

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DE METIL JASMONATO NA INDUÇÃO DE
RESISTÊNCIA DE PLANTAS DE *Eucalyptus* spp. AO PSILÍDEO-DE-
CONCHA *Glycaspis brimblecombei* MOORE (HEMIPTERA: PSYLLIDAE)**

EDUARDO BRASIL DO COUTO

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

BOTUCATU – SP
Dezembro – 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DE METIL JASMONATO NA INDUÇÃO DE
RESISTÊNCIA DE PLANTAS DE *Eucalyptus* spp. AO PSILÍDEO-DE-
CONCHA *Glycaspis brimblecombei* MOORE (HEMIPTERA: PSYLLIDAE)**

EDUARDO BRASIL DO COUTO

Eng. Florestal

Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken

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

BOTUCATU – SP
Dezembro – 2006

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

C871a Couto, Eduardo Brasil do, 1975-
Avaliação de metil jasmonato na indução de resistência de plantas de *Eucalyptus* spp. ao psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (hemiptera: psyllidae) / Eduardo Brasil do Couto. - Botucatu : [s.n.], 2006.
v, 52 f. : il. color., gráfs, tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006
Orientador: Carlos Frederico Wilcken
Inclui bibliografia.

1. Eucalipto. 2. Hemiptera. 3. Plantas - Resistência 4. Metil jasmonato. I. Wilcken, Carlos Frederico. II. Universidade 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: "AVALIAÇÃO DE METIL JASMONATO NA INDUÇÃO DE
RESISTÊNCIA DE PLANTAS DE *Eucalyptus* spp. AO PSILÍDEO-DE-
CONCHA *Glycaspis brimblecombei* MOORE (HEMIPTERA: PSYLLIDAE)"

ALUNO: EDUARDO BRASIL DO COUTO

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS FREDERICO WILCKEN

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CARLOS FREDERICO WILCKEN



PROF. DR. EDSON LUIZ FURTADO



PROF. DR. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM

Data da Realização: 11 de dezembro de 2006.

A minha querida mãe pelo amor, confiança e incentivo nas horas mais difíceis.

A minha irmã Sabrina pela amizade.

OFEREÇO

A minha namorada Fernanda Bueno Sarro pela compreensão, paciência e pelo amor demonstrado em todos os momentos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken pela orientação, amizade e confiança para realização deste trabalho;

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

A todos os professores do Curso de Pós-graduação, pelos ensinamentos, em especial ao Prof. Dr. Luiz Carlos Forti e ao Prof. Dr. Edson Furtado;

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Matos, pelo auxílio na análise estatística;

Ao Prof. Dr. Edivaldo Velini pelas sugestões e por ceder o produto para realização dos experimentos.

A Lucia Velini pelo auxílio na condução dos experimentos.

Aos amigos: Nádia, Pedro, Alexandre, Mário, Alexandre Coutinho, Deyvid, Daniela;

Aos Funcionários do Departamento de Produção Vegetal - Defesa Fitossanitária pela colaboração: Nivaldo, Preto, Paulinho, Vera Lucia e Sr. Domingos;

Aos Funcionários do Laboratório de Controle Biológico de Pragas Florestais: Adriane, Fernanda, Paulinho e Luana;

A todos os estagiários de graduação;

Ao Sr. Jair Moretto, Giovani e Davis pela colaboração;

A empresa Plantar, pela disponibilização do clone 3025 usado nos experimentos;

A empresa Eucatex, pela propagação do clone e produção das mudas de *E. camaldulensis* usadas nos experimentos;

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	01
SUMMARY.....	03
1 INTRODUÇÃO.....	05
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	08
2.1 PSILÍDEO-DE-CONCHA <i>Glycaspis brimblecombei</i> Moore.....	08
2.1.1 Aspectos taxonômicos, morfológicos e biológicos.....	08
2.1.2 Ecologia.....	09
2.1.3 Danos.....	10
2.1.4 Distribuição geográfica.....	11
2.1.5 Espécies hospedeiras.....	11
2.1.6 Controle.....	12
2.1.6.1 Controle químico.....	12
2.1.6.2 Controle biológico.....	13
2.1.6.3 Controle cultural.....	13
2.2 RESISTÊNCIA DE PLANTAS.....	14
2.2.1 Defesa induzida.....	15
2.2.2 Biossíntese de jasmonatos.....	16
2.2.3 Jasmonatos.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Local de instalação.....	20
3.2 Condução do experimento.....	21
3.2.1 Determinação das concentrações de metil jasmonato utilizadas.....	21
3.2.2 Efeito de diferentes concentrações do metil jasmonato aplicado em mudas de eucalipto em alguns aspectos da biologia de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	22

3.2.3	Efeito de diferentes concentrações de metil jasmonato, aplicado em mudas de eucalipto, na preferência e oviposição de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	24
3.2.4	Efeito residual de diferentes concentrações de metil jasmonato, aplicado em mudas do clone híbrido 3025 de eucalipto (“gracam”), na preferência e oviposição de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	24
3.3	Análise estatística.....	25
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1	Efeito de diferentes concentrações do metil jasmonato aplicado em mudas de eucalipto em alguns aspectos da biologia de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	26
4.1.1	Mortalidade dos adultos liberados.....	26
4.1.2	Número de ovos.....	27
4.1.3	Número de adultos emergidos.....	29
4.2	Efeito de diferentes concentrações de metil jasmonato, aplicado em mudas de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , na preferência e oviposição de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	31
4.2.1	Avaliação visual do número de adultos presente nas mudas.....	31
4.2.2	Número de ovos.....	33
4.3	Efeito de diferentes concentrações de metil jasmonato, aplicado em mudas de clone híbrido de <i>E. grandis</i> X <i>E. camaldulensis</i> (“gracam”), na preferência e oviposição de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	34
4.3.1	Avaliação visual do número de adultos presente nas mudas.....	34
4.3.2	Número de ovos.....	36
4.4	Efeito residual de diferentes concentrações de metil jasmonato, aplicado em mudas do clone híbrido 3025 de eucalipto (“gracam”), na preferência e oviposição de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	38
4.4.1	Avaliação visual do número de adultos presente nas mudas.....	38
4.4.2	Número de ovos.....	40
5	CONCLUSÕES.....	44
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

RESUMO

O psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* é uma praga originária da Austrália, sendo detectado no Brasil em junho de 2003, na região de Mogi-Guaçu, SP. O ataque da praga causa descoloração das folhas, redução da área fotossintética com conseqüente redução no crescimento e secamento dos ponteiros, podendo levar as árvores à morte após ataques sucessivos. Devido à facilidade de dispersão deste inseto e aos danos causados em plantações de *Eucalyptus*, é considerada uma das principais pragas do eucalipto. Além do controle biológico com o parasitóide, há relatos de uso de inseticidas químicos e de espécies de eucalipto resistentes ou mesmo imunes ao psilídeo-de-concha. Entretanto, os mecanismos dessa resistência ainda são desconhecidos. A indução de resistência, pela ativação de indutores, como o metil jasmonato (MJ) vem sendo estudado intensamente nos últimos anos, principalmente através da seleção de genótipos com elevada capacidade de expressão de MJ. O presente trabalho teve como objetivo estudar a indução de resistência através da aplicação exógena de metil jasmonato como forma alternativa para o controle do psilídeo-de-concha. O trabalho foi realizado em condições de laboratório, utilizando mudas da espécie *Eucalyptus camaldulensis* e do clone híbrido de *E. grandis* x *E. camaldulensis* (“gracam”), sendo esses materiais escolhidos por serem altamente suscetíveis à

praga. Foram realizados quatro experimentos com aplicação de diferentes concentrações de MJ (5, 50 e 500 μ M) em plantas de eucalipto para avaliar o efeito na preferência e capacidade de oviposição dos adultos do psilídeo-de-concha. No primeiro experimento verificou-se que as maiores concentrações afetaram alguns parâmetros da biologia do psilídeo, sendo que a testemunha apresentou maior número de ovos e, conseqüentemente, maior número de adultos produzidos. Nos dois experimentos com livre chance de escolha, independentemente do material genético, observou-se a preferência do inseto pelas plantas não tratadas. Quanto maior a concentração de MJ, menor a quantidade de insetos nas plantas e menor número de ovos nas folhas. Já no ensaio de avaliação de efeito residual do MJ, constatou-se que, após quatro dias da aplicação, as concentrações de MJ testadas não afetaram o comportamento do inseto como observado nos demais experimentos, sendo, portanto, esse efeito de curta duração.

Palavras-chave: Eucalipto, Hemiptera, metil jasmonato, resistência.

EFFECT OF METHYL JASMONATE APPLIED ON *Eucalyptus* PLANTS TO RESISTANCE INDUCTION TO RED GUM LERP PSYLLID *Glycaspis brimblecombei* Moore (HEMIPTERA: PSYLLIDAE). Botucatu, 2006. 52 f. Dissertation (Mestrado em Agronomia/ Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: EDUARDO BRASIL DO COUTO

Adviser: CARLOS FREDERICO WILCKEN

SUMMARY

Red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei* is an Australian eucalypt pest, being detected in Brazil in June 2003, in municipality of Mogi-Guaçu, SP. The pest causes leaf fall, reduction of photosynthetic area and consequent reduction in plant growth and dieback, could carry the trees death, after successive defoliations. Due to the dispersion rates of this insect and the damages caused in eucalypt plantations, it is considered one of the eucalyptus main pests. The biological control is the main control method used, with parasitoid *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae). Besides the biological control, there are reports of chemical insecticides applications and resistant eucalyptus species against red gum lerp psyllid. However, factors of this resistance are still ignored. The resistance induction, by elicitors activation, as methyl jasmonate (MJ) has been studied intensely in last years, mostly through the genotypes selection with high expression capacity of MJ. The work was accomplished in laboratory conditions, using young plants of *Eucalyptus camaldulensis* and of *E. grandis* x *E. camaldulensis* (“gracam”) hybrid clone, being these materials chosen due the high susceptibility to the pest. It was accomplished four experiments with application of different MJ concentrations (5, 50 and 500 μ M) in eucalyptus plants to verify the effect in red gum lerp psyllid adults preference and oviposition capacity. In the first experiment it was verified that the highest concentration affected some psyllid biology parameters, and control treatment presented larger egg number and, consequently, larger number of adults produced.

In the two experiments with free choice, independently of genetic material, it was observed the insect preference by control plants. As larger MJ concentration, less adults and eggs occurred in the leaves. In relation of residual effect of MJ, it was verified that, after four days after application, MJ concentrations did not affect the insect behavior as observed in the other experiments. Therefore, the resistance induction with exogenous application of MJ had short duration.

Key words: Eucalypt, Hemiptera, methyl jasmonate, resistance

1. INTRODUÇÃO

Nas duas últimas décadas o setor florestal brasileiro vem sofrendo perdas consideráveis com a introdução de pragas exóticas, principalmente em áreas reflorestadas com espécies do gênero *Eucalyptus*, que ocupa 52 % dos cinco milhões de hectares utilizados em plantações florestais.

Dentre as pragas exóticas de eucalipto, destacam-se a broca-do-eucalipto, *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera: Cerambycidae), o gorgulho-do-eucalipto, *Gonipterus gibberus* e *G. scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) e, mais recentemente, foi verificada a ocorrência do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) (WILCKEN et al.,2003) .

O gênero *Glycaspis* contém 127 espécies e a maioria está associada ao eucalipto. O psilídeo-de-concha, *G.brimblecombei*, é uma praga originária da Austrália, sendo observada atacando *Eucalyptus camaldulensis* na Califórnia (EUA), a partir de 1998 e, desde então, dispersando-se por diferentes estados americanos, aparentemente de forma natural (GARRISON, 1998).

Em 1999, foi detectado em Baja Califórnia, México e, em 2001, vários estados mexicanos reportaram a presença da praga nos eucaliptos, utilizados tanto no

reflorestamento como na arborização urbana (Ramirez, 2003). Em 2002, este inseto foi encontrado no Chile (SÁ e 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) e atualmente, encontra-se distribuído nos estados de SP, MG, MS, PR (SÁ e WILCKEN, 2004), além de RS, ES, SC e BA (Wilcken*, 2006).

Além do clone híbrido “urograndis” as espécies *Eucalyptus camaldulensis*, *E. tereticornis* e *E. urophylla* também são atacadas, podendo apresentar redução e deformação do limbo foliar, presença de fumagina, queda prematura de folhas maduras e secamento dos ponteiros (WILCKEN et al., 2003). Esses danos podem atingir grande proporção se não forem realizados métodos de controle, podendo ocorrer 15 % de mortalidade no primeiro ano e até 40 % no segundo ano (GILL, 1998).

Os danos são causados tanto pelos adultos como pelas ninfas que sugam as folhas, danificando-as. A presença do inseto é observada por pequenos pontos brancos, em forma de concha, sob os quais as ninfas ficam protegidas nas folhas (DREISTADT e GILL, 1999). No solo, ao redor das árvores, pode-se observar grande quantidade dessas conchas brancas após a emergência dos adultos (SÁ e WILCKEN, 2004).

Devido à recente descoberta da ocorrência do psilídeo-de-concha no Brasil existem poucos trabalhos sobre as formas de controle desta praga, sendo que o controle químico utilizando inseticidas de contato não é recomendado pelo alto custo e curto período de controle. Além disso, as ninfas ficam protegidas pelas conchas, sendo os inseticidas sistêmicos, provavelmente, os mais adequados. Entretanto, são produtos de custo elevado, impactantes ao ambiente e ao homem e de ação temporária (WILCKEN et al., 2003). O controle biológico é relatado na Austrália com predadores generalistas e nos EUA com a introdução de parasitóides, porém, a porcentagem de parasitismo é variável devido à adaptação às condições ambientais locais e à quantidade de parasitóides liberados por área (SÁ e WILCKEN, 2004).

