 0,36; 3,6 e.a.ha⁻¹ e apenas um indivíduo da subdose 36g e.a.ha⁻¹. Foram efetuadas as medidas do comprimento e largura na altura do abdome, em microscópio estereoscópico com uma ocular graduada.

3.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância de um esquema fatorial 22x 3 x 4 (tempo x genótipo x subdoses). O teste de comparação múltipla de Tukey foi empregado nos casos em que os fatores apresentaram significância. O nível de significância do presente trabalho foi de 5 % ($\alpha= 0,05$). Os dados foram processados através do software R. (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

Para a análise de sobrevivência foi utilizado o estimador de Kaplan-Meier que é um estimador não paramétrico da função de sobrevivência (COLOSIMO ; GIOLO, 2006) :

$$\hat{S}(t) = \prod_{t_i < t} \frac{n_i - d_i}{n_i}.$$

onde d_i é o número de mortes (falhas) no tempo t_i e n_i é o número de indivíduos que não morreram (falharam) e não foram censurados (valor de uma medição ou observação parcialmente conhecida) até o tempo t_i

Os dados foram também apresentados por diagramas de caixa (“box splots”) que são uma ferramenta útil para resumir a variabilidade dos dados. A caixa circunda o centro de 50% dos dados do primeiro quartil até o terceiro quartil. Uma linha horizontal na

caixa representa a mediana (segundo quartil). “Outliers” são pontos que estão longe do primeiro e terceiro quartis em relação à variação do resto da amostra medida pelo intervalo do interquartil (VELLEMAN ; HOAGLIN,1981).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estudo do efeito de subdoses de glyphosate na infestação de plantas suscetíveis e resistentes a *G. brimblecombei* e emergência de adultos

Pela análise de variância existe pelo menos uma diferença entre as médias dos 4 níveis do fator subdose ($F_{3,829}=12,2222$; valor $p \leq 0,05$) (Tabela 1)

Comparando-se o número de ninfas entre as diferentes subdoses observou-se que a subdose $0,36 \text{ g e.a. ha}^{-1}$ diferiu significativamente das demais apresentando maior infestação (Tabela 1 e Figura 5).

Tabela 1. Número médio de ninfas de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) por planta do fator subdose de glyphosate para todos os genótipos de eucalipto testados (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas).

Subdose (g e.a.ha ⁻¹)	Nº médio de ninfas/planta \pm e.p.
1. Água	18,85 \pm 0,68 b
2. 0,36	27,73 \pm 0,16 a
3. 3,6	21,35 \pm 1,04 b
4.36	21,32 \pm 1,18 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey($\alpha=0,05$)

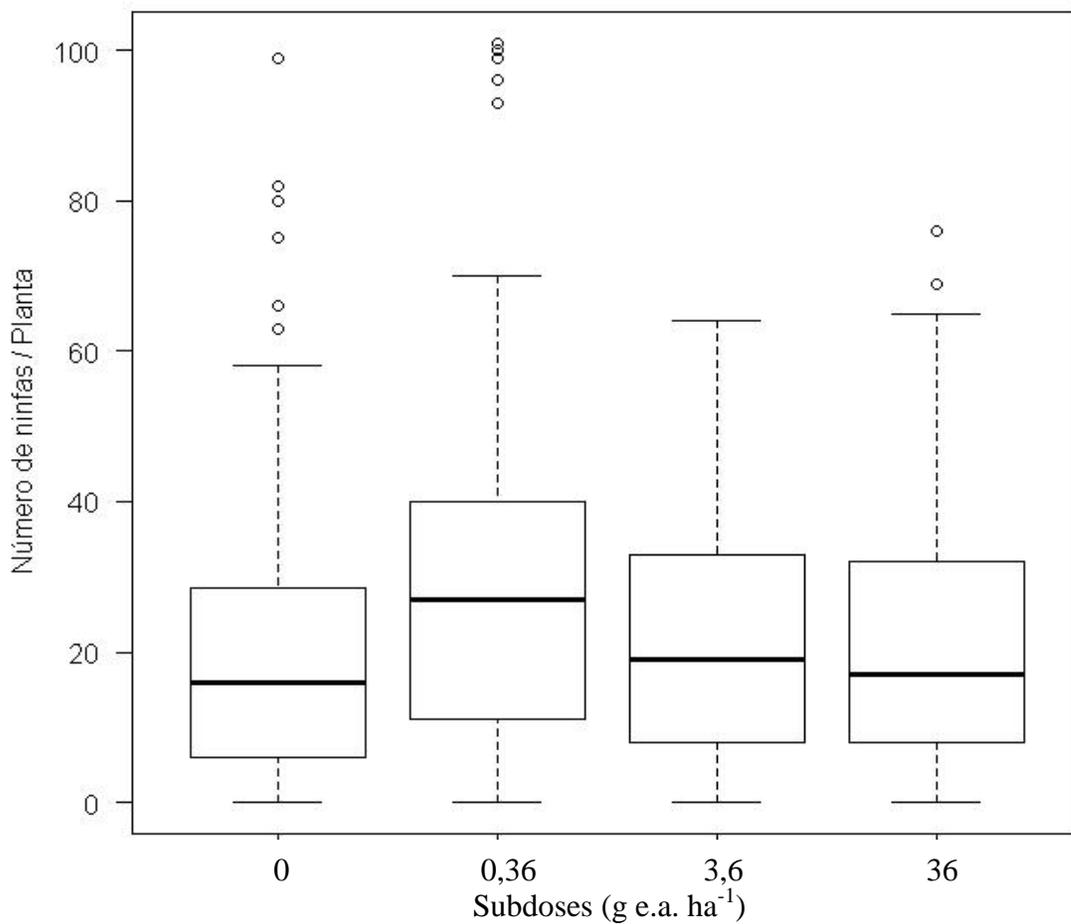


Figura 5. Número de ninfas de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) por planta obtidas nos tratamentos com diferentes subdoses de glyphosate em plantas de eucalipto (Temperatura $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas).

Houve pelo menos uma diferença entre as médias dos 3 níveis do fator genótipo ($F_{3, 829}=86.9611$; valor $p \leq 0,05$) pela análise de variância.

Na comparação verificou-se que número médio de ninfas nas plantas do clone C-219 diferiram significativamente dos demais apresentando menor infestação (Tabela 2 e Figura 6). Esse resultado está de acordo com o de Pereira (2011) indicando a resistência deste clone ao psilídeo-de-concha.

Tabela 2. Número médio de ninfas de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) por planta nos 3 tratamentos do fator genótipo para todas as subdoses de glyphosate (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas).

Genótipo	Nº médio de ninfas/planta \pm e.p.
1.3025	27,44 \pm 0,01 a
2.C-219	9,04 \pm 0,08 b
3. <i>E. camaldulensis</i>	24,70 \pm 0,88 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

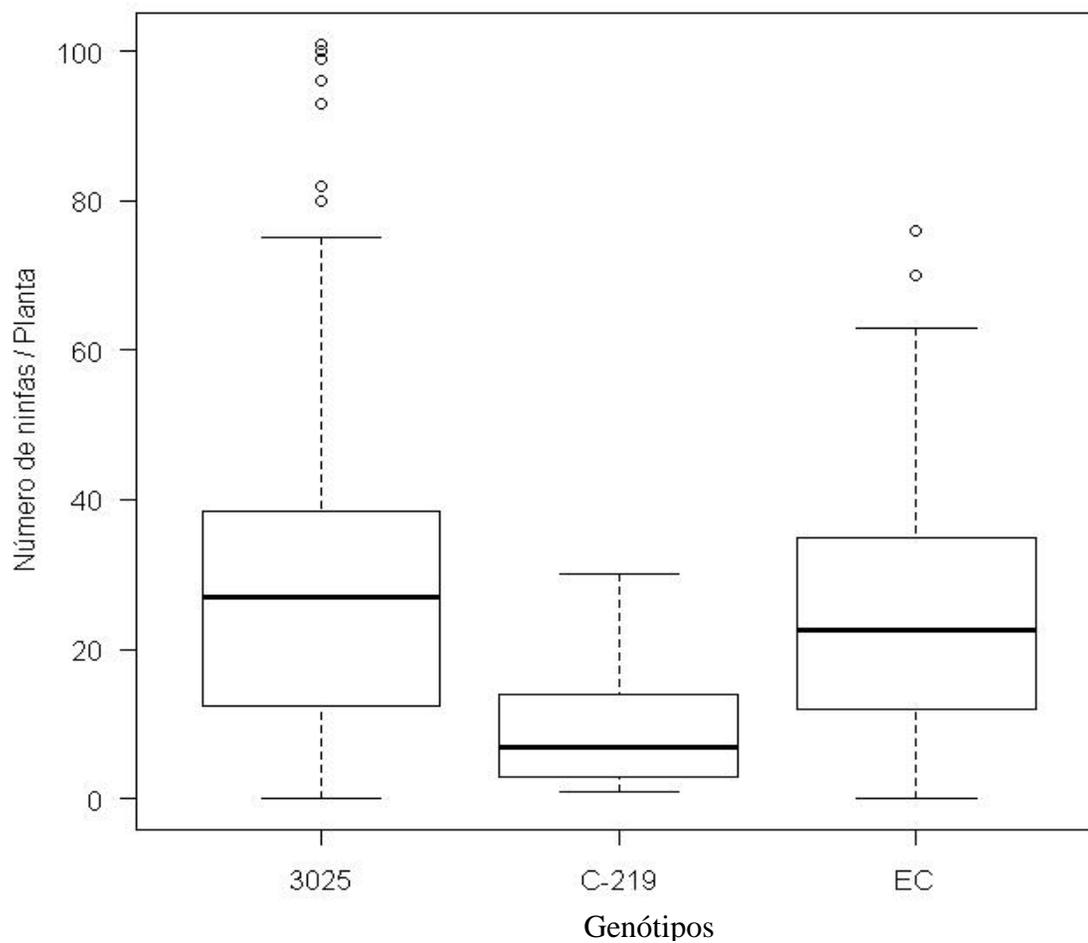


Figura 6. Número de ninfas de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) por planta obtidas no clone 3025 (HGC), clone C-219 (HGC) e *E. camaldulensis* independente da dose de glyphosate utilizada (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

Os dados de número médio de ninfas do psilídeo de concha em função dos 3 níveis do fator genótipo e 4 níveis do fator subdose apresentam variância homogênea ($\alpha = 0,05$)

Pela análise de variância houve pelo menos uma diferença entre as médias dos 4 níveis do fator subdose e 3 níveis do fator genótipo ($F_{3, 829}=2,8778$; valor $p \leq 0,05$) .

