

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**DINÁMICA POBLACIONAL DE *GONIPTERUS SCUTELLATUS* Y  
*ANAPHES NITENS* EN LA REGIÓN SUR- ESTE DE URUGUAY**

por

**María Pía ROSALES VALLEVEGNI**

TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título de  
*Magister* en Ciencias Agrarias  
opción Ciencias Vegetales

MONTEVIDEO

URUGUAY

Diciembre 2016

Tesis aprobada por el tribunal integrado por:

Ing. Agr. Iris Beatriz Scatoni

Ing. Agr. MSc. PhD. Gustavo Balmelli

Lic. Biol. PhD. Guillermo Pérez

El 14 de diciembre de 2016.

Autor/a: Ing. Agr. María Pía Rosales Vallevegni

Director: Lic. Biol. PhD. Martín Bollazzi

## **AGRADECIMIENTOS**

A Martín Bollazzi por la dirección del trabajo y el apoyo brindado en el período de la Maestría. A la empresa Cambium Forestal Uruguay por ceder los predios para la realización del estudio, y la financiación de los monitoreos y a todo su personal, en especial a Juan Pablo Silva, Ricardo Siñeriz, Juan Pablo Burgos, Gonzalo Caballero, Luís Anderson, Martín Sosa Díaz, Laura Martignone, Valentina Sanchez, Daniel Ramírez y Simón Berti. Al personal de Fibra Servicios Forestales: Sindy Ferreira y Verónica Álvarez. A Valeria Fernández por su apoyo incondicional. A Alicia Sánchez, a Horacio Silva por su apoyo. A Serena Santolamazza por el envío de información. A la cátedra de entomología de la Facultad de Agronomía y su personal por brindarme un lugar físico para redactar este trabajo. A mi familia, mis padres, mis hermanas y mis tías por el apoyo recibido durante este proceso. A mi esposo y mi hijo.

Al tribunal

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
RESUMEN .....	VII
SUMMARY .....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1 IMPORTANCIA DEL <i>EUCALYPTUS GLOBULUS</i> EN URUGUAY ...	1
1.2 PLAGAS FORESTALES .....	1
1.2.1 <u>Defoliadores</u> .....	2
1.2.2 <u>Importancia de <i>Gonipterus scutellatus</i> como defoliador</u> .....	3
1.3 BIOLOGÍA DE <i>G. SCUTELLATUS</i> .....	9
1.4 MANEJO DE <i>G. SCUTELLATUS</i> .....	13
1.4.1 <u>Control silvicultural</u> .....	13
1.4.2 <u>Control químico</u> .....	14
1.4.3 <u>Control biológico</u> .....	15
1.4.3.1 Control biológico con entomopatógenos .....	16
1.4.3.2 Control biológico con parasitoides .....	17
1.5 HIPÓTESIS .....	21

1.6 OBJETIVOS .....	22
1.6.1 <u>Objetivo general</u> .....	22
1.6.2 <u>Objetivos específicos</u> .....	22
2. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	23
2.1 MÉTODOS DE MUESTREO.....	25
2.1.1 <u>Dinámica poblacional</u> .....	25
2.1.2 <u>Daño</u> .....	26
2.1.3 <u>Parasitismo</u> .....	27
2.2 ANÁLISIS DE DATOS .....	28
3. <u>RESULTADOS</u> .....	30
3.1 DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>G. SCUTELLATUS</i> .....	30
3.2 DAÑO ASOCIADO A LA PRESENCIA DE <i>G. SCUTELLATUS</i> .....	37
3.3 PARASITISMO POR EL CONTROLADOR BIOLÓGICO <i>ANAPHES NITENS</i> .....	42
4. <u>DISCUSIÓN</u> .....	57
4.1 DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>G. SCUTELLATUS</i> Y DAÑO ASOCIADO .....	57
4.2 PARASITISMO DE <i>A. NITENS</i> .....	61
4.3 MANEJO DE <i>G. SCUTELLATUS</i> CON <i>A. NITENS</i> .....	64
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	66
6. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	67

7. <u>ANEXOS</u> .....	74
7.1 DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>GONIPTERUS SCUTELLATUS</i> (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) Y PARASITISMO POR <i>ANAPHES</i> <i>NITENS</i> .....	74
7.2 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>G. SCUTELLATUS</i> .....	105