* Wilcken, C.F. (Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Campus de Botucatu). Comunicação pessoal, 2006.

Outra forma de controle é a resistência das plantas ao ataque de pragas, que pode ocorrer por meio de defesas induzidas. Este tipo de defesa tem sido estudado para insetos desfolhadores de espécies florestais nos países temperados. Alguns terpenóides podem ser sintetizados em maior quantidade em coníferas dos gêneros *Pinus*, *Abies*, *Pseudotsuga*, *Larix* e *Picea* após ataque de insetos xilófagos, como o besouro de casca (Coleoptera: Scolytidae), através de dutos resiníferos traumáticos (TRAPP e CROTEAU, 2001; MARTIN et al., 2002).

O aumento dos terpenóides também pode ser elevado via aplicação de estimuladores envolvidos no sistema de defesa das plantas, como os jasmonatos, que são fitohormônios endógenos da planta (FRANCESCHI, et al., 2002). O tratamento de espécies florestais com metil jasmonato (MJ) induz a formação de dutos resiníferos traumáticos, acúmulo de mono e diterpenos, indução de enzimas para síntese de terpenos ou formação adicional de células parenquimáticas polifenólicas na zona cambial (FRANCESCHI et al., 2002; MARTIN et al., 2003; MILLER et al., 2005; HEIJARI et al., 2005). Porém, para o eucalipto, a existência de defesa induzida ainda não foi demonstrada.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação exógena de metil jasmonato em mudas de eucalipto sobre o desenvolvimento e capacidade reprodutiva do psilídeo-de-concha.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PSILÍDEO-DE-CONCHA *Glycaspis brimblecombei* Moore

2.1.1 Aspectos taxonômicos, morfológicos e biológicos

Glycaspis brimblecombei é uma espécie pertencente à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha e família Psyllidae. São insetos pequenos, com comprimento do corpo entre um e dois mm, semelhantes a pequenas cigarrinhas, de hábito sugador e apresentam pernas posteriores saltatórias e antenas bem desenvolvidas (GALLO et al., 2002). As ninfas são amareladas nos primeiros ínstars e no último ínstar apresentam o abdome e os primórdios das asas de coloração escura. A reprodução é sexuada, sendo que as fêmeas ovopositam nas folhas abertas e os ovos são de coloração alaranjada (WILCKEN et al., 2003).

Cibrián et al. (2001) observaram que os ovos geralmente são depositados em massa e raramente individualizados. Uma massa de ovos pode conter de 3 até 54 ovos. Segundo Ramirez (2003), os ovos são amarelo-alaranjados, brilhantes e de formato

oval. São ovipositados em linha, agrupados ou individualizados, podendo ocorrer até 300 ovos por folha, presos por um pedúnculo na superfície da folha.

Segundo Phillips (1992), apesar do grande número de espécies de psilídeos-de-concha existente na Austrália, os ciclos de vida são semelhantes. Cada fêmea ovoposita entre 45 e 700 ovos. O período embrionário varia de 10 a 20 dias, quando eclodem as ninfas, que caminham sobre a folha fixando-se, preferencialmente, próximas às nervuras foliares. Uma vez definido o local de permanência, a ninfa introduz seus longos estiletes na folha até atingir os feixes vasculares.

Sánchez et al. (2002), realizando estudos sobre a biologia do psilídeo, confirmaram a existência de cinco ínstares ninfais, os quais se reconhecem pela estrutura e número de segmentos antenais. Os adultos vivem de 10 a 25 dias, sendo o número de machos era maior do que de fêmeas, na proporção de uma fêmea para 1,5 a 2,5 machos. As fêmeas depositam 119 ovos em média, com variação de 46 a 280 ovos. Em relação ao ciclo de vida, observou-se que durante o ano houve grande variação, sendo curto no verão e outono e longo no inverno. Segundo Phillips (1992), dependendo da temperatura, o ciclo de vida completo leva aproximadamente entre um a dois meses.

Em experimento realizado com diferentes espécies de eucalipto, Firmino (2004) constatou que a duração do estágio ninfal de *G. brimblecombei* variou de 12 a 22 dias, sendo que no híbrido ‘urograndis’ e em *E. tereticornis* foi de 16 dias aproximadamente, diferindo significativamente das ninfas mantidas em *E. urophylla* e *E. camaldulensis* que apresentaram 14 dias. A duração ninfal de insetos mantidos em folhas de *E. grandis* foi semelhante à observada nas demais espécies de eucalipto estudadas.

2.1.2 Ecologia

Ramirez et al. (2002) verificaram que há uma relação entre a precipitação pluviométrica e a infestação de *G. brimblecombei*, mostrando que a população mantém-se alta nos períodos secos e reduz significativamente nos meses chuvosos. A chuva provoca queda das conchas e diminuição da população de psilídeo, porém favorece o desenvolvimento de fungos sobre as folhas devido ao aumento da umidade (RAMIREZ, 2003).

Firmino (2004) observou que a temperatura afeta o desenvolvimento das ninfas de *G. brimblecombei*, sendo a temperatura de 26°C a mais adequada, com viabilidade ninfal média de 74%, enquanto que a temperatura de 30°C foi a menos adequada, com viabilidade de 22%. O mesmo fato foi observado em campo por Ferreira Filho (2005), onde as populações de adultos e ninfas de *G. brimblecombei* permaneceram baixas sob a temperatura de 31°C, conforme a temperatura diminuía, atingindo 27°C, as populações aumentaram.

2.1.3 Danos

Todas as espécies de psilídeos conhecidos são fitófagos e os danos mais comuns causados são: enrolamento, deformação do limbo foliar, formação de galhas, superbrotamento, secamento de ponteiros, indução do aparecimento de fumagina e transmissão de agentes fitopatogênicos (DREISTADT e DAHLSTEN, 2001; GALLO et al., 2002).

Na Austrália, os psilídeos do gênero *Cardiaspina* e *Glycaspis* constituem-se em pragas do eucalipto, causando descoloração das folhas, redução da área fotossintética das plantas, redução no crescimento das árvores e secamento dos ponteiros (CARNE e TAYLOR, 1984). Em estudo sobre os danos do psilídeo nas folhas do eucalipto, foi observado maior quantidade de clorofila nas folhas maduras do que nas folhas novas, sendo que folhas maduras infestadas com *G. baileyi* apresentaram menor quantidade de clorofila do que folhas maduras sem o psilídeo (STONE et al., 2005).

No México, a alta infestação por psilídeo se traduz em perda foliar, redução do crescimento, morte de ramos e da árvore por um todo. Também altas populações de psilídeo podem causar danos indiretos, como a presença de fumagina que se desenvolve sobre as folhas cobertas de “honeydew” diminuindo a área fotossintética da árvore, podendo causar a morte da mesma. Como o eucalipto é utilizado na arborização urbana, o psilídeo causa depreciação do valor estético e deixa as árvores suscetíveis ao ataque de outros insetos (RAMIREZ, 2003).

2.1.4 Distribuição geográfica

Devido a ser uma praga de tamanho reduzido e ter alta capacidade de reprodução, este inseto pode se dispersar em uma área muito grande em um baixo intervalo de tempo. Em junho de 1998, *G. brimblecombei* foi detectado em El Monte, Los Angeles, em *E. camaldulensis* e, em setembro do mesmo ano, já se encontrava em várias cidades do norte da Califórnia (BRENNAN, 1998). Ramirez (2003) afirmou que o psilídeo-de-concha encontrava-se distribuído em 24 estados do México afetando os eucaliptos, principalmente da espécie *E. camaldulensis*.

Após a constatação da praga no Estado de São Paulo, realizou-se levantamento para verificar sua distribuição geográfica no Brasil e, em junho de 2003, a praga tinha sido detectada em 7 municípios. Em julho, após um alerta dado às empresas florestais, constatou-se que o psilídeo já estava presente em 30 municípios estavam a com presença do psilídeo-de-concha. Em agosto, o inseto já havia sido detectado em 52 municípios paulistas e, em setembro, esse número subiu para 86 municípios, com maiores infestações nas florestas de eucalipto entre as regiões de Campinas a Ribeirão Preto e de São Carlos a Botucatu. Logo após, o psilídeo foi detectado nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná (WILCKEN et al., 2003).

2.1.5 Espécies hospedeiras

Glycaspis brimblecombei é um inseto que se alimenta apenas de espécies de eucalipto. Entretanto, Paine et al. (2000) observaram que, mesmo se alimentando de várias espécies de eucalipto, o psilídeo-de-concha prefere colonizar espécies do subgênero *Symphomyrtus*, seção *Exsertaria* (PRYOR e JOHNSON, 1971), particularmente *E. camaldulensis*.

Segundo Brennan et al. (2001), a classificação das espécies de eucalipto existentes na Califórnia em relação à suscetibilidade ao psilídeo-de-concha depende da espécie, sendo *E. camaldulensis* e *E. tereticornis* consideradas altamente suscetíveis e apresentando desfolha severa. *E. grandis* como tolerante ou moderadamente resistente por apresentar leve desfolha e *E. paniculata*, *E. robusta* e *E. saligna* como resistentes.

Baseado neste estudo Wilcken et al. (2003) realizaram um levantamento da infestação pelo psilídeo-de-concha em 22 espécies de eucalipto. Pela contagem do número de ninfas e posturas em folhas, concluiu-se que *E. camaldulensis* e *E. tereticornis* apresentaram a maior taxa de infestação, seguida de *E. urophylla*. Nas espécies *E. pellita*, *E. exserta*, *E. propinqua*, *E. botryoides* e *Corymbia citriodora*, a infestação foi baixa. Já nas espécies *E. saligna*, *E. dunni* e *E. cloeziana* não foram encontradas ninfas do psilídeo-de-concha. Segundo Firmino (2004), isso se deve às condições favoráveis de desenvolvimento e reprodução de *G. brimblecombei* em *E. tereticornis* e *E. camaldulensis* quando comparados com *C. citriodora*, que apresenta maior resistência às ninfas de 1º ínstar, impossibilitando o desenvolvimento do psilídeo-de-concha.

2.1.6 Controle

2.1.6.1 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).

Nos EUA, foram testados 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 8 meses para o imidacloprid (YOUNG, 2002). Entretanto, essa forma de aplicação só deve ser recomendada para eucaliptos em áreas urbanas e como quebra-ventos, sendo de custo elevado e inexequível para as plantações extensivas de eucalipto no Brasil.

No México, há recomendação de controle químico quando se detectam infestações ativas do psilídeo, através do uso de imidacloprid, acefato e abamectina (DIÁRIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 2002).

Já no Brasil, os produtos acetamiprid e acefato foram os que apresentaram os melhores resultados de eficiência (acima de 90 %) até 21 dias. Apenas o acefato, apresentou período residual de controle até aos 60 dias. O imidacloprid aplicado em rega não demonstrou eficiência de controle (FERREIRA FILHO et al., 2004).

2.1.6.2 Controle biológico

Na Austrália, a maioria das espécies de psilídeos não necessita de controle, por estarem em equilíbrio com seus inimigos naturais e apenas as espécies do gênero *Cardiaspina* são consideradas pragas, de ocorrência esporádica. (PHILLIPS, 1992).

Os EUA importaram oito espécies de parasitóides da Austrália para a Califórnia, porém apenas uma espécie, *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae), se estabeleceu e tem controlado a praga no campo (PAINE et al., 2000).

No Brasil, foi verificada a presença de inimigos naturais de ninfas dos psilídeos, sendo encontrada uma espécie de fungo entomopatogênico e larvas de coccinelídeos, 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 % (DAHLSTEN et al., 2003).

Em 2003, Berti Filho et al. detectaram a presença do parasitóide *P. bliteus*, considerado um parasitóide específico por ser dependente da população do psilídeo-de-concha, sendo uma boa opção para o controle biológico.

2.1.6.3 Controle cultural

Através do monitoramento pode-se realizar o método de controle adequado. O Diário Oficial da Federação (2002) do México propõe, o controle cultural, através da poda e derrubada de árvores de alto de risco, além de se evitar danos mecânicos nas árvores.

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.

2.2 RESISTÊNCIA DE PLANTAS

A relação planta e inseto fitófago tem coexistido sob pressão de seleção, provocada por ambos, por milhões de anos, sendo esse sistema hospedeiro-praga resultado de um longo processo evolutivo. Desta forma, não é surpresa que as plantas tenham desenvolvido uma variedade de defesas físicas e químicas contra insetos. Tanto os insetos como as plantas constituem sistemas competitivos e interdependentes bioquímica e morfológicamente, porém, observa-se que há uma interação entre os principais estágios alimentares, reprodutivos e de estímulos dos insetos com as principais características fisiológicas e morfológicas das plantas (MARSCHALEK, 2000).

Embora as respostas de plantas e insetos sejam determinadas pelo genótipo de ambos (PEDIGO, 1996), o ambiente pode desempenhar um papel importante, modificando essa relação. Nesta rede de interações observa-se que num extremo está o sucesso de uma infestação de insetos, levando o hospedeiro à morte, seja ele uma população ou um indivíduo, e no outro extremo observa-se a imunidade do hospedeiro aos danos causados pelos insetos. Assim, a resistência do hospedeiro localiza-se dentro desses extremos, sendo definida por Beck, citado por Hanover (1975), como as características coletivas hereditárias através das quais uma espécie, raça, clone, ou indivíduo de planta pode reduzir a probabilidade de sucesso do uso dessa planta como hospedeiro por uma espécie, raça, biótipo ou indivíduo de inseto.