Com relação ao *E. camaldulensis* observou-se diferença significativa entre a infestação nas plantas desta espécie que foram pulverizadas com a subdose 0,36 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate e as plantas pulverizadas com água e com 3,6 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate (Tabela 3, Figura 7 e Figura 8).

Para o clone 3025 esta diferença se deu entre as plantas pulverizadas também com a subdose 0,36 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate com aquelas que receberam somente água e com as que foram pulverizadas com 36 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate (Tabela 3 e Figuras 7 e 8).

Não houve diferença significativa entre a infestação ocorrida nas plantas do clone C-219 submetidas à pulverização com água e as subdoses de glyphosate (Tabela 4 e Figuras 10 e 11).

Quando se comparou a infestação nas mudas de *E. camaldulensis* e do clone 3025 observou-se diferença entre as plantas de deste submetidas a 0,36 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate e as de *E. camaldulensis* pulverizadas com água , 3,6 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate e 36 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate (Tabela 3 , Figuras 7 e 8), sendo que isto pode ter provável relação com aumento nos níveis de aminoácidos aromáticos como ocorrido nos estudos de Petersen et al (2007) e Gomes et al (2011a) ou mesmo ao estímulo do crescimento (VELINI,2008).

Na comparação de *E. camaldulensis* com o clone C-219 a diferença se deu na maioria dos tratamentos, exceto entre a subdose 3,6 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate dos dois (Tabela 3, Figuras 7 e 8).

No entanto comparando-se a infestação no clone híbrido C-219 e o clone híbrido 3025 verificou-se diferença significativa entre todas as subdoses de glyphosate (Tabela 3, Figuras 7 e 8). Estes resultados indicam a resistência do clone C-219 mesmo com a aplicação de subdoses de glyphosate.

Tabela 3. Número de ninfas *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) por planta em cada tratamento dos fatores genótipos de eucalipto e subdoses de glyphosate. (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas).

Tratamento	Fator genótipo	Fator subdose (g e.a.ha ⁻¹)	N ^o médio de ninfas/planta \pm e.p.	
1	3025	0	22,13 \pm 2,15	cab
2	3025	0,36	35,25 \pm 2,44	a
3	3025	3,6	27,85 \pm 1,82	abc
4	3025	36	24,26 \pm 1,93	cab
1	C-219	0	7,53 \pm 0,96	f
2	C-219	0,36	9,96 \pm 1,14	f
3	C-219	3,6	10,67 \pm 1,12	ef
4	C-219	36	8,04 \pm 0,87	f
1	<i>E. camaldulensis</i>	0	22,07 \pm 1,53	cd
2	<i>E. camaldulensis</i>	0,36	30,85 \pm 1,94	ab
3	<i>E. camaldulensis</i>	3,6	20,02 \pm 1,34	cde
4	<i>E. camaldulensis</i>	36	25,86 \pm 1,94	abc

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey($\alpha=0,05$)

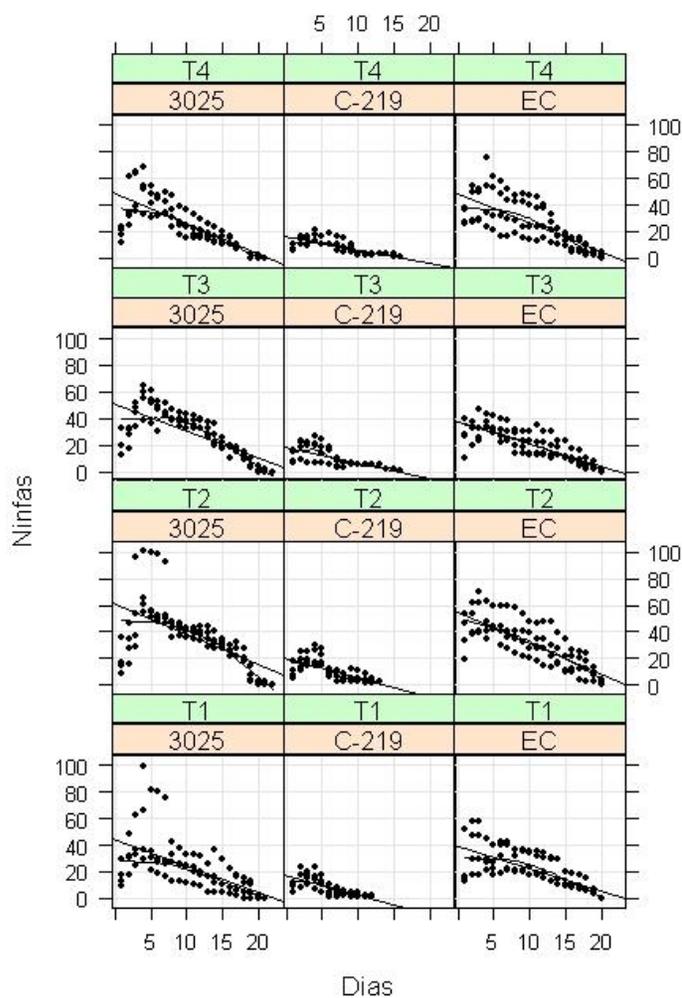


Figura 7. Número de ninfas de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) do híbrido 3025, clone C-219 e espécie *E. camaldulensis* nas diferentes subdoses de glyphosate ao longo do período de avaliação (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

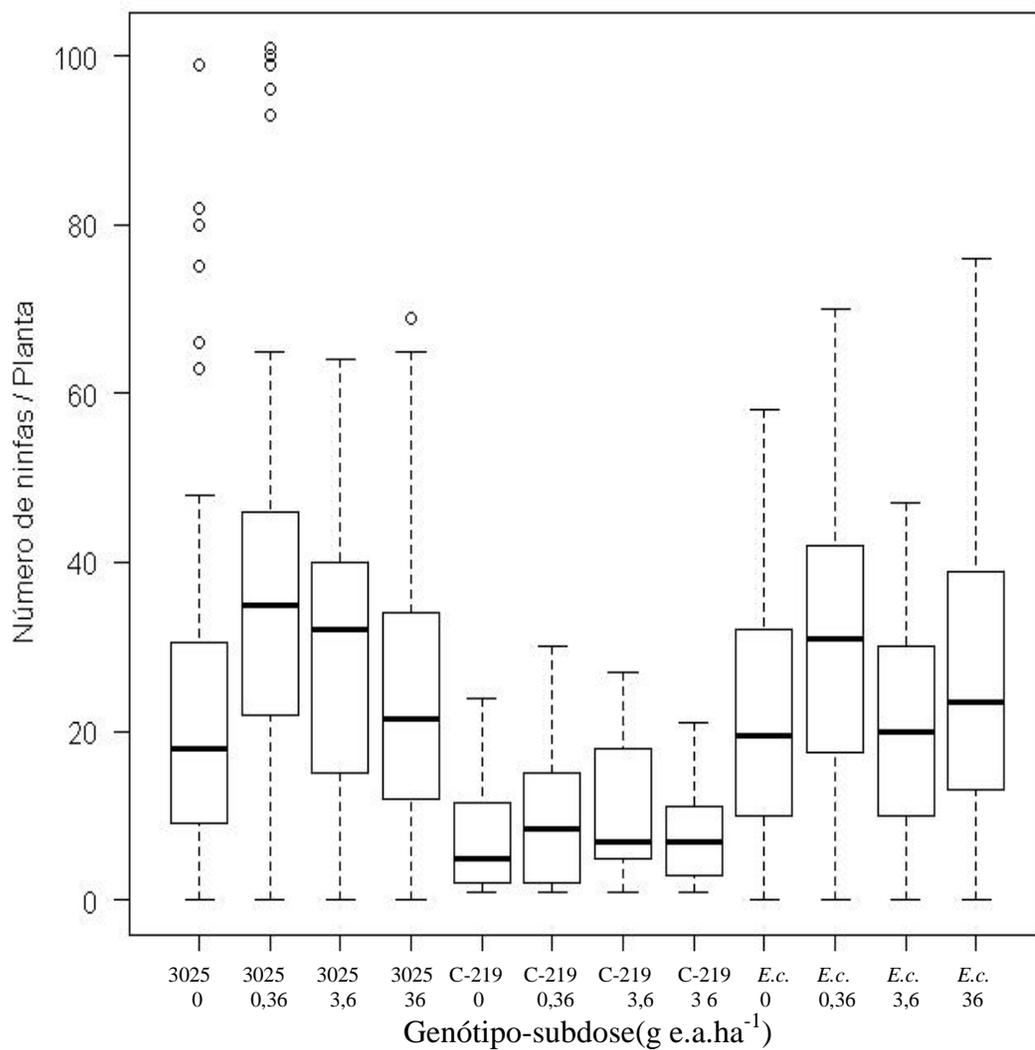


Figura 8. Número de ninfas por planta de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) em *E. camaldulensis*, clone 3025 e clone C-219 nas diferentes subdoses de glyphosate (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

Na análise de variância existe pelo menos uma diferença entre as médias do número de adultos dos 4 níveis do fator subdose ($F_{3,59} = 3,0913$; valor $p \leq 0,05$).