## RESUMEN

Entre los insectos defoliadores de *Eucalyptus*, *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, 1833 (Coleoptera: Curculionidae) es considerado el de mayor importancia a nivel mundial. *Gonipterus* causa daños durante los estados larval y adulto. Se considera que una de las especies más susceptibles al ataque de *G. scutellatus* es el *E. globulus* Labill. Los objetivos del presente trabajo fueron: cuantificar la dinámica poblacional de *G. scutellatus* a lo largo del año, evaluar el daño asociado a la presencia del insecto y cuantificar el nivel de parasitismo alcanzado por *Anaphes nitens*. Durante el período 2011-2013 se monitoreó la presencia de *G. scutellatus* en plantaciones de *E. globulus* de entre 1 y 9 años de edad, en los departamentos de Florida y Lavalleja, registrándose mensualmente los niveles poblacionales de *G. scutellatus* en sus 3 estados: ootecas, larvas y adultos. Simultáneamente, se evaluó el nivel de defoliación ocasionado por *G. scutellatus* en el tercio superior del árbol. Para determinar el parasitismo, se colectaron ootecas a campo, cuantificando en laboratorio las emergencias de larvas de *G. scutellatus* y *A. nitens*. Los resultados muestran que los adultos de *G. scutellatus* se encuentran a campo durante todo el año. Las larvas presentan dos máximos poblacionales en los meses de octubre y marzo. Las ootecas, aunque presentes durante todo el año, también exhiben dos picos poblacionales que preceden a los correspondientes de las larvas. La defoliación se evidenció durante todo el año, siendo de mayor importancia en otoño y primavera, coincidiendo con el incremento anual de la presencia de larvas. Los niveles de parasitismo por *A. nitens* alcanzan un máximo entre setiembre y octubre, reduciéndose a cero en diciembre y enero, para incrementarse en febrero-marzo, manteniendo niveles bajos al inicio del otoño y en invierno. Se discute la importancia de la realización de monitoreos poblacionales de *G. scutellatus* y su relación con la estimación del daño, así como su valor para determinar los momentos de liberación de *A. nitens*.

**PALABRAS CLAVE:** *Gonipterus scutellatus*, dinámica poblacional, defoliación, parasitismo, *Anaphes nitens*

## SUMMARY

### **Population dynamics of *Gonipterus scutellatus* and *Anaphes nitens* in the south- east region of Uruguay**

Among *Eucalyptus* defoliators, *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, 1833 (Coleoptera: Curculionidae) is considered the most important worldwide. *Gonipterus* causes damage in its larvae and adult stages. *E. globulus* is one of the most susceptible species to *G. scutellatus* attack. The objectives of this research are to: quantify *G. scutellatus* population dynamics throughout the year, as well as, assess damage related to insect presence and level of parasitism reached by *Anaphes nitens*. Presence of *G. scutellatus* was monitored during the period 2011-2013, in plantations of *E. globulus*, ranging 1 to 9 years old, located in Florida and Lavalleja departments; population of *G. scutellatus* in its 3 stages: oothecas, larvae and adults, was recorded monthly. Simultaneously, defoliation in the upper third of the tree, caused by *G. scutellatus*, was evaluated. Parasitism was determined in laboratory, quantifying the emergence of *G. scutellatus* and *A. nitens* larvae in oothecas collected from the field. Results show that *G. scutellatus* adults are present in to the field all year round. Larvae have two population peaks in October and March. Oothecas, although are present all year round, show two population peaks preceding larvae peaks. Defoliation is evident throughout the year, being more important in autumn and spring, coinciding with larvae peaks. The level of parasitism by *A. nitens* reaches a maximum between September and October, then in December and January falls to zero, increases in February and March, and, finally, during autumn and winter remains low. The importance of monitoring population of *G. scutellatus* and its relationship with damage estimation, as well as its value to establish release opportunities of *A. nitens* are discussed.

**KEYWORDS:** *Gonipterus scutellatus*, population dynamics, defoliation, parasitism, *Anaphes nitens*.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 IMPORTANCIA DEL *EUCALYPTUS GLOBULUS* EN URUGUAY

Las exportaciones del complejo forestal (madera, celulosa y papel) representaron en 2015 (según Uruguay XXI, 2016) el 17 % del total de las exportaciones de bienes del país. Se espera que en el año 2016 la celulosa se convierta en el segundo producto de exportación de Uruguay, luego de la carne bovina (Uruguay XXI, 2016). En Uruguay el área declarada de prioridad forestal alcanza las 4 millones de hectáreas, representando un 24 % del área agropecuaria del país (Uruguay XXI, 2016). La superficie total forestada alcanzó las 990.030 has en el año 2012 (DGF, 2012). La mayor parte de las plantaciones se basan en los géneros *Eucalyptus* y *Pinus*, correspondiendo el 73 % al género *Eucalyptus* (DGF, 2012). Dentro de este género, *E. globulus* es la especie con mayor área (DGF, 2012), siendo la que más se ha plantado en la zona Sur-Este de Uruguay, generando una oferta de madera pulpable para la exportación (Uruguay XXI, 2016). Los departamentos con mayor superficie plantada de *E. globulus* y sus sub-especies, son Lavalleya con 101.033 ha y Florida con 43.915 ha plantadas (DGF, 2012). La madera de *E. globulus* es la más apreciada en los mercados internacionales para la fabricación de pasta de celulosa de fibra corta, presentando alto contenido de celulosa y excelentes propiedades de pulpage, gozando de un amplio mercado y un alto precio. En Uruguay las plantaciones de *E. globulus* suman en el año 2012 aproximadamente 369.789 ha (DGF, 2012).

