

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS NA EUCALIPTOCULTURA: INSETICIDAS E PARASITOIDES SÃO COMPATÍVEIS?

Elizangela Souza Pereira¹, Zaira Vieira Caldeira²,
Marcus Alvarenga Soares³

RESUMO:

Com o aumento de área plantada existe uma maior demanda por agrotóxicos no setor florestal. Entretanto, o uso incorreto e indiscriminado destas substâncias tem levado à seleção de insetos resistentes, impactos indesejáveis ao ambiente, além de reduzir as populações de inimigos naturais. Nos últimos anos tem crescido o interesse por princípios ativos que apresentem menor risco, ou seja, inseticidas seletivos. Com o intuito de reduzir a utilização do controle químico e minimizar os impactos negativos, sua associação com o controle biológico utilizando inimigos naturais, como os parasitoides, tem sido uma alternativa promissora. O objetivo desta revisão foi sistematizar as evidências científicas sobre a compatibilidade destes dois métodos de controle e analisar os impactos da aplicação de inseticidas em insetos não alvos, como os parasitoides de pragas presentes na eucaliptocultura. Dentre as classes de inseticidas utilizadas, os organofosforados, carbamatos e piretroides estão entre os mais nocivos às diversas espécies de parasitoides, principalmente *Trichogrammasp.* Os reguladores de crescimento, biológicos e os neonicotinoides são considerados mais seletivos quando comparados às demais classes

PALAVRAS-CHAVE: Inimigos naturais, controle biológico e pragas

INTEGRATED PEST MANAGEMENT IN EUCALYPTUS: ARE INSECTICIDES AND PARASITOIDS COMPATIBLE?

ABSTRACT:

The increase of the planted area has generated a greater demand for pesticides in the forestry sector. However, the indiscriminate misuse of these substances has led to a selection of resistant insects, undesirable impacts to the environment, and to the reduction of populations of natural enemies. In recent years, there has been an increase in interest in active ingredients that present lower risk, i.e. selective insecticides. In order to reduce the use of chemical control and minimize negative impacts, its use in association with biological control through natural enemies, such as parasitoids, has been a promising alternative. The objective of this review was to systematize the scientific evidence on the impacts and compatibility of the two control methods and the effects of insecticide application on non-target insects, such as the parasitoids present in eucalyptus. Among the classes of insecticides used, organophosphates, carbamates and pyrethroids are the most harmful for all species of parasitoids, mainly *Trichogramma sp.* Biological, neonicotinoid and growth regulators are the most selective when compared to the other classes.

KEYWORDS: Natural enemies, biological control and pest

1 - Bióloga, MSc, Doutoranda em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Ufvjm, Campus JK – Rodovia MGT 367- Km 583, Nº 5000, Alto da Jacuba, CEP: 39100-000, Diamantina (MG), Brasil. elizz.souza@yahoo.com.br

2 - Engenheira Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Ufvjm, Campus JK – Rodovia MGT 367- Km 583, Nº 5000, Alto da Jacuba, CEP: 39100-000, Diamantina (MG), Brasil. zairacaldeira@gmail.com

3 - Engenheiro Agrônomo, Dsc., Professor do departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Ufvjm, Campus JK – Rodovia MGT 367- Km 583, Nº 5000, Alto da Jacuba, CEP: 39100-000, Diamantina (MG), Brasil. marcusasoaresa@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Os gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* (Myrtaceae) possuem mais de 600 espécies e variedades, sendo que as primeiras plantas foram trazidas para o Brasil por volta de 1824, oriundas da Austrália (Holtz et al., 2003). O setor brasileiro de árvores plantadas é responsável por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais. Os plantios de eucalipto ocupam 5,56 milhões de hectares dos reflorestamentos no País, o que representa 71,9% do total, e estão localizados principalmente nos estados de Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%) (Ibá, 2015).

O gênero *Eucalyptus* pode prosperar em uma ampla variedade de habitats, devido à boa adaptação às condições climáticas brasileiras (Garlet et al., 2013). Por outro lado, relatos de surtos de insetos herbívoros nativos e exóticos associados com o eucalipto têm sido frequentes e, conseqüentemente, um incremento no número de aplicações de agrotóxicos pôde ser observado nas florestas plantadas (Mewes et al., 2013; Mansfield, 2016).

A eucaliptocultura é intensiva e baseada, estrategicamente, em florestas clonais. Esse ecossistema simplificado reduz as populações de inimigos naturais, deixando a cultura susceptível ao ataque de pragas. A utilização contínua e generalizada de agrotóxicos, em particular inseticidas de amplo espectro, tem impactos negativos sobre a eficácia de inimigos naturais em agroecossistemas. Dada à importância do controle biológico e a necessidade de redução do volume de agrotóxicos utilizado, tornam-se necessários conhecimentos da compatibilidade destes dois métodos em plantios de eucalipto, especialmente para prever efeitos tóxicos em organismos não alvos (Stefanello et al., 2012).

O Manejo Integrado de Pragas – MIP consiste em um sistema de apoio de decisões isoladas ou associadas, para a adoção de táticas de controle de pragas, fundamentada em análises de custo/benefício que consideram os impactos sobre os produtores, sociedade e ambiente (Kogan, 1998). O controle biológico de pragas é uma das opções do MIP, e consiste no uso de predadores, parasitoides ou entomopatógenos para suprimir as populações de pragas (Soares et al., 2009a,b). A associação do controle biológico com o químico possibilita a diminuição do número de aplicações de agrotóxicos, permitindo maior economia e menor impacto ambiental (Carvalho et al., 2001). Porém, dentro das regras do MIP, preconiza-se o emprego de agrotóxicos que

devem ser seletivos aos inimigos naturais (Medina et al., 2003).

O objetivo dessa revisão foi sistematizar as evidências científicas sobre os impactos da aplicação de inseticidas em insetos não alvos, especialmente os parasitoides de pragas, presentes na eucaliptocultura brasileira.

DESENVOLVIMENTO

Insetos pragas do eucalipto

O desenvolvimento da eucaliptocultura como cultura exótica no território nacional tem favorecido um número crescente de espécies de lepidópteros, que até o momento atacavam mirtáceas nativas e passaram a se alimentar do eucalipto (Santos et al., 2000; Zanuncio et al., 1993a). Os plantios homogêneos de eucalipto constituem uma fonte constante de alimento e abrigo, fornecendo condições ambientais ideais para o estabelecimento de espécies praga.

Espécies de lagartas desfolhadoras estão presentes constantemente em plantios florestais. A *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae), conhecida popularmente como “lagarta-parda” está entre os lepidópteros desfolhadores mais frequentes, ocupando um lugar de destaque por seus prejuízos significativos (Soares et al., 2009b). Entretanto, há ainda registros de *Eupseudosoma involuta* Sepp (Lepidoptera: Arctiidae), *Eupseudosoma aberrans* Schaus (Lepidoptera: Arctiidae (Zanuncio et al., 1993b), *Oxydia agliata* (Lepidoptera: Geometridae), *Stenalcidia* sp. (Lepidoptera: Geometridae), *Euselasia eucerus* (Lepidoptera: Riodinidae) e *Sarsina violascens* (Lepidoptera: Lymantriidae) (Bernardi et al., 2011; Zanuncio et al., 1992; Zanuncio et al., 2009).

