

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

***Gonipterus platensis* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE): INFESTAÇÃO EM  
EUCALIPTO, ASPECTOS MORFOLÓGICOS E BIOLÓGICOS E CONTROLE**

**NATALIA MEDEIROS DE SOUZA**

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  
Agosto – 2016

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

***Gonipterus platensis* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE): INFESTAÇÃO EM  
EUCALIPTO, ASPECTOS MORFOLÓGICOS E BIOLÓGICOS E CONTROLE**

**NATALIA MEDEIROS DE SOUZA**

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  
Agosto – 2016

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

S729g Souza, Natalia Medeiros de, 1989-  
*Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae): infestação em eucalipto, aspectos morfológicos e biológicos e controle / Natalia Medeiros de Souza. - Botucatu : [s.n.], 2016  
vi, 83 f. : fots., ils. color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2016  
Orientador: Carlos Frederico Wilcken  
Inclui bibliografia

1. Eucalipto - Doenças e pragas. 2. Insetos - Controle biológico. 3. Inseticidas químicos. 4. Pragas florestais. 5. Florestas - Proteção. I. Wilcken, Carlos Frederico. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III. Título.

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: *Gonipterus platensis* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE): INFESTAÇÃO EM EUCALIPTO, ASPECTOS MORFOLÓGICOS E BIOLÓGICOS E CONTROLE

AUTORA: NATALIA MEDEIROS DE SOUZA

ORIENTADOR: CARLOS FREDERICO WILCKEN

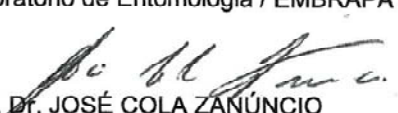
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. CARLOS FREDERICO WILCKEN  
Depto de Proteção de Plantas / Faculdade de Ciências Agronômicas



Prof. Dr. LEONARDO RODRIGUES BARBOSA  
Laboratório de Entomologia / EMBRAPA - FLORESTAS



Prof. Dr. JOSÉ COLA ZANÚNCIO  
Departamento de Biologia Animal e Entomologia / UNIVERSIDADE FEDERAL DE VICOSA

Botucatu, 24 de agosto de 2016

“Se puserdes as mais sublimes virtudes e os mais profundos conhecimentos em um sujeito solitário, remoto de todo contato com outros homens, é como se eles não existissem. Os frutos de uma laranjeira, se ninguém os gostar, valem tanto como as urzes e plantas bravias, e, se ninguém os vir, não valem nada; ou, por outras palavras mais enérgicas, não há espetáculo sem espectador.”

O Segredo do Bonzo, Machado de Assis.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agronômicas e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia (Proteção de Plantas) pela oportunidade de estudo.

Ao Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken pela confiança, orientação durante esse trabalho e os conselhos profissionais.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Instituto de Estudos e Pesquisas Florestais (IPEF) e às empresas que integram o Programa de Proteção Florestal (PROTEF), representadas pelos seus engenheiros, técnicos e funcionários pelo imenso apoio na realização de coletas de insetos e a disponibilização de dados.

Ao Prof. Dr. José Raimundo de Souza Passos pela disponibilidade e paciência na análise estatística dos dados.

A Everton Pires Soliman, pela amizade e confiança no meu trabalho, principalmente em seu primeiro estágio.

A Lorena Estevo del Compare Hilário e a Carolina Jordan, que foram grandes parceiras ao longo dessa jornada.

Aos estagiários e às técnicas do Laboratório de Controle Biológico de Pragas Florestais pelo apoio na condução das criações e condução de experimentos.

A toda a equipe do Laboratório de Controle Biológico de Pragas Florestais pela amizade e o aprendizado.

Aos amigos, que estiveram ao meu lado sempre prontos para me escutar, aconselhar ou simplesmente estarem presentes.

Ao meu companheiro Bruno, com quem pude contar em todas as fases do mestrado, desde a revisão das normas do projeto até a avaliação de experimentos em fins de semana.

À minha família, pelo incentivo constante para que eu continue meus estudos e conquiste meus sonhos.

**Muito obrigada!**

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| RESUMO .....                                                                                                                                                                | 1  |
| SUMMARY .....                                                                                                                                                               | 3  |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                                         | 5  |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                                                                                                                                              | 8  |
| 2.1 O eucalipto no Brasil.....                                                                                                                                              | 8  |
| 2.2 Besouros desfolhadores do eucalipto.....                                                                                                                                | 9  |
| 2.3 Considerações taxonômicas sobre o gênero <i>Gonipterus</i> .....                                                                                                        | 11 |
| 2.4 Distribuição geográfica de <i>Gonipterus</i> spp. e espécies hospedeiras .....                                                                                          | 11 |
| 2.5 Reconhecimento e aspectos bioecológicos de <i>Gonipterus</i> spp. ....                                                                                                  | 14 |
| 2.6 <i>Gonipterus</i> spp. como praga do eucalipto: injúrias e danos .....                                                                                                  | 16 |
| 2.7 Manejo de <i>Gonipterus</i> spp. ....                                                                                                                                   | 17 |
| CAPÍTULO I – INFESTAÇÕES POR <i>Gonipterus</i> spp. (COLEOPTERA:<br>CURCULIONIDAE) EM PLANTACÕES DE EUCALIPTO BRASILEIRAS.....                                              | 22 |
| Resumo .....                                                                                                                                                                | 23 |
| Introdução .....                                                                                                                                                            | 24 |
| Material e Métodos .....                                                                                                                                                    | 25 |
| Resultados .....                                                                                                                                                            | 26 |
| ESPÉCIES HOSPEDEIRAS.....                                                                                                                                                   | 26 |
| MONITORAMENTO DA PRAGA.....                                                                                                                                                 | 30 |
| CONTROLE DA PRAGA .....                                                                                                                                                     | 31 |
| Discussão .....                                                                                                                                                             | 32 |
| ESPÉCIES HOSPEDEIRAS.....                                                                                                                                                   | 32 |
| MONITORAMENTO DA PRAGA.....                                                                                                                                                 | 33 |
| CONTROLE DA PRAGA .....                                                                                                                                                     | 34 |
| Considerações finais.....                                                                                                                                                   | 35 |
| Agradecimentos.....                                                                                                                                                         | 35 |
| Referências Citadas .....                                                                                                                                                   | 35 |
| CAPÍTULO II – MORFOMETRIA DE OOTECAS DE <i>Gonipterus platensis</i><br>(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) E PARASITISMO POR <i>Anaphes nitens</i><br>(HYMENOPTERA: MYMARIDAE)..... | 38 |

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Resumo .....                                                                                                                               | 39 |
| Introdução .....                                                                                                                           | 40 |
| Material e Métodos .....                                                                                                                   | 41 |
| Resultados .....                                                                                                                           | 43 |
| Discussão .....                                                                                                                            | 46 |
| Agradecimentos.....                                                                                                                        | 48 |
| Referências.....                                                                                                                           | 48 |
| CAPÍTULO III – CONSUMO FOLIAR DE LARVAS DE <i>Gonipterus platensis</i><br>(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM DUAS ESPÉCIES DE EUCALIPTO.....   |    |
| Resumo .....                                                                                                                               | 52 |
| Introdução .....                                                                                                                           | 52 |
| Material e Métodos .....                                                                                                                   | 54 |
| Resultados .....                                                                                                                           | 55 |
| Discussão .....                                                                                                                            | 56 |
| Agradecimentos.....                                                                                                                        | 58 |
| Referências.....                                                                                                                           | 58 |
| CAPÍTULO IV – INSETICIDAS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO CONTROLE DE<br>ADULTOS DE <i>Gonipterus platensis</i> (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) ..... |    |
| Resumo .....                                                                                                                               | 62 |
| Introdução .....                                                                                                                           | 63 |
| Material e métodos.....                                                                                                                    | 64 |
| Ação tópica.....                                                                                                                           | 65 |
| Ação de contato/ingestão .....                                                                                                             | 65 |
| Condições gerais dos experimentos .....                                                                                                    | 66 |
| Análises .....                                                                                                                             | 66 |
| Resultados .....                                                                                                                           | 66 |
| Discussão .....                                                                                                                            | 69 |
| Agradecimentos.....                                                                                                                        | 70 |
| Referências.....                                                                                                                           | 71 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                                                                                               | 74 |
| 5. CONCLUSÕES GERAIS .....                                                                                                                 | 75 |
| 6. REFERÊNCIAS .....                                                                                                                       | 76 |

***Gonipterus platensis* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE): INFESTAÇÃO EM EUCALIPTO, ASPECTOS MORFOLÓGICOS E BIOLÓGICOS E CONTROLE.**

Botucatu, 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autora: NATALIA MEDEIROS DE SOUZA

Orientador: CARLOS FREDERICO WILCKEN

**RESUMO**

*Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) é um inseto desfolhador do eucalipto de origem australiana presente no Brasil há mais de 30 anos. Após um longo período sendo controlado naturalmente com sucesso pelo parasitoide de ovos *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) esse inseto voltou a causar danos em várias regiões produtoras de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, reforçando que ainda há necessidade de entendimento da dinâmica da praga no país e de elementos que auxiliem no seu manejo. Esse trabalho teve por objetivos realizar um levantamento de áreas de eucalipto atacadas pela praga, avaliar a morfometria de ootecas e sua relação com o total de ovos e a taxa de parasitismo em diferentes áreas do estado de São Paulo, avaliar o consumo foliar, viabilidade e desenvolvimento de larvas em diferentes espécies de eucalipto e avaliar a ação de diferentes inseticidas contra adultos dessa praga. Em estudo conduzido em parceria com empresas florestais, foi verificada a existência de dez espécies de eucalipto, quatro delas relatadas pela primeira vez além de cinco híbridos hospedeiros de *Gonipterus* spp. no Brasil, com o grau de severidade de desfolha variável, chegando a mais de 75% em alguns materiais; devido a ressurgência recente da praga há pouca informação sobre perdas em produtividade. Foi verificado que as estratégias de monitoramento e controle da praga não são padronizadas em todas as empresas. Em estudo para avaliação de ootecas a campo, foi observada correlação entre o comprimento das mesmas e o número total de ovos. As taxas de parasitismo e razão sexual variaram de acordo com a região e foi verificado um grande número de parasitoides mortos dentro das ootecas. Em avaliação de consumo foliar de larvas de *G. platensis* em *Eucalyptus urophylla* e *E. camaldulensis* não foram observadas diferenças no consumo entre os

hospedeiros; o desenvolvimento em *E. camaldulensis* foi mais longo. Foram testados diversos produtos para o controle de adultos de *G. platensis* sendo eficientes bifentrina e *Beauveria bassiana* por ação tópica e bifentrina por ação de contato/ingestão. Os dados apresentados nesse trabalho podem ser utilizados para o ajuste de planos de manejo da praga.

---

Palavras chave: consumo foliar, controle biológico, controle químico, *Eucalyptus*, gorgulho-do-eucalipto, manejo de pragas.

***Gonipterus platensis* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE): INFESTATION ON EUCALYPTUS, MORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL ASPECTS AND CONTROL.** Botucatu, 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: NATALIA MEDEIROS DE SOUZA

Adviser: CARLOS FREDERICO WILCKEN

## SUMMARY

*Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) is an Australian eucalypt defoliator present in Brazil for over 30 years. After a long period being naturally and successfully controlled by the egg parasitoid *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) this insect is once again causing damage in several producing regions of São Paulo, Paraná and Rio Grande do Sul, highlighting that there is a need to understand the pest dynamics in the country and elements to improve its management. This study aimed to assess the eucalyptus areas attacked by the pest, verify egg capsules morphometry and its relation with total number of eggs and parasitism rate in different areas in the state of São Paulo, assess larval leaf consumption, viability and development on different species of eucalyptus and evaluate the effectiveness of different insecticides against adults. In a study conducted in partnership with forestry companies, ten species of eucalyptus, and five hybrid were reported as hosts of *Gonipterus* spp. in Brazil, four of those were reported for the first time. Defoliation levels varied, reaching over 75% in some hosts. Due to the recent resurgence of the pest there is little information about productivity loss. Monitoring strategies and pest control are not standardized in all companies. In a study to evaluate egg capsules on the field, a correlation between their length and the total number of eggs was verified. The parasitism rates and sex ratio varied according to the region and a large number of parasitoids were found dead inside the egg capsules. Assessment of *G. platensis* larvae leaf consumption on *Eucalyptus urophylla* and *E. camaldulensis* did not show differences of consumption between these hosts; development on *E. camaldulensis* was slower. Several products were tested to control *G. platensis* adults. Only bifenthrin and *Beauveria bassiana* topic action bifenthrin contact/ingestion action were effective. The data presented in this work can be used for adjustment of pest management plans.

---

Keywords: leaf consumption, biological control, chemical control, *Eucalyptus*, Eucalyptus Snout Beetle, pest management

## 1. INTRODUÇÃO

A área de florestas plantadas no Brasil em 2014 chegou a 7,74 milhões de hectares, sendo 5,6 milhões de hectares (71,9%) ocupados com plantações de eucalipto (IBÁ, 2015). O gênero *Eucalyptus* é originário da Austrália e devido a sua velocidade de crescimento e adaptabilidade a diversos ambientes foi introduzido em diversas partes do mundo (DOUGHTY, 2000), sendo utilizado no Brasil principalmente pelas indústrias de papel e celulose, painéis de madeira, carvão e moveleira (IBÁ, 2015).

Assim como outras plantas cultivadas na forma de monocultivo, o eucalipto enfrenta problemas ocasionais com surtos de pragas, dentre estas encontram-se os besouros desfolhadores (ANJOS e MAJER, 2003).

*Gonipterus* (Coleoptera: Curculionidae) é um gênero de insetos originário da Austrália que atualmente está distribuído por quase todas as regiões produtoras de eucalipto no mundo. A principal espécie é *G. platensis*, conhecido como gorgulho-do-eucalipto. No Brasil também ocorre a espécie *G. pulverulentus* (MAPONDERA et al., 2012). Larvas destes insetos alimentam-se de folhas tenras de ponteiro podendo causar desfolha completa no terço superior das árvores enquanto que adultos alimentam-se de folhas jovens e de idade intermediária, deixando-as com aspecto serreado (TOOKE, 1955).

A presença de *Gonipterus* sp. foi relatada no país pela primeira vez na década de 50 (BARBIELLINI, 1955; KOBER, 1955) e, apesar de ter causado apenas

surtos esporádicos por muitos anos, *G. platensis* vem se apresentando como praga-chave em algumas regiões, principalmente de São Paulo a partir de 2012 (SOUZA et al., 2014).

O manejo dessa praga é realizado com a utilização de agentes de controle biológico, destacando-se o parasitoide de ovos *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) e o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. Em 2005, a utilização conjunta desses dois agentes possibilitou o controle da praga que atingia 50.000 ha de plantios no Estado do Espírito Santo (WILCKEN et al., 2008b).

Atualmente, um agravamento dos problemas com *Gonipterus* sp. vem sendo observado em diversas regiões produtoras de eucalipto no mundo, juntamente a taxas de parasitismo mais baixas, associadas a diversos fatores como as condições climáticas, altitude (REIS et al., 2012) e até a má combinação parasitoide hospedeiro (MAPONDERA et al., 2012). Aliado a esses fatores, a correção recente da identificação das espécies que ocorrem globalmente (MAPONDERA et al., 2012) reforça a necessidade do entendimento diferenças encontradas entre a situação brasileira e a relatada na literatura internacional.

Estudos mais detalhados do levantamento da ocorrência desse inseto no Brasil são necessários para que haja suporte técnico para a adoção de estratégias de controle que permitam a supressão dos altos níveis populacionais a níveis aceitáveis, reduzindo as perdas econômicas dos plantios de eucalipto. Desta forma, este estudo teve como objetivos foi realizar um levantamento de áreas de eucalipto atacadas pela praga, avaliar a morfometria de ootecas e sua relação com o total de ovos e a taxa de parasitismo em diferentes áreas do estado de São Paulo, avaliar o consumo foliar, viabilidade e desenvolvimento de larvas em diferentes espécies de eucalipto e avaliar a ação de diferentes inseticidas contra adultos dessa praga.

Para atingir estes objetivos a dissertação será dividida em quatro capítulos, sendo o primeiro capítulo intitulado “Infestações por *Gonipterus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) em plantações de eucalipto brasileiras, redigido (em português) conforme as normas da revista “Florida Entomologist”, o segundo capítulo intitulado “Morfometria de ootecas de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) e parasitismo por *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae)”, redigido (em português) conforme as normas da revista “Journal of Applied Entomology”, o terceiro capítulo

intitulado “Consumo foliar de larvas de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) em duas espécies de eucalipto”, redigido (em português) conforme as normas da revista “Phytoparasitica” e o quarto capítulo intitulado “Inseticidas químicos e biológicos no controle de adultos de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae)”, redigido (em português) conforme as normas da revista “Journal of Pest Science”.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O eucalipto no Brasil

O setor brasileiro de florestas plantadas está em constante expansão e atingiu no ano de 2014 um total de 7,74 milhões de hectares. Neste ano, o setor representou em termos econômicos 1,1% de toda a riqueza gerada no País e 5,5% do PIB industrial (IBÁ, 2015).

O eucalipto é atualmente o gênero de árvores mais expressivo do setor, estando presente em 5,56 milhões de hectares (71,9%) da área total de árvores plantadas, predominantemente nos Estados de Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%). Além da vasta área plantada, outros indicadores dessa cultura também se destacam frente aos principais concorrentes a nível mundial. Em termos de produtividade, por exemplo, as áreas brasileiras apresentam uma média de 39 m<sup>3</sup>/ha/ano, distanciando-se consideravelmente do segundo colocado no ranking, a China, que produz em média 23 m<sup>3</sup>/ha/ano (IBÁ, 2015).

O eucalipto (*Eucalyptus* spp.) é um gênero exótico de plantas, originário principalmente da Austrália (mais de 700 espécies), havendo apenas duas espécies que não ocorrem naturalmente nesse país (BOOKER, 2000; DOUGHTY, 2000). No Brasil, a introdução comercial desse gênero iniciou-se em meados do século 20, com a finalidade de produzir dormentes para linhas de trem e combustível para as locomotivas

(MORA e GARCIA, 2000). A partir da década de 60, com a implantação de um programa de incentivos fiscais, iniciou-se a expansão desse cultivo até que se atingisse os patamares atuais (FOELKEL, 2005).

Devido à grande variedade das espécies de eucalipto em cor, peso, dureza, força, elasticidade e durabilidade (OHMART e EDWARDS, 1991), a madeira de eucalipto é destinada aos mais diversos fins, alimentando as indústrias de papel e embalagens, celulose, painéis de madeira e pisos laminados, moveleira e carvão vegetal além de possuir potencial para ser explorado como matéria prima para diversos bioprodutos (LONGUE JUNIOR e COLODETTE, 2013; IBÁ 2015).

Os plantios de eucalipto são geralmente realizados na forma de monocultivo, muitas vezes com um mesmo clone, o que reduz, consequentemente, a complexidade da entomofauna presente nessas áreas (COSTA e ARALDI, 2014). A grande extensão desses plantios favoreceu o aumento da população de um grande número de espécies de insetos nativas que se adaptaram à cultura e, além destas, diversas espécies de insetos exóticos foram introduzidos no país, tornando-se pragas importantes (QUEIROZ, 2010).

## **2.2 Besouros desfolhadores do eucalipto**

Dentre as mais de 200 espécies de insetos já relatadas alimentando-se de eucalipto no país (BERTI FILHO, 1981 citado por ANJOS E MAJER, 2003), mais de 40 correspondem aos besouros desfolhadores embora o número de espécies que efetivamente causam dano econômico seja bem mais restrito. No Brasil, a maioria dessas espécies é nativa e possuíam como hospedeiras outras mirtáceas antes da chegada do eucalipto (ANJOS e MAJER, 2003).

Embora outros desfolhadores como lagartas e formigas cortadeiras sejam mais importantes no país em termos econômicos, em algumas regiões e sob certas condições climáticas os besouros desfolhadores podem tomar posição de destaque (CORASSA e SOUZA, 2014).

Os besouros desfolhadores do eucalipto são insetos que através da alimentação ou comportamento causam destruição parcial ou total das folhas reduzindo a área foliar das plantas (WYLIE e SPEIGHT, 2012; CORASSA e SOUZA, 2014). No

Brasil, estes insetos estão distribuídos principalmente nas famílias Chrysomelidae, Buprestidae, Curculionidae e Scarabaeidae.

Os crisomelídeos são besouros de acentuada importância ecológica e econômica (OHMART e EDWARDS, 1991). No Brasil, são popularmente conhecidos como “vaquinhas”, caracterizados por insetos pequenos, de até 25 mm de comprimento (CORASSA e SOUZA, 2014). Dentre as espécies pertencentes a essa família, destaca-se o besouro amarelo do eucalipto *Costalimaita ferruginea*, considerada a mais expressiva economicamente no país (ANJOS e MAJER, 2003; CORASSA e SOUZA, 2014). Suas larvas alimentam-se de raízes de gramíneas como arroz, cana-de-açúcar, milho e pastagens enquanto que os adultos podem se alimentar de uma grande diversidade de espécies frutíferas e florestais (LUNZ e AZEVEDO, 2011). Em eucalipto, os adultos alimentam-se a partir do ponteiro da copa, especialmente nas folhas mais tenras e também em brotações e cascas dos ramos causando desfolha intensa no terço superior da planta (ANJOS e MAJER, 2003; CORASSA e SOUZA, 2014).

Besouros da família Buprestidae são conhecidos popularmente como “besouros cai-cai”, atacam árvores de eucalipto de qualquer idade, alimentando-se de folhas jovens e a casca de ramos jovens, podendo danificar ou decepar o ramo principal (CARRANO-MOREIRA, 2014). As larvas alimentam-se de restos de troncos em decomposição (ANJOS e MAJER, 2003). Dentre as espécies dessa família, destacam-se as pertencentes aos gêneros *Lamptetis* e *Psiloptera* (CORASSA e SOUZA, 2014).

Os escarabaeídeos são o grupo menos expressivo dentre os besouros desfolhadores, sendo *Bolax flavolineata* a espécie mais importante. Suas larvas alimentam-se de raízes de gramíneas e empupam no solo. Os adultos emergem em grande número e alimentam-se de folhas e por vezes de brotações e flores do eucalipto e de outras mirtáceas (ANJOS e MAJER, 2003; CORASSA e SOUZA, 2014).

Os curculionídeos são popularmente conhecidos como “bicudos” ou “gorgulhos” e, apesar de uma grande variedade de espécies nativas dessa família causarem dano ao eucalipto, as espécies exóticas do gênero *Gonipterus* são as mais importantes ocupando o posição de destaque em diversos países que possuem a cultura (CORASSA e SOUZA, 2014). As larvas e os adultos deste gênero tem como único hospedeiro o gênero *Eucalyptus* e alimentam-se de folhas tenras e brotações, podendo desfolhar completamente o ponteiro das árvores (TOOKE, 1955).