### 1.2 PLAGAS FORESTALES

Las respuestas de los árboles al ataque de las plagas son complejas. El impacto en el crecimiento está relacionado con la gravedad (Pinkard, 2003), el patrón (Collett y Neumann, 2002) y la frecuencia (Wills *et al.*, 2004) del ataque, estando además influenciado por la acción del agente causal

(patógeno o herbívoro) (Pinkard *et al.*, 2007). En definitiva, son las respuestas defensivas y fisiológicas del huésped las que regirán el grado en el cual el crecimiento del cultivo, y por lo tanto su rendimiento, se vean afectados. El ataque de plagas influye directamente en la reducción del área foliar, e indirectamente a través de cambios en los patrones de distribución de la biomasa (Pinkard *et al.*, 2007). La eficiencia en el uso de la luz puede verse afectada por cambios en los procesos fotosintéticos y en la asignación de recursos (especialmente nitrógeno) a lo largo de la copa. El daño a los brotes nuevos influye sobre la dominancia apical y sobre la capacidad de crecimiento del huésped. Además, se conoce que algunas especies de plagas secretan metabolitos en el huésped que se traslocan a distancia desde el sitio de ataque, lo que aumenta el impacto de la plaga sobre el huésped (Pinkard *et al.*, 2007). En definitiva, la complejidad del sistema hace que sea difícil predecir los efectos de los insectos defoliadores en el crecimiento del huésped en el largo plazo (Pinkard *et al.*, 2007).

### 1.2.1 Defoliadores

Entre los gremios de insectos que atacan las plantaciones comerciales de *Eucalyptus*, los defoliadores son los más relevantes. Para el país se destacan tres plagas defoliadoras de importancia. Las hormigas cortadoras pertenecientes al género *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae), el “besouro amarelo”, *Costalimaita ferruginea* (Coleoptera: Chrysomelidae) restringido al norte del país y *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae), el cual es considerado como la segunda plaga en importancia luego de las hormigas cortadoras. *G. scutellatus* es una plaga primaria, que defolia independientemente de la condición fisiológica del huésped, atacándolo en cualquier momento y ocasionando daños y pérdidas de crecimiento. Su impacto dependerá del estado fenológico del cultivo, la intensidad y el número de defoliaciones, lo cual se correlaciona con el

número de generaciones de la plaga. Según Pinkard *et al.* (2007), las defoliaciones provocadas por cualquier plaga en la parte superior del árbol producen mayores pérdidas de crecimiento en diámetro y altura que cuando ocurren en la parte basal del árbol. En Uruguay, *E. globulus* parece ser la especie más susceptible a las defoliaciones causadas por *G. scutellatus*. Este insecto tiene presencia en todo el país y es el defoliador apical más agresivo, especialmente para *E. globulus* y *E. maidenii*. La alta susceptibilidad de estas especies a la defoliación por *G. scutellatus* ya había sido demostrada por Tooke (1955) en Sudáfrica (citado por Oliveira, 2006).

### 1.2.2 Importancia de *G. scutellatus* como defoliador

*Gonipterus scutellatus* (Gyllenhal, 1833) (Coleoptera: Curculionidae) es considerada la principal especie dentro de los escarabajos defoliadores de *Eucalyptus* del mundo (Figura 1). En el suroeste de Australia, *G. scutellatus* ha sido identificada como la plaga más dañina de las plantaciones establecidas de *E. globulus* (Loch y Matsuki, 2010; Loch, 2006; Loch y Floyd, 2001).