A migração de sugadores nativos para o eucalipto também tem sido observada, com registros das espécies *Aethalion reticulatum* L. (Hemiptera: Aethalionidae) e *Membracis lunata* F. (Hemiptera: Membracidae) conhecidas como “cigarrinhas das fruteiras” e “soldadinhos”. Imaturos e adultos destas espécies foram observados entre os meses de março e julho em Minas Gerais, sugando a seiva das folhas e galhos mais novos de plantas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell (Menezes et al., 2012). Pulgões nativos e comuns em hortaliças podem também estar se adaptando ao gênero, como observado para *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) se alimentando e causando danos em *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake (Vieira et al., 2016).

Além da profusão de pragas nativas, o setor florestal brasileiro vem tendo sua produtividade afetada com a introdução de pragas exóticas nas últimas duas décadas, tornando-se um fator preocupante (Wilcken e Berti Filho, 2008). Dentre os insetos exóticos, destaca-se a *Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae), a “vespa-da-galha” detectada em 2007 no Brasil, originária da Austrália. Os danos causados por *L. invasa* são ocasionados em virtude da oviposição nas nervuras, pecíolos e caules jovens. Após a eclosão e desenvolvimento das larvas formam-se as galhas, ocasionando deformação de ramos e senescência precoce de folhas (Wilcken e Berti Filho, 2008; Fernandes et al., 2014; Mendel et al., 2004). As espécies de *Eucalyptus botryoides* Sm., *Eucalyptus bridgesiana* R. T. Baker, *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., *Eucalyptus globulus* Labill., *Eucalyptus robusta* Sm., *Eucalyptus saligna* Sm., *Eucalyptus tereticornis* Sm., *E. urophylla* e *Eucalyptus viminalis* Labill são consideradas as mais susceptíveis ao ataque de *L. invasa* (Nadel e Slippers, 2011).

Glycaspis brimblecombei Moore (Hemiptera: Psyllidae) conhecido popularmente como “psilídeo-de-concha” é uma espécie oriunda da Austrália e foi detectada no Brasil em 2003. Esse inseto praga tem hábito sugador e possui fácil reconhecimento no campo devido ao formato de concha e sua secreção açucarada nas folhas das plantas (Wilcken, 2003; Silva et al., 2013). Dentre os principais danos que causam às plantas estão queda prematura das folhas, redução da área fotossintética e super brotamento (Sá, 2004; Lutinski et al., 2006).

Outra espécie exótica, oriunda da Austrália, que têm provocado sérios problemas a eucaliptocultura brasileira é o *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae), conhecido como “percevejo bronzeado”, foi detectado em 2008 no Brasil (Wilcken et al., 2010). As ninfas e adultos ocasionam danos devido à sucção de seiva, acarretando queda de folhas. Em árvores infestadas é possível observar o aspecto ressecado das folhas decorrentes do hábito alimentar do inseto, seguido por um bronzeamento das mesmas (Wilcken, 2008; Savaris et al., 2011).

As espécies mais susceptíveis ao *T. peregrinus* são *E. camaldulensis*, *E. viminalis*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *Eucalyptus smithii* R. T. Baker, *E. grandis* X *E. camaldulensis* e *E. grandis* X *E. urophylla* (Wilcken et al., 2009). Ainda não existem medidas totalmente eficazes contra essa praga no Brasil, sendo a principal estratégia baseada na im-

portação de inimigos naturais que sejam capazes de realizar o controle de *T. peregrinus*.

Controle biológico com parasitoides

Os parasitoides são caracterizados pelo desenvolvimento de suas larvas dentro do corpo de um organismo hospedeiro, causando sua morte. Ao reduzir a população de hospedeiros, ajudam a minimizar os danos e evitam a emergência da praga, interrompendo seu ciclo de vida (Desneux et al., 2004). O controle biológico é uma importante técnica para reduzir a utilização de produtos químicos e restabelecer o equilíbrio nos agroecossistemas entre insetos praga e seus inimigos naturais (Pires et al., 2006). Dentre os inimigos naturais, os parasitoides são os que ocorrem com maior abundância nos cultivos de eucalipto (Bittencourt e Berti Filho, 1999, 2004; Pereira et al., 2009; Soares et al., 2007). Existem inúmeros casos de sucesso utilizando controle biológico na eucaliptocultura, como o relatado para *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) um gorgulho que causa desfolha e é controlado pelo parasitoide de ovos *Anaphes nitens* Siscaro (Hymenoptera: Mymaridae). Esse parasitoide tem provado ser eficiente controlando acima de 95% da população de *G. scutellatus* na Califórnia (Hanks et al., 2000).

Os parasitoides mais comuns são aqueles pertencentes às ordens Hymenoptera e Diptera. Apresentam grande diversidade e elevadas taxas de parasitismo sobre a população hospedeira (Dall’oglio et al., 2003). Há, aproximadamente, 50 mil espécies descritas de himenópteros parasitoides, distribuídos nas famílias Trichogrammatidae, Ichneumonidae, Eulophidae, Braconidae, Mymaridae, Scelionidae, entre outras, que parasitam ovos, larvas, pupas ou adultos de Lepidoptera, Coleoptera e Diptera (Pereira et al., 2008a; Soares et al., 2007).

Os inimigos naturais das pragas invasoras australianas também são membros de novas comunidades de insetos do eucalipto, em parte através de programas de controle biológico aplicado. Mas as taxas de introduções acidentais de inimigos naturais têm aumentando constantemente. Além disso, os inimigos naturais locais entram nas comunidades de eucalipto para formar novas associações com invasores australianos ou para seguir colonizadores nativos para este novo habitat. Insetos sugadores exóticos têm atraído mais associações do que outras guildas. Porém, os mastigadores nativos têm sido frequentemente, seguidos por seus in-

inimigos naturais, para as comunidades de eucalipto, particularmente no Brasil (Mansfield, 2016).

Introduções acidentais de inimigos naturais em novos países têm aumentado acentuadamente desde os anos 2000, seguindo uma tendência semelhante a aquela para introduções planejadas (Mansfield, 2016). A dispersão natural do parasitoide, após uma introdução planejada em programas de controle biológico aplicado, resulta em introduções acidentais em países adjacentes (Costanzi et al., 2003; Doganlar e Mendel, 2007).

Espécies do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são importantes agentes de controle biológico, possuem ampla distribuição global, são altamente especializadas e eficientes, sendo importantes para o MIP (Oliveira et al., 2000). São as descritas com maior frequência na eucaliptocultura parasitando ovos dos lepidópteros desfolhadores nativos. Espécies coletadas em plantações de eucalipto no Brasil incluem *Trichogramma acacioi* (Brun) (Brun et al., 1984), *Trichogramma bruni* (Nagaraja), *Trichogramma demoraesi* (Nagaraja) (Nagaraja, 1983), *Trichogramma maxacalii* (Voegelé e Pointel) (Oliveira et al., 2000; Zanuncio et al., 2009) e *Trichogramma soaresi* (Nagaraja) (Nagaraja, 1983).

Espécies parasitoides da família Eulophidae também têm sido muito relatadas em plantios florestais no Brasil. Esta família possui aproximadamente 283 gêneros e 3.977 espécies, são idiobiontes ou koinobiontes, endoparasitoides ou ectoparasitoides, especialistas ou generalistas. Inúmeras espécies têm sido utilizadas com sucesso em programas de controle biológico (Gauthier et al., 2000). Delvare e LaSalle (1993) descreveram um novo gênero de Tetrastichinae (Eulophidae) da região Neotropical, nele incluindo uma nova espécie denominada *Palmistichus elaeisis*. Posteriormente, esta espécie foi relatada parasitando diversas outras espécies de Lepidoptera em plantios de eucalipto no Brasil (Soares et al., 2009c). Outra espécie deste grupo, *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) foi introduzida na região do Caribe para controlar a *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae), porém tem também controlado pragas florestais nativas no Brasil, sua chegada a este país foi, presumidamente, acidental (Pereira et al., 2008b; Zache et al., 2010).