### 2.3 Considerações taxonômicas sobre o gênero *Gonipterus*

Cerca de 20 espécies do gênero *Gonipterus* Schöenher, 1833, da ordem Coleoptera, subordem Polyphaga, superfamília Curculionoidea, família Curculionidae, subfamília Gonipterinae e tribo Gonipterini, são conhecidas (NCBI, 2016).

Destas, oito espécies fazem parte do que se chama de “complexo *scutellatus*” que compreende espécies muito semelhantes e crípticas, dentre elas *G. scutellatus* Gyllenhal, 1833, *G. platensis* (Marelli, 1926), *G. pulverulentus* Lea, 1897, *G. balteatus* Pascoe, 1870 e outras espécies ainda em processo de descrição (NEWETE et al., 2011; MAPONDERA et al., 2012). Apesar de serem muito semelhantes morfológicamente, a avaliação minuciosa e a identificação correta das espécies têm sérias implicações no que se conhece em relação a sua bioecologia, manejo e na associação e comparação entre estudos realizados com esse gênero nos diversos países onde ele se distribui.

Até 2012, considerava-se que as espécies de *Gonipterus* encontradas no Brasil eram *G. scutellatus* Gyllenhal, 1833 e *G. gibberus* Boisduval, 1935, até que um estudo conduzido com insetos coletados em todo o mundo determinou que as espécies que ocorrem no país são *G. platensis* e *G. pulverulentus*, respectivamente (MAPONDERA et al., 2012). Popularmente, esses insetos são conhecidos na língua portuguesa como “gorgulho-do-eucalipto”.

### 2.4 Distribuição geográfica de *Gonipterus* spp. e espécies hospedeiras

*Gonipterus* é um gênero originário da Austrália, onde se distribui ao leste do país desde a Tasmânia até Queensland, havendo algumas poucas espécies de ocorrência na região sudoeste. A espécie mais abundantemente distribuída no Brasil e no mundo, *G. platensis*, tem como provável centro de origem a Tasmânia embora esteja também presente em grande parte do oeste australiano (MAPONDERA et al., 2012).

O primeiro relato de *Gonipterus* fora de seu país de origem ocorreu na Nova Zelândia em 1890 (WITHERS, 2001), em seguida sua dispersão foi detectada na África em 1916 (MALLY, 1924), América do Sul em 1925, Europa em 1975 e América do Norte em 1994 (FIORENTINO e DE MEDINA, 1991; CADAHIA, 1986; CROWLES e DOWNER, 1995 citados por WILCKEN & OLIVEIRA, 2015).

Atualmente, há registros de *Gonipterus* por muitos dos países com plantios de eucalipto como Nova Zelândia, África do Sul, Quênia, Lesoto, Madagascar, Malaui, Ilhas Mauricio, Moçambique, Suazilândia, Uganda, Zimbábue, Espanha, Portugal, França, Itália, Estados Unidos, Argentina, Uruguai, Chile e Brasil (EPPO, 2005; WILCKEN & OLIVEIRA, 2015).

A espécie predominante no Brasil e mais distribuída ao redor do mundo, *G. platensis* é encontrada na Nova Zelândia, oeste europeu e nas Américas, enquanto que *G. pulverulentus* limita-se ao sul da América do Sul (MAPONDERA et al., 2012).

No Brasil, a primeira detecção de *G. platensis* (como *G. scutellatus*) ocorreu em 1979 em Curitiba, PR (FREITAS, 1979), estando esta distribuída atualmente nos estados do Rio Grande do Sul (WILCKEN & OLIVEIRA, 2015), Santa Catarina (FENILLI, 1982), Paraná, São Paulo (ROSADO-NETO, 1993) e Espírito Santo (WILCKEN et al., 2008a). Já a espécie *G. pulverulentus* foi detectada (como *G. gibberus*) pela primeira vez no Brasil na década de 1920 em Pelotas, RS, encontrando-se nos estados da região Sul do país (BARBIELLINI, 1955; KOBER, 1955; FREITAS, 1979; FENILLI, 1982).

Devido à identificação errônea da praga e a descoberta recente de outras espécies presentes em algumas regiões, a determinação precisa da relação entre espécie-praga e seus hospedeiros relatados em alguns estudos torna-se impossível (MAPONDERA et. al, 2012).

Na região de origem, *G. platensis* foi relatado em *E. nitens*, *E. caudata*, *E. dalrympleana*, *E. ovata*, *E. viminalis* e *E. rubida*. *G. pulverulentus* foi registrado em *E. dunnii* e *E. amygdalina* (MAPONDERA et. al, 2012).

Tooke (1955) foi um dos pioneiros na elaboração de um estudo desenvolvido ao longo de 25 anos para reconhecimento de espécies de *Eucalyptus* hospedeiras do gorgulho e classificação das mesmas em relação à intensidade do ataque na África do Sul. Mapondera et al. (2012) ressalta, porém, que muito provavelmente o estudo foi conduzido com uma espécie ainda não descrita, considerada como morfoespécie *Gonipterus* sp. 2.

Em outras regiões do mundo, trabalhos de descrição de hospedeiros foram menos detalhados, relatando pontualmente as ocorrências (tabela 1). Quanto a essa problemática, Newete et al. (2011) reforçam que a preferência de hospedeiros nos diferentes países não é a mesma, embora as diferenças taxonômicas possam explicar parcialmente essas diferenças.

**Tabela 1.** Relatos de hospedeiros do complexo *G. scutellatus* (espécies de acordo com Mapondera et al., 2012) no mundo adaptada de Newete et al., 2011.

| Cont.  | País           | Espécie                                        | Hospedeiras                                                                                                                                                   | Resistentes                                                                                                   | Referência                                            |
|--------|----------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| África | África do Sul  | <i>Gonipterus</i> sp. 2<br><i>G. platensis</i> | <i>E. dorrigoensi</i><br><i>E. grandis</i><br><i>E. scoparia</i><br><i>E. smithii</i><br><i>E. urophylla</i><br><i>E. viminalis</i>                           | <i>E. saligna</i>                                                                                             | Newete et al., 2011                                   |
|        | Ilhas Maurício | <i>Gonipterus</i> sp. 2                        | <i>E. kirtoniana</i><br><i>E. robusta</i><br><i>E. tereticornis</i>                                                                                           | -                                                                                                             | FAO, 2009;<br>Willians et al., 1951                   |
|        | Quênia         | ?                                              | <i>E. globulus</i> spp.<br><i>globulus</i><br><i>E. maidenii</i> spp.<br><i>globulus</i><br><i>E. robusta</i><br><i>E. smithii</i>                            | <i>C. citriodora</i><br><i>E saligna</i>                                                                      | FAO, 2009;<br>Kevan, 1946                             |
|        | Madagascar     | <i>Gonipterus</i> sp. 2                        | <i>E. camaldulensis</i><br><i>E. cornuta</i><br><i>E. globulus</i> spp.<br><i>globulus</i><br><i>E. puntacta</i><br><i>E. uringera</i><br><i>E. viminalis</i> | -                                                                                                             | FAO, 2009;<br>Kevan, 1946                             |
|        | Espanha        | <i>G. platensis</i>                            | <i>E. globulus</i><br><i>E. obliqua</i>                                                                                                                       | -                                                                                                             | FAO, 2009;<br>Mansilla-Vázquez &<br>Perez-Otero, 1996 |
| Europa | Itália         | <i>Gonipterus</i> sp. 2                        | <i>E. globulus</i> spp.<br><i>globulus</i>                                                                                                                    | <i>E. cinerea</i><br><i>E. gunnii</i><br><i>E. polyanthemos</i><br><i>E. rostrata</i><br><i>E. stuartiana</i> | Arzone e Meoto, 1978;<br>FAO, 2009                    |
|        | Portugal       | <i>G. platensis</i>                            | <i>E. globulus</i>                                                                                                                                            | -                                                                                                             | Valente et al., 2004                                  |
| Oce.   | Nova Zelândia  | <i>G. platensis</i>                            | <i>E. globulus</i><br><i>E. viminalis</i>                                                                                                                     | -                                                                                                             | Miller, 1927                                          |

continua...

continuação...

| Cont.    | País           | Espécie                                            | Hospedeiras                                                                                                                                                                                                                             | Resistentes                                                                                                      | Referência                                                                                                     |
|----------|----------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Américas | Argentina      | <i>G. platensis</i><br><i>G. pulverulentus</i>     | <i>E. camaldulensis</i><br><i>E. globulus</i><br><i>E. robusta</i><br><i>E. viminalis</i>                                                                                                                                               | <i>C. citriodora</i><br><i>E. saligna</i><br><i>E. amygdalina</i>                                                | Marelli, 1928                                                                                                  |
|          | Brasil         | <i>G. platensis</i><br><br><i>G. pulverulentus</i> | <i>E. dunnii</i><br><i>E. grandis</i><br><i>E. saligna</i> var.<br><i>protusa</i><br><i>E. urophylla</i> x <i>E.</i><br><i>grandis</i><br><i>E.viminalis</i><br><br><i>E. camaldulensis</i><br><i>E. robusta</i><br><i>E. viminalis</i> | -                                                                                                                | Freitas, 1979;<br>Lubianca, 1955 citado por<br>Oliveira, 2006;<br>Souza et al., 2014;<br>Wilcken et al., 2008a |
|          | Chile          | <i>G. platensis</i>                                | <i>E. camaldulensis</i><br><i>E. globulus</i> ssp.<br><i>globulus</i><br><i>E. maidenii</i><br><i>E. punctata</i><br><i>E. robusta</i><br><i>E. smithii</i><br><i>E. viminalis</i>                                                      | <i>E. saligna</i><br><i>C. citriodora</i>                                                                        | Huerta-Fuentes, et al.,<br>2008;<br>Lanfranco e Dungey, 2000                                                   |
|          | Estados Unidos | <i>G. platensis</i>                                | <i>E. globulus</i><br><i>E. territicornis</i><br><i>E. viminalis</i>                                                                                                                                                                    | <i>E. amaculata</i><br><i>E. polyanthemus</i><br><i>E. cladocalyx</i><br><i>E. saligna</i><br><i>E. trabutti</i> | Hanks et al., 2000                                                                                             |
|          | Uruguai        | <i>G. platensis</i><br><i>G. pulverulentus</i>     | <i>E. camaldulensis</i><br><i>E. globulus</i><br><i>E. robusta</i><br><i>E. viminalis</i>                                                                                                                                               | -                                                                                                                | Betancourt e Scatoni,<br>2010                                                                                  |

## 2.5 Reconhecimento e aspectos bioecológicos de *Gonipterus* spp.

O complexo de espécies “*scutellatus*” é caracterizado por curculionídeos de rostro curto, dificilmente distinguíveis morfologicamente pela observação dos caracteres externos, sendo na maioria das vezes necessária a dissecação para observação da genitália masculina (MAPONDERA et. al, 2012).

Os adultos de *G. platensis* apresentam coloração geral castanho escura, com revestimento escamoso, mais denso ventralmente. Possuem rostro curto subcilíndrico, preto nos lados e castanho-avermelhado no meio e medem cerca entre 5,7 e 8,9 mm (machos) e 7,5 e 9,4 mm (fêmeas). Os adultos de *G. pulverulentus* são caracterizados pelo tegumento castanho-claro a escuro; preto no rostro e cabeça; o corpo é

densamente revestido por escamas curtas e nos élitros há uma faixa mediana, oblíquo-transversal, de escamas pouco mais alongadas e claras, medem entre 7,0 e 9,2 mm (machos) e 8,0 e 9,2 mm (fêmeas) (ROSADO-NETO e MARQUES, 1996).

Os ovos de ambas as espécies são depositados pelas fêmeas dispostos em fileiras, sobrepostas ou não, recobertos por uma mistura de produto glandular com excremento, resultando em uma ooteca rígida de coloração preta (SANCHES, 2000). O número médio de ovos por postura varia entre três a 16, para *G. platensis* (SANCHES, 1993), e entre um a seis para *G. pulverulentus* (FREITAS, 1979).

As larvas desses insetos são ápodas, ligeiramente curvadas, com cabeça de coloração escura retraída sobre o tórax, corpo de coloração amarelo-creme, caracterizada no caso de *G. platensis* pela presença de três faixas longitudinais verde-escuras, ausentes em *G. pulverulentus*. Larvas de último instar atingem entre 9,2 e 11,3 mm em *G. platensis* e 10,8 e 13,3 mm em *G. pulverulentus* (ROSADO-NETO & MARQUES, 1996). Ao atingirem a fase de pé-pupa, as larvas lançam-se ao solo onde se enterram e constroem uma pequena câmara pupal ovalada a cerca de 2 a 3 cm de profundidade, onde ficarão até a fase adulta (MARELLI, 1928).

O ciclo de desenvolvimento de *Gonipterus* spp. tem sido investigado em condições variadas de alimentação e temperatura. Um estudo realizado com as espécies hospedeiras *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. urophylla* e dois híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*, chamados de ‘urograndis’ na alimentação de *Gonipterus platensis*, comprovou a influência da alimentação no desenvolvimento do inseto (OLIVEIRA, 2006). Em condições de laboratório a 26°C, *E. urophylla* proporcionou o desenvolvimento em menor tempo, sendo necessários 47,2 dias da eclosão das larvas à emergência dos adultos. Em *E. camaldulensis* esse período se estendeu por 50,5 dias e em *E. grandis*, material menos favorável, foram necessários 75,1 dias para o desenvolvimento. Em termos de viabilidade, *E. urophylla* foi o mais favorável, possibilitando o desenvolvimento de 69% dos insetos enquanto que *E. grandis* teve efeito negativo na biologia do inseto, que apresentou viabilidade de apenas 12% nesse material. Clones de híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* apresentaram alta viabilidade, semelhante aos valores encontrados para *E. urophylla*, embora o tempo de desenvolvimento tenha sido mais longo (OLIVEIRA, 2006).

A temperatura é outro parâmetro que pode afetar tanto a viabilidade quanto a duração do ciclo de *Gonipterus* spp. (SANCHES, 1993; OLIVEIRA, 2006). Quando alimentados com folhas de *E. viminalis*, *G. platensis* leva 61,5 dias desde a postura dos ovos até a emergência dos adultos a 24° C. Já na temperatura de 18° C esse período estende-se por até 85,9 dias. A viabilidade larval foi de 81 e 76%, respectivamente e das fases de pré-pupa+pupa foi de 31,7 e 49,4%, respectivamente (SANCHES, 1993).

A temperatura ideal para desenvolvimento *G. platensis* quando alimentados com folhas de *E. grandis*, *E. urophylla* e dois híbridos “urograndis”, está em torno de 22 e 26° C, a temperatura de 30° C causa alta mortalidade dos insetos (OLIVEIRA, 2006).

Para *G. pulverulentus*, alimentados com folhas de *E. viminalis* e mantidos a 25° C o período entre a eclosão de larvas e emergência dos adultos foi de 55,22 dias para machos e 54,82 dias para fêmeas (FREITAS, 1979).

À campo, na província de San Felipe, Chile, foram encontradas de 3 a 4 gerações de *G. platensis*, com picos populacionais entre os meses de maio a novembro (ESTAY et al., 2002). Em Curitiba, PR, Sanches (1993) observou adultos de *G. platensis* presentes no campo durante todo o ano, embora as posturas só tenham sido encontradas entre os meses de agosto e fevereiro. Nessa região, foi estimada a ocorrência de 1,6 gerações por ano. Na mesma região, Freitas (1979) registrou adultos de *G. pulverulentus* por todo o ano embora ovos, larvas e pupas tenham sido registrados apenas entre os meses de julho a dezembro.

## **2.6 *Gonipterus* spp. como praga do eucalipto: injúrias e danos**

De forma geral, as injúrias causadas por *Gonipterus* spp. são causadas pela alimentação de larvas e adultos. Os adultos alimentam-se de folhas jovens a folhas de idade intermediária a partir das bordas, deixando-as com aspecto serrado. Em altas infestações, esses insetos podem passar a roer ramos mais finos e jovens causando o acinturamento dos mesmos (TOOKE, 1955).

No entanto, as larvas que causam maior dano às plantas, uma vez que se alimentam exclusivamente das folhas mais jovens e de brotações do ápice da copa. Ao eclodirem dos ovos, que são já colocados em folhas de brotações, as larvas atravessam

a folha onde passam a raspar o tecido mais tenro, deixando orifícios na forma de raspagens por onde passam. Essas raspagens logo secam e escurecem, deixando a folha com aspecto encarquilhado. Uma vez que se tornem maiores (a partir do terceiro instar) passam a ser capazes de se alimentar indiscriminadamente das folhas, deixando por vezes apenas a nervura central intacta (SANCHES, 1993; TOOKE, 1955).

Quando alimentadas com folhas de *E. cinerea* larvas de *G. platensis* necessitam de 1,2 g de biomassa fresca para completar seu desenvolvimento. Esse valor passa para 1,7 g quando o hospedeiro é *E. globulus* (RIVERA e SANTOLAMAZZA-CARBONE, 2000). Em termos de área foliar, *E. urophylla* é um dos hospedeiros mais consumidos, sendo necessários 70,58 cm<sup>2</sup> de folhas para o desenvolvimento total das larvas (OLIVEIRA, 2006).

Larvas de primeiro instar de *G. pulverulentus* sobre folhas de *E. saligna* podem consumir até 12 vezes o próprio peso e ao atingirem o quarto e último instar consomem em média 276,8 mg de folhas (FREITAS, 1991).

Em plantações de eucalipto severamente atacadas é possível observar a desfolha completa dos ponteiros seguida pela superbrotação da planta, caracterizando o envassouramento. O ataque intenso e sucessivo pode, dependendo da susceptibilidade do hospedeiro, resultar em redução ou paralisação do crescimento, bifurcação de fuste ou até em morte da planta (EPPO, 2005; FAO, 2009).

Em regiões mais frias da península Ibérica, estimou-se que a desfolha de 50% do terço superior de árvores de *E. globulus* atacadas por *G. platensis* pode causar perdas de 21% no volume de madeira comercializável em um ciclo de 10 anos. Quando a porcentagem de desfolha atinge 75%, a perda em volume de madeira pode chegar até 42% (REIS et al., 2012).

## **2.7 Manejo de *Gonipterus* spp.**

O manejo integrado de pragas (MIP) é definido pela FAO (1967) como um sistema que, no contexto de associação ambiental à dinâmica populacional das espécies-praga, utiliza todas as técnicas e métodos disponíveis e mantém a população de pragas a níveis abaixo daqueles que causam dano econômico. Dentre essas técnicas e

métodos, diversas tem sido estudadas para aplicação no manejo de *Gonipterus* spp., como a utilização de espécies resistentes, controle com produtos químicos e biológicos e a liberação de parasitoides específicos.

Algumas pesquisas foram realizadas para avaliação de espécies não hospedeiras ou não preferidas por *Gonipterus* spp., no entanto, poucos são os relatos de utilização de resistência de plantas para contenção deste inseto. Na África do Sul, Tooke (1955) foi pioneiro na recomendação de espécies menos atacadas para plantio visando à mitigação dos impactos causados pelo gorgulho. Com o tempo, as substituições foram realizadas e 80% dos plantios foram ocupados por *E. grandis*, considerado mais resistente do que as espécies plantadas anteriormente (TRIBE, 2005). Apesar desta mudança, o gorgulho continua sendo uma praga importante na África do Sul.

Uma vez que a praga esteja estabelecida em uma área, a realização do manejo integrado necessita do monitoramento dos níveis populacionais da mesma para a tomada de decisão. Não há disponível no mercado atualmente nenhum sistema de monitoramento que seja efetivo. Armadilhas adesivas amarelas, que são comumente empregadas no monitoramento de pragas florestais são aparentemente ineficientes e não há na literatura ou em forma comercial nenhum tipo de feromônio disponível para a captura deste inseto. Em estudo que buscou desenvolver um método de captura para *Gonipterus platensis*, foi observado que os adultos apresentam forte atração por etil fenilacetato embora tentativas de desenvolver uma armadilha com a utilização desse composto não tenham sido bem sucedidas (SARMENTO, 2015).

Tecnologias mais sofisticadas, como sensoriamento remoto e análise de imagens para determinação de índices de desfolha causada por *Gonipterus* sp. começaram a ser exploradas na África do Sul recentemente (LOTTERING e MUTANGA, 2016).

O controle cultural direcionado a pupas foi estudado na África do Sul, com aração nas entrelinhas para exposição e quebra das câmaras pupais. Esse método é pouco efetivo, uma vez que pode ocorrer a migração de insetos vinda de outras áreas e a operação em si deve ser realizada no momento exato em que a maioria dos indivíduos encontra-se no solo (TOOKE, 1955).

O controle biológico é a estratégia mais empregada em todas as áreas do mundo com presença de *Gonipterus* spp. O agente *Anaphes nitens* (Girault) (Hymenoptera: Mymaridae), um microhimenóptero parasitoide de ovos também originário da Austrália, é o principal agente utilizado. Na América do Sul, esse parasitoide foi introduzido através de importações vindas da África do Sul (MARELLI, 1928) e posteriormente se dispersou naturalmente para o Brasil.

As fêmeas de *A. nitens* são altamente especializadas em encontrar ootecas novas e onde depositam seus ovos dentro dos ovos do gorgulho. De cada ovo parasitado emerge um único parasitoide. O desenvolvimento de *A. nitens* é de aproximadamente 17 dias à temperatura de 25° C (SANTOLAMAZZA-CARBONE et al., 2006).

As taxas de parasitismo por *A. nitens* podem variar ao longo do ano. Na Cidade do Cabo e em Grabow, África do Sul, foram encontradas taxas de parasitismo mais baixas em março (chegando a zero em Grabow) e mais altas (maiores que 90%) em setembro e outubro enquanto que em George essas flutuações não foram tão marcantes. O estudo atribui essas variações aos padrões de temperatura e umidade que são semelhantes nas primeiras duas cidades (TRIBE, 2005). Em Colombo, PR, as taxas de parasitismo de ovos de *G. platensis* e *G. pulverulentus* foram mais baixas em setembro (menores que 3%), aumentando gradativamente até atingirem seu máximo em fevereiro para *G. platensis* e março para *G. pulverulentus* (SANCHES, 2000).

Outro agente de controle biológico, o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* foi relatado em epizootias causando morte de insetos adultos em Itararé, SP (BERTI FILHO et al., 1992). Há diversas cepas do fungo potenciais para controle de *G. platensis*, com taxas de até 100% de mortalidade da praga em aplicação tópica (WILCKEN et al., 2005). *B. bassiana* é considerado um melhor candidato no manejo integrado de pragas quando comparado com produtos sintéticos por sua baixa periculosidade ao meio ambiente e aos organismos não-alvo (ZIMMERMANN, 2007). Esse fungo pode ser ainda utilizado em conjunto com *A. nitens*, por não ser tóxico ao mesmo (PÉREZ-OTERO et al., 2003).

A associação de *A. nitens* com *B. bassiana* foi utilizada como estratégia de manejo para contenção de um grande surto de *G. platensis* ocorrido em plantios comerciais de eucalipto da região central do Espírito Santo. O emprego de

aplicações do fungo *Beauveria bassiana* aliada à criação massal e liberação de *A. nitens* importado do Rio Grande do Sul possibilitou o rápido controle da praga, que chegou a ameaçar a viabilidade do plantio de eucalipto para grandes empresas e produtores fomentados da região (WILCKEN et al., 2008b).