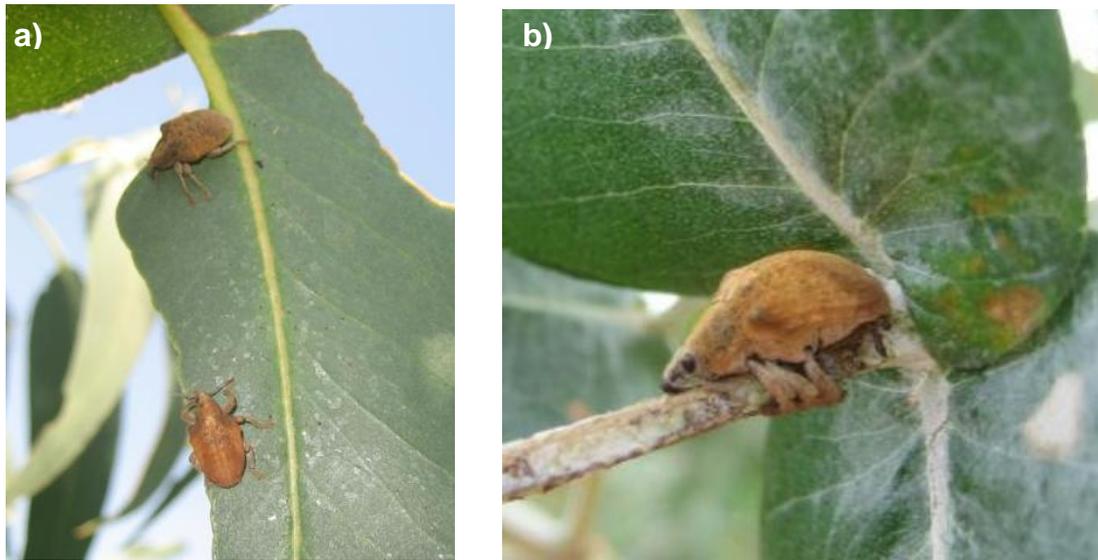


Figura 1. Adultos de *G. scutellatus*, a) alimentándose en los bordes del folíolo; b) aferrado a la ramilla.

*G. scutellatus* es originario del Sudeste de Australia y Tasmania, fue reportada por primera vez para América en Argentina en el año 1925 (Marelli, 1928), ingresando posteriormente a Uruguay. Según Trujillo (1963) *G. scutellatus* y *G. gibberus* están presentes en Uruguay desde el año de 1937 y se han aclimatado perfectamente en nuestro país. En Brasil, el género *Gonipterus* fue reportado inicialmente en el estado de Rio Grande do Sul, representado por *Gonipterus gibberus* en 1955 (Rosado-Neto, 1993). Posteriormente, en el año 1979 se reportó *G. scutellatus* en el estado de Paraná (Oliveira, 2006). En Chile la primera detección fue realizada en 1998 en la V Región (Baldini *et al.*, 2005).

Actualmente, la posición taxonómica de *G. scutellatus* aún está siendo esclarecida. Mapondera *et al.* (2012) establecieron que *G. scutellatus* es un taxón que contiene aproximadamente 10 especies crípticas, las cuales pueden ser diferenciadas a través de su genitalia interna o métodos moleculares. En Uruguay, las dos especies presentes que ocurren, y que son clasificadas como *G. scutellatus* y *G. gibberus* serían en realidad *G. platensis* y *G. pulvureus* respectivamente. Sin embargo, no se ha podido

establecer la existencia de caracteres morfológicos externos, que permitan separar las especies del complejo *scutellatus* de forma confiable. Por consideraciones prácticas, el presente trabajo se realizará bajo la clasificación tradicional considerando a la especie como *G. scutellatus*.

*G. scutellatus* causa daños durante los estados larval y adulto (Mansilla, 1992), atacando principalmente el tercio superior de la planta hospedera. Las larvas provocan el mayor daño al consumir gran parte de la superficie foliar (Parra y González, 1999). Los dos primeros estadios larvales se alimentan de la epidermis de la hoja (Figura 2), mientras que el tercer y cuarto estadio larval se alimentan de todo el limbo foliar, comiendo incluso los brotes (Mansilla, 1992) (Figuras 3 y 4).



Figura 2. Primeros estadios larvales de *G. scutellatus*.



Figura 3. Larvas de *G. scutellatus* del último estadio larval, a) devorando brotes y (b) hojas.