Pode-se observar que o número de adultos do psíldeo - de - concha só diferiu entre os coletados nas mudas com subdose 0,36 g e.a .ha⁻¹ e 3,6 g e. a. ha⁻¹ do híbrido 3025 (Tabela 4 e Figura 9). Não houve número de adultos suficientes para avaliar o clone C-219. Para este estudo não foi possível fazer análise de variância .

Tabela 4. Número médio de adultos por planta de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) nos 4 tratamentos do fator genótipo (clone 3025 em *E. camaldulensis*) (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

Tratamento	Fator Genótipo	Fator Subdose (g e.a.ha ⁻¹)	Médias \pm e.p.
1	3025	0	13,12 \pm 3,13 ab
2	3025	0,36	16,50 \pm 3,60 a
3	3025	3,6	7,10 \pm 1,37 b
4	3025	36	10,75 \pm 1,84 ab
1	<i>E. camaldulensis</i>	0	11,00 \pm 1,53 ab
2	<i>E. camaldulensis</i>	0,36	9,62 \pm 1,47 ab
3	<i>E. camaldulensis</i>	3,6	7,75 \pm 1,57 ab
4	<i>E. camaldulensis</i>	36	7,75 \pm 1,72 ab

Medias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

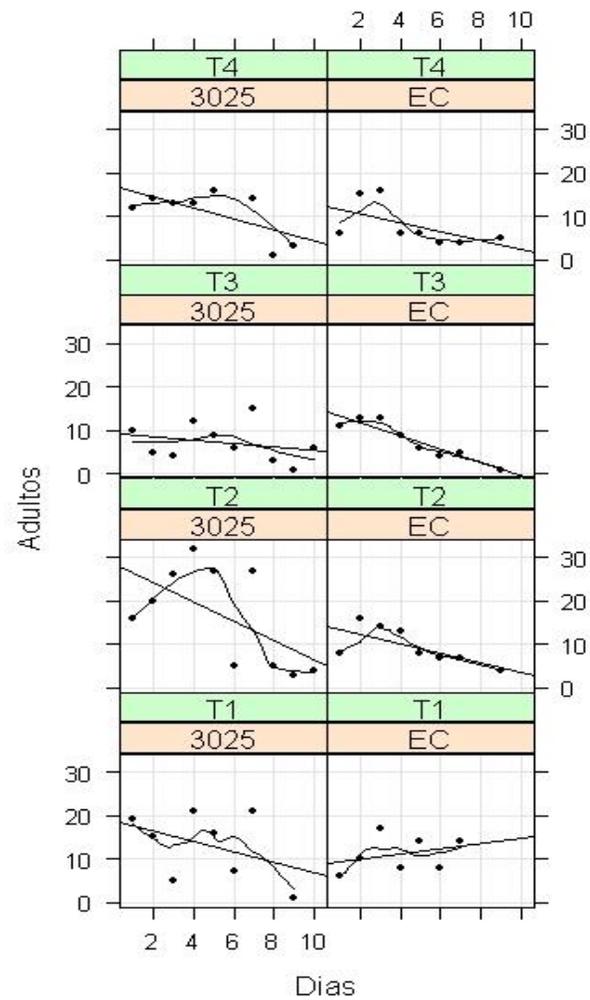


Figura 9. Número de adultos de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) coletados do clone híbrido 3025 e na espécie *E. camaldulensis* nos 4 tratamentos (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

4.2 Estudo do efeito de subdoses do glyphosate na biologia de *G.brimblecombei*

As curvas de sobrevivência estimadas por meio do estimador de Kaplan-Meier para os oito grupos são apresentadas na figura 9. A estatística log rank indica a existência de diferença entre os grupos ($\chi^2_7 = 228$, valor $p < 0,05$).

As comparações múltiplas para identificar quais curvas diferem entre si foi efetuada controlando-se o erro tipo I (rejeição de H_0 verdadeira) através do método Bonferroni. Oito comparações dois a dois entre os grupos foram possíveis utilizando um nível de significância de $0,05/8$ para garantir o nível de no máximo $0,05$.

A taxa de sobrevivência de ninfas em todas as subdoses aplicadas em *E. camaldulensis* foi maior em que em C-219 ficando em torno de 40-45% ao final do período de avaliação. Já no clone C-219 a sobrevivência começou a diminuir logo no primeiro dia atingindo 0% no quinto dia de avaliação no tratamento 2 ($3,6 \text{ g e.a.ha}^{-1}$) e nos demais no sétimo dia. Nas comparações da taxa de sobrevivência entre a espécie e o clone a diferença significativa se deu entre o tratamento 4 ($36 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) de *E. camaldulensis* e tratamento 3 ($3,6 \text{ g e.a.ha}^{-1}$) de C-219 tratamento 3 da espécie e tratamento 1 de C-219 (Figura 10).

Quando se comparou a sobrevivência de ninfas entre as subdoses da espécie e do clone observou-se que houve diferença entre a subdose $36 \text{ g e. a. ha}^{-1}$ (T4) de *E. camaldulensis* e a $3,6 \text{ g e. a. ha}^{-1}$ (T3) de C-219, entre mudas pulverizadas com água (T1) de C-219 e as mudas de *E. camadulensis* pulverizadas com $3,6 \text{ e. a. ha}^{-1}$ (Figura 10).

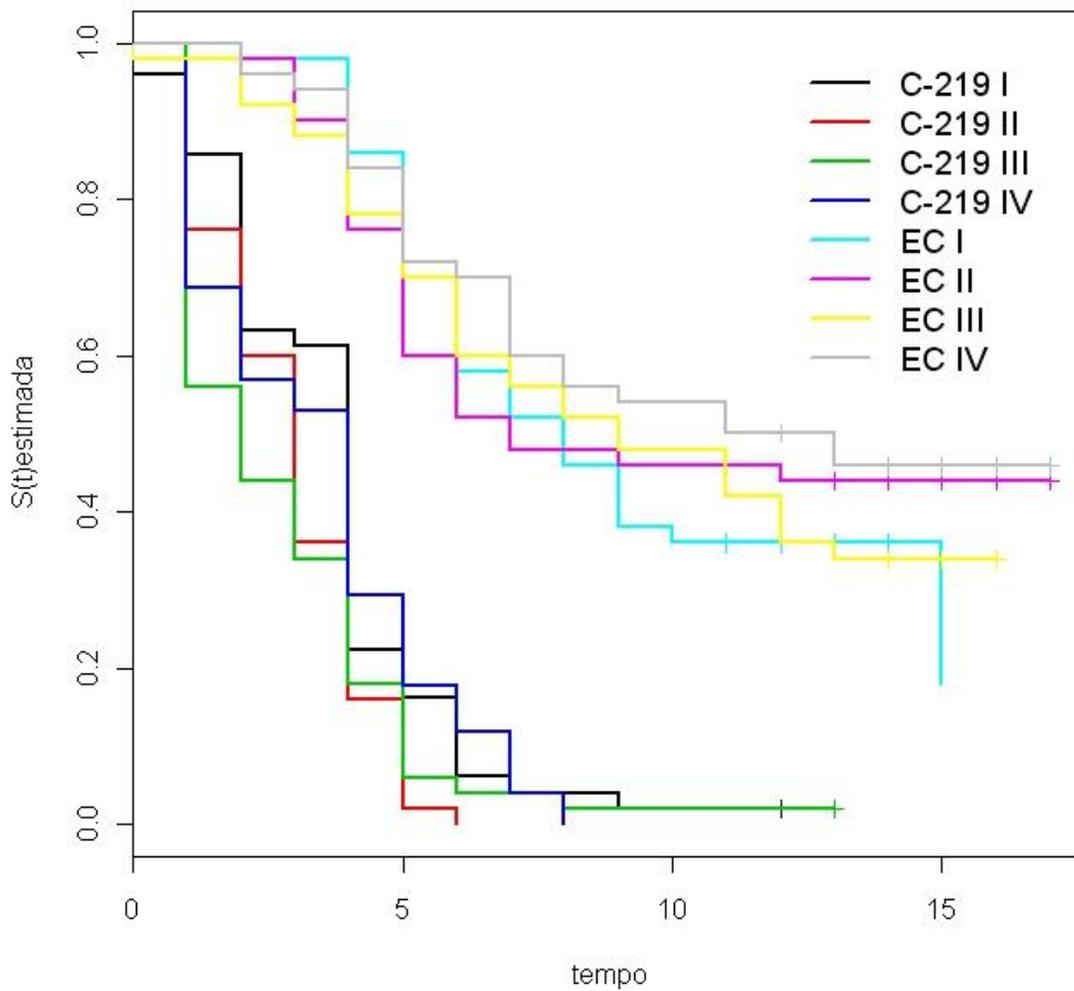


Figura 10: Curva de sobrevivência das ninfas de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) em *E. camaldulensis* e clone C-219 nos 4 tratamentos com diferentes subdoses de glyphosate. (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