Para o manejo das pragas exóticas, o controle mais viável de *L. invasa* tem sido por meio de parasitoides da ordem Hymenoptera, destacando-se os gêneros *Aprostocetus* sp. (Eulophidae) e *Megastigmus* sp. (Torymidae) (Kulkar-

ni et al., 2010). Em Israel e na Turquia foram encontradas duas espécies de *Megastigmus* parasitando *L. invasa* no eucalipto (Protasov et al., 2008). Ainda, duas espécies da subfamília Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) da Austrália foram descritas como parasitoides de *L. invasa*, sendo *Quadrastichus mendeli* Kim e La Salle e *Selitrichodes kryceri* Kim e La Salle e têm sido utilizadas com sucesso em Israel (Kim et al., 2008; Dittrich-Schröder et al., 2014).

O controle biológico pode ser uma medida eficiente para o controle de *G. brimblecombei*, No entanto, o monitoramento é fundamental para se conhecer seus níveis de infestação e identificar os fatores que podem influenciar em sua população (Ferreira Filho et al., 2008). O principal inimigo natural de *G. brimblecombei* é o parasitoide *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae). Acredita-se que esse inimigo natural tenha sido introduzido no Brasil junto com seu hospedeiro (Berti Filho et al., 2003). O bom desenvolvimento e eficácia de *P. bliteus* em parasitar depende de alguns fatores, como temperaturas mais amenas (22 ± 3 °C) e estágio adequado de desenvolvimento de seu hospedeiro (Daane et al., 2005). Nos Estados Unidos da América (EUA) e no México esse parasitoide tem apresentado resultados satisfatórios no controle de *G. brimblecombei* (Paine et al., 2000).

Duas espécies de vespas da família Mymaridae, *Cleruchoides noackae* Lin e Huber e *Stethynium triclavatum* Enock são parasitoides de ovos de *Thaumastocoris peregrinus* na Austrália (Lin et al., 2007). No Chile as ações de controle estão sendo realizadas com o *C. noackae* (Ide et al., 2011).

Controle químico

No Brasil, o controle químico de pragas em florestas de eucalipto através da aplicação de inseticidas é complexo, uma vez que existe uma grande extensão de plantios o que torna esse método caro (Zanuncio et al., 1992). A incidência de insetos praga aumenta na proporção em que há aumento das áreas com plantios de *Eucalyptus* spp. (Santos et al., 1993). Com o aumento dos danos nas florestas de eucalipto provocadas pela introdução de pragas exóticas, é necessário definir métodos de controle eficientes para conter tais pragas (Terezan, 2009). O crescente número de problemas fitossanitários aumenta claramente o custo de produção da silvicultura (Wingfield et al., 2013).

Na Austrália, uma das medidas utilizadas para o controle de *T. peregrinus* é por meio do método químico. No

entanto, é realizado em pequena escala, uma vez que se torna inviável diante da dimensão e dos processos de certificação florestal que norteiam plantios comerciais (Lorençetti et al., 2015). Apesar de tratar-se de um inseto praga de extrema importância para o setor florestal brasileiro, o controle químico de *T. Peregrinus* é ainda pouco estudado no Brasil (Terezan, 2009). Uma única molécula foi registrada para controle desta praga até o momento, sendo a bifentrina (piretroide) com o produto comercial Capture® 400 EC (Agrofit, 2016).

Para o controle de *G. brimblecombei* o uso de inseticidas é tido como uma medida paliativa, uma vez que seu manejo é difícil (Paine et al., 2000). Esta praga possui apenas uma opção de inseticida no Brasil, sendo o produto comercial Safety® e o grupo químico o éter difenílico (Agrofit, 2016). Para *L. invasa* observa-se o registro de três princípios ativos sendo dois neonicotinoides, o tiametoxam e imidacloprido, com os produtos comerciais Actara® 250 WG e Evidence® 700 WG e um bifentrina (piretroide), Capture® 400 EC (Agrofit, 2016).

Para as lagartas nativas desfolhadoras do eucalipto, as opções de controle químico também são restritas no Brasil, embora se trate de um problema mais antigo. A lagarta *T. arnobia*, por exemplo, possui apenas três grupos químicos registrados à base de deltametrina (piretroide), tebufenoziada (diacilhidrazina) e *Bacillus thuringiensis* (biológico) (Agrofit, 2016), e somente quatro produtos comerciais. Para outras lagartas como *E. involuta*, *E. eucerus* e *S. violascens* nenhum produto foi registrado para uso na cultura do eucalipto até o momento.

Os principais grupos químicos de inseticidas utilizados no Brasil são descritos a seguir, juntamente com seus resultados de seletividade a diversos inimigos naturais. Tais estudos podem indicar a necessidade de reavaliação da permanência de certas moléculas já registradas para o eucalipto e nortear o registro de novas para uso na cultura.

Organofosforados e carbamatos

Os organofosforados e carbamatos estão entre os grupos de inseticidas mais tóxicos aos inimigos naturais. Ambos apresentam similar mecanismo de ação e se ligam fortemente à enzima acetilcolinesterase, impedindo que esta degrade a acetilcolina. O acúmulo de acetilcolina nas sinapses provoca colapso do sistema nervoso por hiperexcitação (Pundir et al., 2012). A exposição de *Aphytis melinus* Debach (Hymenoptera: Aphelinidae) a carbaryl, chlorpyrifos,

dimethoate, malathion, e methidathion reduziu em 73-85% a longevidade do parasitoide (Rosenheim e Hoy, 1988). Os inseticidas azinphos methyl (200 gha⁻¹), methoxyfenozide (40 gha⁻¹) e indoxacarb (17 gha⁻¹) causaram a mortalidade de mais de 60% de insetos da ordem Hymenoptera (Calcidoidea, Braconidae e Aphidiidae) quando estes ficaram expostos a esses produtos (Civolani et al., 2007).

Piretroides

Dentre os inseticidas utilizados para controle de pragas em eucalipto, destaca-se a classe dos piretroides, tendo apresentado bons resultados no controle de lepidópteros desfolhadores (Zanuncio et al., 1992). O estudo dos princípios ativos extraídos das flores do *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asterales: Asteraceae), as piretrinas, deram origem a substâncias análogas, mais eficientes como inseticidas, que vêm sendo sintetizadas e comercializadas há quase duas décadas. A molécula original foi modificada para possibilitar a aplicação no campo, e melhorar seu desempenho como inseticida (Velíšek et al., 2007).

Os piretroides atuam de forma a manter abertos os canais de sódio das membranas dos neurônios, afetando o sistema nervoso periférico e central do inseto. No nível celular, estimulam os neurônios a produzir descargas repetitivas, ocorrendo a despolarização da membrana e distúrbios sinápticos (Dong et al., 2014). A deltametrina é um inseticida piretroide muito utilizado na agricultura e silvicultura, especialmente, por ter um amplo espectro de ação e não persistência no solo (Velíšek et al., 2007).

Estudos sobre o impacto do uso de inseticidas piretroides em parasitoides podem ser encontrados em diversos relatos. Após exposição a uma DL₂₀ (40, 60 ng i.a.) de deltametrina sobre *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera, Trichogrammatidae), as fêmeas apresentaram redução da capacidade reprodutiva e infestaram menos ovos de seu hospedeiro alternativo *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) (Delpuech e Delahaye, 2013). Foi observada redução da longevidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) expostas à dose (0,0125 g i.a. L⁻¹) de deltametrina (Carvalho et al., 2003).