Assim como observado por trabalhos realizados na Espanha e na África do Sul, a grande extensão dos plantios de eucalipto, especialmente no Brasil, as variações microclimáticas e ecológicas e as flutuações populacionais da praga e do parasitoide fazem com que o impacto econômico de *G. platensis* seja bastante expressivo sendo necessário que outras estratégias sejam integradas ao manejo (SANTOLAMAZZA-CARBONE e FERNÁNDEZ DE ANA-MAGÁN, 2004; ECHEVERRI-MOLINA e SANTOLAMAZZA-CARBONE, 2010). Desta forma, a busca por novos agentes de controle biológico e a integração dos mesmos com o controle químico é necessária.

Outros parasitoides de ovos vêm sendo estudados em outros países com ocorrência da praga. Atualmente, *Anaphes tasmaniae* e *Anaphes inexpectatus* Huber & Prinsloo (Hymenoptera: Mymaridae) foram introduzidos no Chile e em Portugal, respectivamente para realização do controle em regiões onde *A. nitens* não é suficientemente eficiente (VALENTE et al., 2010; MAYORCA et al., 2013). Recentemente, com uma intensificação da necessidade de conter a praga, o Chile iniciou as tentativas de importação e introdução de um parasitoide de larvas, *Entedon magnificus* (Girault & Dodd) (Hymenoptera: Eulophidae) (GUMOVSKY et al., 2015). Adicionalmente, *Centrodora damoni* (Girault) (Hymenoptera: Aphelinidae), outro parasitoide de ovos foi recentemente recuperado do campo e redescrito na Tasmânia, mesmo centro de origem de *G. platensis*, podendo futuramente ser explorado em programas de controle biológico (WARD et al., 2016).

Quanto aos agentes de controle microbiológico, *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*, pode causar 100% de mortalidade à larvas de primeiro instar em laboratório (HORTA et al., 2015).

Poucos são os relatos de estudos que visem ao controle de *Gonipterus* spp. com a estratégia de uso de defensivos químicos sintéticos. Esses produtos também podem ser avaliados em relação à sua seletividade aos agentes de controle

biológico, visto que alguns ingredientes ativos podem controlar a praga e causar também alta mortalidade de parasitoides (LOCH e MATSUKI, 2010).

No exterior, foram testados azaractina (1, 3 e 3,2%), *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, deltametrina, etofenproxi, e flufenoxuron para controle de larvas, adultos e avaliação de compatibilidade com *A. nitens*. Deltametrina e etofenproxi foram eficientes contra a praga apresentando, porém, efeito negativo ao parasitoide. Flufenoxuron e azaractina 3,2% apresentaram boa eficiência contra a praga sem afetar o parasitoide (PÉREZ-OTERO et al., 2003).

O efeito de aplicação tópica, residual e em testes de campo de *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*, azadiractina, flufenoxuron e etofenproxi em adultos, larvas e ovos de *G. platensis* também foram testados. Flufenoxuron e azadiractina apresentaram mais uma vez potencial de utilização em associação com o parasitoide (SANTOLAMAZZA-CARBONE e FERNÁNDEZ DE ANA-MAGÁN, 2004).

Em outro estudo da avaliação de vários produtos contra *G. platensis* lambdacialotrina e cipermetrina em aplicação tópica foram tão eficientes quanto *B. bassiana* no controle de adultos enquanto que a exposição residual foi eficiente apenas no tratamento com tiametoxam. Nesse estudo, flufenoxuron não apresentou controle satisfatório dos insetos (ECHEVERRI-MOLINA e SANTOLAMAZZA-CARBONE, 2010).

**CAPÍTULO I – INFESTAÇÕES POR *Gonipterus* spp. (COLEOPTERA:  
CURCULIONIDAE) EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO BRASILEIRAS**

(Baseado nas normas do periódico Florida Entomologist)

## **Infestações por *Gonipterus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) em plantações de eucalipto brasileiras**

### **Resumo**

O gênero *Gonipterus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) é representado por insetos desfolhadores do eucalipto de origem australiana amplamente distribuídos globalmente. No Brasil, duas espécies desse gênero já estão presentes há mais de 30 anos, *G. platensis* e *G. pulverulentus*. Recentemente, infestações por *G. platensis* começaram a ressurgir em diversas partes do país. Nesse trabalho, foi realizado um levantamento da situação atual de áreas de eucalipto atacadas pela praga para elaboração de um diagnóstico que sirva de base para o direcionamento de pesquisas e políticas e visem solucioná-lo. Para tanto, foi enviado um formulário para as empresas de base florestal que relatavam problemas com *Gonipterus* sp. buscando informações sobre hospedeiros, severidade de infestações, monitoramento e controle. Foram relatadas dez espécies e cinco híbridos hospedeiros de *Gonipterus* spp. no Brasil, sendo quatro desses relatos inéditos. A severidade de desfolha variou de forma inter e intra específica. Atualmente São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul tem infestações da praga. Metade das empresas consultadas adota a constatação visual de desfolha e abate de árvores seguida de contagem de indivíduos como estratégia de monitoramento, processo demorado e oneroso. Não há, no entanto, padronização do monitoramento. Para o controle, algumas áreas adotam a aplicação de produto a base de *Beauveria bassiana*, único registrado para a praga e apenas uma empresa tem criação para liberação massal do parasitoide *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae). O Brasil apresenta um aumento das ocorrências e severidade de infestações por *Gonipterus* spp. enquanto que ainda há necessidade de evolução no monitoramento e controle para incremento dos programas de manejo.

Palavras chave: desfolhador; *Eucalyptus*; gorgulho-do-eucalipto; floresta; manejo de pragas

## Introdução

O eucalipto ocupa posição de destaque no setor de florestas plantadas no Brasil, sendo cultivado em 5,56 milhões de hectares, ou 71,9% de toda a área de florestas cultivadas para fins comerciais, abastecendo as indústrias de papel e celulose, moveleira, de pisos laminados e carvão. O estado de São Paulo ocupa o segundo lugar em termos de área de plantio, com um total de 976,2 mil ha ocupados por eucalipto, o Rio Grande do Sul está em quinto lugar com 309,1 mil ha e o Paraná em sétimo, com 224,1 mil ha (IBÁ 2015).

O gorgulho-do-eucalipto *Gonipterus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) se destaca entre as pragas nativas e exóticas do eucalipto com danos severos especialmente no Espírito Santo e sul de São Paulo (Wilcken et al. 2008a; Souza et al. 2016). Ocorrem no país duas espécies desse gênero, *Gonipterus platensis* nos estados do Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, e *G. pulverulentus* no Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Barbiellini 1955; Kober 1955; Freitas 1979; Fenilli 1982; Rosado Neto 1993; Wilcken et al. 2008a) foram introduzidas há mais de 30 anos, sendo primeiramente identificadas como *G. scutellatus* e *G. gibberus*, respectivamente. Injúrias causadas por esses insetos são caracterizadas pela desfolha do terço superior das plantas causada por suas larvas e adultos (Tooke 1955).

Diversos trabalhos em outras partes do mundo com ocorrência de espécies do gênero *Gonipterus* caracterizam sua distribuição local bem como espécies de eucalipto hospedeiras, e severidade dos ataques (Tooke 1955; Newete et al. 2011). A correção das espécies que ocorrem fora da Austrália e a adição de uma nova espécie não descrita nesta lista dificultam a determinação exata da relação entre espécie-praga e seus hospedeiros (Mapondera et al. 2012).

No Brasil, relatos foram realizados de forma pontual de dispersão dos ataques para novas áreas (Fenilli 1982; Wilcken et al. 2008a). A expansão recente das infestações por *Gonipterus* spp., especialmente *Gonipterus platensis*, aumenta a importância de se elaborar um panorama nacional da distribuição desses ataques para caracterizar o problema nas condições do país e o desenvolvimento de pesquisas e políticas para solucioná-lo.

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento de áreas de eucalipto atacadas pela praga e discutir implicações dos resultados para o direcionamento dos próximos passos para seu manejo.

## Material e Métodos

O levantamento da ocorrência de infestações a campo foi realizado através da elaboração de um formulário enviado a diversas empresas do setor florestal localizadas nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo. Outras áreas não foram consultadas pela ausência de relatos da presença de *Gonipterus* spp. O formulário enviado foi apresentado em quatro partes, onde foram agrupadas informações sobre ocorrências de *Gonipterus* spp., monitoramento e controle (Quadro 1).

**Quadro 1.** Informações solicitadas às empresas florestais sobre *Gonipterus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) nos Estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul.

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Parte 1 | Primeira constatação de ocorrência da praga (mês/ ano)<br>Área total com ataque do gorgulho do eucalipto<br>Espécie/genótipo de eucalipto com ocorrência de <i>Gonipterus</i> spp. (cruzamento, município, fazenda, idade das plantas, severidade do ataque, tipo de distribuição da praga, estimativa de danos)<br>Período do ano com maior severidade de ataque (mês) |
| Parte 2 | Monitoramento específico para a praga (tipo de monitoramento, frequência, área amostrada, pontos por área, horas/homem dedicadas)                                                                                                                                                                                                                                       |
| Parte 3 | Controle adotado (forma de controle, produtos usados ou agentes usados e quantidade)                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Parte 4 | Opinião (espaço livre para sugestões e comentários)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Visando uniformizar as repostas obtidas no subitem relacionado espécies ou genótipos de ocorrência de *Gonipterus* spp., foram elaboradas categorias. A severidade do ataque foi categorizada em cinco notas, a saber: 1-presença do inseto, apenas; 2- desfolha de até 10% do total do ponteiro; 3- desfolha de 10 a 50% do total do ponteiro; 4- desfolha de 50 a 75% do total do ponteiro e 5-desfolha total dos ponteiros e desfolha parcial do resto da copa. O tipo de distribuição da praga foi categorizado em R- reboleiras, B- bordaduras ou T- talhão inteiro. Finalmente, o dano causado pelo inseto foi classificado em: N- Não sei/ não foi estimado; A- Não houve dano, B- Menos que 10% de redução em volume da madeira/ IMA; C- De 10% a 25% de redução; D- De 25,1 a 50% de redução e E- Mais que 50% de redução.

As informações obtidas a partir desses formulários preenchidos foram compiladas para formar um diagnóstico da situação atual brasileira no que se refere a ataques desse inseto.

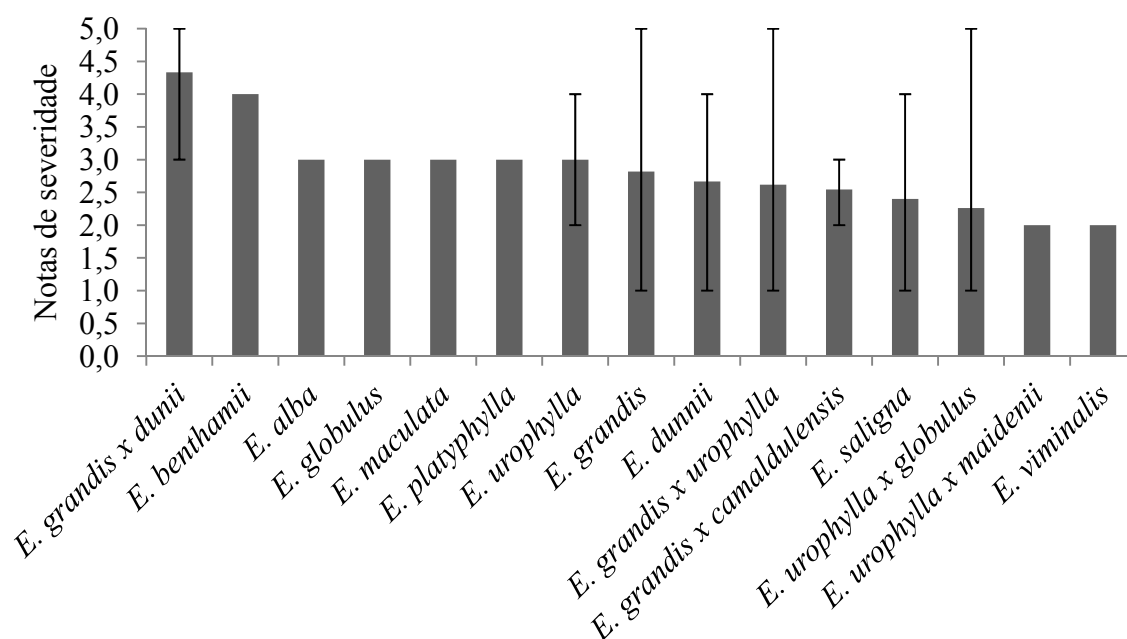
## Resultados

Informações de oito grandes empresas do setor florestal com áreas de 308.105 ha de plantios no estado de São Paulo, 78.464 ha no Paraná e 167.500 ha no Rio Grande do Sul foram obtidas. Ataques de gorgulho-do-eucalipto foram relatados em 20.686 ha, principalmente, no sul do estado de São Paulo e norte do Paraná.

Infestações por *Gonipterus* spp. começaram a serem observadas de 2005 e 2010 no Rio Grande do Sul. Em 2012, infestação por este inseto foi constatada no sul do estado de São Paulo expandindo-se para o norte do Paraná em 2013. Em 2014, novas áreas infestadas foram encontradas no centro do estado de São Paulo e em 2015 esse inseto continuou a dispersar-se, sendo encontradas em novas áreas em São Paulo e Paraná.

## ESPÉCIES HOSPEDEIRAS

Dez espécies de *Eucalyptus*, *E. alba*, *E. benthamii*, *E. dunnii*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. maculata*, *E. platyphylla*, *E. saligna*, *E. urophylla* e *E. viminalis* e clones de híbridos de cruzamentos entre *E. grandis* x *E. camaldulensis*, *E. grandis* x *E. dunnii*, *E. grandis* x *E. urophylla*, *E. urophylla* x *E. globulus* e *E. urophylla* x *E. maidenii* foram considerados hospedeiros de *Gonipterus* spp. O grau de severidade do ataque, avaliada de acordo com a desfolha, variou entre hospedeiros (Fig. 1).



**Fig. 1.** Notas de severidade de ataque de *Gonipterus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) em plantações de diferentes espécies de *Eucalyptus*. Obs.: Barras de erro indicam as notas mínima e máxima de cada material.

*Eucalyptus alba*, *E. benthamii*, *E. maculata* e *E. platyphylla* foram relatados, pela primeira vez, como hospedeiros de *Gonipterus* spp., os três primeiros no Paraná e o última em São Paulo (Tabela 1).

Todas as empresas consultadas relataram danos por *Gonipterus* spp. em bordaduras, reboleiras ou talhões inteiros de materiais híbridos provenientes de cruzamentos de *E. grandis* x *E. urophylla*, durante praticamente todo o ciclo produtivo (dos cinco meses aos 8,7 anos). O material mais suscetível foi um híbrido *E. grandis* x *E. dunnii* com severidade média de ataques 4,3, representando desfolha igual ou superior a 50% dos ponteiros (Tabela 1).

**Tabela 1.** Hospedeiros, idade das árvores, tipo de distribuição (Tipo), estimativa de dano (Estim.) e estados de ocorrência de *Gonipterus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) nos estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. Os dados referem-se a infestações ocorridas entre dezembro de 2012 e dezembro de 2015

| Hospedeiro                                  | Idade <sup>1</sup> | Tipo <sup>2</sup> | Estim. <sup>3</sup> | Estados     |
|---------------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| <i>E. alba</i> *                            | 11 a 53 anos       | B                 | B                   | PR          |
| <i>E. benthamii</i> *                       | 4 anos             | T                 | C                   | PR          |
| <i>E. dunnii</i>                            | 3 a 9 anos         | BR                | ABN                 | PR e RS     |
| <i>E. globulus</i>                          | 1,6 anos           | B                 | B                   | PR          |
| <i>E. grandis</i>                           | 1 a 31 anos        | BRT               | ABCDN               | SP, PR e RS |
| <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> | 4,5 a 5 anos       | RT                | AB                  | PR          |
| <i>E. grandis</i> x <i>E. dunnii</i>        | 1 a 9 anos         | RT                | BD                  | SP          |
| <i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>     | 5 meses a 8,7 anos | BRT               | ABCDN               | SP, PR e RS |
| <i>E. maculata</i> *                        | 1,7 anos           | B                 | B                   | PR          |
| <i>E. platyphylla</i> *                     | 1,75 a 2,6 anos    | BR                | N                   | SP          |
| <i>E. saligna</i>                           | 6 meses a 9,8 anos | BRT               | ABC                 | SP, PR e RS |
| <i>E. urophylla</i>                         | 6 meses a 9 anos   | BT                | BDN                 | SP e PR     |
| <i>E. urophylla</i> x <i>E. globulus</i>    | 1,3 a 8 anos       | BRT               | ABN                 | PR e RS     |
| <i>E. urophylla</i> x <i>E. maidenii</i>    | 1 ano              | B                 | N                   | RS          |
| <i>E. viminalis</i>                         | 44 anos            | B                 | A                   | PR          |

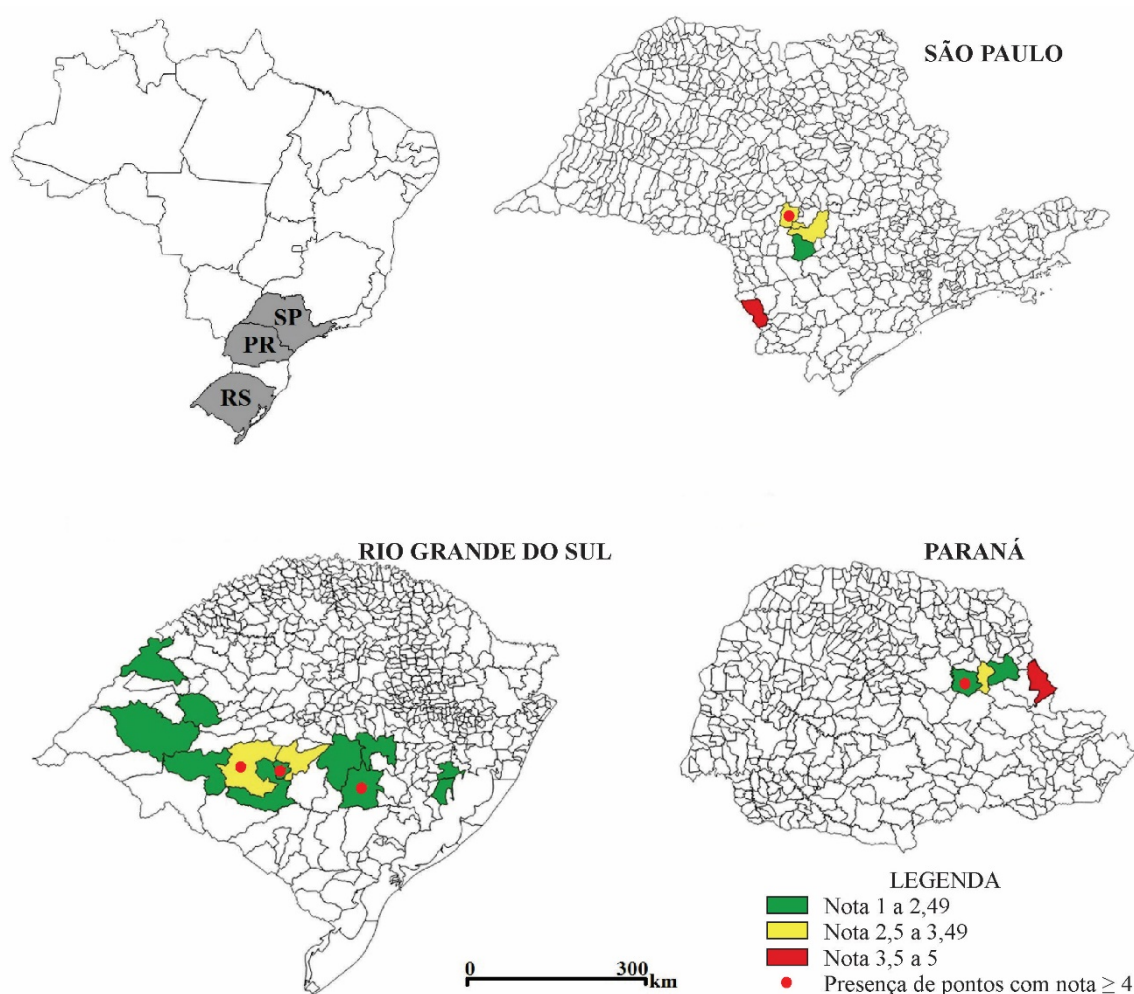
\*Novo registro de hospedeiro para *Gonipterus* spp. <sup>1</sup>Idades dos plantios relatados com ataque. <sup>2</sup>Tipos distribuição da praga encontradas a campo. B: bordadura, R: reboleira e T: talhão inteiro. <sup>3</sup>A- Não houve, B- < 10% de redução em volume da madeira/ IMA; C- De 10% a 25% de redução; D- De 25,1 a 50% de redução, E- Mais que 50% de redução e N- presença de áreas onde não foi realizada estimativa de dano.

*Eucalyptus saligna*, foi danificado por *Gonipterus* spp. nas três regiões do estudo por *Gonipterus* spp. (Tabela 1). A severidade de ataque variou de um a quatro (Fig. 1) com infestações durante todo o ciclo produtivo (seis meses a 9,8 anos) (Tabela 1).

*Eucalyptus grandis* teve nota de até cinco (desfolha total) na escala de severidade de ataques (Fig. 1) atacando árvores durante todo o ciclo produtivo e nas três regiões de estudo (Tabela 1). Ataques em *E. globulus* e *E. viminalis* foram relatados com baixa frequência e apenas no estado do Paraná (Tabela 1).

A estimativa de dano *Gonipterus* spp. ainda não foi estudada por todas as empresas em todos os materiais apresentados por esse estudo. A estimativa de perda foi maior que 10% (Nota C ou D) em *E. benthamii*, *E. grandis*, híbridos *E. grandis* x *E. dunnii* e *E. grandis* x *urophylla*, *E. saligna* e *E. urophylla* (Tabela 1).

Independentemente do hospedeiro, a média das notas de severidade das infestações por município mostrou ocorrência de ataques severos na região sul do estado de São Paulo e nordeste do Paraná, predominantemente nos municípios de Itararé, SP e Sengés, PR (Fig. 2).