4.3 Avaliação do efeito de subdoses de glyphosate no tamanho dos adultos de *G. brimblecombei*

Os dados de comprimento dos adultos em função das 11 combinações possíveis dos 3 níveis do fator genótipo e dos 4 níveis do fator subdose não apresentam variância homogênea ($\alpha = 0,05$)

Pela análise de variância nas médias de medidas de comprimento dos adultos existe pelo menos uma diferença entre as médias dos 3 níveis do fator espécie ($F_{2,161} = 10.0012$; valor $p \leq 0.05$)

Ocorreu diferença significativa somente entre o clone híbrido C-219 e o clone híbrido 3025 e *E.camaldulensis*, não ocorrendo diferenças entre estes últimos como se observa na tabela 5. Pela figura 11 verifica-se que o comprimento dos adultos obtidos de mudas do clone C-219 foram menores.

Tabela 5. Comprimento médio de adultos de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) obtidos no clone híbrido 3025, clone C-219 e *E. camaldulensis* pulverizados com diferentes subdoses de glyphosate (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60\% \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

Genótipo	Comprimento médio \pm e.p.
1.3025	2,62 \pm 0,03 a
2.C-219	2,07 \pm 0,17 b
3. <i>E. camaldulensis</i>	2,54 \pm 0,05 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

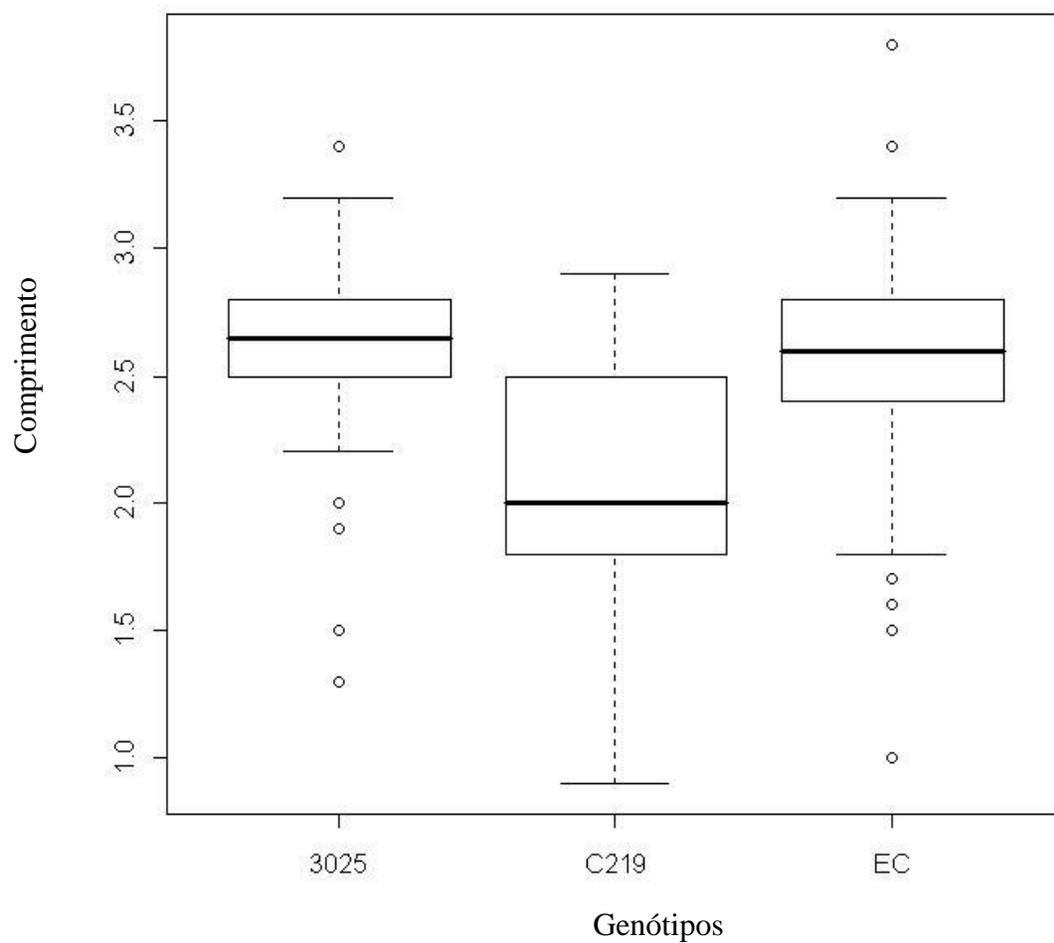


Figura 11. Comprimento (mm) dos insetos adultos de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) no clone híbrido 3025, clone C-219 e *E. camaldulensis* pulverizados com diferentes sub doses de glyphosate (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

Os dados de comprimento em função dos 4 níveis do fator subdose apresentam variância homogênea ($\alpha = 0,05$).

Pela análise de variância existe pelo menos uma diferença entre as médias dos 4 níveis do fator subdose ($F_{3,161} = 5,5555$; valor $p < 0,05$)

Na comparação entre as diferentes subdoses ocorreu diferença significativa das médias das medidas de adultos entre aqueles provenientes de mudas que receberam a menor quantidade de glyphosate com os da maior e os que foram pulverizados com água, conforme a tabela 5. Pela figura 12 observa-se que as maiores médias de comprimento foram dos adultos das mudas pulverizadas com $0,36 \text{ g e.a.ha}^{-1}$.

Tabela 6. Comprimento médio (mm) de adultos *G.brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) no fator subdose de glyphosate para todos os genótipos de eucalipto testados (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60\% \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

Subdose (g e.a.ha^{-1})	Médias \pm e.p
1. 0	2,42 \pm 0,06 b
2. 0,36	2,71 \pm 0,06 a
3. 3,6	2,59 \pm 0,06 ab
4. 36	2,43 \pm 0,07 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

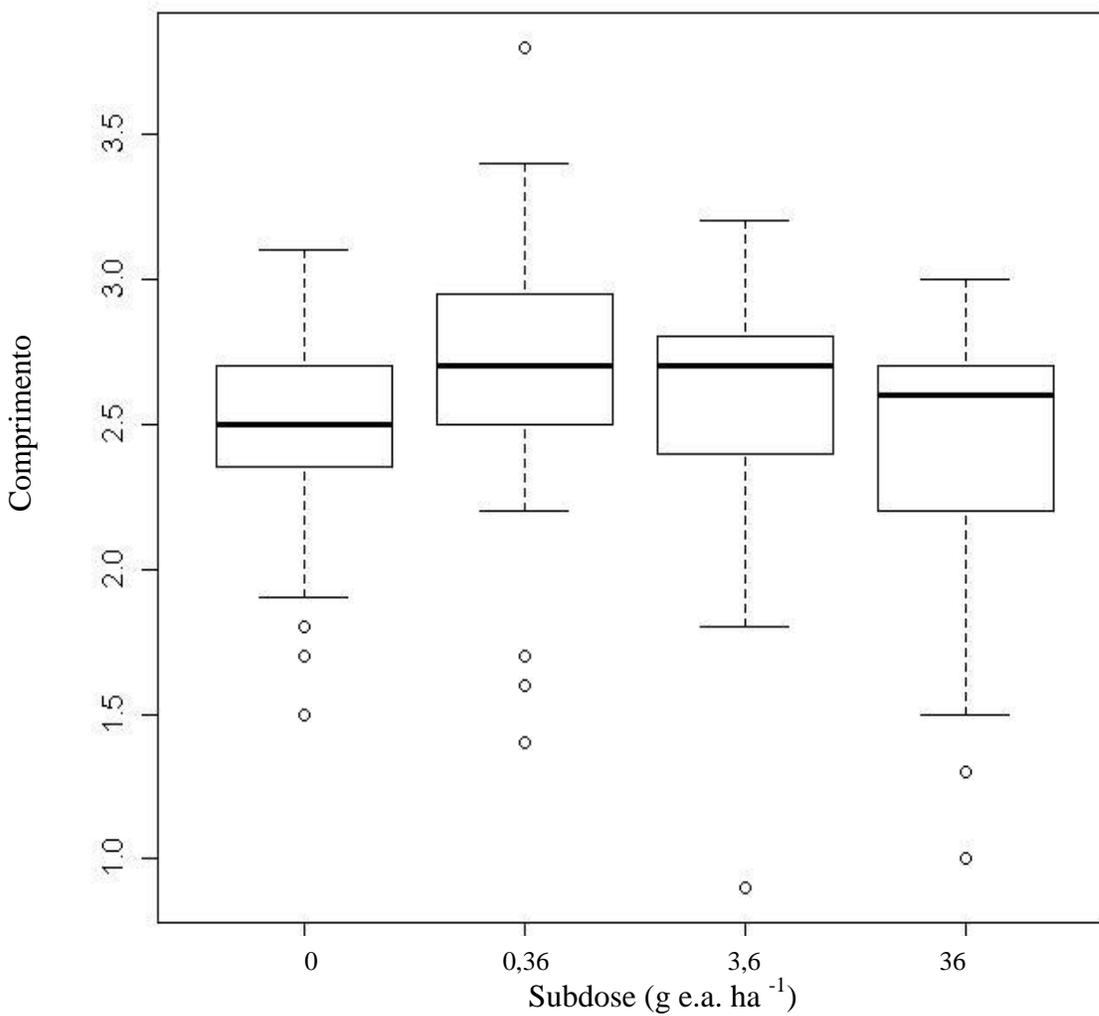


Figura 12: Comprimento (mm) dos insetos adultos *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) obtidas nas 4 subdoses de glyphosate (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \% \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

Não existiu interação entre os fatores genótipo e subdose ($F_{6,161} = 1,5524$; valor $p \leq 0,05$).