Piretroides, carbamatos e organofosforados [fenprothrin (0,19 - 150mL⁻¹, carbaryl (0,45 - 3,75 mL⁻¹) e chlorpyrifos (0,63 - 5,0 mL⁻¹)] foram altamente nocivos ao parasitoide *Haekeliania sperata* Pinto (Hymenoptera: Trichogrammatidae) de ovos de *Diaprepes abbreviatus*

L. (Coleoptera: Curculionidae), causando mortalidade de 100% tanto nas doses menores, quanto nas maiores utilizadas. Foi observado um efeito rápido e tóxico, principalmente, em adultos, já que estes estão mais propensos a ficar em contato com os resíduos do produto (Carrillo et al., 2009). Os piretroides permetrina (49,92 g i.a. ha⁻¹), bifentrina (5 g i.a. ha⁻¹), gama-cialotrina (3,75 g i.a. ha⁻¹), reduziram a taxa de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* de 63% para 24, 47 e 37% respectivamente, e foram considerados levemente nocivos (Carmo et al., 2010).

O piretroide deltametrina em seu produto comercial Decis® 25 CE nas doses de 33,05, 72,7 e 160 mg i.a.L⁻¹ reduziu o parasitismo de *P. elaeisis* em laboratório, quando exposto a tais doses este inimigo natural teve sua taxa de parasitismo próxima a 10% (Pereira, 2016).

Neonicotinoides

Inseticidas neonicotinoides são agonistas da acetilcolina e não são degradados pela acetilcolinesterase. Ao se acoplarem nos receptores de acetilcolina, provocam colapso do sistema nervoso (Elbert, 1998; Matsuda et al., 2001).

Com o intuito de buscar produtos eficientes no controle de *T. peregrinus*, foram testados os inseticidas: neonicotinoides, organofosforados, piretroide+neonicotinoide e biológicos. O imidacloprid (150 gha⁻¹), tiametoxam (200 gha⁻¹) e *Beauveria bassiana* (2 kgha⁻¹) apresentaram de 85 a 100% de controle até 14 dias de aplicação (Terezan, 2009). Outro estudo testou a eficiência dos inseticidas imidacloprid (78,8 gha⁻¹), tiametoxam (37,5 gha⁻¹), lambda-cialotrina+tiametoxam (21,2+25,8 gha⁻¹), lambda-cialotrina (24,9gha⁻¹) no controle de *T. peregrinus*. Todos os produtos testados foram eficientes, atingindo de 90 a 100% de controle (Machado et al., 2016).

Foram avaliados os efeitos residuais e subletais de inseticidas inibidores de crescimento e neonicotinoides (acetamiprid - 0,05 g i.a.L⁻¹; lufenuron - 0,04 g i.a.L⁻¹; imidacloprid - 0,14 g i.a.L⁻¹; novaluron - 0,02 g i.a.L⁻¹; tiffumuron - 0,14g i.a.L⁻¹ e piriproxifeno - 0,1g i.a.L⁻¹) sobre o parasitoide *T. pretiosum*, e os efeitos subsequentes nas gerações F1 e F2. Os resultados encontrados demonstraram que os inseticidas neonicotinoides (acetamiprid e imidacloprid) foram inofensivos ao parasitoide *T. pretiosum* (Carvalho et al., 2010).

Em outro estudo, foi avaliada a toxicidade de inseticidas sobre o parasitoide de ovos *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Os neon-

icotinoides apresentaram baixa toxicidade para o parasitoide, com valores de CL₅₀ variando de 1,2 a 239,1 mg i.a. L⁻¹, perdendo apenas para os reguladores de crescimento, que apresentaram valores de CL₅₀ variando de 3383 (2406 - 5499) a 5650 (4228 - 8579) mg i.a. L⁻¹ (Wang et al., 2013).

Bacillus thuringiensis (Biológico)

Bacillus thuringiensis é uma bactéria Gram-positiva, aeróbica, encontrada no solo, na superfície de plantas, e em armazéns de grãos. Este micro-organismo produz inclusões cristalinas, durante a esporulação, que quando ingeridas pelos insetos, são dissolvidas no intestino médio descarregando proteínas tóxicas como as delta-endotoxinas ou, de modo mais genérico, as proteínas Cry. São conhecidos 743 genes *cry*, classificados em 73 grupos que codificam diferentes proteínas, com várias subdivisões. Após a hidrólise, essas proteínas possuem atividade tóxica específica para cada espécie de inseto e outros invertebrados (Constanski et al., 2015; Macedo et al., 2012; Knaak e Fiuza, 2005). A atividade tóxica dessas bactérias promove a destruição do trato digestivo, infecção interna generalizada, paralisação alimentar e, conseqüentemente, a morte do inseto alvo.

Diferentes isolados de *B. thuringiensis* e *Bacillus thuringiensis kurstaki* foram misturados ao alimento fornecido para *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera, Trichogrammatidae) e *T. pretiosum* antes de parasitar ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella*. Em nenhum dos tratamentos houve influência dos entomopatógenos sobre a longevidade dos parasitoides. Para *T. pretiosum*, observou-se a redução no tempo necessário para alcançar 80% de parasitismo dos hospedeiros, no entanto, o total de ovos parasitados não foi influenciado (Polanczyk et al., 2006).

Éter difenílico

É um grupo químico recente, o princípio ativo etofenproxí pertence ao grupo químico éter difenílico. Agem como moduladores dos canais de sódio no sistema nervoso central e periférico, prolongando a abertura dos mesmos na membrana celular e conseqüentemente retardando a repolarização, causando a paralisia nervosa. Não foram encontrados estudos científicos relatando a seletividade desta molécula a organismos não alvos.

Reguladores de crescimento

Esta classe é recente, sendo considerada seletiva a organismos não alvos. Eles atuam como análogos ao hormônio juvenil ou agonista aos receptores ecdisteroides,

inibindo a síntese de quitina, estando diretamente relacionado ao processo de crescimento do inseto (Arthur et al., 2009).

A associação de buprofezina (150 g i.a. ha⁻¹) + óleo mineral 0,2% v/v e piriproxifem (100 g i.a. ha⁻¹) apresentou melhor eficiência de controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B e maior seletividade aos parasitoides *T. pretiosum* e ao *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) (Vieira et al., 2012). O triflumuron (0,048 g i.a. L⁻¹) foi seletivo para a espécie *T. atopovirilia*, já chlorfenapyr (0,6 g i.a. L⁻¹) e chlorpirifos (0,75 g i.a. L⁻¹) causaram 100% de mortalidade deste parasitoide (Maia et al., 2010).

Endossulfam (750 ml100L⁻¹) foi altamente tóxico a *T. pretiosum* e *Trichogramma exiguum* Pinto e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae), matando rapidamente os adultos de ambas as espécies; etofenproxi (47 ml 100L⁻¹) demonstrou menor seletividade e o triflumuron (20 ml 100L⁻¹) foi seletivo aos parasitoides (Goulart et al., 2008).

O impacto causado por diferentes agrotóxicos na emergência do parasitoide de ovos *T. remus* foi avaliado quando aplicados nas fases de larva e pupa do hospedeiro. Os reguladores de crescimento foram seletivos as fases imaturas deste parasitoide (Carmo et al., 2009).