Quanto aos mecanismos que causam a resistência nas plantas, sabe-se que são complexos e que necessitam de estudos específicos e aprofundados. Porém, pesquisas básicas podem ser altamente benéficas por revelarem novos compostos químicos nos hospedeiros, que poderão ser úteis até mesmo como possíveis novos inseticidas. Conhecendo-se a base química, física e fisiológica da resistência pode-se aumentar a eficiência na seleção e incorporação de genes para resistência em uma nova variedade (MARSCHALEK, 2000).

Segundo Pedigo (1996), o uso de genótipos resistentes a insetos é uma das formas mais eficientes para se reduzir a dependência de agrotóxicos na agricultura, sendo uma tática eficaz, econômica e segura do ponto de vista ambiental. Porém, uma das principais limitações do uso de plantas resistentes é o longo tempo para

obtenção da variedade resistente (VENDRAMIM, 1988) principalmente quando se refere a árvores que possuem ciclo relativamente longo (10 a 20 anos) de desenvolvimento. Este fato dificulta o progresso do melhoramento de árvores devido à potencial vulnerabilidade das árvores resistentes (com longa rotação) e à readaptação dos insetos antes que o hospedeiro seja avaliado, sem considerar ainda que a genética florestal é uma ciência jovem quando comparada à genética agrícola (MARSCHALEK, 2000).

2.2.1 Defesa induzida

Diante deste quadro, a resistência induzida de plantas surge como uma alternativa para tentar regular as populações de herbívoros. Segundo Panda e Khush (1995), a resistência induzida é considerada uma resistência ecológica advinda de modificações qualitativas ou quantitativas nas defesas da planta contra organismos invasores, podendo ser induzida por injúrias de insetos, danos físicos extrínsecos e estímulos químicos.

Sabe-se que a maioria dos compostos presentes nas plantas faz parte do metabolismo primário, sendo substâncias essenciais à sobrevivência e desenvolvimento das plantas. Além destes metabólitos, as plantas produzem uma grande variedade de metabólitos secundários, não necessariamente essenciais ao organismo produtor, mas com papel importante na sobrevivência da planta no ecossistema, pois estes metabólitos estão envolvidos na resistência contra insetos e patógenos, na atração de inimigos naturais e polinizadores, entre outros (LOURENÇO, 2003).

A maioria dos metabólitos secundários tais como alcalóides, terpenóides, antocianinas, esteróides, flavonóides, quinonas e ligninas, encontra-se presente em baixas concentrações nas plantas. Porém, como esses compostos são utilizados em grandes quantidades a produção pelas plantas nem sempre é satisfatória, uma vez que estes compostos podem ser ativados somente durante uma determinada fase de desenvolvimento da planta, ou numa determinada estação do ano, ou sob condição de estresse causado por fatores bióticos ou abióticos (VERPOORTE e MEMELINK, 2002). Isso geralmente é devido ao fato da produção de metabólitos secundários ser controlada de maneira específica no tecido, ou seja, via rotas bioquímicas que são ativadas por

estimuladores.

Os estimuladores ou excitadores são compostos que induzem as plantas a sintetizarem fitoalexinas em níveis elevados. O efeito dos estimuladores depende de fatores como a concentração do estimulador, o estágio de desenvolvimento da planta no momento da estimulação, o período de contato da planta com o estimulador e o tempo de exposição da planta ao estimulador (LOURENÇO, 2003).

Os estimuladores podem ser divididos em duas classes: os de origem abiótica, como metais pesados e luz ultravioleta e os estimuladores bióticos, tais como insetos fitófagos ou derivados de uma fonte biológica, como materiais de parede de fungos, células vegetais e enzimas microbianas (BHAGWATH e HJORTSO, 2000). Por isso, estão sendo utilizados como estimuladores externos específicos de metabólitos secundários os jasmonatos, o etileno e o ácido salicílico por terem um importante papel no processo de tradução de sinais que regulam os genes de defesa nas plantas.

2.2.2 Biossíntese de jasmonatos

Os jasmonatos são derivados do ácido linolênico num processo dependente da lipoxigenase. O ácido linolênico pode ser convertido em ácido ciclopentanona 12-oxofitodienóico (12-oxo-PDA), através de peroxidação mediada pela enzima lipoxigenase, seguida da ação do aleno óxido sintase e aleno óxido ciclase. A 12-oxo-PDA é convertida em JA (ác. jasmônico) através de redução e de tripla β -oxidação (HAMBERG e GARDNER, 1992). Porém, a via biossintética do jasmonato ainda não está bem definida, mas estas poucas diretrizes informam como os jasmonatos são regulados durante o processo de defesa das plantas (CREELMAN e MULLET, 1997) (Figura 1).

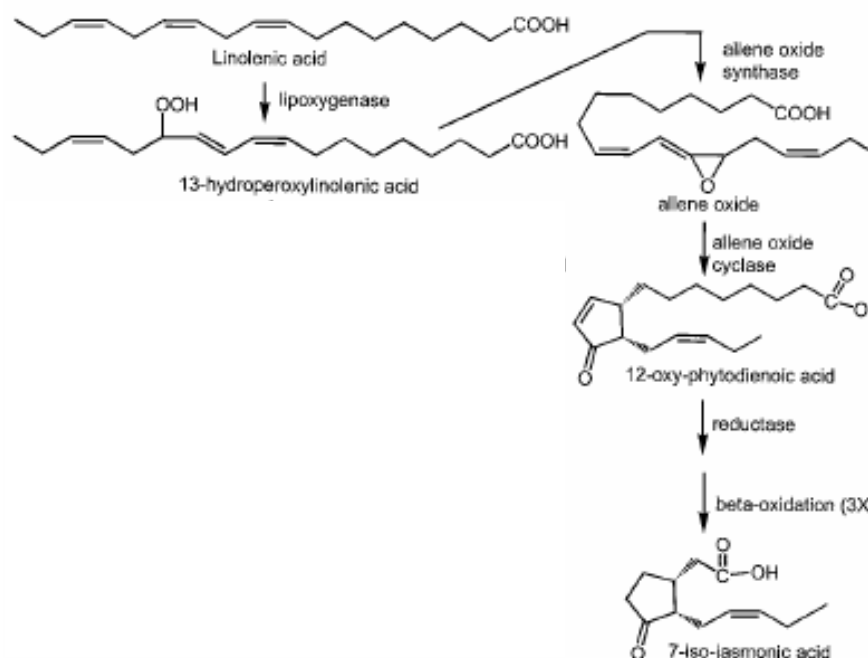


Figura 1. Rota bioquímica do ácido jasmônico. (Modificado de PARÉ e TUMLINSON, 1999).

2.2.3 Jasmonatos

O ácido jasmônico (JA) e seus derivados, como metil jasmonato (MJ), são de ocorrência natural em plantas, sendo sua produção dependente tanto de estímulos externos como de genes de expressão. O JA foi inicialmente isolado de culturas do fungo *Lasiodiplodia thobromae*. Contudo, o maior interesse comercial no MJ foi pelas indústrias de perfumaria devido à sua volatilidade e presença no óleo essencial aromático de *Jasminum grandiflorum* e *Rosmarinus officinalis* (CREELMAN e MULLET, 1995).

O JA tem sido encontrado em plantas superiores e, em geral, está presente naturalmente nos tecidos das plantas em concentrações menores que 10 μM . Porém, o nível de JA nas plantas pode variar em função do tecido, do período de desenvolvimento e do estímulo externo (MASON et al., 1992). Os maiores níveis de JA/MJ são encontrados nos tecidos reprodutivos, flores e frutos, sendo os menores níveis encontrados nas raízes e folhas maduras. Porém, em casos de injúrias, os jasmonatos podem se mover rapidamente nas plantas, tanto no estado líquido como no gasoso,

estimulando respostas defensivas na própria planta bem como em plantas vizinhas (FARMER e RYAN, 1990).

Os jasmonatos podem influenciar no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois tanto podem induzir senescência e queda de folhas bem como inibir a germinação, dependendo da concentração aplicada. Contudo, o nível de jasmonato que causa senescência ainda não foi definido (SEMBDNER e PARTHIER, 1993). Além dos jasmonatos atuarem no crescimento e desenvolvimento das plantas são caracterizados como regulador-chave na resposta de planta a insetos e patógenos (RYAN, 1992).

Como citado anteriormente, os jasmonatos estão envolvidos na indução da expressão da lipoxigenase, a qual está envolvida na biossíntese do JA. A indução da lipoxigenase, via aplicação de jasmonatos, pode fazer com que uma planta suscetível suporte mais os ataques de patógenos ou, então, aumente sua capacidade de sintetizar outros derivados de compostos lipídicos usados em sua defesa. Baixas concentrações de jasmonatos podem induzir a produção de inibidores de proteinases e estimular a biossíntese de flavonóides e de sesquiterpenóides, entre outras substâncias (CREELMAN e MULLET, 1995).

Os inibidores de proteases (PIs), que são os melhores redutores de digestibilidade de insetos-praga, possuem sua taxa drasticamente elevada via rota do ácido jasmônico após um ataque de insetos às plantas. Da mesma forma, as polifeniloxidases (PPOs), as quais catalisam a oxidação de metabólitos secundários em quinonas, são diretamente ativadas em diferentes tecidos por etileno, ácido jasmônico ou jasmonato e ácido salicílico (BALDWIN e PRESTON, 1999).

A emissão de voláteis produzidos após o ataque de herbívoros à planta é capaz de alterar o comportamento dos inimigos naturais, atraindo-os até o inseto-praga. Após o ataque, muitos voláteis são produzidos via lipoxigenase. Já outros compostos são produzidos depois de algumas horas de injúria, como muitos mono e sesquiterpenos. Contudo, a produção destes voláteis pode ser estimulada através de aplicações de substâncias que mimetizam o ataque de um inseto, como a volacitina (secreção oral de lagartas) (ALBORN et al., 1997) e jasmonatos (BOLAND et al., 1995).

Em tomate, *Lycopersicum esculentum*, aplicações de JA e MJ

diminuíram a suscetibilidade das folhas do tomate a dois lepidópteros (*Spodoptera exigua* e *Helicoverpa zea*) em laboratório (THALER et al., 1996). Em *Arabidopsis thaliana* também houve aumento de resistência ao ataque de larvas da mosca-do-cogumelo (*Bradysia impatiens*) após aplicação de JA. Porém, as rotas que contribuíram para ativação do aumento da resistência não são claras (FARMER et al., 1998).

Em plantas de fumo, observou-se que os jasmonatos foram responsáveis pelo aumento de nicotina, tornando a planta mais resistente ao ataque de insetos fitófagos (BALDWIN, 1998).

O JA e MJ têm mostrado efeito positivo no aumento da produção de antocianinas em culturas de células. O acúmulo de antocianinas em suspensões celulares de *Vitis vinifera* foi aumentado cerca de oito vezes quando as culturas foram estimuladas com JA e irradiadas com luz contínua (ZHANG et al., 2002). Também em culturas celulares de *Taxus chinensis* o acúmulo de um taxano, substância com características anticancerígena, foi aumentado após estimulação com MJ (DONG e ZHONG, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de instalação

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Biológico de Pragas Florestais (LCBPF), no Departamento de Produção Vegetal – Defesa Fitossanitária, da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP/ Botucatu, SP, sob temperatura de $25,5 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$, UR $55,2 \pm 5,3 \%$ e fotofase de 13 horas.

Foram utilizadas mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e do clone híbrido 3025, de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (“gracam”). Esses materiais foram escolhidos por serem altamente susceptíveis à praga. O clone foi utilizado para excluir a variabilidade genética, presente no material proveniente de semente (*E. camaldulensis*).

Após 120 dias da semeadura ou estaquia, as mudas foram transplantadas para tubetes “jumbo” (290cm^3), contendo solo esterilizado na proporção de uma parte de solo argiloso (latossolo vermelho escuro), uma parte de esterco de curral curtido e uma parte de areia grossa lavada. Para cada 10 litros da mistura foram acrescentados: 8,5 g

de supersimples, 9,5 g de termofosfato e 1,9 g de KCl. Somente após 45 dias do transplântio as mudas foram tratadas e oferecidas aos psilídeos.

3.2 Condução dos experimentos

Foram instalados ensaios para avaliar o efeito do metil jasmonato aplicado em mudas de eucalipto sobre a biologia de *Glycaspis brimblecombei* (teste de confinamento) e sobre o comportamento de preferência dos adultos (teste de livre chance de escolha).

3.2.1 Determinação das concentrações de metil jasmonato utilizadas

Para determinar as concentrações de MJ utilizadas, primeiramente foi determinado o peso fresco da parte aérea de seis mudas de eucalipto. Em seguida, as mudas foram imersas numa proveta contendo dois litros de água, 15 ml de metanol, 5 ml de Aterbane BR e 5 ml de Silwet, ambos espalhantes adesivos, utilizados para aumentar o poder umectante da calda, reduzindo a tensão superficial da água e favorecendo a deposição uniforme. Em seguida, as mudas foram pesadas novamente para determinação da retenção média da solução nas plantas. (Tabela 1).

Tabela 1. Retenção média da solução (2 L de água, 15 mL de metanol, 5 mL de AterbaneBR e 5 mL de Silwet) em mudas de *Eucalyptus* spp.