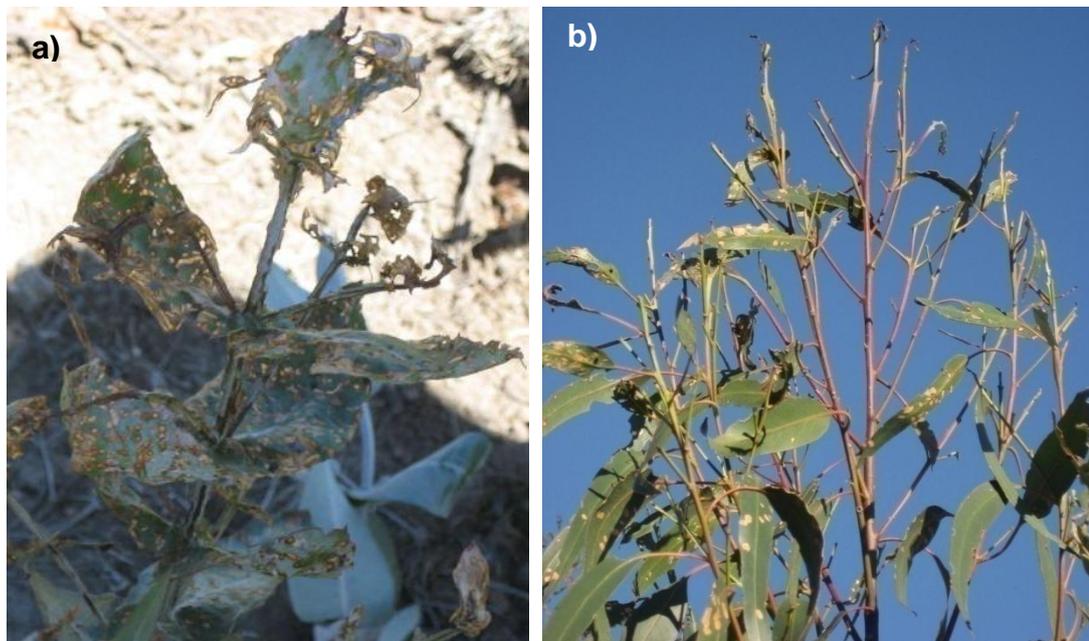


Figura 4. a) daño característico como consecuencia de la alimentación de los primeros estadios larvales de *G. scutellatus* sobre *E. globulus*, b) ápices de *E. globulus* defoliados por larvas de los últimos estadios de *G. scutellatus*.

Los adultos prefieren los márgenes de las hojas para alimentarse, dejando en las mismas una apariencia festoneada característica (Mansilla, 1992) (Figura 5). Estos también se alimentan de brotes apicales y yemas florales (Mansilla, 1992). Los daños se constatan durante todo el año.



Figura 5. Daño característico de la alimentación del adulto de *G. scutellatus*.

Las defoliaciones ocasionadas por larvas y adultos de este insecto pueden causar disminuciones en las tasas de crecimiento anual y en el vigor de las plantaciones de *Eucalyptus*. Sin embargo, únicamente defoliaciones muy intensas en plantaciones jóvenes pueden producir atraso en el crecimiento que implique pérdida económica (Mansilla *et al.*, 1998). Al alimentarse del brote principal puede provocar malformaciones del fuste y reducciones de la altura del árbol en torno a un 30 % del crecimiento bianual (Mansilla *et al.*, 1998) (Figuras 4b y 6).

Freitas (1991) observó la alimentación de *G. gibberus* en hojas de *E. saligna* y constató que las larvas llegan a consumir 12,1 veces su propio peso en tejido foliar. Cordero y Santolamazza (2000), estiman que las larvas de *G. scutellatus* consumen 1,2 a 1,7 g de biomasa fresca de *E. cinerea* y *E. globulus* durante su desarrollo.



Figura 6. Plantación de *E. globulus* con defoliación apical como consecuencia del daño de *G. scutellatus*.

Loch y Matsuki (2010) estudiaron los daños ocasionados por *G. scutellatus* en plantaciones de *E. globulus* de tres años y medio en la Isla de Tasmania (Australia). El mayor impacto de la defoliación sobre el crecimiento del árbol fue evidente durante el período de exclusión de insectos, cuando se registraron tasas de crecimiento relativo más elevadas para los árboles tratados con insecticida. La divergencia entre los volúmenes de madera de las parcelas tratadas y no tratadas también fue evidente, sobre todo a los 5,5-6 años de edad, al final del período de exclusión de insectos. Sin embargo, al final del turno de plantación, a los doce años de edad, no existieron diferencias en el rendimiento entre las parcelas que fueron excluidas de la presencia de *G. scutellatus* y las que no lo fueron.

En cuanto a la sensibilidad de las diferentes especies de *Eucalyptus* al ataque de *G. scutellatus*, Tooke en Sudáfrica (1955) (citado por Oliveira, 2006) presentó una lista con cuatro grupos de especies y relacionó el grado de ataque de *G. scutellatus*, observado durante 25 años. Las cuatro

categorías son: severamente atacados (*E. globulus*, *E. maidenii*, *E. viminalis*, *E. smithii*, entre otros), poco atacadas (*E. saligna*, *E. sideroxylon*, *E. bicolor*, entre otros), aparentemente inmunes al ataque (*E. botryoides*, *E. citriodora*, *E. cinerea*, entre otros) y regionalmente atacadas (*E. punctata*, *E. rostrata*, *E. tereticornis*, entre otros). Rabasse y Perrin (1979) consideraban a *E. globulus*, *E. viminalis* y *E. camaldulensis* como sensibles. En Galicia únicamente se ha encontrado daño sobre *E. globulus*, que es la especie más abundante en la región, y en *E. obliqua* (Mansilla *et al.*, 1995). Cordero y Santolamazza (2000) confirmaron la preferencia alimenticia y el efecto de *E. globulus*, *E. obliqua* y *E. cinerea* en el desarrollo y la fecundidad de *G. scutellatus*. Para Uruguay no hay registros sobre si *G. scutellatus* provoca pérdida de crecimiento y rendimiento como consecuencia de las defoliaciones que provoca.