Diacilhidrazina

Diacilhidrazina é um regulador de crescimento que tem grande aceitação na agricultura e silvicultura. Apresentam toxicidade contra imaturos de muitas espécies das ordens Lepidoptera e Coleoptera. Esse grupo desregula processos fisiológicos controlados por hormônios naturais do inseto, sendo o principal deles, a ecdisona. Após a ingestão pela larva, a diacilhidrazina liga-se fortemente à proteína receptora de ecdisona, iniciando o processo da ecdise. As larvas param de se alimentar e produzem uma nova cutícula mal formada (Cessa et al., 2013; Wen et al., 2015).

Foi avaliada a seletividade de diferentes produtos fitosanitários em pupas de *T. pretiosum*. O inseticida comercial Intrepid® 240 SC, nas concentrações de 21,6 e 36 g i.a. ha⁻¹, foi testado e classificado como inócuo para o parasitoide de ovos, apresentando viabilidade do parasitismo semelhante à observada no tratamento testemunha (Carmo et al., 2010). Para o parasitoide de ovos *T. remus*, observou-se resultados semelhantes, sendo o produto seletivo para as fases de larva e pupa do parasitoide (Carmo et al., 2009).

Como ocorre a seletividade para inimigos naturais?

Como discutido nos tópicos anteriores, os inimigos naturais constituem o principal fator de mortalidade natural de pragas nos mais diversos agroecossistemas (Cornell e Hawkins, 1995). O controle químico tem sido utilizado para reduzir populações de espécies nativas e exóticas no eucalipto. Entretanto, seu uso contínuo pode ocasionar resistência de insetos, impactos ambientais indesejáveis e redução das populações de inimigos naturais (Pereira et al., 2010). Além de efeitos letais aos inimigos naturais, a exposição ao produto pode provocar efeitos subletais (Desneux et al., 2007). As consequências desses efeitos podem ser alterações nas características biológicas, fisiológicas e comportamentais, afetando o desenvolvimento e a fecundidade (Biddinger et al., 2014; Biondi et al., 2013; Delpuech et al., 2012).

Efeitos letais e subletais podem ser minimizados utilizando inseticidas seletivos, que são tóxicos para as pragas e inócuos aos inimigos naturais (Corso et al., 1999). A seletividade é definida como a propriedade que um agrotóxico possui de controlar determinada praga, ocasionando o menor impacto possível sobre os inimigos naturais e demais componentes do agroecossistema (Parra et al., 2002).

A seletividade ecológica está relacionada às diferenças de comportamento ou habitat entre as pragas e os inimigos naturais, possibilitando que o produto entre em contato com determinada praga e não com outro organismo não alvo. Pode ser obtida em função da tática de aplicação do produto de forma direcionada e em horários que há menor incidência de inimigos naturais em campo (Parra et al., 2002).

Já a seletividade fisiológica é inerente ao agrotóxico, está relacionada à maior tolerância do inimigo natural em relação à praga, quando se encontra sob a ação dele (Parra et al., 2002). Manifesta-se devido a diferenças fisiológicas entre insetos pragas e parasitoides, sendo que para as pragas o produto é letal a uma concentração que não afeta os inimigos naturais.

CONCLUSÃO

A eucaliptocultura se encontra em grande expansão no Brasil, sendo fundamental que técnicas sejam incorporadas para uso conjunto com o controle químico, visando um melhor manejo de insetos pragas. O controle biológico aplicado utilizando parasitoides tem crescido nas últimas décadas e sua atuação vem sendo cada vez mais promisso-

ra. Existem diversos parasitoides que estão sendo estudados com o intuito de realizar o controle de pragas exóticas introduzidas recentemente no país.

Para que o controle biológico seja eficiente, a utilização de inseticidas seletivos é de extrema importância quando se deseja a compatibilidade desses dois métodos. Dentre as classes de inseticidas utilizadas no Brasil, os organofosforados, piretroides e carbamatos estão entre os mais nocivos a diversas espécies de parasitoides, principalmente as do gênero *Trichogramma*. Neonicotinoides e biológicos a base de *B. thuringiensis* tem demonstrado efeitos satisfatórios quanto à seletividade a diversos grupos de inimigos naturais. Já os reguladores de crescimento, especialmente diacilhidrazina, por serem uma geração de compostos mais recentes e atuarem em sistemas específicos do inseto alvo, são considerados os mais seletivos quando comparados aos grupos de inseticidas mais antigos. São necessários estudos mais profundos no Brasil sobre as novas espécies de pragas nativas e exóticas associados ao eucalipto, suas relações tróficas com parasitoides e interações com moléculas químicas dos agrotóxicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT. (2016). Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários: Controle de insetos pragas. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/ap_praga_consulta_cons. Agrofit, Brasília. Acesso em: 15 dez. 2016.
- Arthur, F.H.; Liu, S.; Zhao, B. & Phillips, T.W. (2009). Residual efficacy of pyriproxyfen and hydroprone applied to wood, metal and concrete for control of stored-product insects. **Pest Management Science** 65(7): 791-797.
- Bernardi, O.; Garcia, M.S.; Silva, E.J.E.; Zazycki, L.C.F.; Bernardi, D. & Finkenauer, E. (2011). Levantamento populacional e análise faunística de lepidoptera em *Eucalyptus* spp. no município de Pinheiro Machado, RS. **Ciência Florestal** 21(4): 735-744.
- Berti-Filho E.; Costa, V.A.; Zuparko, R.L. & LaSalle, J. (2003). Ocorrência de *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) no Brasil. **Revista de Agricultura** 78(3): 304.
- Biddinger, D.J.; Leslie, T.W. & Joshi, N.K. (2014). Reduced-risk pest management programs for Eastern U.S. Peach Orchards: Effects on arthropod predators, parasitoids, and select pests. **Journal of Economic Entomology** 107(3): 1084-1091.
- Biondi, A.; Zappalà, L.; Stark, J.D. & Desneux, N. (2013). Do biopesticides affect the demographic traits of a parasitoid wasp and its biocontrol services through sublethal effects? **PLOS One** 8(9): 01-11.
- Bittencourt, M.A.L. & Berti-Filho, E. (1999). Preferência de *Palmistichus elaeisi* por pupas de diferentes lepidópteros pragas. **Scientia Agricola** 56(4): 1281-1283.
- Bittencourt, M.A.L. & Berti-Filho, E. (2004). Desenvolvimento dos estágios imaturos de *Palmistichus elaeisi* Delvare & LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de Lepidoptera. **Revista Brasileira de Entomologia** 48(1): 65-68.
- Brun, P.G.; Moraes, G.W.G. & Soares, L.A. (1984). Três espécies novas de Trichogrammatidae parasitoides de lepidópteros desfolhadores de mandioca e eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 19(7): 805-810.
- Carmo, E.L.; Bueno, A. de F.; Bueno, R.C.O. de F.; Vieira, S.S., Gobbi, A.L. & Vasco, F R. (2009). Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural** 39(8): 2293-2300.
- Carmo, E.L.; Bueno, A.F.; Bueno, R.C.O.F.; Vieira, S.S.; Goulart, M.M.P. & Carneiro, T.R. (2010). Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja para pupas de *Trichogramma pretiosum* riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico** 77(2): 283-290.
- Carrillo, D.; Peña, J.E. & Rogers, M.E. (2009). Relative susceptibility of *Haekeliana sperata* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to pesticides used in *Citrus* and ornamental systems in Florida. **Journal Economy Entomology** 102(3): 905-912.
- Carvalho, G.A.; Godoy, M.S. & Parreira D.S. (2010). Selectivity of growth regulators and neonicotinoids for adults of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Colombiana de Entomologia** 36(2): 195-201.
- Carvalho, G.A.; Parra, J.R.P. & Baptista, G.C. (2001). Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia** 25(3): 583-591.