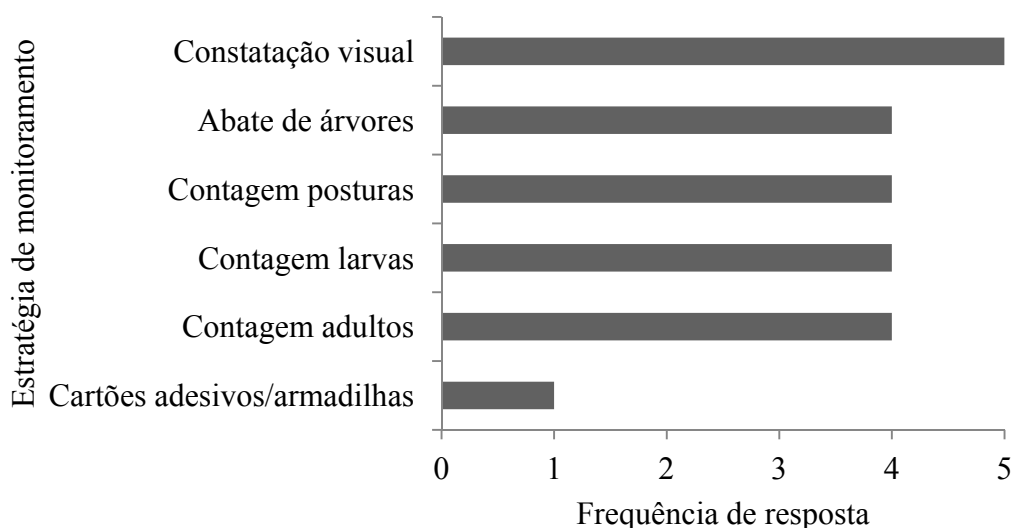


**Fig. 2.** Infestações por *Gonipterus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) nos estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul de acordo com as notas de severidade dos ataques nos plantios. Mapa elaborado com auxílio do software QGIS versão 2.12.3-Lyon. Mapas confeccionados de acordo com dados do IBGE 2013.

Diversas regiões tiveram predominância de ataques mais moderados, havendo em algumas delas presença de focos de ocorrências de *Gonipterus* spp. causando mais de 50% de desfolha (nota  $\geq 4$ ), como em Lençóis Paulista, SP, Telêmaco Borba, PR e São Gabriel, Vila Nova do Sul e Encruzilhada do Sul, RS (Fig. 2).

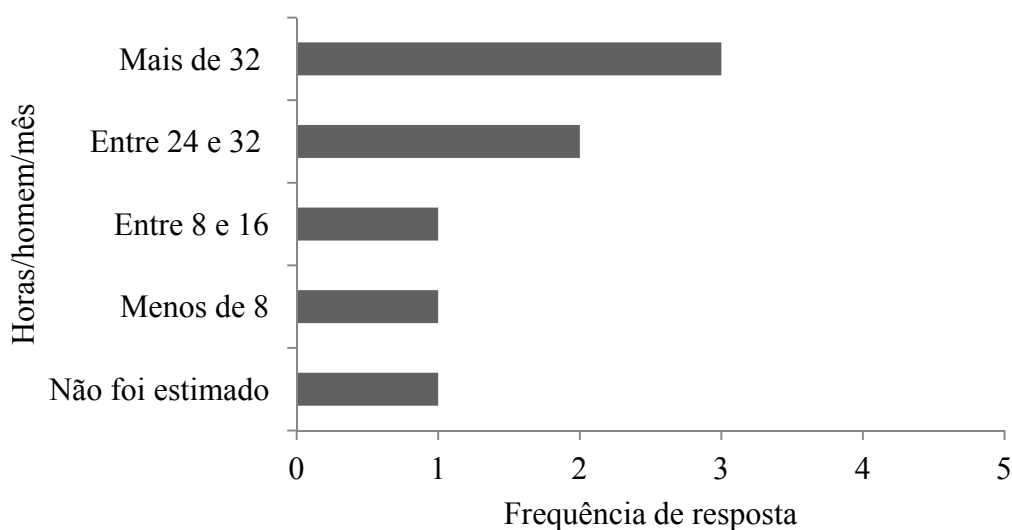
## MONITORAMENTO DA PRAGA

O monitoramento é realizado em sete das oito empresas avaliadas, variando grandemente em características de acordo com o tamanho da empresa e intensidade dos ataques observados na região. A constatação visual é a estratégia de monitoramento mais empregada para essa praga, seguida pelo abate de árvores e contagem de indivíduos, adotada por quatro das empresas. Uma das empresas consultadas afirma que 11.667 árvores foram cortadas em apenas dois anos (2014/2015) com fins de monitoramento, número suficiente para ocupar 7 ha de plantio. Uma empresa relatou a utilização de cartões adesivos ou armadilhas no monitoramento para *Gonipterus* spp. (Fig. 3). As avaliações são realizadas de forma geral, tomando-se três pontos de amostragem por talhão para abatimento de árvores e/ou observação e contagem de insetos, sendo esta forma de monitoramento adotada por cinco das empresas avaliadas.



**Fig. 3.** Estratégias adotadas por empresas florestais no monitoramento de *Gonipterus* spp. (Coleoptera: Curculionidae).

Adicionalmente, a intensificação dos ataques aumentou da força de trabalho para monitoramento da praga, três das empresas consultadas relataram ser necessárias mais que 32 horas/homem/mês exclusivamente para as atividades de monitoramento para *Gonipterus* spp. (Fig. 4), uma destas, afirma se enquadra também na categoria de 24 a 32 horas/homem/mês visto que as flutuações na intensidade do ataque da praga determina a necessidade de maior ou menor intensidade do monitoramento.



**Fig. 4.** Estimativa de horas/homem mensais gastas por empresas florestais exclusivamente nas atividades de monitoramento para *Gonipterus* spp. (Coleoptera: Curculionidae).

## CONTROLE DA PRAGA

Quatro das empresas consultadas utilizaram produto comercial à base de do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* em doses entre 0,5 e 0,7 Kg. ha<sup>-1</sup>, em pulverização ou polvilhamento. Uma das empresas cria massalmente o parasitoide de ovos *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae), tendo liberado em 1,5 anos cerca de 1.150.000 de parasitoides em suas áreas na região de Itararé. Outras duas empresas realizaram liberações do parasitoide totalizando cerca de 227 mil insetos na região de Sengés e Itararé e cerca de 3000 na região de Itatinga/ Botucatu.

## Discussão

A área atacada por *Gonipterus* spp. vem aumentando nos últimos seis anos, sendo estes insetos a principal praga desfolhadora das regiões sul do estado de São Paulo e nordeste do Paraná e com potencial para expandir-se.

## ESPÉCIES HOSPEDEIRAS

Uma lista de materiais hospedeiros para esse gênero de besouros no país foi organizada permitindo um melhor diagnóstico da situação atual e, conseqüentemente a tomada de ações visando sua resolução. A elaboração desse diagnóstico permite observação da diferença da ocorrência dessa praga no Brasil em relação a outros países devido, principalmente às diferenças nos materiais predominantemente plantados e às espécies de *Gonipterus* presentes no Brasil.

*Eucalyptus alba*, *E. benthamii* e *E. maculata* são novos relatos de hospedeiros para *Gonipterus* spp. e seu status deve ser confirmado uma vez que relatos desse inseto nessa plantas foram de forma isolada. *Eucalyptus platyphylla*, também um novo relato como hospedeiro, é utilizado em criação massal de *G. platensis*, suportando todas as fases de desenvolvimento do inseto (Wilcken CF, Depart. Proteção Vegetal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, comunicação pessoal).

A susceptibilidade dos híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis*, a *Gonipterus* spp. em todas as empresas avaliadas é preocupante por serem estes materiais são os mais comumente plantados nos estados do Paraná e São Paulo. A ressurgência do gorgulho-do-eucalipto no sul do estado de São Paulo aconteceu predominantemente em áreas ocupadas por esses materiais (Souza et al. 2016) e cerca de 50.000 ha desses híbridos atacadas por *G. platensis* no Espírito Santo em 2003 (Wilcken et al. 2008b).

A infestação em *Eucalyptus saligna* com desfolha de até 50 a 75% dos ponteiros (nota quatro) e ataques a esse hospedeiro dos seis meses aos 9,8 anos difere de ter sido esta planta pouco atacada por *Gonipterus* sp. n. 2, na época ainda descrito como *Gonipterus scutellatus*, na África do Sul (Tooke 1955). Esse eucalipto também foi considerado imune ao ataque de *Gonipterus* sp. n. 2, na África do Sul em estudo recente (Newete et al. 2011). As espécies do gênero *Gonipterus* podem ter diferentes preferências de hospedeiro (Mapondera et al. 2012), o que poderia explicar a susceptibilidade de *E. saligna* a

*Gonipterus* spp. no Brasil, onde ocorrem as espécies *G. platensis* e *G. pulverulentus* e a imunidade desse eucalipto na África do Sul, onde ocorre a espécie *Gonipterus* sp. n. 2.

*E. grandis* foi atacado nas três regiões deste estudo, chegando a apresentar até desfolha total dos ponteiros em alguns casos. Esse resultado difere do encontrado anteriormente para esse eucalipto, que foi considerado um mau hospedeiro para *Gonipterus platensis* em laboratório com de 12% (Oliveira 2006). Para *E. globulus*, o dano acumulado causado por insetos, entre eles, *Mnesampela privata* (Lepidoptera: Geometridae), *Phylacteophaga froggatti* (Hymenoptera: Pergidae), *Paropsis atomaria* (Coleoptera: Chysomelidae) e *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) foi mais ou menos intenso dependendo da procedência da semente da planta, indicando que a variação do dano dentro de uma mesma espécie de eucalipto pode estar relacionada a diferenças genéticas (Floyd et al. 2002). Diferentes procedências de *E. grandis* utilizada por Oliveira (2006) e as empresas consultadas nesse trabalho poderiam explicar a baixa viabilidade de *G. platensis* em experimentos de laboratório em contraste com o ataque severo observado em campo. Entretanto, estudos detalhados são necessários para confirmação desta hipótese.

A estimativa de dano por *Gonipterus* spp. não foi realizada por todas as empresas em todos os genótipos relatados neste estudo e em alguns casos ainda está em processo de avaliação devido ao ataque por essa praga ser recente. Em regiões mais frias da península Ibérica, danos por *Gonipterus platensis* atingiram perdas de 21% no volume de madeira comercializável em um ciclo de 10 anos quando ocorre desfolha de 50% do terço superior das árvores de *E. globulus* e, com a desfolha de 75%, a perda passa a 42% no volume de madeira (Reis et al. 2012). No Brasil, essa estimativa pode ser mais precisa nos próximos anos fornecendo informações importantes sobre a seriedade dos ataques de *Gonipterus* spp.

## MONITORAMENTO DA PRAGA

As estratégias de monitoramento relatadas pelas empresas, principalmente no que se refere ao abate de árvores, são demoradas e requerem muitas horas/homem para serem realizadas, tornando o problema dessa praga duplamente oneroso uma vez que áreas produtivas estão tendo prejuízo em perdas ocasionadas pelo inseto como pelo abate de árvores para o monitoramento. A grande extensão dos plantios de eucalipto trona necessário um grande esforço para vistoriar as áreas sem uma metodologia eficiente e única. Em contraste com o Brasil, que realiza monitoramento para *Gonipterus* spp. de

forma rudimentar e demorada, mas outros países vêm investindo em pesquisa para melhoria dessas táticas. Portugal iniciou estudos com armadilhas a base de substâncias produzida pelo eucalipto e atrativas ao inseto (Sarmiento 2015). Na África do Sul, a tecnologia de sensoriamento remoto vem sido estudada e aprimorada para emprego na detecção dos níveis de desfolha causados por *Gonipterus* sp. (Lottering & Mutanga 2016). Novos estudos visando aperfeiçoamento das técnicas de monitoramento devem ser realizados para que produtores de eucalipto possam detectar esta praga de forma eficiente, tendo uma ferramenta para a tomada de decisão do momento de realização do controle.

## CONTROLE DA PRAGA

Como observado nesse estudo, um produto comercial a base de *Beauveria bassiana* tem sido empregado em algumas regiões para o controle da praga. As aplicações, no entanto, diferem do que é recomendado pelo fabricante em dose e forma de aplicação. A dose que vem sendo empregada é menor que a recomendada para o produto comercial, de 2 Kg/ha e aplicação tem sido feita na forma de pulverização, enquanto que a recomendação do fabricante e a aplicação por polvilhamento (AGROFIT 2016). No Brasil, o produto a base desse fungo é o único registrado para o controle dessa praga. Pelas próprias características biológicas inerentes ao fungo, a aplicação desse produto limita-se a dias com temperaturas entre 23 e 30° C e umidade relativa acima dos 60% (AGROFIT 2016). Atualmente não existem alternativas de produtos liberados para controle de *Gonipterus* spp. no país.

O parasitoide *A. nitens* tem sido liberado em grandes quantidades na região onde o ataque é mais severo sem, contudo, possibilitar o controle da praga. No Espírito Santo, a introdução desse parasitoide fez com que a praga fosse controlada em apenas nove meses (Wilcken et al. 2008b), sendo considerado um dos programas de controle biológico mais bem sucedidos no setor florestal brasileiro. Outras regiões do mundo vêm relatando problemas em relação à baixa eficiência desse parasitoide sendo os principais fatores apontados para essa baixa eficiência a altitude (Valente et al. 2004), as diferenças climáticas e a flutuação populacional da praga (Tribe 2005; Loch 2008) e até a má combinação hospedeiro-parasitoide devido a origem do parasitoide que foi introduzido nas diversas onde a praga dispersou-se (Loch 2008; Mapondera et al. 2012). Estudos mais

detalhados são necessários para determinar a causa da ineficiência das liberações que vem sendo realizadas atualmente.

### **Considerações finais**

Os dados aqui apresentados reforçam as diferenças entre o Brasil e outras regiões com a presença da praga, principalmente com o que se refere às espécies hospedeiras. Os ataques por *Gonipterus* spp. vem se tornando mais severos nos últimos anos já ocupando uma grande área, enquanto que poucos dados possam explicar o dano causado por esta praga. Ainda que esta praga esteja presente há muitos anos no país, pouco se evoluiu em relação ao monitoramento e controle, sendo necessário pesquisa e aperfeiçoamento dessas técnicas para incremento nos programas de manejo.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa (Processo: 130604/2014-3) e ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais pelo apoio financeiro para realização da pesquisa. Às empresas florestais que contribuíram com o levantamento das informações utilizadas nesse trabalho.

### **Referências Citadas**

- AGROFIT. 2016. Relatório de Produtos Formulados (Boveril WP PL63).  
[http://bi.agricultura.gov.br/reports/rwservlet?agrofit\\_cons&produtos.rdf&p\\_id\\_produto\\_formulado\\_tecnico=5496&p\\_origem\\_report=WEB&paramform=no](http://bi.agricultura.gov.br/reports/rwservlet?agrofit_cons&produtos.rdf&p_id_produto_formulado_tecnico=5496&p_origem_report=WEB&paramform=no) (ultimo acesso 17 Oct 2016).
- Barbiellini AA. 1955. Combate à praga do eucalipto no sul. Chácaras e Quintais 91: 191–192.
- Fenilli R. 1982. Primeiro registro de *Gonipterus platensis* Marelli, 1926 e *Gonipterus gibberus* (Boisduval, 1835) (Coleoptera: Curculionidae: Gonipterinae) no Estado de Santa Catarina, Brasil. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 11: 293–294.

- Floyd RB, Farrow RA, Matsuki M. 2002. Variation in insect damage and growth in *Eucalyptus globulus*. *Agricultural and Forest Entomology* 4(2): 109–115.
- Freitas S. 1979. Contribuição ao estudo da morfologia e biologia de *Gonipterus gibberus* (Boisduval, 1835) (Coleoptera: Curculionidae) e levantamento dos danos causados por esta espécie em eucaliptos dos arredores de Curitiba. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- IBÁ. 2015. Relatório 2015. Indústria Brasileira de Árvores, [http://iba.org/images/shared/iba\\_2015.pdf](http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf) (último acesso 10 Out 2016).
- Kober E. 1955. Observações preliminares da ação de diversos inseticidas orgânicos de síntese, no controle ao *Gonipterus gibberus* Boisduvalli, praga do eucalipto. *Agronomia Sulgrandense* 2: 30–40.
- Loch AD. 2008. Parasitism of the Eucalyptus weevil, *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, by the egg parasitoid, *Anaphes nitens* Girault, in *Eucalyptus globulus* plantations in southwestern Australia. *Biological Control* 47: 1–7.
- Lottering R, Mutanga O. 2016. Optimising the spatial resolution of WorldView-2 pan-sharpened imagery for predicting levels of *Gonipterus scutellatus* defoliation in KwaZulu-Natal, South Africa. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 112: 13–22.
- Mapondera TS, Burgess T, Matsuki M, Oberprieler RG. 2012. Identification and molecular phylogenetics of the cryptic species of the *Gonipterus scutellatus* complex (Coleoptera: Curculionidae: Gonipterini). *Australian Journal of Entomology* 51: 175–188.
- Newete SW, Oberprieler RG, Byrne MJ. 2011. The host range of the Eucalyptus Weevil, *Gonipterus “scutellatus”* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), in South Africa. *Annals of Forest Science* 68: 1005–1013.
- Oliveira NC. 2006. Biologia de *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) em *Eucalyptus* spp. em diferentes temperaturas. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brasil.
- Reis AR, Ferreira L, Tomé M, Araujo C, Branco M. 2012. Efficiency of biological control of *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) by *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) in cold areas of the Iberian Peninsula: Implications for defoliation and wood production in *Eucalyptus globulus*. *Forest Ecology and Management* 270: 216–222.

- Rosado Neto GH. 1993. Gonipterinae dos eucaliptos: Primeiro registro de *Gonipterus scutellatus* para o Estado de São Paulo, Brasil, e algumas considerações sobre *G. gibberus* (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 37: 465–467.
- Sarmiento AMP. 2015. A first approach to the development of an innovative trapping system for *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae: Gonipterini). Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Souza NM, Junqueira LR, Wilcken CF, Soliman, EP, Camargo, MB, Nickele, MA, Barbosa, LR. 2016. Ressurgência de uma antiga ameaça: Gorgulho-do-eucalipto *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae). Circular Técnica 209, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba, Brasil.
- Tooke FGC. 1955. The eucalyptus snout beetle, *Gonipterus scutellatus* Gyll. a study of its ecology and control by biological means. *Entomology Memoirs*. Department of Agriculture and Forestry, Union of South Africa.
- Tribe GD. 2005. The present status of *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of the Eucalyptus snout beetle *Gonipterus scutellatus*, in the Western Cape Province of South Africa. *Southern African Forestry Journal* 203: 49–54.
- Valente C, Vaz A, Pina J, Manta A, Sequeira A. 2004. Control strategy against the eucalyptus snout beetle, *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), by the Portuguese cellulose industry, pp. 622–627 *In Eucalyptus in a Changing World: Proceedings of IUFRO Conference*, Aveiro, Portugal.
- Wilcken CF, Oliveira NC, Sartório RC, Loureiro EB, Bezerra Junior N, Rosado Neto GH. 2008a. Ocorrência de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) em plantações de eucalipto no estado do Espírito Santo. *Arquivos do Instituto Biológico* 75: 113–115.
- Wilcken CF, Oliveira NC, Sartório RC, Loureiro EB, Migray L, Dal Pogetto MHFA. 2008b. Biological control of the Eucalyptus Snout Beetle (*Gonipterus scutellatus*) in eucalyptus clonal plantations in Espírito Santo State, Brazil, p. 41 *In IUFRO Recent Advances in Forest Entomology*, Pretoria, África do Sul.

**CAPÍTULO II – MORFOMETRIA DE OOTECAS DE *Gonipterus platensis*  
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) E PARASITISMO POR *Anaphes nitens*  
(HYMENOPTERA: MYMARIDAE)**

(Baseado nas normas do periódico Journal of Applied Entomology)

## **Morfometria de ootecas de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) e parasitismo por *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae)**

### **Resumo**

Ootecas do desfolhador do eucalipto *Gonipterus platensis* (Marelli, 1926) (Coleoptera: Curculionidae) são caracterizadas por ovos sobrepostos em duas camadas cobertos por excremento enrijecido, impossibilitando sua visualização. O parasitoide de ovos *Anaphes nitens* (Girault) (Hymenoptera: Mymaridae) é o principal agente de controle deste inseto sendo altamente eficiente em condições favoráveis. O objetivo deste estudo foi avaliar a morfometria de ootecas e sua relação com o total de ovos e a taxa de parasitismo em diferentes áreas do estado de São Paulo. Ootecas coletadas em cinco áreas de quatro municípios e obtidas em criação de laboratório tiveram os parâmetros de comprimento e altura medidos individualmente com paquímetro digital. Essas ootecas foram então mantidas em sala climatizada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h durante 20 dias para a eclosão de larvas e emergência de parasitoides. Após esse período, as ootecas foram dissecadas para verificação de insetos retidos. Os insetos emergidos os presos nas ootecas foram registrados. Foram avaliadas a quantidade total de ovos por ooteca, relação com a morfometria e a taxa de parasitismo nas diferentes coletas. O número de ovos por ooteca variou com o local de coleta. As correlações entre parâmetros morfométricos e número de ovos das ootecas variou com a região estudada no Estado de São Paulo. O número de ovos nas ootecas apresentou correlação significativa com o comprimento das mesmas, exceto naquelas afetadas pela ação de ácaros, podendo esse ser um parâmetro não destrutivo para a avaliação de ovos. A taxa de parasitismo foi de 30 a 60% quando considerados somente parasitoides emergidos. Um total de até 44% dos parasitoides foi encontrado ainda dentro das ootecas, indicando que o cálculo da taxa de parasitismo apenas com parasitoides emergidos pode estar subestimado.

### **Palavras chave**

controle biológico, correlação, escatoteca, gorgulho-do-eucalipto, manejo de pragas, parasitoide de ovos.

## Introdução

O gênero *Eucalyptus* é um gênero de árvores originário da Austrália e que foi introduzido em diversas partes do mundo (Doughty 2000). Dentre as florestas plantadas no Brasil, essa cultura ocupa posição de destaque pela representatividade em área, produtividade e impacto econômico. Atualmente, essa cultura ocupa 5,53 milhões de hectares, distribuídos principalmente nos Estados de Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%) (IBÁ 2015).

Três espécies do gênero *Gonipterus* Schöenher, 1833 (Coleoptera: Curculionidae), *G. platensis* (Marelli, 1926), *G. pulverulentus* Lea, 1897 e *Gonipterus* sp. n. 2 (não descrita), originárias da Austrália, são uma ameaça aos plantios de eucalipto em diversas regiões em todo mundo por onde dispersaram-se (Mapondera et al. 2012). Os adultos desses insetos alimentam-se de folhas jovens e de idade intermediária de *Eucalyptus* enquanto que as larvas alimentam-se exclusivamente de brotações e folhas jovens, podendo causar desfolha severa no terço superior das plantas (Tooke 1955). No Brasil, duas espécies desse gênero foram detectadas, *G. pulverulentus*, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná e *G. platensis*, distribuída desde o Rio Grande do Sul até São Paulo e também no Espírito Santo, sendo a última mais comumente encontrada em surtos populacionais (Wilcken and Oliveira 2015).