Muda	Peso Fresco (g)	Peso Fresco + Solução (g)	Retenção (g)
1	4,32	4,70	0,38
2	5,41	5,86	0,45
3	4,54	4,97	0,43
4	6,02	6,64	0,62
5	5,88	6,46	0,58
6	5,71	6,13	0,42
Média	5,31	5,79	0,48

A partir da retenção média da calda por planta foram calculadas as concentrações de 5 μM , 50 μM , e 500 μM de MJ utilizadas nos experimentos.

3.2.2 Efeito de diferentes concentrações do metil jasmonato aplicado em mudas de eucalipto em alguns aspectos da biologia de *Glycaspis brimblecombei*.

Foram usadas três concentrações de MJ: 5 μM ; 50 μM ; 500 μM e a testemunha, sem tratamento. O preparo da solução seguiu o descrito no item 3.2.1, sendo que após a diluição dos espalhantes foi adicionado o MJ (Figura 2).

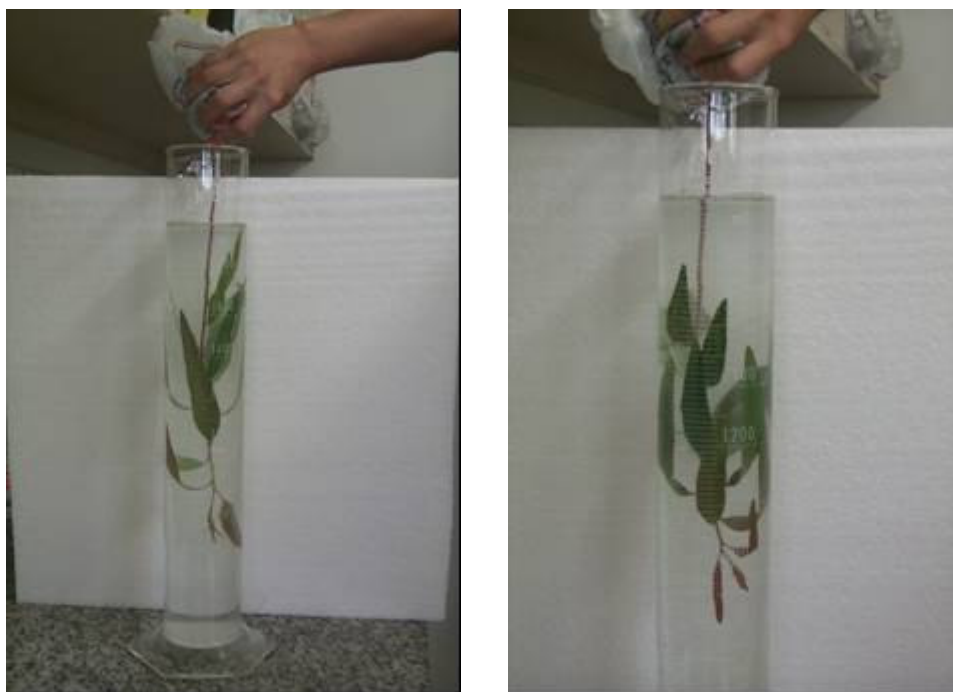


Figura 2. Aplicação de metil jasmonato em mudas de eucalipto utilizadas no experimento de laboratório.

Antes do tratamento as mudas de eucalipto foram devidamente vistoriadas para a completa eliminação de qualquer postura ou ninfa proveniente do viveiro, obtendo-se mudas limpas para evitar qualquer interferência externa no experimento.

Após realizar a limpeza das mudas, estas foram levadas ao laboratório para a aplicação do MJ, que consistiu em imergir toda a parte aérea da planta por 30 segundos

na calda. Em seguida as mudas foram colocadas em uma bandeja para que todo o excesso da calda escorresse e, posteriormente, foram acondicionadas na gaiola de criação.

A infestação das gaiolas foi feita uma hora depois do tratamento, conseguindo assim um tratamento homogêneo. Cada gaiola acomodou 10 mudas tratadas com a mesma concentração do produto, sendo apenas cinco identificadas para avaliação, e foram liberados 100 insetos adultos por gaiola num total de quatro gaiolas por tratamento (Figura 3).



Figura 3. Gaiolas de criação com mudas tratadas com metil jasmonato no laboratório sob a temperatura de $25,5 \pm 1,1$ °C, U.R. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase de 13 horas.

Após a liberação dos insetos nas gaiolas, diariamente, foi contabilizado o número de insetos mortos até o 9º dia, quando então o número de ovos presentes nas mudas foi contado utilizando-se um microscópio estereoscópico. Ao surgimento dos primeiros adultos, estes foram coletados diariamente para obtenção do número de insetos que conseguiram completar o ciclo.

3.2.3 Efeito de diferentes concentrações de metil jasmonato, aplicado em mudas de eucalipto, na preferência e na oviposição de *Glycaspis brimblecombei*

Foram conduzidos dois ensaios com dois materiais genéticos distintos, sendo um com *E. camaldulensis* proveniente de sementes e outro com o clone híbrido de *E. grandis* X *E. camaldulensis* (“gracam”), excluindo-se assim uma possível variabilidade genética contida no ensaio com as mudas produzidas de sementes.

Nesses ensaios utilizaram-se gaiolas nas quais foram colocadas quatro mudas de eucalipto, sendo cada muda tratada com uma das três concentrações de MJ (5 µM, 50 µM, 500 µM), mais uma planta testemunha (sem tratamento). O preparo da solução e o tratamento ocorreram conforme descrito no item 3.2. Após uma hora da aplicação do MJ foram liberados 40 insetos adultos por gaiola, equivalente a 10 adultos por muda. Os insetos foram obtidos da criação do Laboratório de Controle Biológico de Pragas Florestais. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 10 repetições (gaiolas).

A preferência alimentar de *G. brimblecombei* foi avaliada, diariamente por sete dias. A quantificação do número de adultos presentes, em cada muda de eucalipto, teve início 24 horas após a instalação do experimento. Após o sétimo dia, as mudas foram retiradas da gaiola e o número de ovos foi contabilizado para avaliar o comportamento de oviposição dos adultos sobre as mudas tratadas com diferentes concentrações de MJ.

3.2.4 Efeito residual de diferentes concentrações de metil jasmonato, aplicado em mudas do clone híbrido 3025 de eucalipto (“gracam”), na preferência e oviposição de *Glycaspis brimblecombei*

Nesse experimento o delineamento experimental seguiu o descrito no item 3.2.3, sendo que após a aplicação das diferentes concentrações de MJ nas mudas do clone híbrido de eucalipto 3025, os tratamentos foram isolados entre si e mantidos em diferentes salas, com igual condição de temperatura e umidade, por um período de quatro dias. Este procedimento foi adotado para que não houvesse interferência de um tratamento sobre outro,

uma vez que o MJ caracteriza-se por ser uma substância volátil e facilmente absorvida por plantas vizinhas. A liberação dos adultos, quatro dias após o tratamento, foi adotada neste experimento pois, de acordo com Thaler et al. (2001), os padrões de indução do ácido jasmônico e de seus derivados são similares aos causados por insetos herbívoros. A planta injuriada pode manter-se vulnerável por algumas horas ou dias, até que seu sistema de defesa esteja produzindo quantidade suficiente de fitoquímicos indesejáveis ao inseto (BALDWIN e PRESTON, 1999).

3.3 Análise estatística

Segundo Vieira e Hoffmann (1989), em experimentos para comparar tratamentos que diferem quantitativamente entre si, ou seja, comparar efeitos de diferentes concentrações de um mesmo produto aplica-se análise de regressão.

Em todos os experimentos, os dados submetidos à análise de regressão onde foi ajustado um modelo estatístico de regressão linear simples com as estimativas dos parâmetros obtidas pelo método dos mínimos quadrados ($P \leq 0,05$). Para melhor visualização dos resultados, todos os dados foram modificados para logaritmo decimal, sendo a testemunha expressa no eixo das abscissas como 0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito de diferentes concentrações do metil jasmonato aplicado em mudas de eucalipto em alguns aspectos da biologia de *Glycaspis brimblecombei*.

4.1.1 Mortalidade dos adultos liberados

A mortalidade média dos adultos liberados, após nove dias dos tratamentos MJ, variou de 33,8 %, no tratamento com 5 μ M, a 17,8 %, no tratamento com 50 μ M. Os tratamentos testemunha e 500 μ M apresentaram 23 % e 25,3 %, respectivamente (Figura 4). Porém, a mortalidade observada foi decorrente da própria longevidade que o adulto apresenta ao se alimentar de *E. camaldulensis*, pois, de acordo com Firmino (2004), a longevidade média deste inseto em plantas de *E. camaldulensis* foi de 8,4 dias. Segundo Thaler et al (2001), a aplicação direta de ácido jasmônico sobre afídeos, lepidópteros, tripses e crisomelídeos não afetou a sobrevivência e a fecundidade destes insetos.

Desta forma, a mortalidade observada não apresentou correlação com as concentrações de MJ aplicadas nas mudas, pois a análise de regressão linear simples

resultou no modelo: mortalidade dos adultos = $25,6502 - 0,0042 \times$ concentração de MJ.

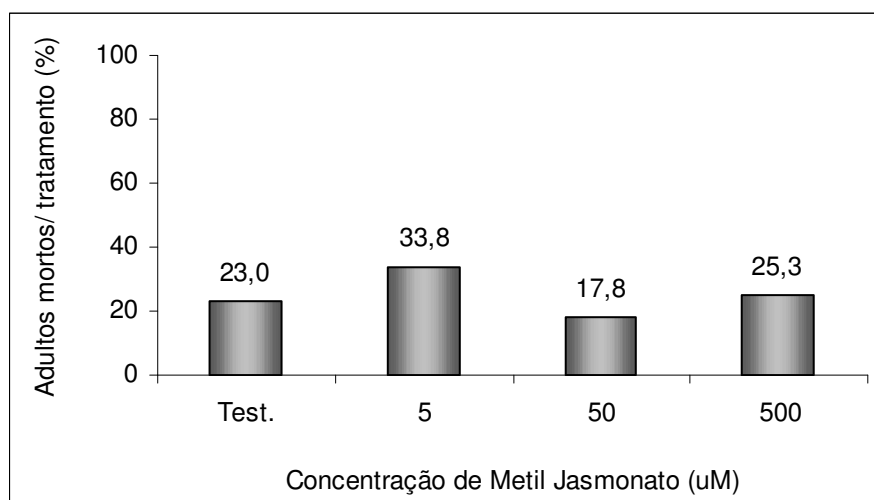


Figura 4. Mortalidade (%) de adultos de *Glycaspis brimblecombei* após nove dias do tratamento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

O coeficiente de determinação (R^2) indica que somente 1,04 % da variação total observada no experimento foi explicada pelo modelo. A significância da regressão testada pela análise de variância (anova) ($P= 0,707$) não foi significativa a 5%.

4.1.2 Número de ovos

O número de ovos colocados nas plantas de *E. camaldulensis* diminuiu conforme a concentração de MJ aumentou, sendo que o número médio de ovos quantificados no tratamento testemunha foi de 318,4 ovos e reduzindo para 77,8 ovos no tratamento com 500 µM. Nos tratamentos com 5 µM e 50 µM foram quantificados 2 e 2,5 vezes menos posturas, respectivamente, que no tratamento testemunha (Figura 5).

O número de ovos observados apresentou correlação com o as concentrações de MJ aplicadas em mudas de eucalipto, pois a análise de regressão linear simples do número de ovos, em função da concentração, resultou no modelo: número de ovos = $2,297 - 0,1896 \times$ concentração de MJ. O coeficiente de determinação (R^2) indica que 32,04

% da variação total observada no experimento é explicada pelo modelo. A significância da regressão testada pela anova ($P= 2,19 \times 10^{-7}$) foi significativa a 5 % (Figura 6).

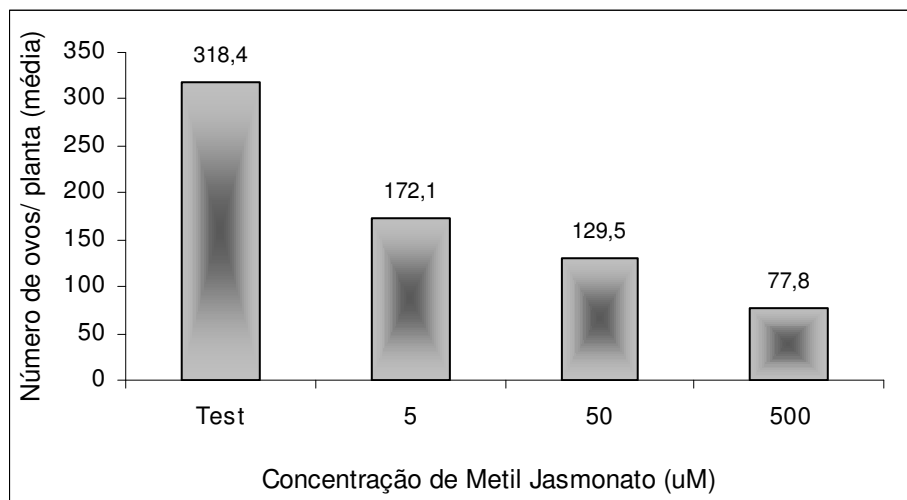


Figura 5. Número médio de ovos colocados por *Glycaspis brimblecombei* em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

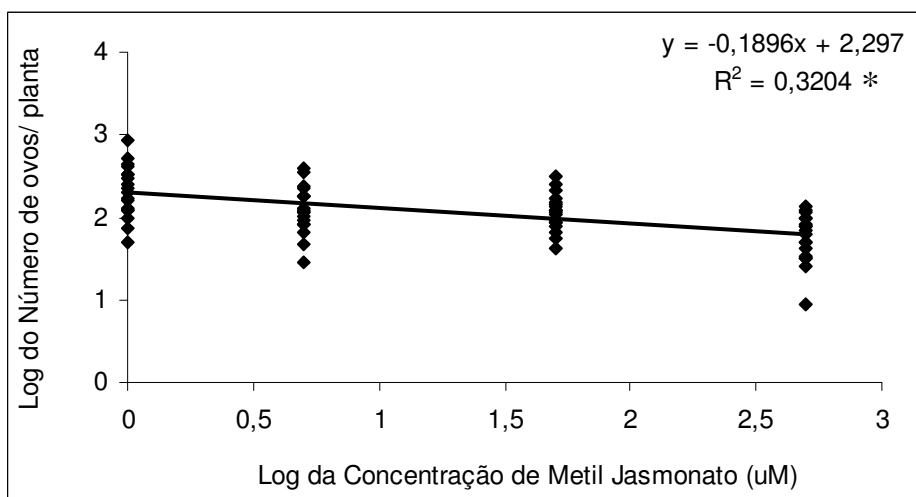


Figura 6. Modelo de regressão ajustado para o número de ovos de *Glycaspis brimblecombei* depositados em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.). * significativo a 5 % de probabilidade.