- Carvalho, G.A.; Parra, J.R.P. & Baptista, G.C. (2003). Efeito de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 nas gerações F1 e F2 em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). **Ciência e Agrotecnologia** 27(2): 295-304.
- Cessa, R.M.A.; Melo, E.P. & Junior, I.S.L. (2013). Mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas de milho e feijoeiro imersas em soluções contendo inseticidas. **Revista Agrogeoambiental** 5(1): 85-92.
- Civolani, S.; Previati, E.; Peretto, R.; Pasqualini, E. & Leis, M. (2007). Preliminary investigation on the toxicity of different formulations on some groups of beneficial arthropods in Emilia-Romagna Orchards. **Italian Journal Agronomy** 2(2): 157-160.
- Constanski, K.C.; Zorzetti, J.; Boas, G.T.V.; Riecioto, A.P.S.; Fazon, F.A.P.; Boas, L.V.; Monnerat, R.G. & Neves, P.M.O.J. (2015). Seleção e caracterização molecular de isolados de *Bacillus thuringiensis* para o controle de *Spodoptera* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 50(8): 730-733.
- Cornell, H.V. & Hawkins, B.A. (1995). Survival patterns and mortality sources of herbivorous insects: some demographic trends. **The American Naturalist** 145(4): 563-593.
- Corso, I.C.; Gazzoni, D.L. & Nery, M.E. (1999). Efeito de doses e de refúgio sobre a seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides de pragas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 34(9): 1529-1538.
- Costanzi, M.; Frassetti, F. & Malausa, J.C. (2003). Biological control of the psyllid *Ctenarytaina eucalypti* maskellin *Eucalyptus* plantations of Ligurian Riviera. **Informatore Fitopatologico** 53(6): 52-56.
- Daane, K.M.; Sime, K.R.; Dahlsten, D.L.; Andrews Jr, J.W. & Zuparko, R.L. (2005). The biology of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the red gum lerp psyllid (Hemiptera: Psylloidea). **Biological Control** 32(2): 228-235.
- Dall'oglio, O.T.; Zanuncio, J.C.; Freitas, F.A. & Pinto, R. (2003). Himenópteros parasitoides coletados em povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal** 13(1): 123-129.
- Delpuech, J.M. & Delahaye, M. (2013). The sublethal effects of deltamethrin on *Trichogramma* behaviors during the exploitation of host patches. **Science of the Total Environment** 447(1): 274-279.
- Delpuech, J.M.; Dupont, C. & Allemand, R. (2012). Effects of deltamethrin on the specific discrimination of sex pheromones in two sympatric *Trichogramma* species. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 84(1): 32-38.
- Delvare, G. & La Salle, J. (1993). A new genus of *Tetrastichinae* (Hymenoptera: Eulophidae) from the Neotropical Region, with the description of a new species parasitic on key pests of oil palm. **Journal of Natural History** 27(2): 435-444.
- Desneux, N.; Rafalimanana, H. & Kaiser, L. (2004). Dose-response relationship in lethal and behavioural effects of different insecticides on the parasitic wasp *Aphidius ervi*. **Chemosphere** 54(5): 619-627.
- Desneux, N.; Decourtye, A. & Delpuech, J.M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology** 52: 81-106.
- Dittrich-Schröder, G.; Harney, M.; Naser, S.; Joffe, T.; Bush, S.; Hurley, B.P.; Wingfield, M.J. & Slippers, B. (2014). Biology and host preference of *Selitrichodes neseri*: a potential biological control agent of the *Eucalyptus* gall wasp, *Leptocybe invasa*. **Biological Control** 78: 33-41.
- Doganlar, M. & Mendel, Z. (2007). First record of the *Eucalyptus* gall wasp *Ophelimus maskelli* and its parasitoid, *Closterocerus chamaeleon*, in Turkey. **Phytoparasitica** 35(4): 333-335.
- Dong, K.; Du, Y.; Rinkevich, F.; Nomura, Y.; Xu, P.; Wang, L.; Silver, K. & Zhorov, B.S. (2014). Molecular biology of insect sodium channels and pyrethroid resistance. **Insect Biochemistry and Molecular Biology** 50(1): 1-17.
- Elbert, A.; Nauen, R. & Leicht, W. (1998). Imidacloprid, a novel chloronicotinyl insecticide: biological activity and agricultural importance I. In: Ishaaya, D. Degheele (Eds.). **Insecticides with novel modes of action: mechanism and application**. Berlin: Springer. p. 50-73.
- Fernandes, B.V.; Barcelos, J.A.V.; Andrade, H.B. & Zanuncio, J.C. (2014). *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae), an exotic pest of *Eucalyptus*, in Minas Gerais State, Brazil. **The Florida Entomologist** 97(2): 824-826.
- Ferreira Filho, P.J.; Wilcken, C.F.; Oliveira, N. C. de; Pogetto, M.H.F.A. D. & Lima, A. C.V. (2008). Dinâmica

- populacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em floresta de *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência Rural** 38 (8): 2109-2114.
- Garlet, J.; Costa, E.C.; Boscardin, J.; Deponti, G.; Shwengber, C.R. & Machado, L.M. (2013). *Leptocybe invasa* em *Eucalyptus* sp. no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural** 43(12): 2175-2177.
- Gauthier, N.; LaSalle, J.; Quicke, D.L.J. & Godfray, H.C.J. (2000). Phylogeny of Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea), with a reclassification of Eulophinae and the recognition that Elasmidae are derived eulophids. **Systematic Entomology** 25(4): 521-539.
- Goulart, R.M.; Bortoli, S.A. de; Thuler, R.T.; Pratisoli, D.; Viana, C.L.T.P. & Volpe, H.X.L (2008). Avaliação da seletividade de inseticidas a *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Arquivos do Instituto Biológico** 75(1): 69-77
- Hanks, L.M.; Millar, J.G.; Paine, T.D. & Campbell, C.D. (2000). Classical biological control of the Australian weevil *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) in California. **Environmental Entomology** 29(2): 369-375.
- Holtz, A.M.; Zanuncio, J.C.; de Oliveira, H.G.; Pallini, A.; Marinho, J.S.; Oliveira, C.L. & Pinon, T.B.M. (2003). Aspectos biológicos de *Thyriniteina arnobia* (Lep.: Geometriidae) provenientes de lagartas criadas em folhas de *Eucalyptus cloeziana* ou de *Psidium guajava* sob condições de campo. **Revista Árvore** 27(6): 897-901.
- IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores (2015). **Relatório Ibá 2015**. Brasília: IBÁ. 80 p. Disponível em: http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf.
- Ide, M.S.; Ruiz, C.G.; Sandoval, A.C. & Valenzuela, J.E. (2011). Detección de *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) asociado a *Eucalyptus* spp. en Chile. **Bosque** 32(3): 309-313.
- Kim, Z.M.; Blumberg, D.; Protasov, A. & La Salle, J. (2008). Taxonomy, biology and efficacy of two Australian parasitoids of the eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae). **Zootaxa** 1910: 1-20.
- Knaak, N. & Fiuza, L.M. (2005). Histopathology of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera; Noctuidae) treated with *Nucleopolyhedrovirus* and *Bacillus thuringiensis* Serovar *kurstaki*. **Brazilian Journal of Microbiology** 36(2):196-200.
- Kogan, M. (1998). Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology** 43(1): 243-270.
- Kulkarni, H.; Kumari, N.K.; Vastrad, A.S. & Basavanagoud, K. (2010). Release and recovery of parasitoids in eucalyptus against gall wasp, *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) under green house. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences** 23(1): 91-92. http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-iba_2014.pdf
- Lin, N. Q.; Huber, J. T. & La Salle, J. (2007) The Australian genera of Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea). **Zootaxa** 1596: 1-111.
- Lorencetti, G.A.T.; Potrich, M.; daSilva, E.R.L.; Mazaró, S.M. & Barbosa, L.R. (2015). Registro de *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero e Dellapé na Região Sudoeste do Paraná. **Floresta e Ambiente** 22(3): 434-436.
- Lutinski, J.A.; Lutinski, C.J. & Garcia, F.R.M. (2006). Primeiro registro de *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964, (Hemiptera: Psyllidae) em Eucalipto no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural** 36(2): 653-655.
- Macedo, C.L.; Martins, É.S.; Macedo, L.L.P.; dos Santos, A.C.; Praça, L.B.; de Góis, L.A.B. & Monnerat, R.G. (2012). Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* eficientes contra a *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). Pesquisa Agropecuária Brasileira 47(12): 1759-1765.
- Machado, D.N.; Costa, E.C.; Garlet, J.; Boscardin, J.; Pedron, L.; Perini, C.R. & Bolzan, L. (2016). Avaliação de inseticidas no controle de *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) percevejo-bronzeado em condições de laboratório. **Floresta e Ambiente** 23(2): 245-250.
- Maia, J.B.; Carvalho, G.A.; Leite, M.I.S.; Oliveira, R.L. de & Makyama, L. (2010). Selectivity of insecticides used in corn crops to adult *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Colombiana de Entomología** 36(2): 202-206.
- Mansfield, S. (2016). New communities on eucalypts grown outside Australia. **Frontiers in Plant Science** 7: 1-9.
- Matsuda, K.; Buckingham, S.D.; Kleier, D., Rauh, J.J. & Grauso, M.D.B. (2001). Sattelle Neonicotinoids: insecti-