Os dados de largura do abdome dos adultos em função das 11 combinações possíveis dos 3 níveis do fator genótipo e dos 4 níveis do fator subdose dos 3 genótipos e das 4 subdoses não apresentaram variância homogênea ($\alpha = 0,05$)

Existiu pelo menos uma diferença entre as médias dos 3 níveis do fator genótipo ($F_{2,161} = 7,2038$; valor $p < 0,05$) pela análise de variância.

Observa-se na tabela 7 que houve diferença significativa entre as medidas de largura do abdome de adultos obtidos em mudas do clone híbrido C-219 e daqueles obtido de *E. camaldulensis* e do clone híbrido 3025, porém não ocorrendo entre estes. Na figura 13 observa-se que a largura do abdome foi menor nos adultos das mudas do clone C-219.

Tabela 7. Largura do abdome dos adultos de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) obtidos no clone C-219, no clone híbrido 3025 3 na espécie *E. camaldulensis* (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

Genótipos	Médias \pm e.p
3025	0,79 \pm 0,01 a
C-219	0,60 \pm 0,05 b
<i>E. camaldulensis</i>	0,82 \pm 0,02 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey($\alpha=0,05$)

Na análise de variância observou-se que não existiu diferença significativa entre as médias de largura do abdome dos adultos nos 4 níveis do fator subdose ($F_{3,161} = 1,4427$; valor $p \leq 0,05$) o que também ocorreu entre os fatores genótipo e subdose ($F_{6,161} = 0,5464$; valor $p \leq 0,05$) (Tabela 8 e Figura 13 e 14).

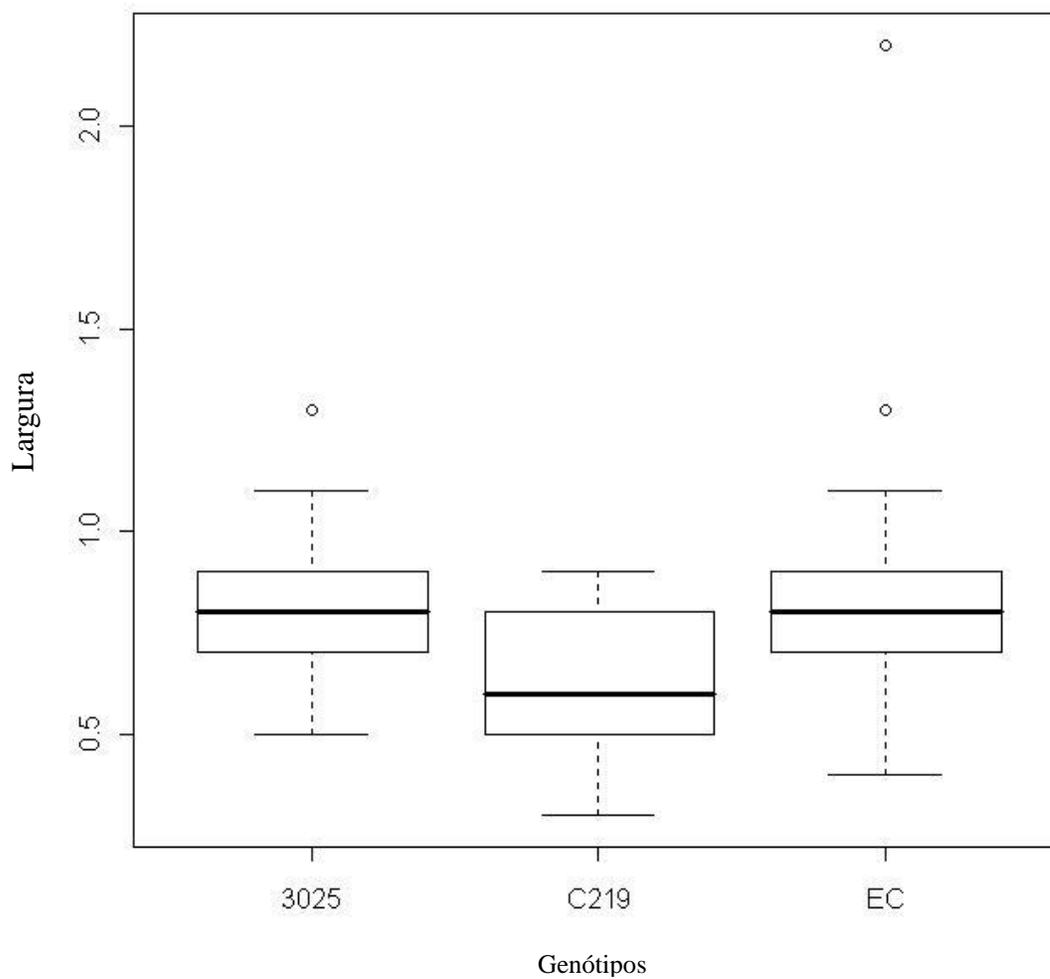


Figura 13. Largura (mm) do abdome dos adultos de *G. brimblecombei* (Hemiptera:Psyllidae) de *E. camaldulensis*, clone C-219 e clone híbrido 3025 independente da dose de Glyphosate (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

Tabela 8. Largura média (mm) de adultos *G.brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) no fator subdose de glyphosate para todos os genótipos de eucalipto testados (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60\% \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

Subdose (g e.a.ha ⁻¹)	Médias \pm e.p
1. 0	0,79 \pm 0,04 a
2. 0,36	0,82 \pm 0,02 a
3. 3,6	0,80 \pm 0,02 a
4. 36	0,75 \pm 0,02 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey($\alpha=0,05$)