### 1.3 BIOLOGÍA DE *G. SCUTELLATUS*

La duración del ciclo de vida de *G. scutellatus* es variable, dependiendo de las condiciones climáticas del área. Es frecuente observar en ciertos períodos del año la presencia simultánea de huevos, larvas, pupas y adultos (Baldini *et al.*, 2005). Según Bachiller *et al.* (1981), bajo condiciones óptimas para su desarrollo, *G. scutellatus* puede llegar a tener hasta cuatro generaciones anuales, situación descrita para las Islas Mauricio, si bien para la Riviera italiana se han descrito dos generaciones al año (Arzone y Meotto, 1978). En el Noroeste de España presenta dos generaciones al año, aunque si las condiciones climáticas son óptimas puede llegar a presentar hasta tres generaciones (Mansilla y Pérez, 1996). En Francia, el insecto presenta al menos dos generaciones anuales (Rabasse y Perrin, 1979). Según IEFCA (2016) los individuos adultos pueden observarse a lo largo de todo el año, con dos aumentos poblacionales, a inicios de primavera y a principios de otoño. En Australia presenta en el año dos generaciones completas, con una duración de 10 a 16 semanas para el ciclo completo y

una tercera generación parcial (Tooke, 1953; citado por Estay *et al.*, 2002). En Sudáfrica (Mally, 1924) se observó la ocurrencia de dos generaciones anuales. En Tasmania, *G. scutellatus* presenta dos generacines por año, con picos de oviposición en primavera y al final del verano (Oliveira, 2006).

En Argentina se han observado dos generaciones (Marelli, 1928) y en Brasil, en la región de Curitiba, también ocurren dos generaciones, siendo una emergente en verano y otra en otoño (Sanches, 1993; citado por Oliveira, 2006). En Brasil la fase adulta ocurre durante todo el año y los primeros huevos aparecen al final de agosto y continúan hasta febrero (Oliveira, 2006). En Chile en la V Región se constató que *G. scutellatus* tiene tres a cuatro generaciones al año (Estay *et al.*, 2002). En Uruguay los ciclos de vida duran aproximadamente de siete a nueve semanas, existiendo dos a tres generaciones anuales (Betancourt y Scatoni, 2010).

Es de destacar que en Galicia (España), el ciclo biológico de *G. scutellatus* presenta un período de semilatenencia estival (bastante marcado según los años), no observándose actividad en los meses de verano (Mansilla y Pérez, 1996).

Tooke, (1953) (citado por Estay *et al.*, 2002) y Arzone y Meotto (1978), consideran que las temperaturas y el régimen de lluvias son los factores determinantes en el ciclo biológico de *G. scutellatus*. En Brasil, Sanches (1993) (citado por Oliveira, 2006) estudió el desarrollo (larva-adulto) de *G. scutellatus* en *E. viminalis* con temperaturas de 18, 20, 22 y 24 °C y observó que entre 18 y 22 °C cada grado de aumento en la temperatura resultó en la reducción de un día en el período de incubación. Santolamazza *et al.* (2006) estudiaron el desarrollo de los estados inmaduros de *G. scutellatus* con temperaturas de 10, 15, 20, 25 y 30 °C; fotoperiodo de 11:13 horas, humedad relativa de 50 - 60 % y determinaron los límites térmicos de *G. scutellatus* alimentados con *E. globulus*. El desarrollo de larva a adulto fue de 256 días a 10,5 °C y 53 días a 26,8 °C, constatando que existe una

relación inversa entre el tiempo de desarrollo y la temperatura en todos los estadios del ciclo de vida.

Los huevos se encuentran agrupados en una cápsula marrón o negra conocida como ooteca que contiene normalmente entre 6 y 10 huevos (Bachiller *et al.*, 1981) (Figura 7). Los huevos son de color amarillento, subcilíndrico, de 1,2 a 2 mm de longitud por 0,5 a 1 mm de diámetro, con los polos redondeados, corion liso, transparente y brillante (Bachiller *et al.*, 1981). Las posturas se localizan sobre las hojas más jóvenes del hospedero (Baldini *et al.*, 2005).

El período embrionario dura entre 10 a 20 días, al cabo del cual nacen pequeñas larvas. Las larvas son glabras, ápodas, convexas transversalmente y aplanadas centralmente. Poseen una cabeza negruzca, mientras que la parte dorsal presenta una coloración uniforme con numerosos puntos pardos en cada segmento (Baldini *et al.*, 2005). Al eclosionar tienen aspecto de oruga (Cordero y Santolamazza, 2003).



Figura 7. a) Hembra de *G. scutellatus* oviponiendo una ooteca, b) ootecas en brotes nuevos.

La duración del estado larval fluctúa entre los 28 y 40 días (Baldini *et al.*, 2005). Presenta cuatro estadios larvarios; en los dos primeros, las larvas son de un color amarillo claro, con puntos negros en posición dorsal, con una longitud de entre 1,5 - 2,5 mm para el estadios uno y 2,7 - 4,8 mm para el estadio dos (Baldini *et al.*, 2005).