- cides acting on insect nicotinic acetylcholine receptors. **Trends Pharmacological Science** 22(11): 573-580.
- Medina, P.; Smagghe, G.; Budia, F.; Tirry, L. & Viñuela, E. (2003). Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxifen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Pest Management** 32(1): 196-203.
- Mendel, Z.; Protasov, A.; Fisher, N. & La Salle, J. (2004). Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus*. **Australian Journal of Entomology** 43(2): 101-113.
- Menezes, C.W.G.; Soares, M.A.; de Assis Junior, S.L.; Fonseca A.J.; Pires, E.M. & dos Santos, J.B. (2012). Novos insetos sugadores (Hemiptera) atacando *Eucalyptus cloeziana* (Myrtaceae) em Minas Gerais, Brasil. **EntomoBrasilis** 5(3): 246-248.
- Mewes, W.L.C.; Mewes, W.L.C.; Teixeira, M.M.; Fernandes, H.C.; Zanuncio, J.C. & Alvarenga, C.B. (2013). Aplicação de agrotóxicos em eucalipto utilizando pulverizador pneumático. **Revista Árvore** 37(2): 347-353.
- Nadel, R. & Slippers, B. (2011) *Leptocybe invasa*, the blue gum chalcid wasp. Information Sheet. Scottsville: Institute for Commercial Forestry Research. 5p. Disponível em: <http://www.forestry.co.za/uploads/File/home/notices/2011/ICFR%20IS01-2011gallwasp.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2016.
- Nagaraja, H. (1983) Descriptions of new Trichogrammatidae (Hymenoptera) from Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** 43: 37-44.
- Oliveira, H.N.; Zanuncio, J.C.; Pratisoli, D. & Cruz, I. (2000). Parasitism rate and viability of *Trichogramma maxacalii* (Hym.: Trichogrammatidae) parasitoid of the *Eucalyptus* defoliator *Euselasia apison* (Lep.: Riodinidae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). **Forest Ecology and Management** 130(1/3): 1-6.
- Paine, T.D.; Dahlsten, D.L.; Millar, J.G.; Hoddle, M. S. & Hanks, L.M. (2000). UC scientists apply IPM techniques to new eucalyptus pests. **California Agriculture** 54(6): 8-13.
- Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S. & Bento, J.M.S. (2002). **Controle biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. Editora Manole, São Paulo, p.73-74.
- Pereira, E.S. (2016). **Seletividade do inseticida deltametri-na ao parasitoide *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae)**. Diamantina/MG: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 58 p. Dissertação de Mestrado.
- Pereira, F.F.; Zanuncio, J.C.; Pastori, P.L.; Pedrosa, A.R.P. & Oliveira, H.N. (2010). Parasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro alternativo sobre plantas de eucalipto em semi-campo. **Revista Ciência Agronômica** 41(4): 715-720.
- Pereira, F.F.; Zanuncio, J.C.; Serrão, J.E.; Oliveira, H.N.; Fávero, K. & Grance, E.L.V. (2009). Progenie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de diferentes idades. **Neotropical Entomology** 38(5): 660-664.
- Pereira, F.F.; Zanuncio, T.V.; Zanuncio, J.C.; Pratisoli, D. & Tavares, M.T. (2008a). Species of Lepidoptera defoliators of *Eucalyptus* as new host for the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology** 5(2): 259-262.
- Pereira, F.F.; Zanuncio, J.C.; Tavares, M.T.; Pastori, P.L.; Jacques, G.C. & Vilela, E.F. (2008b). New record of *Trichospilus diatraeae* as a parasitoid of the eucalypt defoliator *Thyrina arnobia* in Brazil. **Phytoparasitica** 36(3): 304-306.
- Pires, E.M.; Pinto, R.; Lacerda, M.C.; Zanuncio, J.C. & Fialho, M.C.Q. (2006). Potencial reprodutivo horário do predador de lagartas desfolhadoras do eucalipto: *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Árvore** 30(6): 1039-1044.
- Polanczyk, R.A.; Pratisoli, D.; Vianna, U.R.; Oliveira, R.G. dos S. & Andrade, G.S. (2006). Interação entre inimigos naturais: *Trichogramma* e *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas agrícolas. **Acta Scientiarum. Agronomy** 28(2): 233-239.
- Protasov, A.; Doganlar, M.; La Salle, J. & Mendel, Z. (2008). Occurrence of two local *Megastigmus* species parasitic on the *Eucalyptus* gall wasp *Leptocybe invasa* in Israel and Turkey. **Phytoparasitica** 36(5): 449-459.
- Pundir, C.S. & Chauhan, N. (2012). Acetylcholinesterase inhibition-based biosensors for pesticide determination: a review. **Analytical Biochemistry** 429(1): 19-31.
- Rosenheim, J.A. & Hoy, M.A. (1988). Sublethal effects of pesticides on the parasitoid *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Journal of Economic Entomology** 81(2): 476-483.
- Sá, L.A.N. & Wilcken, C.F. (2004). Nova praga exótica no ecossistema florestal. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 3p. (Comunicado Técnico, 18).
- Santos, G.P.; Zanuncio, J.C.; Fantuzzi Neto, H.; Zanuncio, T.V. (1993) Aspectos biológicos e morfológicos de *Dirphiopsis eumedidoides* (Vuillot, 1893) (Lepidoptera: Saturniidae) em folhas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore** 17(3): 351-357.
- Santos, G.P.; Zanuncio, T.V. & Zanuncio, J.C. (2000). Desen-