Os ovos desse inseto são depositados pelas fêmeas em folhas de brotações de forma agrupada em ooteca coberta por uma substância escura composta por uma mistura de excremento e produto glandular (Sanches 2000). Essa ooteca enrijece-se, protegendo os ovos de predadores e condições climáticas adversas (Tooke 1955). Os ovos ficam dentro das ootecas dispostos em fileiras, transversalmente ao comprimento da ooteca, separados individualmente por uma fina membrana (Sanches 2000). A presença dessa estrutura dificulta a determinação da quantidade de ovos nas mesmas, embora Sanches (2000) afirme que essa estimativa pode ser feita através da observação de gibosidades na parte externa da ooteca.

*Anaphes nitens* (Girault) (Hymenoptera: Mymaridae) é um parasitoide de ovos originário da Austrália específico para o controle de *Gonipterus* spp., introduzido proposital ou acidentalmente nas diversas regiões com presença da praga. Esse inseto é capaz de encontrar no campo posturas de *Gonipterus* com até três dias de idade para realizar o parasitismo (Santolamazza-Carbone et al. 2004). A eficiência do controle

realizado por esse inseto chega próximo 100% em determinadas épocas do ano (Sanches 2000; Tribe 2005), sendo ineficiente a temperaturas abaixo dos 10° C (Reis et al. 2012).

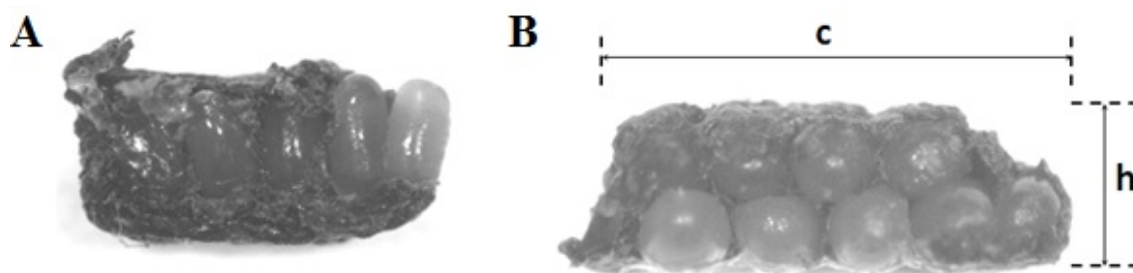
Surtos de *Gonipterus platensis* com taxa baixa de parasitismo (Souza et al. 2016) reforçam a necessidade de se entender esta praga e sua relação com seu inimigo natural. O entendimento do número de ovos presentes nas ootecas pode auxiliar na predição de larvas a eclodirem, a partir do monitoramento ou de parasitoides a serem produzidos em criações massais.

O objetivo desse estudo foi avaliar parâmetros morfométricos de ootecas de *G. platensis* coletadas em áreas com surto populacional dessa praga e sua correlação com o número de ovos nas ootecas, bem como avaliar as taxas de parasitismo nessas áreas.

## **Material e Métodos**

Entre os meses de abril e agosto de 2015 foram realizadas vistorias em áreas de plantios comerciais de eucalipto do estado de São Paulo contendo infestações por *G. platensis*. Nessas áreas, coletou-se ootecas viáveis do inseto para a realização do estudo e, adicionalmente, foi coletada uma amostra de ootecas provenientes da criação massal do Laboratório de Controle Biológico de Pragas Florestais (LCBPF) da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCA/UNESP) em Botucatu, São Paulo, Brasil. Foi realizada uma coleta no município de Lençóis Paulista, duas em Itararé (I e II), uma em Pratânia e duas em Botucatu (I a campo e II em laboratório).

Em cada coleta, foram selecionadas aleatoriamente para medição 50 ootecas, utilizando-se exclusivamente aquelas que não apresentaram nenhum orifício de saída de larvas ou parasitoides. As ootecas foram medidas individualmente com paquímetro digital para obtenção dos parâmetros de comprimento (c) e altura (h) (fig. 1).



**Fig. 1** A. Ooteca de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) em vista inferior demonstrando posicionamento dos ovos e B. Ooteca em vista lateral demonstrando medidas de comprimento e altura.

Após medidas, as ootecas foram aspergidas levemente com água destilada, individualizadas em tubos Eppendorf e mantidas em sala climatizada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h durante 20 dias. Durante esse período, os tubos foram verificados diariamente para retirada, contagem e registro do número de larvas e/ou parasitoides encontrados. Após esse período, os tubos foram preenchidos com álcool 70% e as ootecas foram dissecadas para a observação de eventuais insetos que possam não ter completado seu desenvolvimento ou que tenham ficado presos dentro das ootecas ou ainda ovos inférteis.

Todos os insetos emergidos ou retidos nas ootecas foram registrados e identificados sempre que possível, fazendo-se a diferenciação entre larvas de *G. platensis*, parasitoides e sua sexagem e ovos inférteis não parasitados. Ootecas perdidas ou que tiveram desenvolvimento de fungos foram retiradas das análises, desta forma o número amostral avaliado em cada coleta (n) foi variável.

Na análise do total de ovos por ooteca foi utilizado um modelo linear generalizado misto considerando a distribuição Poisson e função de ligação logarítmica (Gbur et al. 2012) tendo como fator região e o comprimento como covariável. Para o comprimento foi utilizado um modelo linear generalizado misto considerando a distribuição gama e função de ligação logarítmica (Gbur et al. 2012), tendo como fator região e total de ovos como covariável. Para a altura foi utilizado um modelo linear generalizado misto considerando a distribuição gama e função de ligação logarítmica (Gbur et al. 2012), tendo como fator região.

Para os modelos lineares generalizados mistos a qualidade dos ajustes foi feita através da análise resíduos. Para comparações entre coletas foi utilizado foi o teste de

Tukey-Kramer dos procedimentos Glimixed e Genmod do programa estatístico SAS - Statistical Analysis System (SAS 2012), versão 9.2, licenciado para a Universidade Estadual Paulista, UNESP.

Correlações de Spearman foram obtidas por região entre as variáveis comprimento, altura e total de ovos por postura. Esses dados foram analisados com o programa estatístico SAS.

A razão sexual (rs) do parasitoide *Anaphes nitens* foi avaliada a partir da fórmula  $rs = \frac{n^{\circ} \text{ de fêmeas}}{(n^{\circ} \text{ fêmeas} + n^{\circ} \text{ machos})}$  (Gallo et al. 2002). A taxa de parasitismo foi calculada de duas formas sendo a primeira, chamada de TP efetiva, calculada apenas com o número de parasitoides emergidos de acordo com a fórmula  $TP \text{ efetiva} = \frac{(n^{\circ} \text{ de parasitoides emergidos})}{\text{total de ovos na coleta}} * 100$  e a segunda, chamada de TP total com o número total de parasitoides, incluindo os retidos na ootecas, de acordo com a fórmula  $TP \text{ total} = \frac{[(n^{\circ} \text{ parasitoides emergidos} + \text{retidos})]}{\text{total de ovos na coleta}} * 100$ . A porcentagem de parasitoides retidos (paras. retidos) foi calculada a partir do total de parasitoides da coleta, a partir da fórmula  $\text{paras. retidos} = \frac{[n^{\circ} \text{ parasitoides retidos}]}{(n^{\circ} \text{ parasitoides emergidos} + \text{retidos})} * 100$ .

## Resultados

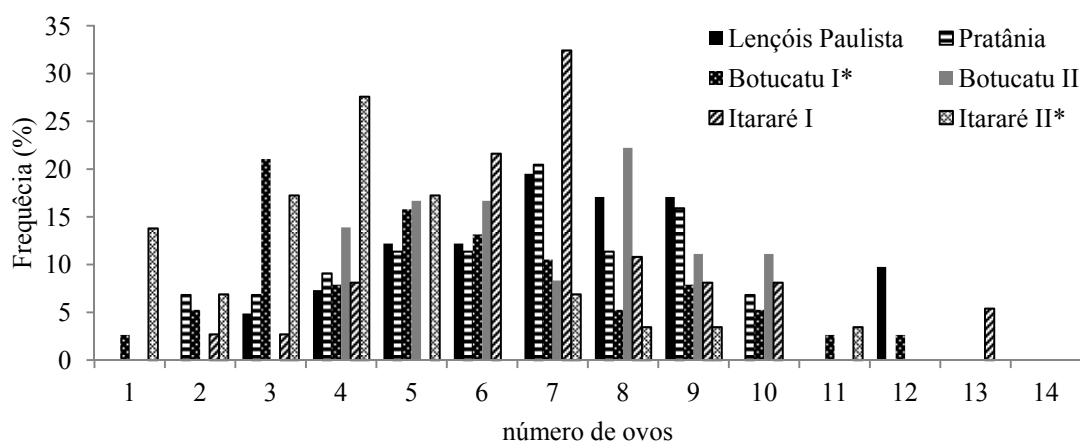
O número de ovos por ooteca foi maior em Lençóis Paulista, diferindo dos demais, seguido por Itararé I, Botucatu II e Pratânia, sem diferenças entre si. As coletas Botucatu I e Itararé II apresentaram as menores quantidades de ovos por ooteca, fato que pode ser explicado pela proliferação de ácaros nas amostras que alimentaram-se dos ovos, prejudicando as avaliações (tabela 1).

**Tabela 1** Média do total de ovos, comprimento e altura de ootecas (média  $\pm$  erro padrão) de em ootecas de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) coletadas em diferentes municípios do estado de São Paulo

| Coleta           | n  | Nº ovos <sup>1</sup> |            |    | Comprimento (mm) <sup>1</sup> |            |    | Altura (mm) <sup>1</sup> |            |   |
|------------------|----|----------------------|------------|----|-------------------------------|------------|----|--------------------------|------------|---|
| Lençóis Paulista | 41 | 7,22                 | $\pm 0,36$ | a  | 3,15                          | $\pm 0,10$ | a  | 1,21                     | $\pm 0,02$ | a |
| Itararé I        | 37 | 7,14                 | $\pm 0,38$ | b  | 2,44                          | $\pm 0,07$ | c  | 1,23                     | $\pm 0,02$ | a |
| Botucatu II      | 36 | 6,86                 | $\pm 0,33$ | b  | 2,60                          | $\pm 0,06$ | bc | 1,15                     | $\pm 0,04$ | a |
| Pratânia         | 44 | 6,41                 | $\pm 0,35$ | bc | 2,63                          | $\pm 0,07$ | b  | 1,15                     | $\pm 0,02$ | a |
| Botucatu I *     | 39 | 5,64                 | $\pm 0,43$ | cd | 2,87                          | $\pm 0,10$ | a  | 1,11                     | $\pm 0,02$ | a |
| Itararé II *     | 29 | 4,21                 | $\pm 0,44$ | d  | 2,75                          | $\pm 0,10$ | a  | 1,18                     | $\pm 0,04$ | a |

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey-Kramer ( $p < 0,05$ ). \* Ocorrência de ácaros

O comprimento das ootecas foi maior nas coletas de Lençóis Paulista, Botucatu I e Itararé II, diferindo dos demais. O menor comprimento de ootecas foi verificado em Itararé I e Botucatu II e em Pratânia esse valor foi intermediário. A altura das ootecas não diferiu entre regiões (tabela 1). A frequência de número total de ovos por ooteca variou entre regiões. Ootecas de Lençóis Paulista, Pratânia e Itararé I tiveram, frequentemente, sete ovos e Botucatu II, predominantemente, oito ovos. Ootecas coletadas em Botucatu I e Itararé II apresentaram mais, frequentemente, três e quatro ovos, respectivamente (fig. 2).



**Fig. 2** Frequência (%) de número total de ovos por ooteca de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) em diferentes coletas no estado de São Paulo. \* Ocorrência de ácaros

Parâmetros morfométricos de comprimento e altura e o total de ovos apresentaram correlação significativa independente da região ( $p < 0,0001$ ), embora com valores baixos (tabela 2). O agrupamento de dados por região mostrou correlações significativas entre o comprimento e total de ovos em todas as coletas, exceto Itararé II. As correlações entre altura das ootecas e o total de ovos foram significativas apenas para as coletas Itararé I, Botucatu I e Botucatu II (tabela 2).

**Tabela 2** Correlações de Spearman entre comprimento(c) e altura (h) e o total de ovos em ootecas de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) coletadas em diferentes municípios do estado de São Paulo

| Coleta           | n   | C (mm) x total de ovos |         | H (mm) x total de ovos |         |
|------------------|-----|------------------------|---------|------------------------|---------|
|                  |     | correlação             | p       | correlação             | p       |
| Lençóis Paulista | 41  | 0,5782                 | <0,0001 | 0,1102                 | 0,4928  |
| Pratânia         | 44  | 0,5161                 | 0,0003  | 0,2371                 | 0,1213  |
| Itararé I        | 37  | 0,5835                 | 0,0002  | 0,3600                 | 0,0286  |
| Itararé II*      | 29  | 0,2844                 | 0,1349  | -0,1590                | 0,4101  |
| Botucatu I*      | 39  | 0,6290                 | <0,0001 | 0,4508                 | 0,0040  |
| Botucatu II      | 36  | 0,6892                 | <0,0001 | 0,4359                 | 0,0079  |
| Total            | 226 | 0,4442                 | <0,0001 | 0,2834                 | <0,0001 |

\* Ocorrência de ácaros

A razão sexual de *Anaphes nitens* nas coletas variou de 0,52 a 0,63, sendo maiores no município de Itararé. A taxa de parasitismo efetiva e total variou entre as amostras, o que foi evidenciado pela porcentagem de parasitoides retidos nas ootecas, de 16,11 a 44,72%. A taxa de parasitismo total foi maior nas amostras de Itararé I (89,02%) e Lençóis Paulista (86,15%), porém, para as mesmas coletas, a taxa de parasitismo efetiva foi bem menor, 60,98% e 47,64%, respectivamente, com alta porcentagem de retenção dos parasitoides, 31,49% para Itararé I e 44,71% para Lençóis Paulista. A porcentagem de parasitoides retidos (16,11%) nas ootecas foi menor para as coletas de Pratânia. Esses valores não foram apresentados para Botucatu II por ter sido uma coleta, apenas, uma realizada em criação massal, livre de parasitoides (tabela 3).

**Tabela 3** Razão sexual (rs), taxas de parasitismo efetiva (TP efetiva) e total (TP total) e parasitoides retidos (Paras. Retidos) em ootecas de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) de diferentes coletas a campo realizadas no estado de São Paulo, 2015

| Coleta           | rs   | TP efetiva (%) | TP total (%) | Paras. Retidos (%) |
|------------------|------|----------------|--------------|--------------------|
| Itararé II*      | 0,63 | 48,36          | 74,59        | 35,16              |
| Itararé I        | 0,62 | 60,98          | 89,02        | 31,49              |
| Lençóis Paulista | 0,54 | 47,64          | 86,15        | 44,71              |
| Pratânia         | 0,54 | 53,55          | 63,83        | 16,11              |
| Botucatu I*      | 0,52 | 30,91          | 55,91        | 44,72              |
| Botucatu II      | -    | -              | -            | -                  |

\* Ocorrência de ácaros

## Discussão

Este trabalho demonstra algumas diferenças em relação ao que já conhece sobre os padrões de oviposição de *G. platensis* e o parasitismo de *A. nitens* no Estado de São Paulo, fatores que tem implicação no manejo dessa praga. Além disso, houve correlação entre o comprimento da ooteca e a quantidade de ovos na mesma.

As ootecas de coletas onde não houve ataque de ácaros tiveram em média entre 7,22 a 6,41 ovos com maior frequência de ootecas com seis ou sete ovos. Esses números diferem daqueles relatados na Argentina, quatro ovos por ooteca e até 15 ovos por ooteca (Marelli 1928). Ootecas tiveram três a 16 ovos, com maior frequência daquelas com nove ou 10 ovos por ooteca e comprimento das ootecas de 2,44 mm a 3,15 mm e altura entre 1,11 e 1,23 mm em Curitiba, Paraná, Brasil (Sanches 1993). No estudo de *Gonipterus* sp. n. 2 na África do Sul, Tooke (1955) relata que ootecas apresentaram em média 2 mm de comprimento e 1mm de altura, contendo nove ovos. Um estudo mais amplo realizado em diversas regiões poderia explicar se as diferenças encontradas entre este trabalho, realizado em São Paulo, e os anteriores tem relação com as condições climáticas locais ou outros fatores. As diferenças no número de ovos por região não foi acompanhada pelas diferenças no comprimento indicando que podem haver diferenças nos arranjos dos ovos dentro das ootecas, sendo o arranjo mais compacto em algumas regiões.

Os valores de correlação entre comprimento de ootecas e o total de ovos foi significativo, exceto em uma coleta, que foi afetada pela ação de ácaros. Na literatura,

métodos não-destrutivos como a análise de imagens tem sido avaliados para a estimativa da quantidade de ovos em estudos de colonização por moscas da família Calliphoridae (Rosati et al. 2015) e controle de qualidade em criação de *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae) (Pearson et al. 2002). Uma vez que os ovos de *G. platensis* são dispostos em duas camadas e encobertos por excremento, métodos de imagem não são viáveis, havendo necessidade de outros tipos de estimativa. Os resultados de correlação indicam que o comprimento poderia ser um dos parâmetros usados na estimativa de ovos em uma ooteca sem que seja necessário esperar pela emergência de insetos ou ainda em posturas onde a emergência já ocorreu, auxiliando nas avaliações de criações massais de *G. platensis* e do seu parasitoide e ainda no monitoramento da praga. Porém, a possibilidade da ocorrência arranjos mais ou menos compactos dos ovos dentro de uma ooteca, de acordo com a região onde são coletadas, mostra a necessidade de refinamento de todos os parâmetros que podem ser utilizados nessa estimativa.

A razão sexual de *Anaphes nitens*, de 0,63 a 0,52, correspondendo aproximadamente a duas e uma fêmeas por macho assemelham-se se do encontrado anteriormente de 0,67 ou proporção de 2:1 em ootecas de *G. platensis* e *G. pulverulentus* coletadas em Colombo, Paraná (Sanches 2000). Para ootecas de *Gonipterus* n. 2 as proporções de *A. nitens* observadas variam de 3:2 (Williams et al. 1951), 3:1 e 2:1 (Tooke 1955). Neste trabalho, não houve relação entre a taxa de parasitismo e a razão sexual observada nas coletas. Santolamazza-Carbone e Rivera (2003) também observaram inconsistências nas relações entre esses dois parâmetros, uma vez que a razão sexual de *A. nitens* em laboratório variou de acordo com a taxa de parasitismo, favorecendo as fêmeas quando as taxas são mais baixas, embora a campo os resultados tenham sido o oposto.

As altas porcentagens de retenção de parasitoides nas ootecas indicam que a estimativa da taxa de parasitismo pelo método tradicional, que consiste na observação de insetos emergidos tem falhas. Rivera et al. (1999) também observaram a presença de parasitoides mortos, ovos inférteis e ovos que poderiam ter sido superparasitados causando morte dos embriões, o que consequentemente fez com que a taxa de parasitismo fosse subestimada.

A avaliação detalhada das ootecas realizada nesse estudo trouxe informações que podem auxiliar no manejo de *Gonipterus platensis*. O refinamento da estimativa da quantidade de ovos nas ootecas a partir de parâmetros morfométricos pode se tornar uma ferramenta importante no monitoramento da praga e o conhecimento da possibilidade de

alta mortalidade de parasitoides dentro na ooteca demonstra a necessidade de estimativas mais precisas para determinação das taxas de parasitismo a campo.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa (Processo: 130604/2014-3) e ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais pelo apoio financeiro para realização da pesquisa. Às empresas florestais pelo suporte nas coletas realizadas neste trabalho.

## Referências

- Doughty RW, 2000. The Eucalyptus: a Natural and Commercial History of the Gum Tree. Baltimore: The John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Batista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramin JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto C, 2002. Ecologia. In: Entomologia agrícola. Ed. by Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Batista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramin JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto C, FEALQ, Piracicaba, 191–218.
- Gbur EE, Stroup WW, McCarter KS, Durham S, Young LJ, Christman M, West M, Kramer M, 2012. Analysis of Generalized Linear Mixed Models in the Agricultural and Natural Resources Sciences. American Society of Agronomy, Madison, Wiscosin.
- IBÁ, 2015. Relatório 2015. Indústria Bras. Árvores 1, 62.
- Mapondera TS, Burgess T, Matsuki M, Oberprieler RG, 2012. Identification and molecular phylogenetics of the cryptic species of the *Gonipterus scutellatus* complex (Coleoptera: Curculionidae: Gonipterini). Aust J Entomol, 51, 175–188.
- Marelli CA, 1928. Estudio sobre una peste de los eucaliptos descubierta en la Argentina. Ministério de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires. La Plata: Taller de Impresiones Oficiales.
- Pearson TC, Edwards RH, Mossman AP, Wood DF, Yu PC, Miller EL, 2012. Insect egg counting on mass rearing oviposition pads by image analysis. Appl Eng Agric, 18, 129–135.

- Reis AR, Ferreira L, Tomé M, Araujo C, Branco M, 2012. Efficiency of biological control of *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) by *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) in cold areas of the Iberian Peninsula: Implications for defoliation and wood production in *Eucalyptus globulus*. *Forest Ecol Manag*, 270, 216–222.
- Rivera AC, Carbone SS, Andres JA, 1999. Life cycle and biological control of the Eucalyptus snout beetle (Coleoptera, Curculionidae) by *Anaphes nitens* (Hymenoptera, Mymaridae) in north-west Spain. *Agr Forest Entomol*, 1, 103–109.
- Rosati JY, Pacheco VA, Vankosky MA, Vanlaerhoven SL, 2015. Estimating the Number of Eggs in Blow Fly (Diptera: Calliphoridae) Egg Masses Using Photographic Analysis. *J Med Entomol*, 52, 658–662.
- Sanches MA, 1993. Influência da temperatura no desenvolvimento de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal 1833 (Coleoptera, Curculionidae) em *Eucalyptus viminalis* Labill, Aspectos bionômicos e parasitismo na Região de Curitiba (PR). 65p. Master Thesis, Universidade Federal do Paraná.
- Sanches MA, 2000. Parasitismo de ovos de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, 1833 e *Gonipterus gibberus* Boisduval, 1835 (Coleoptera, Curculionidae) por *Anaphes nitens* (Girault, 1928) (Hymenoptera, Mymaridae) em Colombo (Paraná, Brasil). *Arq Inst Biol*, 67, 77–82.
- Santolamazza-Carbone S, Cordero Rivera A, 2003. Superparasitism and sex ratio adjustment in a wasp parasitoid: Results at variance with Local Mate Competition? *Oecologia*, 136, 365–373.
- Santolamazza-Carbone S, Rodríguez-Illamola A, Rivera AC, 2004. Host finding and host discrimination ability in *Anaphes nitens* Girault, an egg parasitoid of the Eucalyptus snout-beetle *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal. *Biol Control*, 29, 24–33.
- Souza NM, Junqueira LR, Wilcken CF, Soliman EP, Camargo MB, Nিকেle MA, Barbosa LR, 2016. Ressurgência de uma antiga ameaça: Gorgulho-do-eucalipto *Gonipterus platensis* (Coleopeta: Curculionidae). Circular Técnica 209, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba.
- Tooke FGC, 1955. The eucalyptus snout beetle, *Gonipterus scutellatus* Gyll. a study of its ecology and control by biological means. *Entomology Memoirs*. Department of Agriculture and Forestry, Union of South Africa.