4.1.3 Número de adultos emergidos

Após a visualização dos primeiros adultos emergidos, estes foram retirados diariamente das gaiolas e quantificados. Em todos os tratamentos observou-se que a emergência dos adultos ocorreu entre o 25º dia e o 33º dia após o tratamento, sendo o pico de emergência no 29º dia, para todos os tratamentos (Figura 7).

A quantidade média de adultos emergidos no tratamento 500 µM foi de 327,3 adultos, a menor observada, sendo que os demais tratamentos apresentaram número semelhante de adultos emergidos. O número de adultos emergidos no tratamento testemunha foi o dobro do número de adultos emergidos no tratamento 500 µM. Porém, este fato pode ser explicado pela baixa quantidade de ovos observada nesse tratamento em relação à quantidade observada no tratamento testemunha (Figura 8).

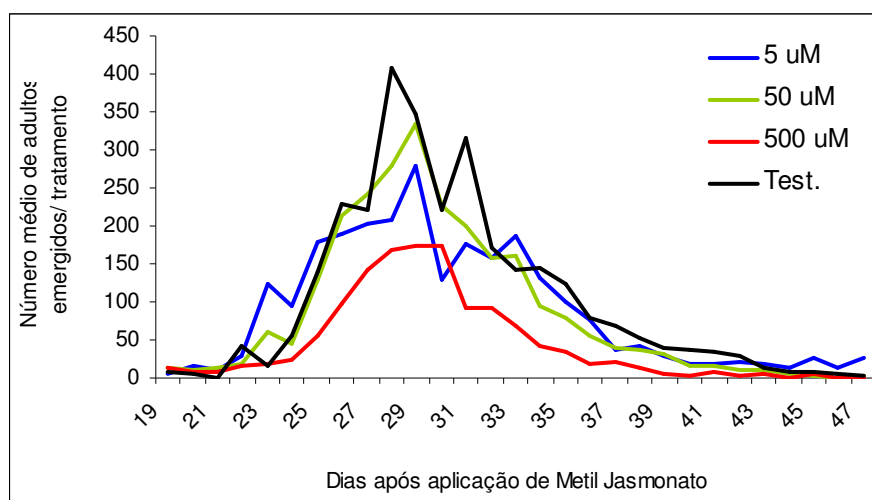


Figura 7. Número de adultos de *Glycaspis brimblecombei* emergidos, diariamente, em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* tratadas com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

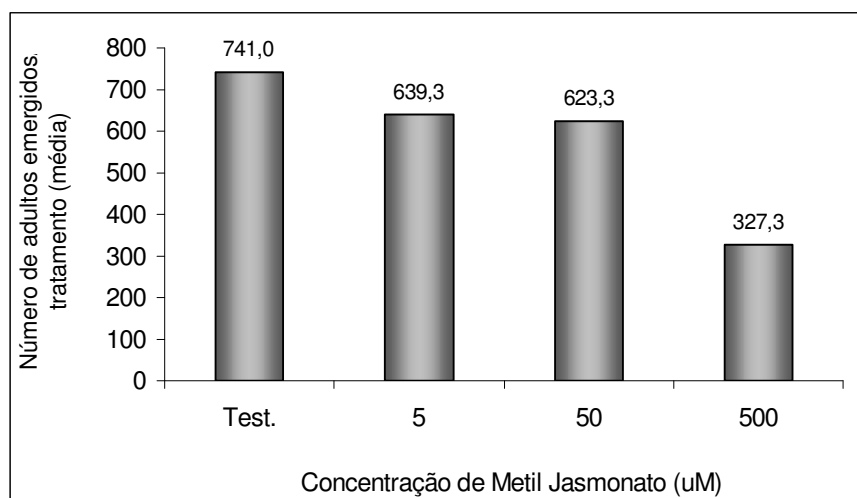


Figura 8. Número médio de adultos de *Glycaspis brimblecombei* emergidos por tratamento em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

O modelo de regressão aplicado a este parâmetro demonstrou que houve correlação entre o número de adultos recuperados com o as concentrações de MJ aplicadas nas mudas, pois a análise de regressão linear simples resultou no modelo: adultos recuperados = $2,8859 + 0,1344 \times$ concentração de MJ. O coeficiente de determinação (R^2) indica que 35,87 % da variação total observada, no experimento, foi explicada pelo modelo. A significância da regressão testada pela anova ($P= 0,014$) foi significativa a 5 % (Figura 9).

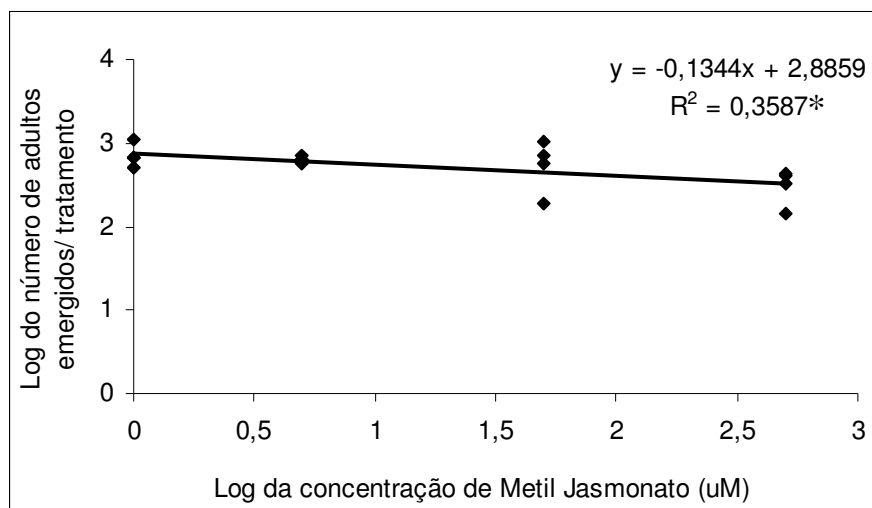


Figura 9. Modelo de regressão ajustado para o número de adultos de *Glycaspis brimblecombei* emergidos por tratamento em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* tratadas com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).*significativo a 5 % de probabilidade

4.2 Efeito de diferentes concentrações de metil jasmonato, aplicado em mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, na preferência e oviposição de *Glycaspis brimblecombei*

4.2.1 Quantificação do número de adultos nas mudas

O número médio de adultos observados no tratamento testemunha foi 144 % maior que o número de adultos presentes no tratamento 50 μ M. Em relação aos tratamentos 5 μ M e 500 μ M o tratamento testemunha apresentou 86 % e 95 % mais adultos, respectivamente (Figura 10).

O modelo de regressão utilizado demonstrou que houve correlação entre as concentrações de MJ utilizadas com a quantidade de adultos presentes nas mudas. A análise de regressão linear simples resultou no modelo: número de adultos = $0,4578 + 0,0762$ x concentração de MJ. O coeficiente de determinação (R^2) indicou 15,22 % de variação total observada no experimento, mostrando que a significância da regressão testada pela anova ($P=0,04$) foi significativa a 5 % (Figura 11).

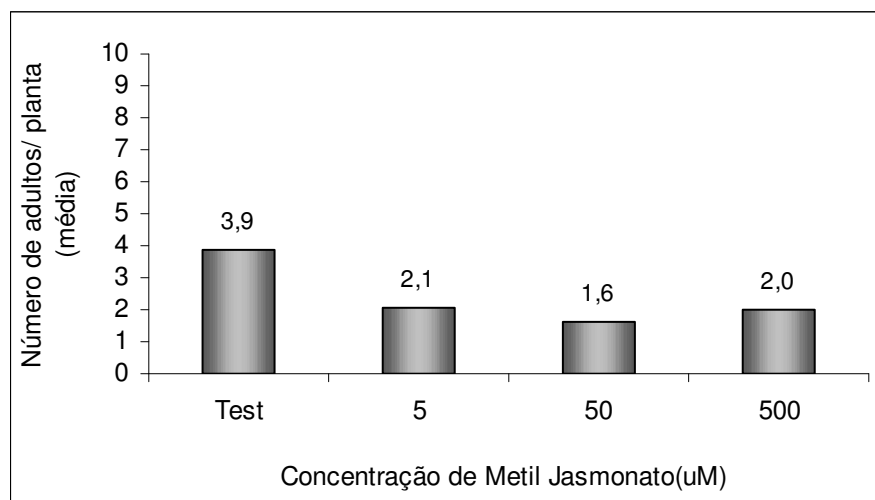


Figura 10. Número médio de adultos de *Glycaspis brimblecombei* presentes em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

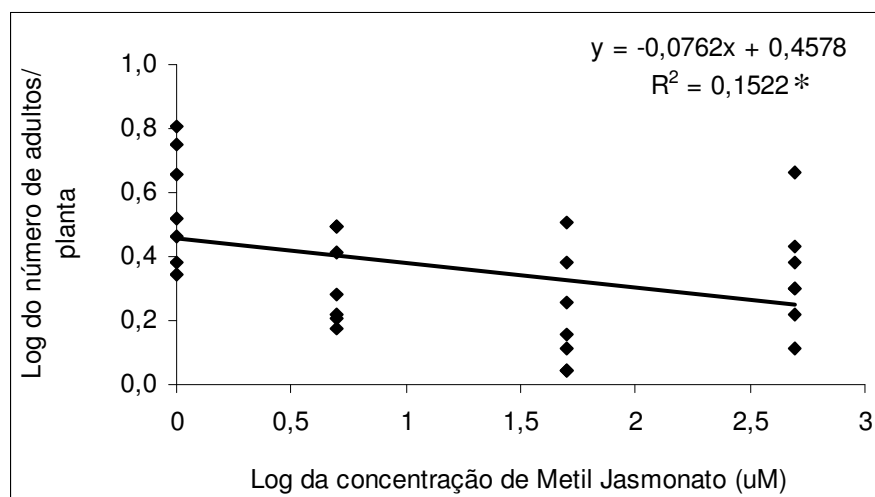


Figura 11. Modelo de regressão ajustado para o número de adultos de *Glycaspis brimblecombei* presentes em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

*significativo a 5% de probabilidade.

4.2.2 Número de ovos

O número médio de ovos quantificados entre a testemunha (436,6) e o tratamento 5 μM (343,9) foi próximo. Nos tratamentos utilizando 50 μM e 500 μM de MJ foram quantificados 90 ovos e 142,6 ovos, em média, respectivamente (Figura 12). Estes dados demonstraram que, provavelmente, a menor dosagem utilizada não teve efeito sobre as mudas de eucalipto, ou seja, não foi suficiente para induzir resistência na planta. Já os demais tratamentos foram capazes de iniciar uma indução de resistência, embora o modelo de regressão não tenha correlacionado as concentrações de MJ utilizadas com o número de ovos depositados nas mudas.

O número de ovos quantificados dentro de cada tratamento foi altamente variável, sendo que 8,52 % da variação total foi explicada pelo modelo anova ($P = 0,105$) demonstrando não haver diferença significativa a 5 %. Esta alta variabilidade pode estar relacionada à concentração dos adultos na parte superior da gaiola, próximo à fonte de luz, sendo as mudas mais altas e mais próximas aos psilídeos utilizadas como local de oviposição independente da concentração do MJ aplicado (Figura 13).