- volvimento de *Thyrintina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em folhas de *Eucalyptus urophylla* e *Psidium guajava*. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 9(1): 13-22.
- Savaris, M.; Lampert, S.; Pereira, P.R.V.S.; Salvadori, J.R. (2011). Primeiro registro de *Thaumastocoris peregrinus* para o estado de Santa Catarina, e novas áreas de ocorrência para o Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural** 41(11): 1874-1876.
- Silva, A.L.; Peres-Filho, O.; Dorval, A. & Castro, C.K.C. (2013). Dinâmica populacional de *Glycaspis brimblecombei* e inimigos naturais em *Eucalyptus* spp., Cuiabá-MT. **Floresta e Ambiente** 20(1): 80-90.
- Soares, M.A.; Leite, G.L.D.; Zanuncio, J.C.; Rocha, S.L.; Sá, V.G.M. & Serrão, J.E. (2007). Flight capacity, parasitism and emergence of five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species from forest areas in Brazil. **Phytoparasitica** 35(3): 314-318.
- Soares, M.A.; Torres-Gutierrez, C.; Zanuncio, J.C.; Pedrosa, A.R.P. & Lorenzon, A.S. (2009c). Superparasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) y comportamiento de defensa de dos hospederos. **Revista Colombiana de Entomología** 35(1): 62-65.
- Soares, M.A.; Zanuncio, J.C.; Leite, G.L.D.; Reis, T.C. & Silva, M.A. (2009a). Controle biológico de pragas em armazenamento: uma alternativa para reduzir o uso de agrotóxicos no Brasil? **Unimontes Científica** 11(1/2): 52-59.
- Soares, M.A.; Zanuncio, J.C.; Leite, G.L.D.; Wermelinger, E.D. & Serrão, J.E. (2009b). Does *Thyrintina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) use different defense behaviours against predators? **Journal of Plant Diseases and Protection** 116(1): 30-33.
- Stefanello, J.G.J.; Grutzmache, A.D.; Spagnol, D.; Pasini, R.A.; Bonez, C. & Moreira, D.C. (2012). Persistência de agrotóxicos utilizados na cultura do milho ao parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência Rural** 42(1): 17-23.
- Terezan, L.H. (2009). **Avaliação de inseticidas químicos e biológicos no controle do percevejo-bronzeado (*Thaumastocoris peregrinus*) (Hemiptera: Thaumastocoridae) em florestas de *Eucalyptus***. [online]. Alerta IPEF. Sete Lagoas-Mg: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. 15p. Disponível em: http://www.ipef.br/eventos/2009/rtprotef14/PercBronzeado_IP_Simone.pdf. Acesso em: 05 de março de 2017.
- Velisek, J.; Jurčíková, J.; Dobsíková, R.; Svobodová Z.; Piacková V.; Machová, J. & Novotný L. (2007). Effects of deltamethrin on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Environmental Toxicology and Pharmacology** 23(3): 297-301.
- Vieira, E.R.D.; Soares, M.A.; Silva, E.B.; Assis Júnior, S.L. & Barroso, G.A. (2016). First record of *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) in *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Arquivos do Instituto Biológico** 83(4): 1-2.
- Vieira, S. S.; Boff, M.I.C.; Bueno, A.F.; Gobbi, A.L.; Lobo, R. V. & Bueno, R.C.O. de F. (2012). Efeitos dos inseticidas utilizados no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B e sua seletividade aos inimigos naturais na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias** 33(5): 1809-1818.
- Wang, Y.; Wu, C.; Cang, T.; Yang, L.; Yu, W.; Zhao, X.; Wang, Q. & Cai, L. (2013). Toxicity risk of insecticides to the insect egg parasitoid *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) **Pest Management Science** 14(70): 398-404.
- Wen, F.; Caputo, G.; Hooey, S.; Bowman, S.; Pinkney, K.; Krell, P.J.; Arif, B. & Doucet, D. (2015). Establishment of a cell line from the ash and privet borer beetle *Tylonotus bimaculatus* Haldeman and assessment of its sensitivity to diacylhydrazine insecticides. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Animal* 51(9): 905-914.
- Wilcken, C.F. & Berti Filho, E. (2008). **Vespa-da-galha do eucalipto (*Leptocybe invasa*) (Hymenoptera: Eulophidae): nova praga de florestas de eucalipto no Brasil**. Alerta IPEF. Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. 11p. Disponível em: <http://www.ipef.br/protecao/alerta-leptocybe.invasa.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2016.
- Wilcken, C.F.; Couto, E.B.; Orlato, C., Ferreira Filho, P.J. & Firmino, D.C. (2003). **Ocorrência do psílideo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) em florestas de eucalipto no Brasil**. Circular Técnica Ipef 201. Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. 11p.
- Wilcken, C.F.; Soliman, E.P.; de Sá, A.N; Barbosa, L.R.; Dias, T.K.R.; Ferreira-Filho, P.J. & Oliveira, R.J.R. (2010). Bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero and Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) on *Eucalyptus* in Brazil and its distribution. **Journal of Plant Protection Research** 50(2): 201-205.
- Wingfield, M.J.; Roux, J.; Slippers, B.; Hurley, B.P.; Garnas, J.; Myburg, A.A. & Wingfield, B.D. (2013). Established and new technologies reduce increasing pest and pathogen threats to Eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management** 301(1): 35-42.
- Zache, B.; Wilcken, C.F.; da Costa, R.R., & Soliman, E.P. (2010). *Trichospilus diatraeae* cherian & margabandhu, 1942

(Hymenoptera: Eulophidae), a new parasitoid of *Melanolophia consimilaria* (Lepidoptera: Geometridae). **Phytoparasitica** 38(4): 355–357.

Zanuncio, J.C.(1992). **Manual de pragas em florestas. Lepidoptera desfolhadores de eucalipto: biologia, ecologia e controle.** v. 1. ed. Viçosa: Folha de Viçosa. 140p.

Zanuncio, J.C.; Alves, J.B.; Santos, G.P. & Campos, W.O. (1993b). Levantamento e flutuação populacional de lepidópteros associados à eucaliptocultura: VI. Região de Belo Oriente, Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 28 (10): 1121-1127.

Zanuncio, J.C.; Fagundes, M.; Anjos, N.; Zanuncio, T.V. & Capitani, L.C. (1993a). Levantamento e flutuação populacional de lepidópteros associados à eucaliptocultura V: Região de Belo Oriente, MG, junho de 1986 a maio de 1987. **Revista Árvore** 1(14): 35-44.

Zanuncio, J.C.; Guedes, R.N.C.; Cruz, A.P. & Moreira, A.M. (1992). Eficiência de *Bacillus thuringiensis* e de deltametrina, em aplicação aérea, para controle de *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) em eucaliptal no Pará. **Acta Amazônica** 22(4): 485-492.

Zanuncio, J.C.; Santos, G.P.; Saraiva, R.S. & Zanuncio, T.V. (1992). Ciclo de vida e consumo foliar de *Sarsina violacens* (Herrich-Schaeffer, 1856) (Lepidoptera, Lymantriidae), em *Eucalyptus urophylla*. **Revista Brasileira de Entomologia** 36(4): 843-850.

Zanuncio, J.C.; Torres, J.B.; Sedyama, C.A.Z.; Pereira, F.F.; Pastori, P.L.; Ermelinger, E.D. & Ramalho, F.S. (2009). Mortality of the defoliator *Euselasia eucerus* (Lepidoptera: Riodinidae) by biotic factors in *Eucalyptus urophylla* plantation in Minas Gerais State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 81(1): 61-66.