- Tribe GD, 2005. The present status of *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of the Eucalyptus snout beetle *Gonipterus scutellatus*, in the Western Cape Province of South Africa. The Southern African Forestry Journal, 203, 49–54.
- Wilcken CF, Oliveira NC, 2015. Gorgulho-do-eucalipto *Gonipterus platensis* Marelli. In: Pragas Introduzidas no Brasil: Insetos e Ácaros. Ed. by Villela EF, Zucchi RA, FEALQ, 779–791.
- Williams JR, Moutia LA, Hermelin PR, 1951. The biological control of *Gonipterus scutellatus* Gyll. (Col., Curculionidae) in Mauritius. B Entomol Res, 42, 23–28.

**CAPÍTULO III – CONSUMO FOLIAR DE LARVAS DE *Gonipterus platensis*  
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM DUAS ESPÉCIES DE EUCALIPTO**

(Baseado nas normas do periódico Phytoparasitica)

## **Consumo foliar de larvas de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) em duas espécies de eucalipto**

**Resumo** *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) é uma praga desfolhadora de origem australiana de grande importância para a cultura do eucalipto. Suas larvas se alimentam de folhas tenras dos ponteiros podendo desfolhar completamente o terço superior da planta. O objetivo desse trabalho foi avaliar o consumo foliar, viabilidade e desenvolvimento de larvas de *G. platensis* em *Eucalyptus urophylla* e *E. camaldulensis*. Larvas de cinco dias de idade de *G. platensis* foram individualizadas em placas de Petri onde foram alimentadas com discos foliares das espécies estudadas. A cada dois dias, o material não consumido foi avaliado e novos discos foram oferecidos até que a larva se tornasse uma pré-pupa. A viabilidade e o período larval também foram avaliados. O delineamento do experimento foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e 20 repetições cada. Paralelamente, foi avaliada a viabilidade de larvas até o quinto dia. Os experimentos foram mantidos em sala climatizada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de UR e fotofase de 12h. Larvas de *G. platensis* consumiram  $29,88 \text{ cm}^2$  de folhas de *E. urophylla* e  $25,27 \text{ cm}^2$  de *E. camaldulensis* para completarem seu desenvolvimento, não havendo diferenças significativas. A viabilidade nesse experimento foi idêntica (65%) para ambos os eucaliptos. A duração da fase larval diferiu, sendo de 17,62 e 21,38 dias, respectivamente. A viabilidade de larvas até o quinto dia foi de 76% para *E. urophylla* e 82% para *E. camaldulensis*, não havendo diferença. Os dados apresentados podem contribuir no entendimento do consumo realizado por essa espécie e elaboração de estratégias de manejo.

**Palavras chave** área foliar, desfolhador, *Eucalyptus*, gorgulho-do-eucalipto, desfolhador, área foliar, *Eucalyptus*.

### **Introdução**

Pragas do eucalipto no Brasil incluem o gorgulho-do-eucalipto *Gonipterus platensis* (Marelli, 1926) (Coleoptera: Curculionidae), de origem australiana, com destaque dentre os desfolhadores dessa planta, relatado também causando danos severos em países da Europa e América do Sul, além de Nova Zelândia e Califórnia, Estados Unidos (Mapondera et al. 2012). Ovos deste inseto são depositados em ootecas em folhas de

ponteiro e brotações de plantas de eucalipto e suas larvas se alimentam em folhas tenras desde o início do primeiro instar. Adultos de *G. platensis* alimentam-se de folhas jovens e intermediárias a partir das bordas, deixando-as com aspecto serrado. Em altas infestações, podem raspar os ramos, causando acinturamento e poda (Tooke 1955).

*Gonipterus platensis*, nos diversos países onde é relatado tem *E. globulus* como um de seus principais hospedeiros (Lanfranco e Dungey 2001; Mansilla et al. 1995; Valente et al. 2010). No Brasil, *G. platensis* tem causado danos em *E. dunnii*, *E. saligna* (var. *protusa*) e *E. viminalis*, além de híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* (Wilcken et al. 2008; Wilcken e Oliveira, 2015).

*Gonipterus platensis* pode causar desfolha completa do terço superior das árvores de eucalipto, seguida pela superbrotção da planta. Infestações severas recorrentes podem levar à redução ou pausa do crescimento e até a morte de árvores, dependendo da espécie atacada (EPPO 2005; FAO 2009). Desfolha da parte superior da copa causa maiores prejuízos à árvore que aquela da parte inferior, reduzindo os incrementos em diâmetro do tronco e altura da árvore (Pinkard et al. 2006).

Para a determinação do dano causado por um inseto em determinado hospedeiro, é importante conhecer a extensão e taxa de consumo que este inseto necessita para seu desenvolvimento (Hou et al. 2014), havendo poucos estudos nesse sentido para *G. platensis*. O conhecimento do consumo e sobrevivência podem contribuir no manejo dessa praga, uma vez que a determinação desses valores nas diferentes espécies de eucalipto podem auxiliar na estimativa da população de insetos necessárias para causar dano econômico na plantação, especialmente quando são utilizadas modelagens e associações entre desfolha e dano (Candy et al. 1992; Candy 1999; Pinkard et al. 2006).

A medição da área foliar é uma das maneiras de avaliar o consumo de insetos desfolhadores. A área foliar consumida por insetos pode ser determinada com diversidade de técnicas, algumas imprecisas e demoradas, além de serem limitadas àqueles que se alimentam das folhas em padrões e recortes simples (Imura and Ninomiya 1998). Larvas de *G. platensis* iniciam sua alimentação raspando as folhas sem romper a epiderme formando rastros e consomem completamente as folhas nos últimos instares (Tooke 1955). Isto requer métodos mais refinados de avaliação de área foliar consumida como a utilização de digitalizadores de imagens acoplados a computadores (Wilcken et al. 1998).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o consumo foliar, viabilidade e sobrevivência de larvas de *G. platensis* em *Eucalyptus urophylla* e *E. camaldulensis*.

## Material e Métodos

Indivíduos de *G. platensis* foram obtidos de criação do Laboratório de Controle Biológico de Pragas Florestais (LCBPF) da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCA/UNESP) em Botucatu, São Paulo, Brasil e o material vegetal proveniente de arboreto experimental deste laboratório. Folhas oferecidas para a alimentação de larvas de *G. platensis* foram originadas de rebrotas de terceiro ciclo com um ano após o corte de plantas de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus camaldulensis* ambos de origem seminal.

Larvas neonatas de *G. platensis*, obtidas em criação massal, foram acondicionadas em recipientes plásticos de 100 mL de capacidade e alimentadas de acordo com o tratamento a que seriam destinadas. No quinto dia de idade, essas larvas foram individualizadas em placas de Petri de vidro (90 x 15mm) forradas com papel filtro umedecido e discos foliares de área conhecida foram colocados nas mesmas para alimentação das larvas. A cada dois dias, o material não consumido foi retirado, digitalizado e as imagens avaliadas com software ImageJ versão 1.48 (Rasband 2016) para determinação de sua área. Após a retirada do material não consumido, novos discos de folhas foram oferecidos e o processo repetido até as larvas de *G. platensis* atingirem o estágio de pré-pupa, encerrando o experimento. No estágio de pré-pupa as larvas cessam a alimentação e movimentam-se constantemente à procura de local para enterrarem-se, a confirmação do estágio de pré-pupa foi realizada individualmente transferindo as larvas que exibiam comportamento pré-pupal para recipientes plásticos com capacidade para 100 mL contendo 50 mL areia autoclavada umedecida com 4 mL água destilada formando uma camada de 4 cm de profundidade. Uma vez que a larva se enterrasse na areia, a fase larval foi considerada encerrada. O experimento foi mantido em sala climatizada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de UR e fotoperíodo de 12h. Vinte repetições foram realizadas por tratamento, cada uma com uma larva de *G. platensis* individualizada.

Vinte discos foliares de cada material foram mantidos nas mesmas condições do experimento, trocados e avaliados nos mesmos dias para se avaliar possíveis alterações da área foliar por perda ou absorção de água. Desta forma, a área real oferecida foi estimada a partir da testemunha. A área consumida por larva foi calculada por dia de observação com a fórmula: área consumida= média de área da testemunha \* quantidade de discos oferecida - área foliar remanescente. Nesse experimento foram avaliados o consumo foliar,

viabilidade e sobrevivência de larvas de *G. platensis* em *Eucalyptus urophylla* e *E. camaldulensis*.

Para a avaliação da viabilidade de larvas anterior ao período em que foi avaliado o consumo (até o quinto dia), larvas neonatas foram colocadas em placas de Petri (60 x 15 mm) forradas com papel filtro umedecido contendo secção de folha de ponteiro do material de interesse. O material para alimentação foi trocado a cada dois dias. O experimento foi mantido em sala climatizada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e fotofase de 12h. Foram feitas dez repetições por material, cada uma com cinco larvas. Ao fim do 5º dia, as larvas remanescentes foram contadas e a viabilidade calculada.

Para a análise da área foliar consumida, foi utilizado um modelo linear generalizado com a distribuição gama e função de ligação logarítmica (Nelder and Wedderburn 1972; Diggle et al. 2002) tendo como fator o hospedeiro. O estimador produto-limite de Kaplan-Meier (Lee 1992) foi utilizado na análise estatística do tempo de vida das larvas para se estimar as curvas de sobrevida e o teste Log-Rank ajustado por Sidak (Westfall et al. 1999) para comparar as curvas de sobrevivência entre as espécies de eucalipto.

A viabilidade das larvas até o quinto dia foi analisada com um modelo linear generalizado com a distribuição gama e função de ligação logarítmica (Nelder and Wedderburn 1972; Diggle et al. 2002) com o fator material.

A qualidade do ajuste dos modelos lineares generalizados utilizados nos experimentos foi avaliada por análise de desvios (*deviance*). Os tratamentos foram comparados com o teste de Tukey-Kramer dos procedimentos Genmod do programa estatístico SAS – Statistical Analysis System (SAS 2012), versão 9.2, licenciado para a UNESP.

## Resultados

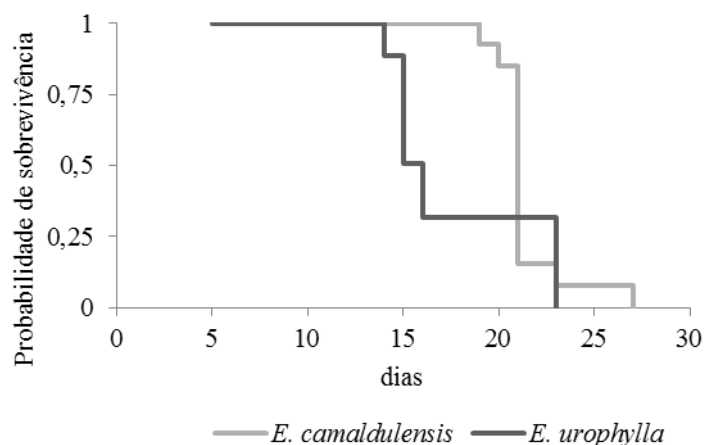
O consumo e a viabilidade de larvas de *G. platensis* foi semelhante entre os materiais testados (Tabela 1). Larvas desse inseto consumiram 29,88 cm<sup>2</sup> e 25,27 cm<sup>2</sup> de folhas de *E. urophylla* e de *E. camaldulensis*, respectivamente, ao longo de seu desenvolvimento. A viabilidade até o quinto dia foi alta em ambos os materiais (76% em *E. urophylla* e 82% em *E. camaldulensis*) e idêntica a partir do quinto dia do experimento nas duas espécies de eucalipto, 65% (Tabela 1).

**Tabela 1** Área total consumida (Área), duração do período larval (Dur.), viabilidade (Viab.) até o 5º dia (média  $\pm$  erro padrão) e viabilidade após 5º dia (Viab. Exp.) com larvas de *Gonipterus platensis* alimentadas com *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus camaldulensis*

| Hospedeiro              | Área (cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup> | Dur. (dias) <sup>2</sup> | Viab. (%) <sup>1</sup> | Viab. Exp. (%) |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|------------------------|----------------|
| <i>E urophylla</i>      | 29,88 $\pm$ 1,76 a                   | 17,62 $\pm$ 0,97 a       | 76,0 $\pm$ 6,53 a      | 65,0           |
| <i>E. camaldulensis</i> | 25,27 $\pm$ 2,55 a                   | 21,38 $\pm$ 0,52 b       | 82,0 $\pm$ 5,54 a      | 65,0           |

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem pelo teste de Tukey-Kramer ( $p < 0,05$ ). <sup>2</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Log-Rank ajustado por Sidak.

O período de desenvolvimento larval de *G. platensis* diferiu entre as espécies de eucalipto, com 17,62 e 21,38 dias para *E. urophylla* e *E. camaldulensis*, respectivamente (Tabela 1). As curvas de sobrevivência obtidas para as espécies hospedeiras estudadas reforçam a maior duração do estágio larval em *E. camaldulensis* (Fig. 1).



**Fig. 1** Curvas de sobrevivência de larvas de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) alimentadas com folhas de brotações de *Eucalyptus urophylla* e *E. camaldulensis*.

## Discussão

O consumo de folhas de *E. urophylla* e *E. camaldulensis* por larvas de *G. platensis* foi menor que o relatado em outros estudos. Larvas de *G. platensis* consumiram 54,66 cm<sup>2</sup>

em *E. camaldulensis* e 70,58 cm<sup>2</sup> em *E. urophylla*, a 26° C e fotofase de 13h (Oliveira 2006). A viabilidade das larvas de *G. platensis* em *E. urophylla* foi, também, menor que a relatada de 90% a 26° C e fotofase de 13h e semelhante aquela em *E. camaldulensis* (Oliveira 2006). Essas diferenças encontradas entre o estudo atual e o relatado tem grande implicação nos possíveis danos causados por larvas de *G. platensis*. Larvas de *Chrysophtharta bimaculata* (Coleoptera: Chrysomelidae) consomem menos folhas de *E. nitens* que de *E. regnans*, mas os parâmetros biológicos como a sobrevivência são favorecidos no primeiro hospedeiro, o que potencialmente causaria desfolha 60% maior em comparação ao segundo (Baker et al. 2002). Nesse caso, como o estudo atual apresenta consumo e viabilidade menores, o dano causado por larvas de *G. platensis* pode ser menor que o esperado anteriormente.

O período de desenvolvimento das larvas de *Gonipterus platensis* foi mais longo em *E. camaldulensis*. A presença e quantidade de óleos essenciais em folhas de eucalipto foram associadas ao consumo das mesmas por insetos, à repelência e à antibiose (Batish et al. 2008). A quantidade e composição de óleos essenciais pode variar entre espécies de *Eucalyptus* (Zrira et al. 2004; Cheng et al. 2009) ou, em uma mesma espécie variar de acordo com a época do ano (Silva et al. 2006; Oliveira et al. 2008). O teor de óleos essenciais em *E. camaldulensis* é o dobro do encontrado em folhas de *E. urophylla* (Batista-Pereira et al. 2006). Para outro desfolhador do eucalipto, *Paropsis atomaria* (Coleoptera: Chrysomelidae) o teor de óleos essenciais não influenciou no desenvolvimento das larvas, sendo o aumento no tempo de desenvolvimento foi associado variações no teor de nitrogênio e dureza das folhas (Ohmart 1991). O maior período necessário para o desenvolvimento larvar de *G. platensis* pode ter relação com os compostos secundários de suas folhas, havendo necessidade mais estudos que comprovem essa relação.

As diferenças encontradas entre esse estudo e estudos anteriores sugerem que fatores adversos podem influenciar o consumo por *G. platensis* em um mesmo hospedeiro. O conhecimento desses fatores pode auxiliar no entendimento dos padrões de alimentação e na elaboração de estratégias que auxiliem no manejo dessa praga.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa (Processo: 130604/2014-3) e ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais pelo apoio financeiro para realização da pesquisa.

## Referências

- Baker, S. C., Elek, J. A., & Candy, S. G. (2002). Comparison of feeding efficiency, development time and survival of Tasmanian eucalyptus leaf beetle larvae *Chrysophtharta bimaculata* (Olivier) (Coleoptera: Chrysomelidae) on two hosts. *Australian Journal of Entomology*, 41, 174–181.
- Batish, D. R., Singh, H. P., Kohli, R. K., & Kaur, S. (2008). *Eucalyptus* essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*, 256 (12), 2166–2174.
- Batista-Pereira, L. G., Fernandes, J. B., Corrêa, A. G., Silva, F. G. F., & Vieira, P. C. (2006). Electrophysiological responses of Eucalyptus Brown Looper *Thyriniteina arnobia* to essential oils of seven *Eucalyptus* species. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 17, 555–561.
- Candy, S. G. (1999). *Predictive models for integrated pest management of the leaf beetle Chrysophtharta bimaculata in Eucalyptus nitens plantations in Tasmania*. 472p. PhD Thesis, University of Tasmania, Hobart, Australia.
- Candy, S. G., Elliott, H. J., Bashford, R., & Greener, A. (1992). Modelling the impact of defoliation by the leaf beetle *Chrysophtharta bimaculata* (Coleoptera: Chrysomelidae) on height growth of *Eucalyptus regnans*. *Forest Ecology and Management*, 54, 69–87.
- Cheng, S. S., Huang, C. G., Chen, Y. J., Yu, J. J., Chen, W. J., & Chang, S. T. (2009). Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two eucalyptus species. *Bioresource Technology*, 100(1), 452–456.
- Diggle, P. J., Heagerty, P., Liang, K-Y., & Zeger S. L. (2002) *Analysis of Longitudinal Data*, 2nd edn. Oxford University Press, Oxford.
- EPPO. (2005). Data sheets on quarantine pest: *Gonipterus gibberus* and *Gonipterus scutellatus*. *Bulletin*, 35(3), 368–370.

- FAO. (2009). Part II. Profiles of selected forest pests: *Gonipterus scutellatus*. *FAO Forestry Paper 156: Global review of forest pests and diseases* (pp. 81–83). <http://www.fao.org/docrep/011/i0640e/i0640e00.htm>. Accessed 15 May 2016.
- Freitas, S. (1979). *Contribuição ao estudo da morfologia e biologia de Gonipterus gibberus (Boisduval, 1835) (Coleoptera, Curculionidae) e levantamento dos danos causados por esta espécie em eucaliptos dos arredores de Curitiba*. 95p. Master Thesis (Masters in Entomology), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brazil.
- Hou, Y., Miao, Y., & Zhang, Z. (2014). Leaf consumption capacity and damage projection of *Octodonta nipae* (Coleoptera: Chrysomelidae) on three palm species. *Annals of the Entomological Society of America*, 107(5), 1010–1017.
- Imura, O., & Ninomiya, S. (1998). Quantitative measurement of leaf area consumption by *Epilachna vigintioctopunctata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) using image processing. *Applied Entomology and Zoology*, 33(4), 491–495.
- Lanfranco, D., & Dungey, H. S. (2001). Insect damage in *Eucalyptus*: a review of plantations in Chile. *Australian Journal of Ecology*, Carlton South, 26, 477–481.
- Lee, E. T. (1992). *Statistical Methods for Survival Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- Mansilla, J. P., Salinero, M. C., & Pérez, R. (1995). Revisión 1994 del área de dispersión de *Gonipterus scutellatus* Gyll. en Galicia. *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas*, 21, 277–280.
- Mapondera, T. S., Burgess, T., Matsuki, M., & Oberprieler, R. G. (2012). Identification and molecular phylogenetics of the cryptic species of the *Gonipterus scutellatus* complex (Coleoptera: Curculionidae: Gonipterini). *Australian Journal of Entomology*, 51(3), 175–188.
- Nelder, J. A; & Wedderburn, R. W. (1972). Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society Series A*, 135(3), 370–384.
- Ohmart, C. P. (1991). Role of food quality in the population dynamics of chrysomelid beetles feeding on *Eucalyptus*. *Forest Ecology and Management*, 39, 35–46.
- Oliveira, N. C. (2006). *Biologia de Gonipterus scutellatus (Coleoptera: Curculionidae) em Eucalyptus spp. em diferentes temperaturas*. 82p. PhD Thesis (PhD in Agronomy – Plant Protection) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, Brazil.

- Oliveira, F. N. M., Ferri, P. H., Paula, J. R., Seraphin, J. C., & Paludzyszyn Filho, E. (2008). Seasonal influence on the essential oil compositions of *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake and *E. grandis* W. Hill ex Maiden from Brazilian cerrado. *Journal of Essential Oil Research*, 20, 555–560.
- Pinkard, E. A., Baillie, C. C., Patel, V., Paterson, S., Battaglia, M., Smethurst, P. J., Mohammed, C. L., Wardlaw, T., & Stone, C. (2006). Growth responses of *Eucalyptus globulus* Labill. to nitrogen application and severity, pattern and frequency of artificial defoliation. *Forest Ecology and Management*, 229, 378–387.
- Silva, P. H. M., Brito, J. O., & Silva Junior, F. G. (2006). Potential of eleven *Eucalyptus* species for the production of essential oils. *Scientia Agricola*, 63(1), 85–89.
- Tooke, F. G. C. (1955). The eucalyptus snout beetle, *Gonipterus scutellatus* Gyll. A study of its ecology and control by biological means. *Entomology Memoirs*. Department of Agriculture and Forestry, Union of South Africa.
- Valente, C., Branco, M., & Oberprieler, R. (2010). Biological control of *Gonipterus "scutellatus"* (Coleoptera: Curculionidae) – how critical is the correct species identity? IN: IUFRO Meeting: Population dynamics, biological control, and integrated management of forest insects, 2010. Eberswalde. *Book of Abstracts*, Eberswalde, Alemanha, p. 26.
- Westfall, P. H., Tobias, R. D., Rom, D., Wolfinger, R. D., & Hochberg, Y. (1999). *Multiple comparisons and multiple tests using the SAS System*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Wilcken, C. F., de MORAES, R. C. B., Haddad, M. L., & Parra, J. R. P. (1998). Técnica de medição de área foliar consumida por insetos através de digitalizador de imagens. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 55(2), 103–110.
- Wilcken C. F., Oliveira N. C., Sartório, R. C., Loureiro E. B., Bezerra Junior N., & Rosado Neto G. H. (2008). Ocorrência de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) em plantações de eucalipto no Estado do Espírito Santo. *Arquivos do Instituto Biológico*, 75, 113–115.
- Zrira, S., Bessiere, J. M., Menut, C., Elamrani, A., & Benjilali, B. (2004). Chemical composition of the essential oil of nine *Eucalyptus* species growing in Morocco. *Flavour and Fragrance Journal*, 19, 172–175.