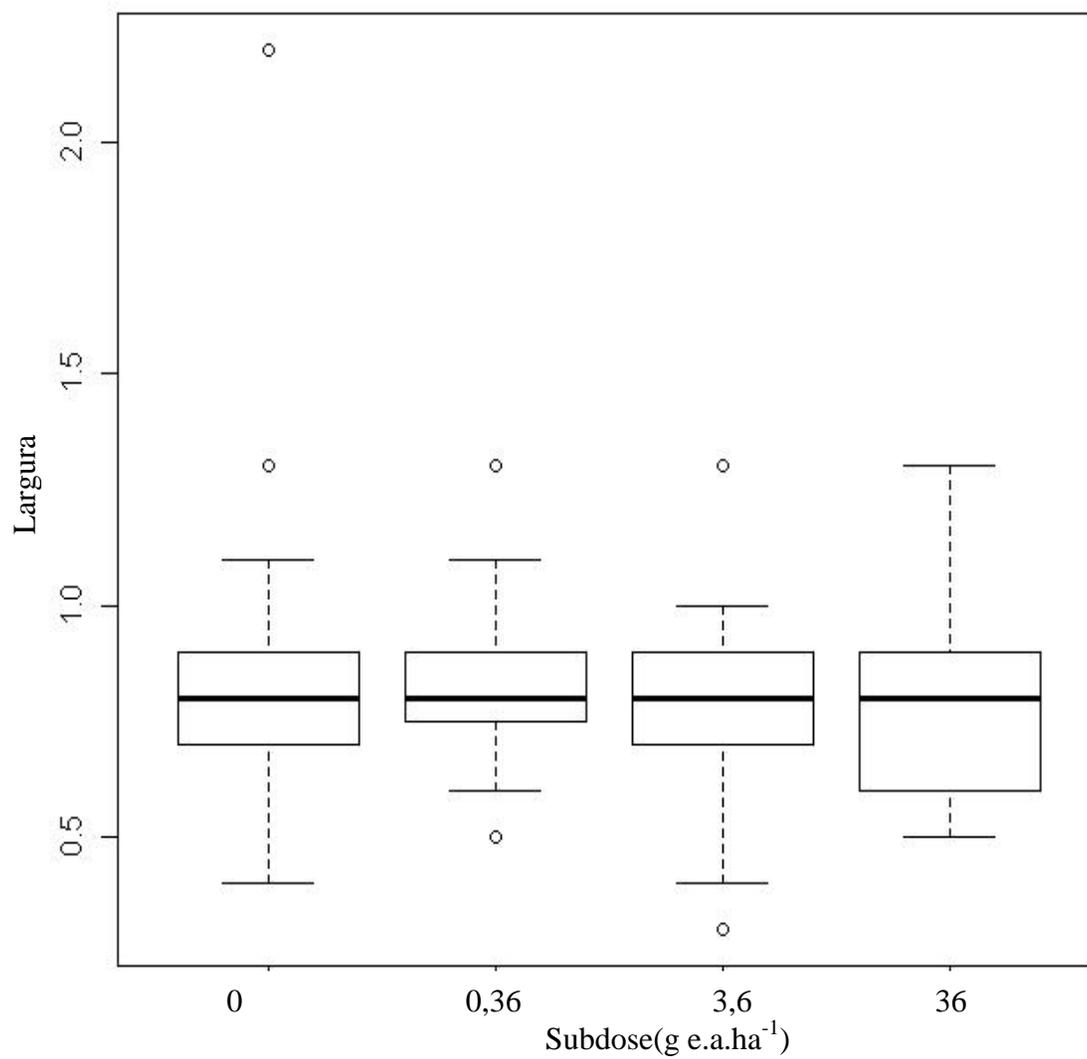


Figura 14. Largura (mm) do abdome dos adultos de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) nas diferentes subdoses de glyphosate. (Temperatura 26 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ fotofase de 12 horas).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto a ação direta do herbicida no inseto, na literatura foram encontrados apenas trabalhos relacionando o efeito direto (ação tópica) do glyphosate em agentes de controle biológico (HAUGHTON et al., 2001 e GIOLO et al., 2005) e ao efeito de outros grupos de herbicidas em pragas (OKA ; PIMENTEL, 1976; KJAER ; HEIMBACH, 2001; GREENBERG et al.,2004), não permitindo comparação adequada com os resultados obtidos neste estudo.

Pelos dados apresentados observou-se que o clone híbrido C-219 (*E. urophylla* x *E. grandis*) apresentou menor infestação, número e tamanho de adultos em todos os tratamentos, o que confirma observações de Pereira (2011) sobre a resistência desse clone ao psilídeo-de-concha.

Na espécie *E. camaldulensis* e no clone 3025 (*E. grandis* x *E. camaldulensis*) a infestação foi maior na menor subdose, fato que pode ser explicado pelo provável aumento nos níveis de aminoácidos aromáticos, como citado no estudo de Petersen et al (2007) e Gomes et al (2011a).

O maior estímulo ao processo fotossintético por subdoses de glyphosate citado por Cerdergreen (2008) em cevada e Carvalho e Alves (2011b) em café, e o estímulo de subdoses ao crescimento em eucalipto e outras espécies (VELINI et al. 2008), que indicam efeito hormético, podem também ser explicação para os efeitos observados neste trabalho.

6 CONCLUSÕES

A subdose 0,36 g e.a.ha⁻¹ de glyphosate proporciona o aumento da infestação e do comprimento de adultos de *G. brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) nos genótipos *E. camaldulensis* e clone 3025.

Foi observado maior número de adultos no clone 3025 submetidos a esta subdose.

O clone híbrido C-219 é resistente a *G. brimblecombei* quando comparado ao clone 3025 e a espécie *E. camaldulensis*, independente da ação das subdoses de glyphosate.

As subdoses de glyphosate não causam alteração na infestação de *G. brimblecombei* no genótipo C-219.

7 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA SILVA, M. et al. Efeito hormético de glyphosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 973-978, 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=90818711017>>. Acesso em: 04 ago. 2011.
- AMARANTE JUNIOR, O. P. et al. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n.4, p. 589-583, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v25n4/10534.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2011
- ASHTON, F. M.; CRAFTS, A. S. **Mode of action of herbicides**. 2. ed. New York: John Wiley, 1981. 525 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2010/. Brasília, DF, 2011. 130 p. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11/ABRAF11-BR>>. Acesso em: 05 abr. 2011.
- BERTI FILHO, E. et al. Ocorrência de *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) no Brasil. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 78, n. 3, p.304, 2003.
- BUCHANAN, B. B.; GRUÍSSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. 3. ed. Rockville: American Society of Plant Physiologist, 2000. 1367 p.
- BURCKHARDT, D.; LOZADA, P. W.; DIAZ, B. W. First record of the red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psylloidea) from Peru. **Bulletin de la Société Entomologique Suisse**, Lausanne, v. 81, p. 83-85, 2008.
- CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Defining hormesis. **Human Experimental Toxicology**, Amherst , v. 21, p. 91- 97, 2002.

CARBONARI, C. A.; MESCHEDÉ, D. K.; VELINI, E. D. Efeitos da aplicação de glyphosate no crescimento inicial de mudas de eucalipto submetidas a dois níveis de adubação fostada. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2007. p. 68-70.

CARBONARI, C. A. et al. Alterações metabólicas de cana-de-açúcar após a aplicação de glyphosate como maturador. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE: USO SUSTENTÁVEL, 3., 2011, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2011a. p. 101-103.

CARBONARI, C. A. et al. Metabolismo do Glyphosate a Ampa por plantas de milho. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE: USO SUSTENTÁVEL, 3., 2011. Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2011b. p. 242-244.

CARVALHO, L. B. de; ALVES, P. L. da C. A. Efeitos do glyphosate na fotossíntese do cafeeiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE : USO SUSTENTÁVEL, 3., 2011a, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2011a. p. 86-89.

CARVALHO, L. B. de; ALVES, P. L. da C. A. Efeitos do glyphosate no crescimento do cafeeiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE : USO SUSTENTÁVEL, 3., 2011b, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2011b. p. 125-128.

CAVALIERI, S. D. et al. Avaliação do acúmulo de ácido chiquímico como ferramenta diagnóstica da intoxicação de plantas pelo glyphosate In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE : USO SUSTENTÁVEL, 3., 2011, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2011. p. 301-304.

CEDERGREEN, N. Is the growth stimulation by low doses of glyphosate sustained over time? **Environmental Pollution**, London , v. 156, p. 1099-1104, 2008.

CEDERGREEN, N.; OLESEN, C. F. Can glyphosate stimulate photosynthesis? **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 96, p. 140-148, 2010.

CIBRIÁN-TOVAR, D. E. et al. Conchuela del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psylloidea, Spondyliaspidae) uma nueva plaga del eucalipto introducida Mexico. In: CONGRESO NACIONAL DE ENTOMOLOGÍA, 36., Santiago de Querétaro, **Memorias...** Querétaro: Sociedad Mexicana de Entomologia, 2001. p. 95

CIBRIÁN- TOVAR, D. E. et al. **Introducion y antecedentes sobre *Glycaspis brimblecombei* y su parasitóide *Psyllaephagus bliteus***. Manual tecnico operativo-Tema I. Chapingo : Universidad Autonoma Chapingo, Division de Ciencias Forestales, s.d. 85 p.

COLOSIMO, E. A.; GIOLO, S. R. **Análise de sobrevivência aplicada**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006. 392 p.

COSTA, S. I. A. et al. Efeito da aplicação de subdoses de Glyphosate simulando deriva na cultura da mamona (*Ricinus communis*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA

DAS PLANTAS DANINHAS, 27., Ribeirão Preto, 2010. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. p. 3615-3618.

COUTO, E. B. et al Avaliação do metil jasmonato na indução da resistência de plantas de *Eucalyptus* spp. ao psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae). **Boletim de Sanidad Vegetal**, Madrid, v. 33, n. 4, p. 563-574, 2007.

DAHLSTEN, D. L.; ROWNEY, D. L. The red gum lerp psyllid, a new pest of *Eucalyptus* species in California. California, 2000. Disponível em: <<http://www.cnr.berkeley.edu/biocon/dahlsten/rglp/index.htm>>. Acesso em: 07 ago. 2011.

DAL POGETTO, M. H. F. A. et al. DAL POGETTO, M. H. F. A. et al. Desenvolvimento de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) em resposta à adubação nitrogenada e potássica em mudas de eucalipto. **Revista de agricultura**, Piracicaba, v. 84, n. 2, p. 115-122, 2009.

DAL POGETTO, M. H. F. A. et al. Efeito da aplicação de Agrosilício em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* no desenvolvimento biológico de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 4., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2007. p. 210-213.

DAL POGETTO, M. H. F. A. **Avaliação de produtos comerciais de fungos entomopatogênicos no controle do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae)**. 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

DAL POGETTO, M. H. F. A. **Impacto de herbicidas sobre a biologia e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho**. 2011. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

DEZANE, A. F. dos S.; SÁ, L. A.; ALMEIDA, G. R. de. Estudo da flutuação populacional do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) e de seus inimigos naturais em florestas de eucalipto na região de Mogi-Guaçu, SP. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2006, Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. p. 57-60.

DIAS, T. K. R. **Bionomia e comportamento de *Atopozelus opsimus* Elkins (Hemiptera: Reduviidae) mantidos em *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae)**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

DOMINGUES JÚNIOR, A. P. et al. Avaliação dos efeitos do herbicida glyphosate sobre o cafeeiro: respostas bioquímicas e fisiológicas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE : USO SUSTENTÁVEL, 3., 2011, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2011. p. 90-93.

DIODATO, L.; VENTURINI, M. Presencia del “psílido del escudo” (*Glycaspis brimblecombei*, Hemiptera, Psyllidae), plaga del *Eucalyptus*, en Santiago del Estero, Argentina. **Revista de Ciencias Forestales**, Quebracho, n. 14, p.84-89, 2007.