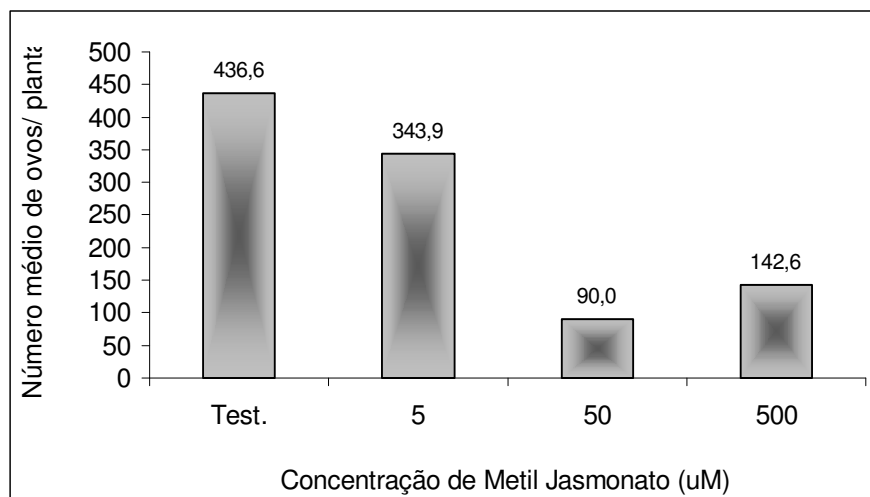


Figura 12. Número médio de ovos de *Glycaspis brimblecombei* presentes em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

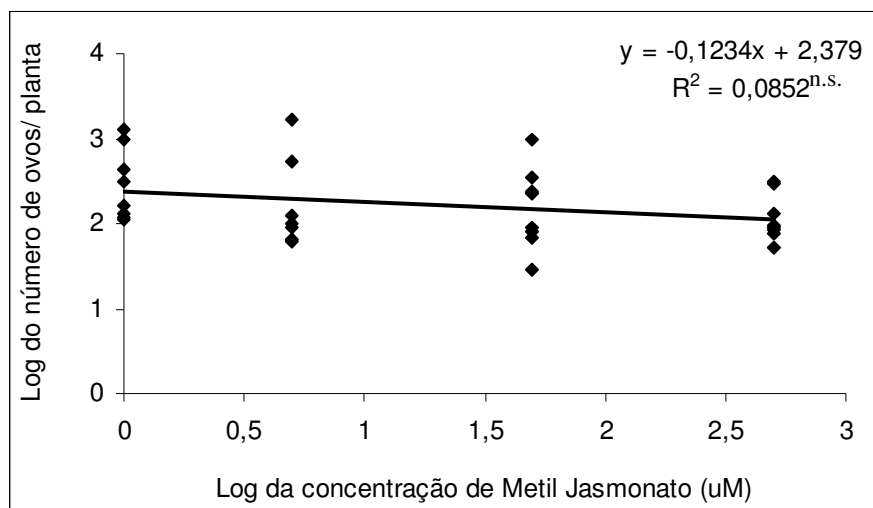


Figura 13. Modelo de regressão ajustado para o número de ovos de *Glycaspis brimblecombei* colocados em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.). ^{n.s.} não significativo a 5 % de probabilidade.

4.3 Efeito de diferentes concentrações de metil jasmonato, aplicado em mudas de clone híbrido de *E. grandis* X *E. camaldulensis* (“gracam 3025”), na preferência e oviposição de *Glycaspis brimblecombei*

4.3.1 Quantificação do número de adultos nas mudas

O número de adultos presentes nas mudas da testemunha (3,5) foi o dobro do número de adultos quantificados no tratamento 500 µM (1,8). O tratamento 50 µM não apresentou diferença expressiva quando comparado à testemunha, e o tratamento com a menor dosagem de MJ utilizada apresentou número intermediário de adultos (Figura 14).

Embora neste experimento, o clone “gracam 3025” tenha sido utilizado para eliminar o efeito da variação genética presente em mudas provenientes de semente, e assim obter dados mais precisos, observou-se que, pelo fato deste clone ser mais suscetível ao psilídeo do que *E. camaldulensis*, as concentrações de 5 µM e 50 µM de MJ utilizadas não foram suficientes para induzir resistência nas mudas ou o período de sete dias após o tratamento não foi suficiente para que as mudas atingissem patamar no qual a planta

apresentaria resistência, diminuindo o número de adultos presentes nas mudas. O tratamento 500 μM apresentou o menor número de adultos, sendo que o modelo de regressão proposto para este parâmetro apresentou correlação com as concentrações de MJ aplicadas nas mudas (Figura 15).

A análise de regressão linear simples do número de adultos presentes no clone “gracam 3025”, em função da concentração de MJ, resultou no modelo: número de adultos = $0,4981 + 0,0742 \times$ concentração de MJ, onde o coeficiente de determinação (R^2) indicou que 31,32 % da variação total observada no experimento foi explicada pelo modelo. A significância da regressão testada pela anova ($P= 0,004$) foi significativa a 5 % (Figura 15).

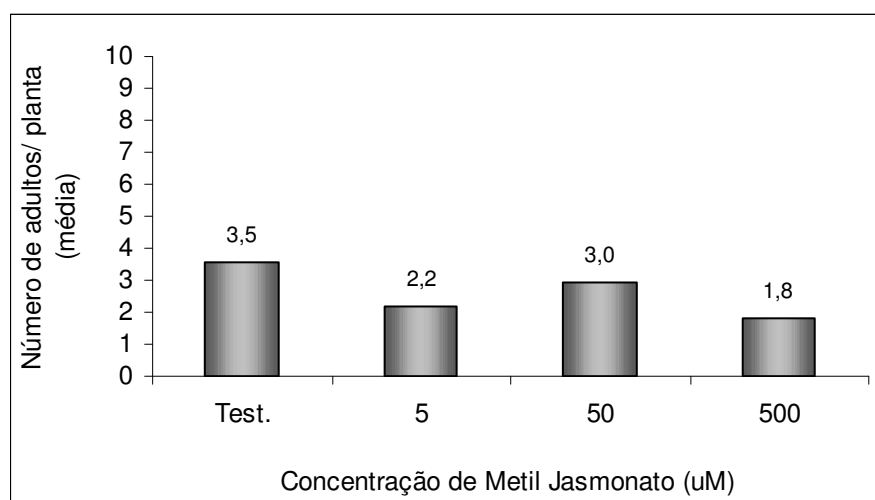


Figura 14. Número médio de adultos de *Glycaspis brimblecombei* presentes em mudas de clone híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (“gracam 3025”) tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

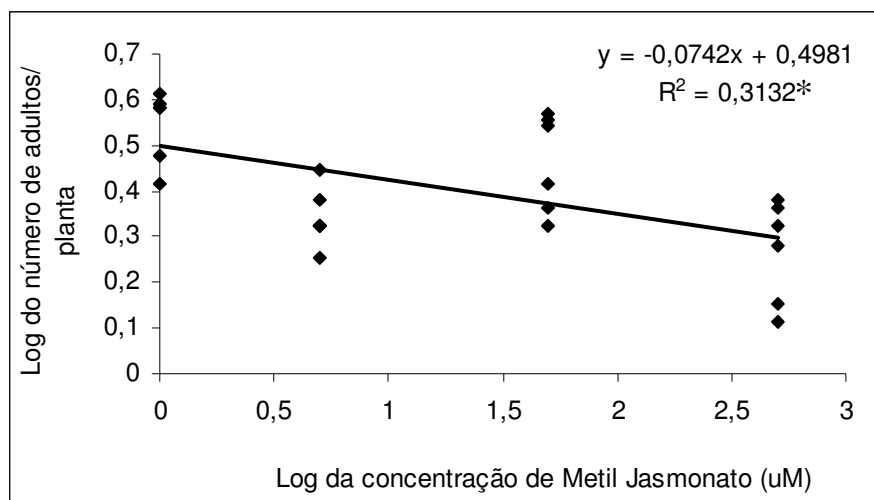


Figura 15. Modelo de regressão ajustado para o número de adultos de *Glycaspis brimblecombei* presentes em mudas de clone híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (“gracam 3025”) tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.). *significativo a 5 % de probabilidade.

4.3.2 Número de ovos

Assim como observado no item 4.3.1, o número de ovos presente na testemunha foi superior ao número de ovos observados nos demais tratamentos, seguindo uma tendência, isto é, onde foi observada maior quantidade de adultos, foi observada maior quantidade de ovos.

A testemunha apresentou, em média, 578,8 ovos, enquanto que no tratamento com 500 μ M de MJ foram observados 345,9 ovos, em média. Desta forma, a maior concentração de MJ utilizada apresentou, aproximadamente 40% menos ovos do que a testemunha. Os tratamentos com 5 μ M e 50 μ M apresentaram número de ovos intermediários (Figura 16).

O modelo de regressão utilizado apresenta correlação com as concentrações de MJ aplicadas nas mudas, onde a regressão linear simples do número de ovos colocados em função do tratamento resultou no modelo: $2,740 + 0,0732 \times$ concentração de MJ, onde o R^2 indicou que 16,09 % da variação total foi explicada pelo modelo. A significância da regressão testada pela anova ($P = 0,022$) foi significativa a 5 % (Figura 17).

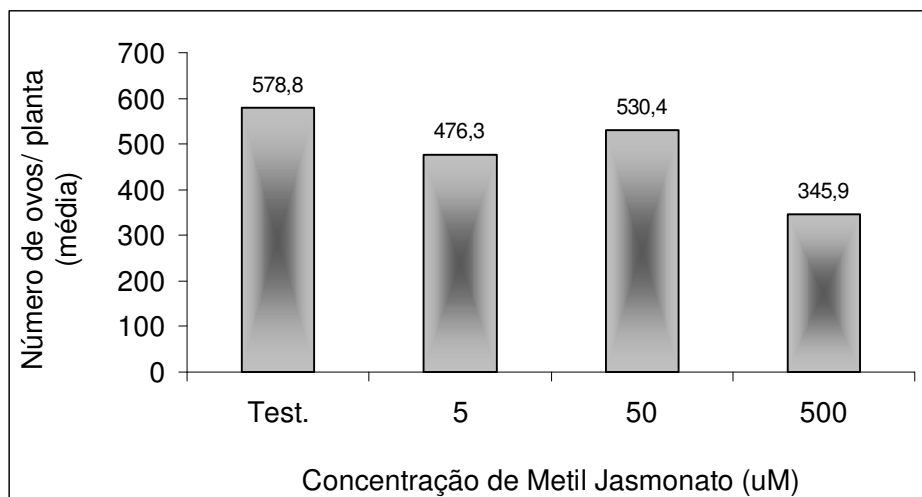


Figura 16. Número médio de ovos de *Glycaspis brimblecombei* colocados em mudas de clone híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (“gracam 3025”) tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

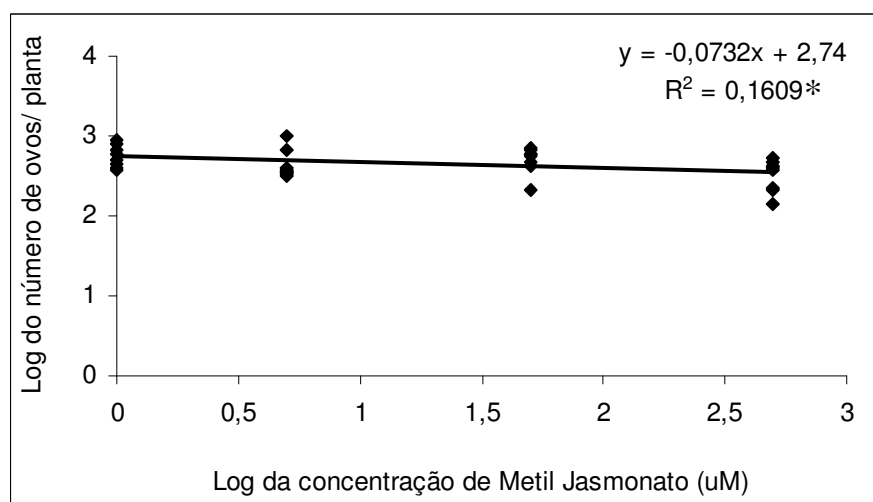


Figura 17. Modelo de regressão ajustado para o número de ovos de *Glycaspis brimblecombei* colocados em mudas de clone híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (“gracam”) tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.). * significativa a 5 % de probabilidade.

4.4 Efeito residual de diferentes concentrações de metil jasmonato, aplicado em mudas do clone híbrido 3025 de eucalipto (“gracam”), na preferência e oviposição de *Glycaspis brimblecombei*

4.4.1 Quantificação do número de adultos nas mudas

De acordo com os dados obtidos neste experimento, observou-se que o período de quatro dias de espera para posterior liberação dos adultos proporcionou efeito semelhante ao observado nos experimentos anteriores, pois o número médio de adultos presente na testemunha foi, aproximadamente, o dobro do número médio de adultos verificados no tratamento 500 μ M. No tratamento com a menor concentração de MJ o número médio de adultos foi de 2,3, semelhante ao observado nos demais experimentos de preferência. No tratamento com 50 μ M o número médio de adultos presentes neste experimento foi diferente do observado nos experimentos anteriores, pois o número de adultos presente nas mudas foi extremamente baixo (Figura 18).

O modelo da análise de regressão linear simples proposto para o número de adultos presentes nas plantas liberados após quatro dias da aplicação do MJ, resultou no modelo: número de adultos = 0,3982 + 0,0348 x concentração de MJ, onde o coeficiente de determinação (R^2) indicou que 2,06 % da variação total observada no experimento foi explicada pelo modelo, assim a significância da regressão testada pela anova ($P= 0,377$) não foi significativa a 5% (Figura 19).