**CAPÍTULO IV – INSETICIDAS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO CONTROLE  
DE ADULTOS DE *Gonipterus platensis* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)**

(Baseado nas normas do periódico Journal of Pest Science)

**Inseticidas químicos e biológicos no controle de adultos de *Gonipterus platensis***  
**(Coleoptera: Curculionidae)**

**Resumo** *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) é um besouro desfolhador do eucalipto que causa danos devido à alimentação de larvas e adultos em ponteiros e folhas jovens das árvores. Seu principal agente de controle biológico, o parasitoide de ovos *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) tem eficiência comprometida em certas regiões, havendo necessidade de medidas complementares de controle. O objetivo desse trabalho foi avaliar a ação de diferentes inseticidas contra adultos dessa praga. Foram realizados dois ensaios, sendo um para testar a ação tópica e outro para avaliar a ação de contato/ingestão desses produtos. Os tratamentos foram óleo vegetal (Vegetoil, 50%), o fungo *Beauveria bassiana* (Boveril, 2,5 kg.ha<sup>-1</sup>), bifentrina (Capture 400 EC, 191 ml ha<sup>-1</sup>), etiprole (Curbix 200SC, 318 ml.ha<sup>-1</sup>), etofenproxi (Safety, 637 ml ha<sup>-1</sup>), pimetozina (Chess 500 WG, 509 g ha<sup>-1</sup>) e testemunha (água destilada). Para avaliação de ação tópica, os produtos foram aplicados diretamente sobre os insetos e para ação contato/ingestão a aplicação foi feita sobre folhas de *Eucalyptus urophylla* posteriormente oferecidas aos insetos. Cada tratamento teve 10 repetições de cinco insetos cada. A mortalidade foi verificada diariamente por dez dias. A bifentrina foi o produto mais eficiente contra adultos de *G. platensis*, apresentando eficiência de 100% por ação tópica e 87,8% por ação de contato/ingestão. O fungo *B. bassiana* apresentou 82,6% de eficiência por ação tópica. Os demais produtos não foram eficientes no controle de *G. platensis*. Bifentrina e *B. bassiana* podem ser considerados para utilização no manejo dessa praga.

**Palavras chave** *Beauveria bassiana*, bifentrina, controle químico, *Eucalyptus*, gorgulho-do-eucalipto.

**Mensagem chave**

- *Gonipterus platensis* é praga-chave para o eucalipto no Brasil
- Foram testados produtos para o controle de adultos *G. platensis*
- Bifentrina foi eficiente em ação tópica e de contato/ingestão e *Beauveria bassiana* foi eficiente em ação tópica

- Bifentrina e *B. bassiana* podem ser considerados para inclusão em programas de manejo

## Introdução

*Gonipterus platensis* (Marelli, 1926) (Coleoptera: Curculionidae) é uma espécie de besouro desfolhador do eucalipto de origem australiana que se tornou invasora em diversas regiões produtoras de eucalipto em todo o mundo. No Brasil, a primeira detecção desta espécie ocorreu em Curitiba, PR (Freitas 1979), dispersando-se posteriormente para Santa Catarina, São Paulo e Espírito Santo (Fenilli, 1982; Rosado Neto, 1993; Wilcken et al., 2008).

Indivíduos adultos desse inseto alimentam-se das folhas jovens e de idade intermediária a partir das bordas, deixando-as com aspecto serreado. As larvas, que causam mais dano, alimentam-se das folhas jovens e brotações, podendo destruir completamente e o ponteiro das árvores (Tooke 1955).

Atualmente, dois agentes de controle biológico tem sido empregados no controle dessa praga. O primeiro, *Anaphes nitens* Giraut (Hymenoptera: Mymaridae) é um parasitoide de ovos de origem também australiana que foi inicialmente introduzido na Argentina (Marelli 1928) dispersando-se posteriormente para o Brasil. O segundo, *Beauveria bassiana* é um fungo entomopatogênico encontrado naturalmente em epizootias em *Gonipterus platensis* no Brasil (Berti Filho et al. 1992), sendo o único encontrado na forma de produto comercial registrado para controle dessa praga no país.

Apesar da grande eficiência apresentada pelo parasitoide, com taxa de parasitismo a campo chegando a 100% (Sanches 2000) em alguns casos, o gorgulho-do-eucalipto continua sendo um problema para as plantações de eucalipto no Brasil e em outras partes do mundo. Alguns autores sugerem que as condições microclimáticas em determinadas épocas do ano, a altitude (Tooke 1955; Richardson e Meakins 1986) e a flutuação nos níveis populacionais devido ao próprio parasitismo (Rivera et al. 1999) podem ter sérias implicações no manejo e ser o motivo de desfolhas severas, especialmente na primavera.

A expansão recente das áreas atacadas por *Gonipterus platensis* nos últimos anos e as baixas taxas de parasitismo observadas em algumas áreas (Souza et al. 2016) tornam necessária a utilização de outras estratégias de manejo, como o controle químico, para que

possam ser aliadas no manejo da praga. O objetivo desse trabalho foi avaliar a ação de diferentes inseticidas contra adultos de *G. platensis*. Nesse estudo, foram investigadas a ação tópica e de contato/ingestão de alguns inseticidas sintéticos, um inseticida biológico e um óleo vegetal em adultos de *G. platensis* em condições de laboratório.

## **Material e métodos**

Os insetos utilizados nesse estudo foram obtidos em área com alta infestação no município de Itararé, SP, sem controle prévio. Uma vez coletados, os insetos foram acomodados em gaiolas de madeira nas dimensões 42 x 82 x 44 cm em sala climatizada a  $25 \pm 2$  ° C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h. Para alimentação, ramos frescos de *Eucalyptus urophylla* foram oferecidos, acondicionados em recipientes plásticos com água para manutenção da turgidez das folhas. O teste foi realizado duas semanas após a coleta.

Para seleção dos produtos utilizados nesse teste, foram verificados aqueles registrados para o controle de *Gonipterus platensis* ou com recomendação para controle de outros curculionídeos-praga em culturas agrícolas. Também foi testado óleo vegetal emulsionável para verificar possível ação inseticida (Tabela 1). Foram realizados dois experimentos, sendo um para verificar ação tópica (aplicação tópica diretamente sobre os adultos) e outro para verificar ação de contato e de ingestão (aplicação sobre as folhas de eucalipto).

**Tabela 1** Ingrediente ativo, produtos comerciais (Prod. Com.), concentração de ingrediente ativo (Conc. i. a.), grupo químico (Grupo) e concentração ou dose aplicada (Conc. ou Dose) utilizados para teste de controle de adultos de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae)

| Ingrediente ativo         | Prod. Com.     | Conc i.a. | Grupo             | Conc.ou Dose             |
|---------------------------|----------------|-----------|-------------------|--------------------------|
| Óleo vegetal              | Vegetoil       | 93% m/v   | adjuvante         | 50%                      |
| <i>Beauveria bassiana</i> | Boveril        | 5% m/m    | biológico         | 2,5 kg. ha <sup>-1</sup> |
| Bifentrina                | Capture 400 EC | 40% m/v   | piretróide        | 191 ml. ha <sup>-1</sup> |
| Etiprole                  | Curbix 200 SC  | 20% m/v   | fenilpirazol      | 318 ml. ha <sup>-1</sup> |
| Etofenproxi               | Safety         | 30% m/v   | éter difenílico   | 637 ml. ha <sup>-1</sup> |
| Pimetrozina               | Chess 500 WG   | 50% m/m   | piridina azoetina | 509 g. ha <sup>-1</sup>  |

#### Ação tópica

Para o teste de efeito de aplicação tópica, a pulverização foi realizada sobre adultos de *G. platensis* dispostos em placas de Petri na dimensão de 90 x 1,5 mm, acondicionadas em Torre de Potter adaptada, na quantidade de cinco adultos por repetição e 10 repetições por tratamento. Após a aplicação, esses insetos foram transferidos para recipientes plásticos com capacidade para 150 ml contendo uma folha de *E. urophylla* higienizada previamente com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% e afixada em espuma fenólica para manutenção da turgidez.

#### Ação de contato/ingestão

Para o teste de efeito dos produtos por contato e ingestão, a aplicação foi realizada em Torre de Potter adaptada sobre as duas faces de uma folha de *E. urophylla* higienizada previamente com solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, que, após a aplicação, foi afixada em espuma fenólica e deixada em condição ambiente para o secagem completa da superfície antes de ser oferecida aos insetos. Após a secagem, as folhas foram transferidas para recipientes plásticos com capacidade para 150 ml onde os insetos foram acondicionados na quantidade de cinco por repetição e 10 repetições por tratamento.

## Condições gerais dos experimentos

O volume de aplicação utilizado foi de 2 ml (equivalente a 407 L.ha<sup>-1</sup>) de calda para aplicação sobre os insetos (ação tópica) e 2 ml de calda sobre cada face da folha (ação de contato/ingestão), sendo a dose ajustada apropriadamente. Para os tratamentos testemunha, foi aplicada apenas água destilada. Em todos os produtos aplicados, exceto óleo vegetal, foi adicionado 0,1% v/v de espalhante adesivo (Agral, Syngenta).

Os experimentos foram conduzidos em BOD a 25±2°C, UR 70 ± 10% e fotofase de 12 h durante 10 dias. A cada dois dias, as folhas foram substituídas. Durante esse período, os insetos foram observados diariamente para avaliação da mortalidade. Para o experimento de avaliação de ação por contato/ingestão, apenas as primeiras folhas oferecidas aos insetos receberam tratamento com os produtos.

## Análises

Na análise da mortalidade total ao final do experimento foi utilizado um modelo linear generalizado com a distribuição Poisson e função de ligação logarítmica (Nelder e Wedderburn 1972; Diggle et al. 2002), tendo como fatores produto e aplicação. Para comparações entre tratamentos foi utilizado o teste de Tukey-Kramer do procedimento *Genmod* do programa estatístico SAS – Statistical Analysis System (SAS, 2012), versão 9.2, licenciado para a Universidade Estadual Paulista, UNESP.

A eficiência corrigida dos produtos foi calculada a partir da fórmula de Schneider-Orelli (1947) a partir das médias finais de mortalidade de insetos nos tratamentos:  $EC(\%) = \{((MT(\%) - MC(\%)) / (100 - MC(\%))) * 100\}$ , onde: EC(%)= eficiência corrigida; MT= mortalidade no tratamento e MC= mortalidade no controle (testemunha) (Nakano et al. 1981).

## Resultados

Os tratamentos com aplicação de bifentrina e de *Beauveria bassiana* por aplicação tópica foram os mais eficientes no controle de adultos de *G. platensis* (Tabela 2). A mortalidade total de adultos tratados com bifentrina (média de 5,00 ± 0,00 e eficiência corrigida de 100%) foi semelhante à mortalidade obtida com *B. bassiana* (média de 4,2 ±

0,33 insetos mortos e EC de 82,61%) por aplicação tópica. Os demais produtos foram ineficientes no controle do gorgulho com resultados semelhantes aos da testemunha (Tabela 2).

**Tabela 2** Número de adultos de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) mortos (média  $\pm$  erro padrão) pela ação tópica e de contato/ingestão dos ingredientes ativos (i. a.) testados e eficiência corrigida aos 10 dias após a aplicação

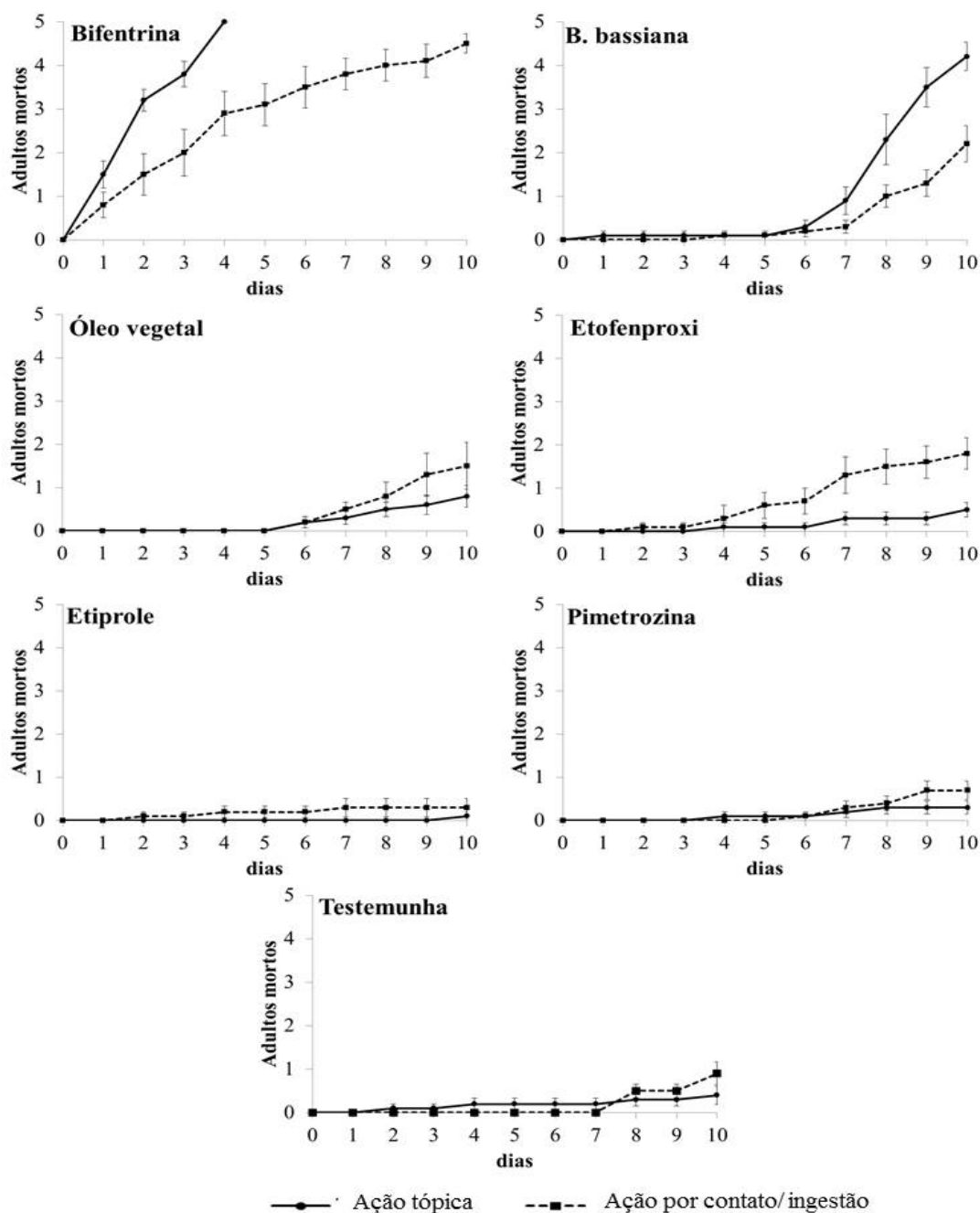
| i. a.              | Insetos mortos <sup>1</sup> |    |                  |     | Eficiência corrigida <sup>2</sup> (%) |                  |
|--------------------|-----------------------------|----|------------------|-----|---------------------------------------|------------------|
|                    | Tópica                      |    | Contato/Ingestão |     | Tópica                                | Contato/Ingestão |
| Bifentrina         | 5,0 $\pm$ 0,00              | Aa | 4,5 $\pm$ 0,22   | Aa  | 100,00                                | 87,80            |
| <i>B. bassiana</i> | 4,2 $\pm$ 0,33              | Aa | 2,2 $\pm$ 0,42   | ABa | 82,61                                 | 31,71            |
| Óleo vegetal       | 0,8 $\pm$ 0,25              | Ba | 1,5 $\pm$ 0,54   | Ba  | 8,70                                  | 14,63            |
| Etofenproxi        | 0,5 $\pm$ 0,17              | Ba | 1,8 $\pm$ 0,36   | ABa | 2,17                                  | 21,95            |
| Pimetrozina        | 0,3 $\pm$ 0,15              | Ba | 0,7 $\pm$ 0,21   | Ba  | 0,00                                  | 0,00             |
| Etiprole           | 0,1 $\pm$ 0,10              | Ba | 0,3 $\pm$ 0,21   | Ba  | 0,00                                  | 0,00             |
| Testemunha         | 0,4 $\pm$ 0,22              | Ba | 0,9 $\pm$ 0,28   | Ba  | 0,00                                  | 0,00             |

<sup>1</sup>Tratamentos seguidos por letras maiúsculas por coluna ou minúsculas por linha não diferem pelo teste de Tukey-Kramer ( $p < 0,05$ ). <sup>2</sup>Correções feitas de acordo com a fórmula de Schneider-Orelli (1947)

A bifentrina foi, também, a mais eficiente por ação de contato/ingestão com morte de 4,5  $\pm$  0,22 adultos (EC de 87,8%). A mortalidade por *B. bassiana* e etofenproxi com esse tipo de aplicação foi intermediária, não diferindo da bifentrina ou da testemunha, tendo baixa eficiência corrigida (31,71 e 21,95%, respectivamente). Os demais tratamentos não diferiram da testemunha (Tabela 2).

A ação tópica de bifentrina também se destacou pela rapidez, resultando na morte de 100% dos insetos em quatro dias após a aplicação (Fig. 1). Insetos neste tratamento apresentavam sintomas de intoxicação antes da primeira avaliação e nenhum conseguia manter-se sobre a folha ou alimentar-se, permanecendo todos no fundo do recipiente até a morte. Para ação de contato/ingestão o número médio de adultos mortos ao longo do tempo teve aumento mais gradativo e o efeito de intoxicação também foi observado, porém não

foi letal e os insetos voltaram a movimentar-se e alimentar-se para então morrerem posteriormente (Fig. 1).



**Fig. 1** Evolução temporal da mortalidade acumulada de adultos de *Gonipterus platensis* ( $\pm$  erro padrão) tratados com diferentes produtos fitossanitários (Temperatura:  $25 \pm 2^\circ \text{C}$ , umidade relativa:  $70 \pm 10\%$ , fotofase: 12h)

A aplicação tópica de *B. bassiana* afetou apenas a partir do 7º dia, quando o número de adultos mortos aumentou gradativamente até o fim do experimento. A ação contato/ingestão de *B. bassiana* resultou em morte de adultos apenas a partir do 8º dia. Os demais produtos foram ineficientes contra adultos de *G. platensis* (Fig. 1).

## Discussão

A elevada eficiência da bifentrina para adultos de *Gonipterus platensis* em ação tópica ou de contato/ingestão mostra potencial de sua utilização no manejo desta praga, mas com critério uma vez que este produto pode causar efeitos negativos no parasitoide *A. nitens*, principal agente de controle biológico desta praga. A bifentrina causou alta mortalidade de *Anaphes iole* Giraut (Hymenoptera: Mymaridae), parasitoide de ovos de *Lygus hesperus* Knight (Heteroptera: Miridae) (94,51%) mesmo com liberações 13 dias após a aplicação do produto, evidenciando o efeito tóxico deste ingrediente ativo para esta espécie (Udayagiri et al. 2000). Na Austrália, a aplicação de inseticida de contato (alfacipermetrina) possibilitou o controle total de besouros desfolhadores do eucalipto das famílias Attelabidae, Belidae, Chrysomelidae, Curculionidae e Sacarabaeidae em uma única aplicação, porém a desfolha se repetiu após um ano. Isto foi agravado pelo fato desta aplicação ter causado alto impacto em insetos benéficos (Loch 2005). A recorrência do problema ano a ano tornou necessária se avaliar a produtividade de plantas com ataque por *G. platensis* e a possível utilização econômica desse inseticida em programas de manejo dessa praga (Loch e Matsuki 2010). Desta forma, são necessários mais estudos do impacto da bifentrina em *A. nitens* em condições locais antes da sua utilização no programa de manejo para *G. platensis*.

A baixa eficiência de controle do etofenproxi discorda da mortalidade de 100% de adultos e larvas desse inseto por aplicação tópica deste ingrediente ativo em laboratório (Santolamazza-Carbone and Fernández de Ana-Magán 2004) e da alta mortalidade, próxima a 100%, de adultos e de 100% das larvas em aplicação tópica e indireta sobre folhas de eucalipto (Pérez Otero et al. 2003). Esses trabalhos constataram, também, alta mortalidade do parasitoide *A. nitens* por esse ingrediente ativo.

A alta eficiência de controle de *Beauveria bassiana* em ação tópica assemelha-se, parcialmente, ao resultado obtido em estudo anterior. Em aplicação tópica, *B. bassiana* na

formulação concentrado emulsionável (CE) apresenta a maior eficiência no controle de adultos de *G. platensis* (cerca de 100%) por possuir óleos em sua formulação, diferindo das formulações pó molhável (WP) e grânulos dispersíveis (WG), que tiveram eficiência de 10 a 30% (Echeverri-Molina and Santolamazza-Carbone 2010). No presente estudo, em que foi utilizada formulação WP, houve a utilização de óleo mineral como adjuvante nas aplicações o que pode explicar a diferença encontrada em relação às formulações WP e WG utilizadas pelos autores. A presença de óleos na formulação de *B. bassiana* auxiliam a adesão dos esporos do fungo ao corpo do inseto. A utilização de óleos tem sido relacionada ao aumento da eficiência de *B. bassiana* (Akbar et al. 2005) e de outros fungos entomopatogênicos como *Metarhizium flavoviride* (Bateman et al. 1993) e *M. anisopliae* (Polar et al. 2005). O óleo mineral utilizado junto à *B. bassiana* nesse estudo pode ter contribuído para a alta eficiência de controle contra adultos de *G. platensis* encontrado para a aplicação tópica do produto.

Em ação por contato/ingestão, *B. bassiana* foi menos eficiente, embora não tenha diferido significativamente do resultado obtido em aplicação tópica. Em estudo semelhante, a ingestão de esporos de *B. bassiana* CE resultou em 100% de mortalidade de adultos (Echeverri-Molina and Santolamazza-Carbone 2010). *B. bassiana* é considerado seguro para o meio ambiente, organismos não-alvo e o homem, sendo um bom candidato para incorporação no manejo integrado de pragas (Zimmermann 2007). Esse fungo pode ser ainda utilizado em conjunto com *A. nitens*, por não ser letal ao mesmo (Pérez-Otero et al. 2003). Os resultados obtidos nesse estudo reforçam a possibilidade de inclusão de *B. bassiana* em programas de manejo para *G. platensis*.

A aplicação tópica de bifentrina e *B. bassiana* e a aplicação indireta de bifentrina para ação de contato/ingestão apresentaram alta eficiência de o controle de *G. platensis* em condições controladas. No entanto, mais estudos serão necessários para que se determine a eficiência e o impacto da utilização de um piretróide a campo para o controle desta praga, principalmente considerando que o controle biológico com *A. nitens* é o método preferencial de controle.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela

concessão da bolsa (Processo: 130604/2014-3) e ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais pelo apoio financeiro para realização da pesquisa. Ao Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano do Departamento de Proteção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela disponibilização da estrutura para aplicação dos produtos.