FAVARO, R. M. **Aspectos bionômicos de *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera:Psyllidae) e seu controle com fungos entomopatogênicos**. 2006. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Entomologia)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

FERREIRA FILHO, P. J. et al. A eficiência de inseticidas sistêmicos no controle do psílido-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) em eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Resumos...** Gramado: SEB, 2004. p. 458.

FERREIRA FILHO, P. J. et al. Caracterização da estrutura espacial do psílido-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em Floresta de *Eucalyptus camaldulensis*. **Boletín de Sanidad Vegetal**, Madrid,v. 34, n. 1,p. 11-20, 2008a.

FERREIRA FILHO, P. J. **Dinâmica populacional do psílido-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) e parasitismo por *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) em florestas de eucalipto**. 2010. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

FERREIRA FILHO, P. J. et al Dinâmica populacional do psílido-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitóide *Psyllaephagus bliteus*(Hymenoptera: Encyrtidae) em floresta de *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2109-2114, 2008b.

FIRMINO, D. C. **Biologia do psílido-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) em diferentes espécies de eucalipto e em diferentes temperaturas**. 2004. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

FIRMINO-WINCKLER, D. C. et al. Biologia do psílido-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) em diferentes espécies de eucalipto e em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Entomologia**, cidade, v. 53, n. 1, p. 144-146, 2009.

FOWLKES, M. D. et al. Effects of the herbicide Imazapyr on benthic macroinvertebrates in a logged pond cypress dome. **Environmental Toxicology and Chemistry**, Pensacola, v. 22, n. 4, p. 900-907, 2003.

FRANZ, J. E.; SIKORSKI, J. A.; MAO, M. K. **Glyphosate: a unique global herbicide**. Charlottesville: American Chemical Society, 1997. 653 p.

GALLO, D. et al. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920 p.

GARCIA, E. de S. K. et al. Aplicação de silício via foliar no controle do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: psyllidae) em *Eucalyptus* spp. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS APLICADAS DA FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS E AGRÁRIAS DE ITAPEVA, 8., 2011, Itapeva. **Anais...** Itapeva: FAIT, 2011. No prelo.

GIOLO, F. P. et al. Seletividade de formulações de glifosato uma *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext;pid=S0100-83582005000300009;lng=en;nrm=iso>. Acesso em: 30 set. 2011.

GISLOTI, L. J.; SÁ, L. A. Avaliação dos efeitos da temperatura no desenvolvimento do Parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) como agente de controle biológico da praga psilídeo-de-Concha *Glycaspis brimblecombei* em hortos de *Eucalyptus camaldulensis*. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2006, Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. p. 52-56.

GOMES, G. L. G. et al. Efeitos do glyphosate nos níveis de aminoácidos aromáticos em plantas de milho. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE: USO SUSTENTÁVEL, 3., 2011a. Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2011. p. 255-257.

GOMES, G. L. G. C. et al. Acúmulo dos ácidos chiquímico, quínico e desidrochiquímico em plantas de milho após a aplicação de glyphosate e fosfito. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE: USO SUSTENTÁVEL, 3., 2011. Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2011b. p. 251-254.

GREENBERG, S. M. et al. Effects of insecticides and defoliantes applied alone and in combination for control of overwintering boll weevil (*Anthonomus grandis*; Coleoptera: Curculionidae): laboratory and field studies. **Pest Management Science**, Bognor Regis, v. 60, p. 849-858, 2004.

HALBERT, S. E.; GILL, R. J.; NILSSON, J. N. Two *Eucalyptus* psyllids new to Florida (Homoptera: Psyllidae). **Entomology Circular**, Gainesville, n. 407, p. 1-2, 2001. Disponível em: <<http://www.visitmyfloridafarm.com/pi/enpp/ento/entcirc/ent407.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2011.

HAUGHTON, A. J. et al. The effect of the herbicide glyphosate on non-target spiders: Part I. Direct effects on *Lepthyphantes tenuis* under laboratory conditions. **Pest Management Science**, Bognor Regis, v. 57, p. 1033-1036, 2011.

HESS, F. D. Herbicide effects on plant structure, physiology and biochemistry. In: ALTMAN, J. **Pesticide interactions in crop production beneficial and deleterious effects**. London: CRC, 1993. 579 p.

IKEDA, F. S. et al. Subdoses de glyphosate em três estádios de desenvolvimento de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE: USO SUSTENTÁVEL, 3., 2011. Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2011. p. 107-109.

JESUS, F. M. de. **Efeito do estresse hídrico na qualidade nutricional de *Eucalyptus camaldulensis* DEHN (Myrtaceae) e no ataque de *Glycaspis brimblecombei* MOORE (Hemiptera: Psyllidae)** 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2009.

JIN-CLARK, Y. et al. Effects of atrazine and cyanazine on chlorpyrifos toxicity in *Chironomus tentans* (Diptera: Chironomidae). **Environmental Toxicology and Chemistry**, Pensacola, v. 21, n. 3, p. 598-603, 2002.

JUSSELINO FILHO, P. **Hormese: um pouco de algo perigoso pode ser bom**. 2002. 71 f. Tese (Doutorado em Entomologia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

KAYA, B. et al. Use of the *Drosophila* wing spot test in the genotoxicity testing of different herbicides. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, New York, v. 36, p. 40-46, 2000.

KJAER, C.; HEIMBACH, U. Relationships between sulfonylurea herbicide treatment of host plants and the performance of herbivorous insects. **Pest Management Science**, Bognor Regis v. 57, n. 12, p. 1161-1166, 2001.

LAITINEN, P. et al. Fate of herbicide glyphosate, glufosinate ammonium, phenmedipham, ethofumesate and metamitron in two finnish arable soils. **Pest Management Science**, Bognor Regis, v. 62, p. 473-491, 2006.

LYDY, M. J.; LINCK, S. L. Assessing the impact of triazine herbicides on organophosphate insecticide toxicity to the earthworm *Eisenia fetida* **Archives of Environment Contamination and Toxicology**, Secaucus, v. 45, p. 343-349, 2003.

LOZANO, J. L. R. et al. Analisis economico del control del psilido del eucalipto en la ciudad del Mexico. **Revista Chapingo**, Serie Ciencias Florestales, Chapingo, v. 13, n. 1, p. 47-52, 2007.

LUCKEY, T. D. Inseticide hormoligosis. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 61, p. 7-12, 1968.

MACHADO, A. F. L. et al. Eficiência fotossintética e uso da água em plantas de eucalipto pulverizadas com glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, jun. 2010. Disponível

em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext;pid=S0100-83582010000200011;lng=en;nrm=isso>. Acesso em: 23 out. 2011.

MACIEL, C. D. de G. et al. Crescimento do curauá branco sob efeito de subdoses de glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 8, n. 1, p. 11-18, 2009. Disponível em: <<http://www.rbherbicidas.com.br>>. Acesso em: 02 ago. 2011.

MARÍA, N. et al. New insights on glyphosate mode of action in nodular metabolism: role of shikimate accumulation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, p. 2621-2628, 2006.

MASSON, M. V. et al Ocorrência e distribuição populacional do psíldeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964, (Hemiptera: Psyllidae) em florestas de eucalipto no litoral norte do Estado da Bahia, Brasil. **Boletín de Sanidad Vegetal**, Madrid, v. 35, p. 559-562, 2009.

MATALLO, M. B. et al. Microwave-assisted solvent extraction and analysis of shikimic acid from plant tissues. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 27, n. esp., p. 987-994, 2009.

MESCHEDE, K.; VELINI, E. D; CARBONARI, C. A. Baixas doses de glyphosate e seus efeitos no crescimento de *Commelina benghalensis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 7, n. 2, p. 53-58, 2008. Disponível em: <<http://www.rbherbicidas.com.br>>. Acesso em: 01 de ago. 2011.

MÉXICO. Norma oficial mexicana de emergência NOM-EM-002-RECNAT-2002, que estabelece los lineamentos técnicos para el combate y control del psílido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei*. **Diario Oficial de la Federación**, Ciudad de México, 2002. Disponível em: <http://www.gobernacion.gob.mx/dof/2002/febrero_11-02-2002.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2004.

MONTES, S. M. N. M.; RAGA, A. Dinâmica estacional do psíldeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) na tegião oeste do Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 511-515, out./dez. 2005.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 112 p.

MORSE, J. G. Agricultural implications of pesticide-induced hormesis of insects and mites. **Human and Experimental Toxicology**, London, v. 17, p. 266-269, 1998.

MURTA, A. F. et al. Avaliação da preferência do parasitóide *Psyllaephagus bliteus* por ínstares de *Glycaspis brimblecombei* em plantios de *Eucalyptus camaldulensis* In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambú. **Anais...** Caxambú:SEB, 2007. p. 1-2.

OKA, N.; PIMENTEL, D. Herbicide (2,4-D) increases insect and pathogen pests on corn. **Science**, Washington, DC, v. 93, p. 239-240, 1976.

ORCARAY, L. et al. The possible role of quinate in the mode of action of glyphosate and acetolactate synthase inhibitors. **Pest Management Science**, Bognor Regis, v. 66, p. 262-269, 2010.

PAINE, T. D. et al. *Eucalyptus redgum* Lerp Psyllid. University of California Agriculture and Natural Resources, Davis, US, **Pests Notes Publication** n.7460, 2006. Disponível em: <<http://www.ipm.ucdavis.edu>>. Acesso em: 31 jul. 2008.