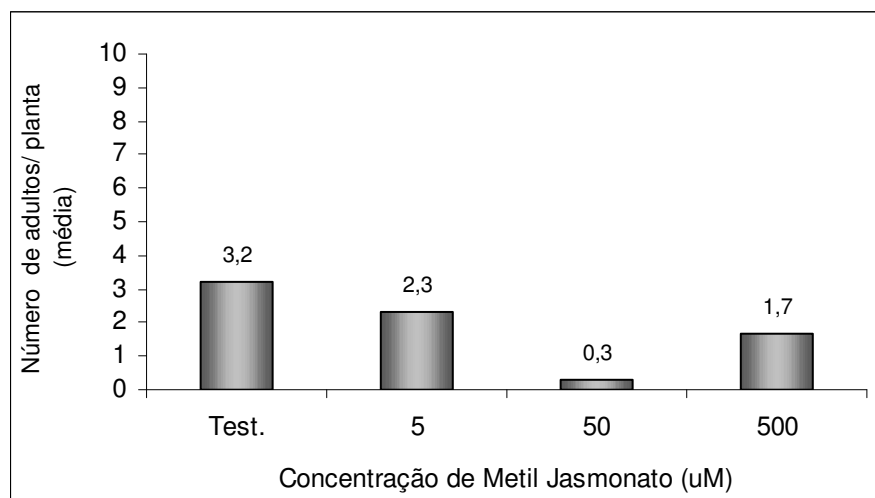


Figura 18. Número médio de adultos de *Glycaspis brimblecombei*, liberados quatro dias após o tratamento, presentes em mudas de clone híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (“gracam 3025”) tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

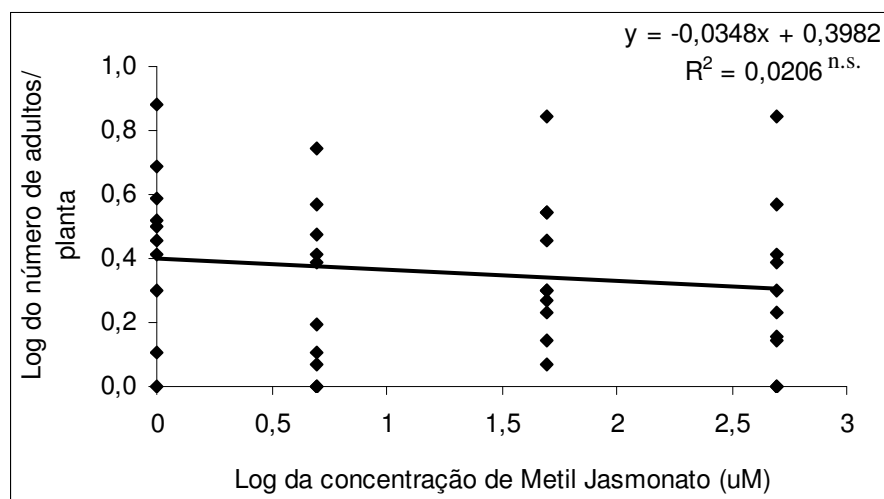


Figura 19. Modelo de regressão ajustado para o número de adultos de *Glycaspis brimblecombei*, liberados quatro dias após o tratamento, presentes em mudas de clone híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (“gracam 3025”) tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

n.s. significativo a 5% de probabilidade.

4.4.2 Número de ovos

De acordo com os dados obtidos neste parâmetro, observou-se que o período de quatro dias de espera para posterior liberação dos adultos proporcionou efeito diferente do observado nos experimentos anteriores, pois o número médio de ovos presente na testemunha (500,9) foi semelhante ao tratamento 500 μM (412,6), embora o número médio de adultos presente na testemunha tenha sido o dobro. O tratamento 5 μM apresentou 379,1 ovos, em média, próximo aos valores observados nos experimentos anteriores. Já o tratamento com 50 μM , onde praticamente não foram encontrados adultos sobre as mudas, constatou-se, em média, 254,2 ovos (Figura 20).

O modelo de regressão utilizado não apresentou correlação com o as concentrações de MJ aplicadas nas mudas, constatando-se que a regressão linear simples do número de ovos em função do tratamento resultou no modelo: número de ovos = $2,4888 + 0,0368 \times$ concentração de MJ, onde o coeficiente de determinação indicou que somente 0,09 % da variação total foi explicada pelo modelo. A significância da regressão testada pela anova ($P = 0,558$) não foi significativa a 5 % (Figura 21).

Através desses resultados, pode-se supor que o período de quatro dias para posterior liberação dos adultos pode ter favorecido o tratamento com 50 μM , ou seja, o pico de indução do tratamento com 500 μM de MJ pode ter ocorrido logo no primeiro ou segundo dia após o tratamento, por isso não apresentou grandes diferenças da testemunha. Já o pico para o tratamento com 50 μM pode ter ocorrido no terceiro e quarto dia, quando os insetos foram liberados e por isso o baixo número de adultos sobre as plantas e, conseqüentemente, o menor número de ovos. No tratamento com 5 μM , a indução pode ter sido ainda mais lenta e ter uma menor produção de compostos, ou então, nem ser suficiente para induzir a resistência, uma vez que os valores ficaram próximos ao da testemunha. Segundo Thaler et al (2001), três dias após a aplicação de 0,5 mM de ácido jasmônico sobre plantas de tomate a atividade dos inibidores de proteinases e da polifenil oxidase foi triplicada. Já Bolter (1993) observou que plantas de tomate expostas ao vapor de MJ (1 μl) aumentaram em média 80 % a atividade dos inibidores de proteinases 18 horas após a exposição e com 24 horas a atividade estava a 60 %.

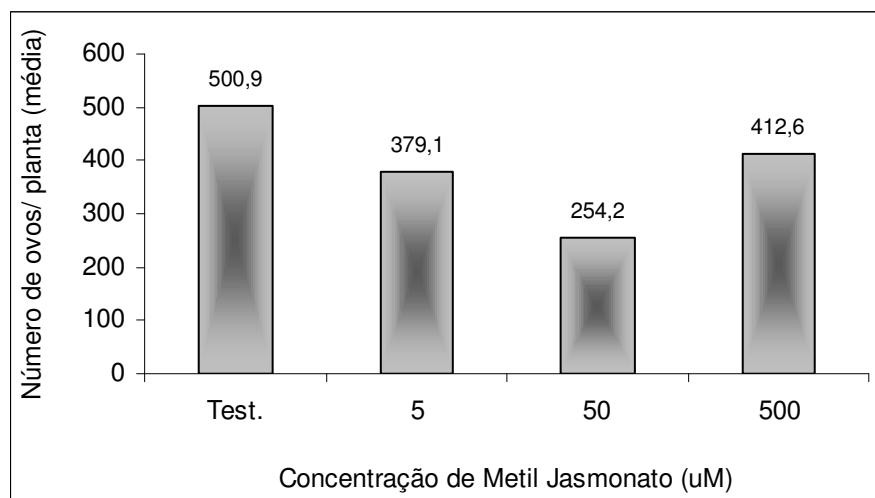


Figura 20. Número médio de ovos de *Glycaspis brimblecombei* colocados em mudas de clone híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (“gracam 3025”) tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato e mantidos isolados por quatro dias (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.).

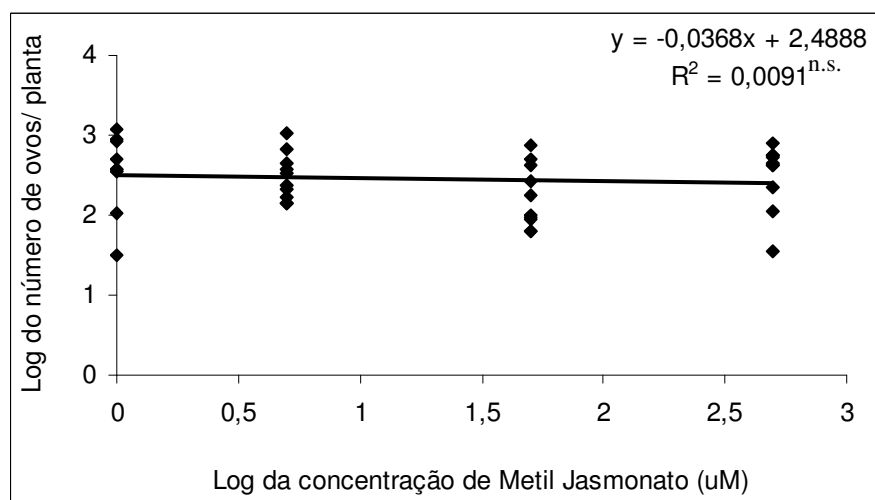


Figura 22. Modelo de regressão ajustado para o número de ovos de *Glycaspis brimblecombei* colocados em mudas de clone híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (“gracam 3025”) tratados com diferentes concentrações de metil jasmonato e mantidos isolados por quatro dias (Temperatura $25,5 \pm 1,1$ °C, UR. $55,2 \pm 5,3$ % e fotofase: 13 h.). ^{n.s.} não significativo a 5% de probabilidade.

Ou ainda, uma vez que não houve diferença entre as concentrações de MJ utilizadas e a testemunha, o efeito do MJ é rápido e de curta duração, pois quatro dias após a aplicação não se verificou efeito na oviposição. Esse resultado indica a necessidade de mais testes para avaliar o efeito dia após dia da aplicação para determinar a curva de indução de resistência. Segundo McConn et al (1997), plantas de *Arabidopsis thaliana* apresentaram naturalmente 35 ng de jasmonatos por grama de folha fresca e, uma hora após tratamento com 0,8 ml de solução aquosa de MJ, as folhas aumentaram em 20 vezes esta concentração. Porém, a concentração de jasmonatos declinou gradualmente, sendo que 6 horas após o tratamento os níveis estavam normais.

O MJ é relatado na literatura como um indutor de resistência por estimular a produção de compostos, como terpenóides, peroxidases, polifenil oxidases, inibidores de proteinases, entre outros, que podem atuar contra muitos herbívoros em culturas agrícolas como tomate (THALER, 1999), algodão, batata (RIVARD et al., 2004), aipo (BLACK et al., 2003) e Pinos (HEIJARI et al., 2005). Contudo, nenhum trabalho foi encontrado relatando os efeitos do ácido jasmônico e de seus derivados sobre eucalipto.

Na maioria dos trabalhos as concentrações utilizadas são determinadas empiricamente, pois as quantidades requeridas por uma planta para que ela seja estimulada depende das características edafoclimáticas e da idade da planta, sendo que é necessário aplicar concentrações em microgramas por planta para que ocorram mudanças no nível dos jasmonatos endógenos em nanogramas (BALDWIN, 1998). Em trabalho realizado por Creelman e Mullet (1995), foi observado que concentrações acima de 500 μM de MJ aplicadas em plantas de soja reduziram a respiração em 22 % e conseqüentemente, afetaram o desenvolvimento da planta. Assim, como trabalho inicial de avaliação dos efeitos de MJ sobre mudas de eucalipto adotou-se, neste trabalho, como concentração máxima 500 μM de MJ e duas concentrações menores (5 e 50 μM).

Nos dados obtidos nos experimentos para avaliação da preferência do psilídeo, por mudas de eucalipto tratadas com diferentes concentrações de MJ, observou-se que no tratamento com 5 μM de MJ o número de adultos presentes nas plantas foi próximo ao número observado no tratamento testemunha. Segundo Bolter (1993) concentrações baixas de MJ estimulam mais lentamente a produção de alguns inibidores, como os inibidores de

proteinasas em plantas de tomate, ou então, a baixa concentração utilizada estimula menor quantidade de compostos de resistência não sendo suficiente para repelir o psilídeo.

A maior concentração de MJ (500 μM) apresentou cerca de 1,8 adultos em todos os experimentos de preferência, sendo sempre duas vezes menor do que o número de adultos observados no tratamento testemunha. Desta forma, observou-se que esta concentração promove efeito repelente sobre os adultos do psilídeo-de-concha. Na concentração utilizando 50 μM observou-se que o número de adultos presentes nas mudas não seguiu um padrão, provavelmente pelo fato desta concentração ser mais dependente do material no qual é aplicado ou do tempo que esta concentração necessita para começar a estimular a planta a produzir alguns compostos de resistência.

Com relação ao número de ovos ficou demonstrado que no experimento para avaliação de alguns aspectos da biologia do psilídeo, onde os tratamentos ficaram separados entre si, a quantidade de ovos colocados foi dependente da concentração testada. Já para os experimentos para avaliar a preferência do psilídeo por mudas tratadas com diferentes concentrações de MJ, onde plantas de todos os tratamentos foram colocadas agrupadas dentro de uma mesma gaiola, foi observado que os tratamentos com 50 μM e 500 μM de MJ não seguiram um padrão, sendo apenas os tratamentos testemunha e 5 μM de MJ semelhantes.

Desta forma, mais estudos devem ser realizados com outras concentrações, entre 50 μM e 500 μM e acima de 500 μM , a fim de se avaliar o comportamento do psilídeo em relação à plantas tratadas com MJ. Entretanto, esses resultados preliminares indicam que o MJ é de fato, uma substância indutora de resistência em plantas de eucalipto ao psilídeo-de-concha, podendo reduzir infestações no campo e auxiliar o controle biológico.

5 CONCLUSÕES

- Nenhuma das concentrações de metil jasmonato (MJ) apresenta aparente efeito inseticida sobre o psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*.

- A oviposição de *G. brimblecombei* em mudas de *E. camaldulensis* e em clone híbrido (“gracam 3025”) tratadas com MJ é dependente da concentração, quando os tratamentos são mantidos isolados entre si.

- O emprego de MJ na concentração 500 μ M em mudas de eucaliptos diminui o número de adultos emergidos.

- O MJ não apresenta efeito na preferência e na capacidade de oviposição de *G. brimblecombei*, após quatro dias da aplicação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBORN, H.T.; TURLINGS, T.C.; STENHAGEN, G.; LOUGHRIN, J.H. TUMLINSON, J.H. An elicitor of plant volatiles from beet armyworm oral secretion. **Science**, n. 276, p. 945-949, 1997.

BALDWIN, I.T. Jasmonate-induced responses are costly but benefit plants under attack in native populations. **Proceedings National Academic Science USA**, v.95, p. 8113-8118, 1998.

BALDWIN, I.T.; PRESTON, C.A. The eco-physiological complexity of plant responses to insect herbivores. **Planta**, v. 208, p. 137-145, 1999.