## Referências

- Akbar W, Lord JC, Nechols JR, Loughin TM (2005) Efficacy of *Beauveria bassiana* for red flour beetle when applied with plant essential oils or in mineral oil and organosilicone carriers. J Econ Entomol 98:683–688. doi: 10.1603/0022-0493-98.3.683
- Bateman RP, Carey M, Moore D, Prior C (1993) The enhanced infectivity of *Metarhizium flavoviride* in oil formulations to desert locusts at low humidities. Ann Appl Biol 122:145–152. doi: 10.1111/j.1744-7348.1993.tb04022.x
- Berti Filho E, Alves SB, Cerignoni, JA, Stape JL (1992) Ocorrência de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em adultos de *Gonipterus scutellatus* (Gyllenhal) (Coleoptera, Curculionidae). Revista de Agricultura 67:293–294
- Diggle PJ, Heagerty P, Liang K-Y, Zeger SL (2002) Analysis of Longitudinal Data, 2nd edn. Oxford University Press, Oxford
- Echeverri-Molina D, Santolamazza-Carbone S (2010) Toxicity of synthetic and biological insecticides against adults of the Eucalyptus snout-beetle *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). J Pest Sci 83(3):297–305. doi: 10.1007/s10340-010-0298-1
- Fenilli R (1982) Primeiro registro de *Gonipterus platensis* Marelli, 1926 e *Gonipterus gibberus* (Boisduval, 1835) (Coleoptera, Curculionidae, Gonipterinae) no Estado de Santa Catarina, Brasil. An Soc Entomol Bras 11(2):293–294
- Freitas S (1979) Contribuição ao estudo da morfologia e biologia de *Gonipterus gibberus* (Boisduval, 1835) (Coleoptera, Curculionidae) e levantamento dos danos causados por esta espécie em eucaliptos dos arredores de Curitiba. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba

- Loch AD (2005) Mortality and recovery of eucalypt beetle pest and beneficial arthropod populations after commercial application of the insecticide alpha-cypermethrin. *Forest Ecol Manag* 217:255–265. doi: 10.1016/j.foreco.2005.06.006
- Loch AD, Matsuki M (2010) Effects of defoliation by Eucalyptus weevil, *Gonipterus scutellatus*, and chrysomelid beetles on growth of *Eucalyptus globulus* in southwestern Australia. *Forest Ecol Manag* 260:1324–1332. doi: 10.1016/j.foreco.2010.07.025
- Marelli CA (1928) Estudio sobre una peste de los eucaliptos descubierta en la Argentina. Ministério de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires. La Plata: Taller de Impresiones Oficiales.
- Nakano O, Silveira Neto S, Zucchi RA (1981) Análise de experimentos entomológicos. In: Nakano O, Silveira Neto S, Zucchi RA *Entomologia econômica*. USP-ESALQ, Departamento de Entomologia, Piracicaba, pp 270–301
- Nelder JA, Wedderburn RW (1972) Generalized linear models. *J R Stat Soc Ser A-G* 135(3):370–384
- Pérez Otero R, Mansilla Vázquez P, Rodríguez J (2003) Eficacia y efectos en laboratorio de diferentes insecticidas en el control del defoliador del eucalipto *Gonipterus scutellatus* y de su parasitoide *Anaphes nitens*. *Bol San Veg Plagas* 29:649–658
- Polar P, Kairo MTK, Moore D, Pegram R, John SA (2005) Comparison of water, oils and emulsifiable adjuvant oils as formulating agents for *Metarhizium anisopliae* for use in control of *Boophilus microplus*. *Mycopathologia* 160:151–157. doi: 10.1007/s11046-005-0120-4
- Richardson KF, Meakins RH (1986) Inter- and intra-specific variation in the susceptibility of eucalypts to the snout beetle *Gonipterus scutellatus* Cyll. (Coleoptera: Curculionidae). *South African Forestry Journal* 139:21–31
- Rivera AC, Carbone SS, Andres JA (1999) Life cycle and biological control of the Eucalyptus snout beetle (Coleoptera, Curculionidae) by *Anaphes nitens* (Hymenoptera, Mymaridae) in north-west Spain. *Agri Forest Entomol* 1:103–109. doi: 10.1046/j.1461-9563.1999.00016.x
- Rosado Neto GH (1993) Gonipterinae dos eucaliptos: Primeiro registro de *Gonipterus scutellatus* para o Estado de São Paulo, Brasil, e algumas considerações sobre *G. gibberus* (Coleoptera, Curculionidae). *Rev Bras Entomol* 37(3):465–467

- Sanches MA (2000) Parasitismo de ovos de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, 1833 e *Gonipterus gibberus* Boisduval, 1835 (Coleoptera, Curculionidae) por *Anaphes nitens* (Girault, 1928) (Hymenoptera, Mymaridae) em Colombo (Paraná, Brasil). Arq Inst Biol 67:77–82
- Santolamazza-Carbone S, Fernández de Ana-Magán FJ (2004) Testing of selected insecticides to assess the viability of the integrated pest management of the Eucalyptus snout-beetle *Gonipterus scutellatus* in north-west Spain. J Appl Entomol 128:620–627. doi: 10.1111/j.1439-0418.2004.00893
- Souza NM, Junqueira LR, Wilcken CF, Soliman EP, Camargo MB, Nickle MA, Barbosa LR (2016) Ressurgência de uma antiga ameaça: Gorgulho-do-eucalipto *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae). Circular Técnica 209, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba.
- Tooke FGC (1955) The eucalyptus snout beetle, *Gonipterus scutellatus* Gyll. A study of its ecology and control by biological means. Entomology Memoirs. Department of Agriculture and Forestry, Union of South Africa.
- Udayagiri S, Norton AP, Welter SC (2000) Integrating pesticide effects with inundative biological control: Interpretation of pesticide toxicity curves for *Anaphes iole* in strawberries. Entomol Exp Appl 95:87–95. doi: 10.1023/A:1003963200794
- Wilcken CF, Oliveira NC, Sartório RC, Loureiro EB, Bezerra Junior N, Rosado Neto GH (2008) Ocorrência de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) em plantações de eucalipto no estado do Espírito Santo. Arq Inst Biol 75:113–115
- Zimmermann G (2007) Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. Biocontrol Sci Techn 17(6):553–596

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Infestações por *Gonipterus* spp. tem aumentado em área e severidade com características únicas no Brasil, especialmente em relação a espécies hospedeiras e à severidade de danos . Isto reforça a necessidade de desenvolvimento de pesquisas para se entender a dinâmica da praga e de seu inimigo natural, além de estratégias de monitoramento e controle.

Os dados apresentados são importantes para o desenvolvimento de estratégias de monitoramento e determinação do dano por larvas de *Gonipterus* spp. Alternativas ao controle biológico podem ser utilizadas em áreas com baixo parasitismo de ovos, mas o impacto ecológico da utilização desses produtos ainda deve ser avaliado.

## 5. CONCLUSÕES GERAIS

- Dez espécies e cinco híbridos de *Eucalyptus* foram considerados hospedeiros de *Gonipterus* spp. no Brasil.
- A severidade de desfolha e dano por *Gonipterus* spp. variou intra e interespecificamente entre os materiais genéticos de eucalipto.
- Não há forma padronizada de monitoramento da praga.
- Os agentes de controle empregados para *Gonipterus* spp. no Brasil são o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* e o parasitoide de ovos *Anaphes nitens*.
- A quantidade de ovos nas ootecas de *Gonipterus platensis* e o comprimento das mesmas varia com a região estudada no Estado de São Paulo.
- As correlações entre parâmetros morfométricos e número de ovos das ootecas varia com a região estudada no Estado de São Paulo.
- Parasitoides não emergidos nas ootecas e baixa taxa de parasitismo em algumas regiões de São Paulo foram observados.
- O consumo foliar por larvas de *G. platensis* foi semelhante em *E. urophylla* e *E. camaldulensis*.
- O desenvolvimento larval é mais longo em *E. camaldulensis* quando comparado com *E. urophylla*.
- A ação tópica e de contato/ingestão de bifentrina e a tópica de *B. bassiana* são eficientes no controle de adultos de *G. platensis*.

## 6. REFERÊNCIAS

ANJOS, N.; MAJER, J. Leaf-eating beetles in Brazilian eucalypt plantations. **School of Environmental Biology, Bulletin**, n. 23, 33 p. 2003.

ARZONE, A.; MEOTTO, F. Reperti biologici su *Gonipterus scutellatus* Gyll. (Col. Curculionidae) infestante gli eucalypti della Riviera Ligure. **Redia**, Florence, v. 61, p. 205-222, 1978.

BARBIELLINI, A. A. Combate à praga do eucalipto no sul. **Chácaras e Quintais**, v. 91, n. 2, p. 191-192, 1955.

BERTI FILHO, E. et. al. Ocorrência de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em adultos de *Gonipterus scutellatus* (Gyllenhal) (Coleoptera, Curculionidae). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 67, n. 3, p. 293-294, 1992.

BETANCOURT, C. M.; SCATONI, I. B. Principales familias y especies de insectos y acaros plagas. In: \_\_\_\_\_. **Guía de insectos y ácaros de importância agrícola y florestal en el Uruguay**. 3. ed. Buenos Aires: Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica, 2010.

BOOKER, M. I. H. A new classification of the genus *Eucalyptus* L'Hér (Myrtaceae). **Australian Systematic Botany**, v. 13, p. 79-148, 2000.

CORASSA, J. D. N.; SOUZA, R. M. Besouros desfolhadores em plantações florestais. In: CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C. (Org.). **Entomologia Florestal Aplicada**. Santa Maria: Editora UFSM, 2014, p. 123-144.

CARRANO-MOREIRA, A. F. Estratégias de manejo das pragas florestais. In: \_\_\_\_\_. **Manejo integrado de pragas florestais: fundamentos ecológicos e táticas de controle**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2014. p. 279-300.

COSTA, E. C.; ARALDI, D. B. Entomofauna florestal: Uma visão holística. In: CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C. (Org.). **Entomologia Florestal Aplicada**. Santa Maria: Editora UFSM, 2014, p. 13-34.

DOUGHTY, R. W. The geography of *Eucalyptus*. In: \_\_\_\_\_. **The Eucalyptus: A natural and commercial history of the gum tree**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2000. cap. 1, p. 1-23.

ECHEVERRI-MOLINA, D. & SANTOLAMAZZA-CARBONE, S. Toxicity of synthetic and biological insecticides against adults of the Eucalyptus snout-beetle *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Pest Science**, v. 83, n. 3, p. 297-305, 2010.

EPPO. Data sheets on quarantine pest: *Gonipterus gibberus* and *Gonipterus scutellatus*. **Bulletin**, v. 35, n. 3, p. 368-370, 2005.

ESTAY, S.; ARAYA, J. E., GUERRERO, M. A. Biología de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en San Felipe, Chile. **Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas**, v. 28, p. 391-397, 2002.

FAO. Part II. Profiles of selected forest pests: *Gonipterus scutellatus*. **FAO Forestry Paper 156: Global review of forest pests and diseases**, p. 81-83, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/011/i0640e/i0640e00.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

FAO. **Report of the first session of the FAO Panel of Experts on Integrated Pest Control**. Rome, Italia, 1967, 19 p.

FENILLI, R. Primeiro registro de *Gonipterus platensis* Marelli, 1926 e *Gonipterus gibberus* (Boisduval, 1835) (Coleoptera, Curculionidae, Gonipterinae) no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 11, n.2, p. 293-294, 1982.

FOELKEL, C. E. B. Eucalipto no Brasil, história de pioneirismo. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, n.4, 2005. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va04-florestas-plantadas03.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2016.

FREITAS, S. **Contribuição ao estudo da morfologia e biologia de *Gonipterus gibberus* (Boisduval, 1835) (Coleoptera, Curculionidae) e levantamento dos danos causados por esta espécie em eucaliptos dos arredores de Curitiba.** Curitiba, 1979. 95p. Tese (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal do Paraná.

FREITAS, S. Observações sobre a alimentação de *Gonipterus gibberus* (Boisduval, 1935) (Coleoptera, Curculionidae) em eucaliptos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 20, n. 2, p. 333-338, 1991.

GUMOVSKY, A. et al. Re-description and first host and biology records of *Entedon magnificus* (Girault & Dodd) (Hymenoptera, Eulophidae), a natural enemy of *Gonipterus* weevils (Coleoptera, Curculionidae), a pest of Eucalyptus trees. **Zootaxa**, Auckland, v. 3957, n. 5, p. 577-584, 2015.

HANKS, L.M. et al. Classical biological control of the Australian Weevil *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) in California. **Biological Control**, v. 29, p. 369-375, 2000.

HORTA, A. B. et al. Eficiência de *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* (Berliner, 1915) no controle de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae). In: SIMPÓSIO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS, 4, 2015. Botucatu-SP. **Anais...**, Disponível em CD, 2015.

HUERTA-FUENTES, et al. Susceptibilidad de especies de eucalipto a *Gonipterus scutellatus* y perfiles electroforéticos de proteínas marcadoras del adulto. **Agrociencia**, v. 42, n. 3, p. 327-334, 2008.

IBÁ. Indústria brasileira de árvores. Ano base 2014. 64 p. São Paulo, 2015. Disponível em: < [http://iba.org/images/shared/iba\\_2015.pdf](http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf)>. Acesso em: 07 jul. 2015.,

KEVAN, D. K. Mc E. The *Eucalyptus* weevil in East Africa. **East African Agricultural Journal**, Nairobi, v. 12, p. 40-44, 1946.

KOBER, E. Observações preliminares da ação de diversos inseticidas orgânicos de síntese, no controle ao *Gonipterus gibberus* Boisduvalli, praga do eucalipto. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 30-40, 1955.

LANFRANCO, D.; DUNGEY, H.S. Insect damage in *Eucalyptus*: a review of plantations in Chile. **Australian Journal of Ecology**, Carlton South, v. 26, p. 477-481, 2001.

LOCH, D. & MATSUKI, M. Effects of defoliation by Eucalyptus weevil, *Gonipterus scutellatus*, and chrysomelid beetles on growth of *Eucalyptus globulus* in southwestern Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 260, n. 8, p. 1324–1332, 2010.

LONGUE JÚNIOR, D.; COLODETTE, J. L. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 429-438, 2013.

LOTTERING, R.; MUTANGA, O. Optimising the spatial resolution of WorldView-2 pan-sharpened imagery for predicting levels of *Gonipterus scutellatus* defoliation in KwaZulu-Natal, South Africa. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 112, p. 13-22, 2016.

LUNZ, A. M.; AZEVEDO, R. Caracterização da ocorrência do besouro-amarelo, *Costalimaita ferruginea* (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae), em plantios de eucalipto no Pará. **Comunicado Técnico 229**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 5p.

MALLY, C. W. The eucalyptus snout beetle (*Gonipterus scutellatus* Gyll.). **Journal Department of Agriculture for South Africa**, v. 9, p. 415-442, 1924.

MANSILLA, J.P.; PÉREZ OTERO. El defoliador del eucalipto *Gonipterus scutellatus*. **Phytoma** (España), v. 81, p. 36-42, 1996.

MARELLI, C. A. Estudio sobre una peste de los eucaliptos descubierta en la Argentina. **Ministério de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires**. La Plata: Taller de Impresiones Oficiales, 1928.

MAPONDERA, T. S., et al. Identification and molecular phylogenetics of the cryptic species of the *Gonipterus scutellatus* complex (Coleoptera: Curculionidae: Gonipterini). **Australian Journal of Entomology**, v. 51, n. 3, p. 175-188, 2012.

MAYORGA S. I.; JAQUES, L.; PERAGALLO, M. *Anaphes tasmaniae*, parasitoid of *Gonipterus platensis* (Marelli, 1926) (Coleoptera: Curculionidae) introduced in Chile. In: International Symposium On Biological Control Of Arthropods, 4., 2013, Pucón, Chile. **Proceedings...** Pucón: Gran Hotel Pucón, 2013. p. 298.

MILLER, D. The gum-tree weevil and its parasites. **The New Zealand Journal of Agriculture**, Wellington, v. 35, n. 5, p. 283-289, 1927.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A Cultura do Eucalipto no Brasil**. 1. ed. São Paulo: SBS, 2000. 114 p.

NCBI National Center for Biotechnology Information. *Gonipterus*. **NCBI Taxonomy**. Disponível em: < <http://www.gbif.org/species/104616744>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

NEWETE, S. W.; OBERPRIELER, R. G.; BYRNE, M. J. The host range of the Eucalyptus Weevil, *Gonipterus "scutellatus"* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), in South Africa. **Annals of Forest Science**, v. 68, p. 1005-1013, 2011.

OHMART, C. P.; EDWARDS, P. B. Insect herbivory on Eucalyptus. **Annual Review of Entomology**, v. 36, n. 1, p. 637-657, 1991.

OLIVEIRA, N. C. **Biologia de *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) em *Eucalyptus* spp. em diferentes temperaturas**. 2006. vii, 82 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2006.

PÉREZ-OTERO, R.; MANSILLA VÁZQUEZ, P; RODRÍGUEZ IGLESIAS, J. Eficacia y efectos en laboratorio de diferentes insecticidas en el control del defoliador del eucalipto *Gonipterus scutellatus* y de su parasitoide *Anaphes nitens*. **Boletín de sanidad vegetal. Plagas**, v. 29, n. 4, p. 649-658, 2003.

QUEIROZ, D. L. Pragas exóticas e potenciais a eucaliptocultura no Brasil In: SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, H. D.; SILVA, J. R. C. (Ed.). **Manejo fitossanitário de cultivos agroenergéticos**. Lavras: UFLA, 2010. p. 239-249.

REIS, A. R. et al. Efficiency of biological control of *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) by *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) in cold areas of the Iberian Peninsula: Implications for defoliation and wood production in *Eucalyptus globulus*. **Forest Ecology and Management**, v. 270, p. 216-222, 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/j.foreco.2012.01.038>>. Acesso em: 08 set. 2015.

RIVERA, A. C.; SANTOLAMAZZA CARBONE, S. The effect of three species of *Eucalyptus* on growth and fecundity of the *Eucalyptus* snout beetle (*Gonipterus scutellatus*). **Forestry**, Oxford, v. 73, n. 1, p. 21-28, 2000.

ROSADO-NETO, G.H. Gonipterinae dos eucaliptos: Primeiro registro de *Gonipterus scutellatus* para o Estado de São Paulo, Brasil, e algumas considerações sobre *G. gibberus* (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 465-467, 1993.

ROSADO-NETO, G.H.; MARQUES, M.I. Características do adulto, genitália e formas imaturas de *Gonipterus gibberus* Boisduval e *G. scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 77-90, 1996.

SANCHES, M. A. **Influência da temperatura no desenvolvimento de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal 1833 (Coleoptera, Curculionidae) em *Eucalyptus viminalis* Labill, Aspectos bionômicos e parasitismo na Região de Curitiba (PR)**. 1993. XV+65p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

SANCHES, M. A. Parasitismo de ovos de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, 1833 e *Gonipterus gibberus* Boisduval, 1835 (Coleoptera, Curculionidae) por *Anaphes nitens* (Girault, 1928) (Hymenoptera, Mymaridae) em Colombo (Paraná, Brasil). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 67, n. 1, p. 77-82, 2000.

SANTOLAMAZZA-CARBONE, S. & FERNÁNDEZ DE ANA-MAGÁN, F. J. Testing of selected insecticides to assess the viability of the integrated pest management of the Eucalyptus snout-beetle *Gonipterus scutellatus* in north-west Spain. **Journal of Applied Entomology**, v. 128, n. 9-10, p. 620-627, 2004.

SANTOLAMAZZA-CARBONE, S.; RODRÍGUEZ-ILLAMOLA, A.; CORDERO RIVERA, A. Thermal requirements and phenology of the eucalyptus snout beetle *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal. **Journal of Applied Entomology**, v. 130, n. 6-7, p. 368-376, 2006.

SARMENTO, A. M. P. **A first approach to the development of an innovative trapping system for *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae, Gonipterini)**. 2015. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental) – Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, 2015.

SOUZA, N. M., et al. Ressurgência do ataque de *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) no estado de São Paulo. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25, 2014. Goiânia. **Anais eletrônicos...**, 2014.

TOOKE, F. G. C. The eucalyptus snout beetle, *Gonipterus scutellatus* Gyll. a study of its ecology and control by biological means. **Entomology Memoirs. Department of Agriculture and Forestry**, Union of South Africa, 1955.

TRIBE, G.D. The present status of *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of the Eucalyptus snout beetle *Gonipterus scutellatus*, in the Western Cape Province of South Africa. **Southern African Forestry Journal**, n. 203, p. 49-54, 2005.

VALENTE, C.; BRANCO, M.; OBERPRIELER, R. Biological control of *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) – how critical is the correct species identity?. In: IUFRO Meeting: Population dynamics, biological control, and integrated management of forest insects, 2010. Eberswalde. **Book of Abstracts**, Eberswalde, Alemanha, p. 26, 2010

VALENTE, C. et al. Control strategy against the eucalyptus snout beetle, *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera, Curculionidae), by the Portuguese cellulose industry. In: BORRALHO, N. et al. (eds.). **Eucalyptus in a Changing World**: Proceedings of IUFRO Conference, Aveiro, Portugal, p. 622-627, 2004.

WARD, S. E. et al. Rediscovery and redescription of *Centrodora damoni* (Girault) (Hymenoptera: Aphelinidae) from Australia, an egg parasitoid of *Gonipterus* spp. (Coleoptera: Curculionidae), after nearly a century. **Biodiversity Data Journal**, v. 4, 2016. Disponível em: <<http://bdj.pensoft.net/articles.php?id=7766>>. Acesso em: 11 mai 2016.

WILCKEN, C. F., et. al. Eficiência de *Beauveria bassiana* (Boveril) no controle do gorgulho do eucalipto *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) em condições de laboratório. IN: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 9, 2005. Recife. **Anais ...**, Recife, p. 109, 2005.

WILCKEN, C. F., et al. Ocorrência de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) em plantações de eucalipto no Estado do Espírito Santo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, p. 113-115, 2008a.

WILCKEN, C. F., et. al. Biological control of eucalyptus snout beetle (*Gonipterus scutellatus*) in eucalyptus clonal plantations in Espírito Santo State, Brazil. **IUFRO Recent Advances in Forest Entomology**, Pretoria, África do Sul. p. 41, 2008b.

WILCKEN, C. F. & OLIVEIRA, N. C. Gorgulho-do-eucalipto *Gonipterus platensis* Marelli. IN: VILLELA E. F., ZUCCHI, R. A. **Pragas Introduzidas no Brasil: Insetos e Ácaros**. Piracicaba: Fealq, p. 779-791. 2015.

WILLIAMS, J.R.; MOUTIA, L.A.; HERMELIN, P.R. The biological control of *Gonipterus scutellatus* Gyll. (Col.: Curculionidae) in Mauritius. **Bulletin of Entomological Research**, v. 42, n. 1, p. 23-28, 1951.

WITHERS, T. M. Colonization of eucalypts in New Zealand by Australian insects. **Austral Ecology**, v. 26, p. 467-476, 2001.

WYLIE, F. R.; SPEIGHT, M. R. Topical forest pests: ecology, biology and impact. In: \_\_\_\_\_. **Insect Pests in Tropical Forestry**. Wallingford: CABI, 2012. p. 91-152.

ZIMMERMANN, G. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 17, n. 6, p. 553-596, 2007.