PEREIRA, M. R. R. et al. Absorção de subdoses glifosato aplicadas nos diferentes locais de plantas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, jun. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext;pid=S0100-67622011000400002;lng=en;nrm=iso>. Acesso em: 04 out. 2011.

PEREIRA, J.M. **Resistência de genótipos de eucalipto ao psilídeo-de concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae)**. . 2011. 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

PETERSEN, I. L. Metabolic effects in rapeseed (*Brassica napus* L.) seedlings after root exposure to glyphosate. **Archives of Environment Contamination and Toxicology** Secaucus, v. 89, p. 220-229, 2007.

PETERSON, M. I. et al. New simplified inhibitors of EPSPS synthase: the importance of ring size for recognition at the shikimate-3-phosphate site. Biorganic. **Medicinal Chemistry Letters**, New York, v. 6, n. 23, p. 2853-2358, 1996.

PHILLIPS, C. Forest insects: lerp insects. **South Australia Forestry**, Mount Gambier, n. 6, p. 1-4, 1992.

PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 3., 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBCPD, 1991. p. 1-11.

REBECCHI, L. et al. Effects of a sulfonylurea herbicide on soil microarthropods. **Biology and Fertility Soils**, New York, v. 30, p. 312-317, 2000.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2009. Disponível em: <<http://spatial-analyst.net/book/node/330>>. Acesso em: 04 out. 2011.

RAMIREZ, A. L. G.; MANCERA, G. M.; GUERRA-SANTOS, J. J. **Análisis del efecto de las condiciones ambientales en la fluctuación poblacional del psílido del eucalipto en el estado de México**. Cuautitlán Izcalli: Editorial Habana, 2002. 5 p.

REDDY, K. N. Aminomethylphosphonic acid accumulation in plant species treated with glyphosate. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Washington, DC, v. 56, p. 2125-2130, 2008.

REDDY, K. N.; BELLALLOUI, N.; ZABLOTOWICZ, R. M. Glyphosate effect on shikimate, nitrate reductase activity, yield, and seed composition in corn. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 58, p. 3646-3650, 2010.

RIZZARDI, M. A. et al. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 957-965, set./out. 2003.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: Editor, 1998. 331 p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: Editor, 2011. 697 p.

RODRIGUES, A. C. P. et al. Efeito da deriva de glyphosate aplicado em diferentes locais da planta de *Eucalyptus grandis* sobre algumas características morfológicas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2007. p. 326-329.

SANCHES, B. S. **Aspecto bionómico del psílido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psylloidea: Spondyliaspidae)**. 2003. 76 p. Tesis (Maestría en Ciências Forestales) -Universidade Autônoma Chapingo, Chapingo, 2003.

SÁ, L. A. N.; WILCKEN, C. F. Nova praga exótica no ecossistema florestal. Embrapa Meio Ambiente, 2004. (Comunicado Técnico, n. 18). Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/comunicado_18.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2011.

SANDOVAL, A.; ROTHMANN, S. Detección del psílido de los eucaliptos rojos, *Glycaspis brimblecombei* Moore, 1964, en Chile (Hemiptera: Psyllidae). In: CONGRESO NACIONAL DE ENTOMOLOGÍA, 24., 2002, Santiago. **Resumos...** Santiago: Sociedad Chilena de Entomología, 2002. p. 12-14.

SANTOS, K. J. et al. Efeito do tipo de habitat na abundância de predadores e parasitóides de *Glycaspis brimblecombei* moore (Hemiptera: Psyllidae) no norte de Minas Gerais. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambú. **Anais...** Caxambú: SEB, 2007. p. 1-2.

SILVA, J. O. et al. Efeitos da variação temporal e da superfície foliar no ataque de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) em plantios de Eucalipto no norte de Minas

Gerais. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambú. **Anais...** Caxambú:SEB, 2007. p. 1-2.

SILVA, J. O. et al Efeito da estrutura da paisagem e do genótipo de *Eucalyptus* na abundância e controle biológico de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 1, Feb. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext;pid=S1519-566X2010000100012;lng=en;nrm=iso>. Acesso em: 18 out. 2011.

SILVA, J. C. da et al. Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de produtividade do feijoeiro comum no período de inverno. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 2009. **Anais eletrônicos...** São Paulo: UNESP, 2009. Disponível em: <http://www.prope.unesp.br/xxi_cic/27_33346210812.pdf>. Acesso em: 05 set. 2011.

SILVA, A. L. de. **Ocorrência, sinecologia de *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) e seus inimigos naturais em *Eucalyptus* spp no município de Cuiabá-MT**. 2010. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais)- Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

SOARES, M. B. B. et al. Efeito de subdoses de glyphosate sobre o desenvolvimento inicial de plantas de urucum. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010 Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBPD, 2010. p. 2835-2839.

SRIVASTAVA, L. D. **Plant growth and development hormones and environment**. San Diego: Elsevier, 2001. 771 p.

STAUFFER, M. E. et al. **Chemical shift mapping of shikimate-3-phosphate binding to the isolated N-terminal domain of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase**. Oxford: Federation of European of Biochemical Societies, 2001. p. 182-186.

TAHIR, H. M. et al. Effects of acetochlor (herbicide) on the survival and avoidance behaviour of spiders African. **Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v. 10, n. 33, p. 6265-6268, 2011.

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

TELES, A. P. et al. Efeito de subdoses de glyphosate no desenvolvimento vegetativo de crotalária (*Crotalaria juncea*). In: Efeito de subdoses de glyphosate no desenvolvimento vegetativo de crotalária (*Crotalaria juncea*), 2., 2009, Barra dos Bugres. **Anais...** Barra dos Bugres: UNEMAT, 2009. Disponível em: <http://www.unemat.br/eventos/jornada2009/resumos_conic/Simples_00429.pdf>. Acesso em: 28 de setembro de 2011.

TOLEDO, R. E. B. et al. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 18, n. 3, p. 395-404, 2000.

- TRINDADE, M. L. B. et al. A. Avaliação de subdoses do herbicida glyphosate sobre as concentrações de ácido chiquímico, ácido quínico e aminoácidos aromáticos em *Brachiaria decumbens* In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE: USO SUSTENTÁVEL, 3., 2011. Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2011. p. 94-97.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Anatomia foliar e morfometria em três clones de eucalipto tratados com glyphosate. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 69, n. 1, fev. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext;pid=S1519-69842009000100016;lng=en;nrm=iso>. Acesso em: 18 out. 2011.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Crescimento e concentração de nutrientes na parte aérea de Eucalipto sob efeito da deriva do glyphosate. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 347-352, 2007a.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Danos visuais e anatômicos causados pelo glifosathe em folhas de *Eucalyptus grandis*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 1, mar. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext;pid=S0100-83582008000100002;lng=en;nrm=iso>. Acesso em: 05 out. 2011.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Formulações comerciais de glyphosate sobre clones de eucalipto: alterações no crescimento e na superfície foliar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2007b. p. 314-317.
- TUFFI SANTOS, L. D. Glyphosate sobre a resistência a ferrugem (*Puccinia psidii*) do Eucalipto. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p.139-147, 2007c.
- VALENTE, C.; HODKINSON, I. First record of the red gum lerp Psyllid, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae), in Europe. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 133, p. 315-317, 2009.
- VELINI, E. D. et al. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, Bognor Regis, v. 65, n. 4, p. 317-460, 2008.
- VELINI, E. D. et al. Modo de ação do glyphosate. In: **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 113-134.
- VELLEMAN, P. F.; HOAGLIN, D. C. **Applications, basics, and computing of exploratory data analysis**. Boston: Duxbury Press, 1981.
- WILCKEN, C. F. **Percevejo bronzeado do eucalipto (*Thaumastocoris peregrinus*) (Hemiptera: Thaumastocoridae): ameaça às florestas de eucalipto brasileiras**. Alerta Profet. Piracicaba: IPEF, 2008. 11 p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/ptecao/alerta-percevejo.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2009.

WILCKEN, C. F.; BERTI-FILHO, E. **Vespa-da-galha do eucalipto (*Leptocybe invasa*) (Hymenoptera: Eulophidae)**: nova praga de florestas de eucalipto no Brasil. Alerta Protef. Piracicaba: IPEF, 2008. 11 p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/protecao/alerta-leptocybe.invasa.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2011.

WILCKEN, C. F. et al. Ocorrência do psilídeo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) em florestas de eucalipto no Brasil. **Circular Técnica Ipef**, Piracicaba, n. 201, p.1-11, 2003. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica>>. Acesso em: 03 fev. 2009.

WILCKEN, C. F. et al. Controle biológico do psilídeo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) (Hemiptera: Psyllidae) em florestas de eucalipto. In: CONGRESSO VIRTUAL IBEROAMERICANO SOBRE GESTIÓN DE CALIDAD EM LABORATORIOS, 3., 2005, Espanha. **Resumos...** Espanha: 2005. p. 303-307.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Resposta de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 627-633, 2005.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Deriva simulada de glyphosate em algodoeiro: efeito de dose, cultivar e estágio de desenvolvimento. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 821-826, 2006.

YOUNG, L. C. The efficacy of micro-injected imidacloprid and oxydemeton-methyl on red gum eucalyptus trees (*Eucalyptus camaldulensis*) infested with red gum lerp psyllid (*Glycaspis brimblecombei*). **Journal of Arboriculture**, Champaign, v. 28, n. 3, p. 144-147, 2002.