BERTI FILHO, E.; COSTA, V.A.; ZUPARKO, R.L.; LASALLE, J. Ocorrência de *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) no Brasil. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.78, n. 3, p. 304, 2003.

BHAGWATH, S.G.; HJORTSO, M.A. Statistical analysis of elicitation strategies for thiarubrine. A production in hairy root cultures of *Ambrosia artemisiifolia*. **Journal of Biotechnology**, v.80, p.159-167, 2000.

BLACK, C.A.; KARBAN, R.; GODFREY, L.D.; GRANETT, J.; CHANEY, W.E. Jasmonic acid: A vaccine against leafminers (Diptera: Agromyzidae) in Celery. **Environmental Entomology**, v. 32, n. 5, 1196-1202, 2003.

BOLAND, W.; HOPKER, J. DONATH, J.; NÜSKE, J.; BUBLITZ, F. Jasmonic acid and coronatin induce odor production in plants. **Angew Chemical** (Int. Edn. English), v. 34, p. 1600-1602, 1995.

BOLTER, C.J. Methyl jasmonate induces papain inhibitor(s) in tomato leaves. **Plant Physiology**, v. 103, p. 1347-1353, 1993.

BRENNAN, E.B.; GILL, R.L.; HRUSA, G.F.; WEINBAUM, S.A. First record of *Glycaspis brimblecombei* (Moore) (Homoptera: Psyllidae) in North America: initial observations of potentially serious pest of eucalyptus in California. **Pan-Pacific Entomologist**, v. 75, n. 1, p. 55-57, 1998.

BRENNAN, E.B.; LEVISON JR., W.; HRUSA, G.F.; WEINBAUM, S.A. Resistance of *Eucalyptus* species to red gum lerp psyllid (*Glycaspis brimblecombei*) (Homoptera: Psyllidae) in San Francisco Bay area. **Pan-Pacific entomologist**, v.77, n.3, p.249-253, 2001.

CARNE, P.B.; TAYLOR, K.L. Insects pests. In; HILLIS, W.E.; BROWN, A.G., ed. **Eucalyptus for wood production**. 2.ed. Melbourne: CSIRO, Academic Press, 1984. p.155-168.

CIBRIÁN, T.D.; ARRIOLA, P.V.J.; ARCOS, R.J. Cría de *Glycaspis brimblecombei* en *Eucalyptus camaldulensis* y su parasitóide *Psyllaehagus bliteus*. **Manual técnico operativo tema II**, 44p., 2001.

CREELMAN, R.A.; MULLET, J.E. Jasmonic acid distribution and action in plants: Regulation during development and response to biotic and abiotic stress. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, v. 92, p. 4114-4119, 1995.

CREELMAM, R.A.; MULLET, J.E. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. **Annu. Rev. Physiol. Plant Mol. Biol.**, v. 48, p. 355-381, 1997.

DAHLSTEN, D.L.; DREISTADT, S. H.; GARRISON, R. W.; GILL, R.J. pest notes: Eucalyptus redgum lerp psyllid. **University of California Agricultural Natural Resources Publications**, n.7460, p.1-4, 2003. (<http://www.ipm.ucdavis.edu> – 11/12/2003)

DREISTADT, S.H.; DAHLSTEN, D.L. Pest notes: Psyllids. **University of California Agricultural Natural Resources Publications**, n.7423, p.1-6, 2001. (<http://www.ipm.ucdavis.edu> – 11/12/2003)

DREISTADT, S.H.; GILL, R.J. Pest notes: Eucalyptus redgum lerp psyllid. **University of California Agricultural Natural Resources Publications**, p.1-8, 1999. (<http://www.ipm.ucdavis.edu> – 11/12/2003)

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (DOF). 2002. Norma oficial mexicana de emergencia NOM-EM-002-RECNAT-2002, que establece los lineamientos técnicos para el combate y control del psílido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* 31 de Julio 2002. (http://www.gobernacion.gob.mx/dof/2002/febrero_11-02-2002.pdf - 29/01/2004).

DONG, Hao-Di; ZHONG, Jiang-Jiang. Significant improvement of taxane production in suspensión cultures of *Taxus chinensis* by combining elicitation with sucrose feed. **Biochemical Engenier Journal**, v.8, p. 145-150, 2001.

FARMER, E.E.; RYAN, C.A. Interplant communication: Airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, v. 87, p. 7713-7716, 1990.

FARMER, E.E.; WEBER, H.; VOLLENWIEDER, S. Fatty signaling in *Arabidopsis*. **Planta**, v. 206, p. 167-174, 1998.

FERREIRA FILHO, P.J.; COUTO, E.B.; WILCKEN, C.F.; MATOS, C.A.O.; DAL POGETTO, M.H.F.A. Eficiência de inseticidas sistêmicos no controle do psilídeo-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. **Estudo de populações do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em florestas de *Eucalyptus camaldulensis* por dois métodos de amostragem.** Botucatu, 2005, 93f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2005.

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

FRANCESCHI, V.R.; KREKLING, T.; CHRISTIANSEN, E. Application of methyl jasmonate on *Picea abies* (Pinaceae) stems induces defense-related responses in phloem and xylem. **American Journal of Botany**, v. 89, n. 4, p. 578-586, 2002.

GARRISON, R.W. New agricultural pest for Southern California; redgum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*. **Los Angeles County Agricultural Commissioner's Office**, 1998. 2p. (<http://acwm.co.la.ca.us/scripts/Spotted.htm> - 19/12/2003)

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MACHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Manual de entomologia agrícola.** Piracicaba: Fealq, 2002. 920p. : il. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luis de Queiroz, 10)

GILL, R.J. New state records: Redgum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*. **California Pest and Disease**, p.7-8, 1998.

HAMBERG, M.; GARDENER, H.W. Oxylin pathway to jasmonates: biochemistry and biological significance. **Biochim. Biophys. Acta**, v. 1165, p.1-18, 1992.

HANOVER, J.W. Physiology of tree resistance to insects. **Annual Review of Entomology**, v.20, p. 75-95, 1975.

HEIJARI, J.; NERG, A.M.; KAINULAINEN, P.; VIIRI, H., VUORINEN, M.; HOLOPAINEN, J.K. Application of methyl jasmonate reduces growth but increases chemical defence and resistance against *Hylobius abietis* in Scots pine seedlings. **Entomologia et Experimentalis et Applicata**, v. 115, p. 117-124, 2005.

LOURENÇO, M.V. Biotecnologia de plantas medicinais: Produção de biomoléculas. **Biológico**, São Paulo, v. 65, n. ½, p. 63-65, 2003.

MARSCHALEK, R. **Resistência genética a insetos em espécies florestais: Revisão sobre o gênero Eucalyptus**. Blumenau, Ed. FURB, 2000. 192p.

MARTIN, D.; THOLL, D.; GERSHENZON, J.; BOHLMANN, J. Methyl jasmonate induces traumatic resin ducts, terpenoid resin biosynthesis and terpenoid accumulation in developing xylem of Norway spruce stems. **Plant Physiology**, v. 129, p. 1003-1018, 2002.

MARTIN, D.; THOLL, D.; GERSHENZON, J.; BOHLMANN, J. Induction of volatile terpene biosynthesis and diurnal emission by methyl jasmonate in foliage of Norway Spruce. **Plant Physiology**, v. 132, p. 1586-1599, 2003.

MASON, H.S.; DeWALD, D.B.; CREELMAN, R.A.; MULLET, J.E. Coregulation of soybean vegetative storage protein gene expression by methyl jasmonate and soluble sugars. **Plant Physiology**, v. 98, p. 859-867, 1992.

McCONN, M.; CREELMAN, R.A.; BELL, E.; MULLET, J.E.; BROWSE, J. Jasmonate is essential for insect defense in *Arabidopsis*. **Plant Biology**, v. 94, p. 5473-5477, 1997.

MILLER, B.; MADILAO, L.L.; RALPH, S.; BOHLMANN, J. Insect-induced conifer defense. White Pine Weevil and methyl jasmonate induce traumatic resinosis de Novo formed volatile emissions, and accumulation of terpenoid synthase and putative octadecanoid pathway transcripts in Sitka Spruce. **Plant Physiology**, v. 137, p. 369-382, 2005.

PANDA, N.; KHUSH, G.S.; G.S. Host plant resistance to insects. **Wallingford: CAB International**, 1995. 431p.

PAINE, T.D.; DAHLSTEN, D.L.; MILLAR, J.G.; HODDLE, M.S.; HANKS, L.M. UC scientists apply IPM techniques to new eucalyptus pests. **California Agriculture**, v.54, n.6, p.8-13, 2000

PAINE, T.D.; DREISTADT, S.H.; GARRISON, R.W.; GILL, R.J. Pest Notes - Eucalyptus Redgum Lerp Psyllid. - **University of California Agriculture and Natural Resources**, n. 7460, 2006.

PARÉ, P.W.; TUMLINSON, J.H. Plant volatiles as a defense against insect herbivores. **Plant Physiology**, v. 121, p. 325-331, 1999.

PEDIGO, L.P. Plant Resistance to Insects. In: PEDIGO, L.P. **Entomology and Pest Management**. 2nd. Ed. Upper Saddle River: Prentice-hall Inc., 1996. cap. 12, p. 421-453.

PHILLIPS, C. Forest insects: lerp insects. **South Australia Forestry**, n.6, p.1-4, 1992. (<http://www.forestry.sa.gov.au> – 19/12/2003)

PRYOR & JONHSON, 1971. In: HILLS, W.E.; BROWN, A.G. **Eucalyptus for wood production**. Academic Press. Apendice. 434p. s.d.

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. **Habana**, 2002. 5p. (<http://www.metinf.cu/Memorias/paginas?Articulos/Extranjeros - 18/12/2003>)

RAMIREZ, A. L. G. **Fluctuacion poblacional del psilido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* y el efecto del control biológico con la vispa parasitóide *Psyllaephagus bliteus***. Cuautitlan Izcalli, 2003. 45p. Tesis de Maestria. Ingeniera Agrícola-Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, Edo. de México, 2003.

RIVARD, D.; CLOUTIER, C.; MICHAULD, D. Colorado potato beetles show differential digestive compensatory responses to host plants expressing distinct sets of defense proteins. **Archives of Insects Biochemistry and Physiology**, v. 55, p. 114-123, 2004.

RYAN, C.A. The search for the proteinase inhibitor-inducing factor – PIIF. **Plant Mol. Biol.**, v. 19, p. 123-133, 1992.

SÁ, L.A.N.; WILCKEN, C.F. **Nova praga exótica no ecossistema florestal**. Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico. Embrapa Meio Ambiente, n. 18, 3p, 2004.

SÁNCHEZ, B.S.; CIBRIÁN, T.D.; LLANDERAL, C.C. Aspectos bionómicos del psílido del eucalipto, *Glycaspis brimblecombei* MOORE. (HOMÓPTERA: PSYLLOIDEA: SPONDYLIASPIDIDAE). **Manual de estudios sobre biología e impacto del la conchuela del eucalipto y su parasitóide**, p.57, 2002.

SEMBDNER, G.; PARTHIER, B. The biochemistry and physiological and molecular actions of jasmonates. **Annu Rev. Plant Physiol. Plant Molecular Biology**, v. 44, p. 569-589, 1993.

STONE, C.; CHISHOLM, L.; McDONALD, S. Effects of leaf age and psyllid damage on the spectral reflectance properties of *Eucalyptus saligna* foliage. **Australian Journal of Botany**, v. 53, p. 45-54, 2005.

THALER, J.S.; STOUT, M.J.; KARBAN, R.; DUFFEY, S.S. Exogenous jasmonates simulate insect wounding in tomato plants, *Lycopersicon esculentum*, in the laboratory and field. **Journal of Chemical Ecology**, n.22, p. 1767-1781, 1996.

THALER, J.S.; FIDANTSEF, A.L.; DUFFEY, S.S.; BOSTOCK, R.M. Trade-off in plant defense against pathogens and herbivores: A field demonstration of chemical elicitors of induce resistance. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, n.7, p. 1597-1609, 1999.

THALER, J.S.; STOUT, M.J.; KARBAN, R.; DUFFEY, S.S. Jasmonate-mediated induced plant resistance affects a community of herbivores. **Ecological Entomology**, v. 26, p. 312-324, 2001.

TRAPP, S.; CROTEAU, R. Defensive resin biosynthesis in conifers. **Annual Ver. Plant Physiology - Plant Molecular Biology**, v.52, p. 689-724, 2001.

VENDRAMIN, D.J. **A resistência de plantas ao manejo de pragas**. In: CROCOMO, W.B. Manejo Integrado de Pragas. Botucatu, SP: Editora Universidade Estadual Paulista; São Paulo: CETESB, 1990. p. 177-197.

VERPOORTER, R; MEMELINK, J. Engineering secondary metabolite in plants. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 13, p. 181-187, 2002.

VIEIRA, S.; HOFFMANN, R. **Estatística Experimental**. São Paulo, SP - Editora Atlas, 179p., 1989.

WILCKEN, C.F.; COUTO, E.B.; ORLATO, C.; FERREIRA FILHO, P. J.; FIRMINO, D. C. Ocorrência do psílideo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) em florestas de eucalipto no Brasil. **Circular Técnica Ipef**, n. 201, p.1-11, 2003. (<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica-23/01/2004>)

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**, v.28, n.3, p.144-147, 2002.

ZHANG, W.; CURTIN, C.; KIKUCHI, M.; FRANCO, C. Integration of jasmonic acid and light irradiation for enhancement of anthocyanin biosynthesis in *Vitis vinifera* suspension cultures. **Plant Science**, v.162, p. 459-468, 2002.