En el tercer y cuarto estadio la larva es de color amarillo verdoso, con dos bandas longitudinales oscuras a cada lado, siendo, más acentuadas en el último estadio. Además presentan los mismos puntos negros que en los anteriores estadios de desarrollo. La longitud de la larva en el tercer estadio es de entre 5 y 7 mm y en el cuarto estadio de entre 7,5 y 12 mm (Baldini *et al.*, 2005). Es característico en los estadios larvales la secreción de un largo filamento negro, correspondiente a material de desecho o fecas (Baldini *et al.*, 2005).

Al llegar al último estadio, las larvas se desprenden del árbol donde se alimentaron, enterrándose en el suelo a una profundidad de 3 a 5 cm, donde construyen una celdilla en la cual se llevará a cabo la pupación, durante un período de 30 a 40 días (Bachiller *et al.*, 1981). La pupa mide unos 8 mm de largo, es blanca y translúcida apenas formada. No se encuentra contenida en un capullo, y después de 24 horas se pigmenta de marrón comenzando por las patas y avanzando progresivamente hacia el resto de los apéndices y cuerpo (Baldini *et al.*, 2005).

El adulto recién emergido vuela hacia los eucaliptus para alimentarse del follaje principalmente de los brotes nuevos. El adulto presenta una cabeza prolongada, con aparato bucal masticador y su tamaño oscila entre 7 y 9 mm de longitud y 4 a 5 mm de ancho, siendo los machos más pequeños que las hembras (Baldini *et al.*, 2005). Éstos varían en su coloración desde un rojo tostado claro con una banda transversal dorsal en los élitros cuando son jóvenes, a un castaño oscuro grisáceo uniforme cuando son más viejos. El tórax presenta una banda mediana más escamosa y clara (Bachiller *et al.*, 1981). Presenta setas color marrón claro distribuidas irregularmente en la superficie del cuerpo, dando al adulto una apariencia manchada, especialmente en el frente. La tibia de las patas esta armada con una serie de espinas que permiten al gorgojo aferrarse fuertemente de los pecíolos de las hojas y ramillas de eucalipto (Baldini *et al.*, 2005)

La hembra inicia la oviposición después de aproximadamente 20 a 25 días de alimentación en hojas tiernas de las brotaciones nuevas (variable según la estación) (Arzone y Meotto, 1978). La ausencia de hojas nuevas y tiernas es factor limitante para la ocurrencia de oviposición (Sanches, 1993, citado por Oliveira, 2006).

Arzone y Meotto (1978), constataron que la longevidad del adulto varió entre 6 y 12 meses, período en el cual la hembra llega a poner entre 700 y 900 huevos en promedio, con una frecuencia de una ooteca cada dos días. Estos autores encontraron que la longevidad del adulto en laboratorio puede llegar hasta dos años. Los adultos poseen una reacción característica, de caer al suelo y permanecer, durante algún tiempo inmóviles, simulando estar muertos. Cuando no se sueltan y caen, pueden permanecer fuertemente agarrados de las ramillas.

#### 1.4 MANEJO DE *G. SCUTELLATUS*

##### 1.4.1 Control silvicultural

Richardson y Meakins (1986) proponen el uso de especies no susceptibles como alternativa para el manejo de *G. scutellatus*. Proponen identificar los genotipos más resistentes, evaluar e identificar las sustancias químicas que pueden afectar el comportamiento de *G. scutellatus*

En Francia, el IEFCE recomienda como medida preventiva el uso de especies de eucaliptos menos susceptibles, como el *E. botryoides*, *E. citriodora*, *E. saligna*, *E. sideroxylon*, *E. radiata*, *E. regnans*, *E. cladocalix* y *E. leucoxylon*, o el uso de determinadas procedencias de *E. dalrympleana* y *E. viminalis*.

En Sudáfrica, las especies susceptibles al ataque de *G. scutellatus* fueron sustituidas por otras más resistentes (Tooke, 1955; citado por Tribe, 2005). Las especies dominantes plantadas en 1916, cuando *G. scutellatus*

fue detectado, eran *E. viminalis*, *E. globulus* y *E. maidenii*, siendo también las más susceptibles al ataque de la plaga (Richardson y Meakins, 1986; Tooke, 1955; citado por Tribe, 2005). Actualmente casi el 80 % de todas las plantaciones de eucalipto en Sudáfrica son constituidas por *E. grandis*, considerada mas resistente (Tribe, 2005).

#### 1.4.2 Control químico

El control químico en plantaciones fue evaluado en Sudáfrica, siendo rápidamente abandonado por las dificultades y el alto costo de los tratamientos, y en favor del uso de enemigos naturales (Bachiller *et al.*, 1981).

Los insecticidas de contacto e ingestión son los principales productos químicos aplicados en vivero o huertos semilleros (IEFC, 2016).

En España se evaluaron a modo experimental distintos tipos de insecticidas químicos, como azadirachtin, deltametrina, etofenprox, flufenoxuron, y los biopesticidas *Bacillus thuringiensis* (Bt) y *Beauveria bassiana*. Los piretroides lograron el mejor control de la plaga, pero también provocaron la mortalidad total de los enemigos naturales; por el contrario flufenoxuron y azadirachtin 3,2 % ejercieron un buen control de las larvas del defoliador y no afectaron mayormente la fauna benéfica, recomendándose su uso para el control integrado (Pérez *et al.*, 2003). Santolamazza y Fernández (2004), evaluaron la selectividad de tres insecticidas (azadirachtin, flufenoxuron y etofenprox) y una bacteria (*B. thuringiensis* sub sp. Kurstaki), para adultos, larvas y huevos del gorgojo del eucalipto. Por los resultados obtenidos los autores sugieren que el flufenoxuron y el azadirachtin pueden ser usados en asociación con el enemigo natural. En Chile se ha aplicado control químico, utilizando los insecticidas Karate 25CS y Citroliv Emulsible, con el objetivo de reducir los niveles poblacionales de larvas y adultos en áreas contiguas a rutas de alto tránsito para minimizar el riesgo de dispersión de la plaga (Baldini *et al.*, 2005).

En Uruguay, en los departamentos de Florida y Lavalleja, se ha aplicado el insecticida Spinosad (grupo químico Spinosyn), obteniéndose mejores resultados en el control de larvas que en el de adultos de *G. scutellatus* (Comunicación personal Ing. Agr. Nora Telechea, febrero 2016).

#### 1.4.3 Control biológico

En el sector forestal se prioriza el control biológico como herramienta para el manejo de diferentes plagas. Esta práctica es aplicada ampliamente por las empresas forestales, debido a las características de la producción, como son, las grandes extensiones plantadas y las rotaciones de 10 a 20 años, con un consecuente período de retorno de la inversión muy alto, comparado con cultivos de ciclo más corto (anual o intra-anual). Estas características hacen inviable económicamente la aplicación continua de agroquímicos. Además la mayor parte de las plantaciones forestales en Uruguay están certificadas por buenas prácticas medio ambientales, lo que limita la aplicación de insecticidas. Por estos motivos se utilizan alternativas para el manejo de plagas que sean más amigables con el medio ambiente y que sean sostenibles en el largo plazo, tanto económica como ecológicamente, intentando mantener en equilibrio las diferentes poblaciones de los insectos plaga y sus controladores biológicos. Por lo descripto, es que, el control biológico es la práctica más utilizada en el sector forestal. Algunos ejemplos de esto son la introducción en Uruguay de *A. nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) en el año 1941 (Trujillo, 1963), para el control de *G. scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae); la introducción del nematodo *Beddingia siricidicola* (Tylenchida: Neotylenchidae) en el año 1986 (Morey y Porcile, 2006), para el control de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae); la introducción de *Avetianella longoi* (Hymenoptera: Encyrtidae) en el año 1997 para el control de *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera: Cerambycidae); la introducción de *Psyllaephagus pilosus* (Hymenoptera: Encyrtidae) para el control de *Ctenarytaina eucalypti* (Hemiptera: Psyllidae); la introducción de *Orgilus obscurator* (Hymenoptera: Braconidae) para el control de *Rhyacionia*

*buoliana* (Lepidoptera: Tortricidae) y recientemente la introducción de *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae) para el control de *Thaumastocoris peregrinus* (Heteroptera: Thaumastocoridae).

#### 1.4.3.1 Control biológico con entomopatógenos.

Wilcken *et al.* (2005) en Brasil evaluaron bajo condiciones controladas la eficiencia del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Broveril) para el control de *G. scutellatus*. Los autores demostraron que las esporas del hongo aplicadas como un pulverizado o un espolvoreado, en dosis de 1 a 4 kg/ha, fue eficiente en el control del gorgojo del eucalipto.

En Uruguay, en las cercanías de Cerro Colorado, Florida, se han evaluado en condiciones de campo los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, sin obtener resultados concisos sobre el control del gorgojo. Se realizaron aplicaciones de esporas del hongo *M. anisopliae* con atomizadora accionada con toma de fuerza de tractor y con avión que realiza una pulverización de bajo caudal (20 lt/ha) (Figura 8 a y b). Según lo observado en campo, la aplicación con avión de bajo volumen no logró mojar el follaje y en consecuencia no se logró que los gorgojos estuvieran en contacto con la cantidad de esporas necesarias para realizar el control (apreciación personal).



Figura 8. a) Aplicación de hongos entomopatógenos con pulverizadora y b) con avión.

#### 1.4.3.2 Control biológico con parasitoides.

En 1926 fue descubierta una avispa nativa de Australia, descrita posteriormente como *Anaphes nitens*, la cual parasitaba los huevos de *G. scutellatus* (Baldini *et al.*, 2005). *A. nitens* es una avispa de pequeño tamaño, midiendo su cuerpo entre 0,8 y 1 mm de largo. Los adultos son maduros sexualmente desde los primeros momentos de vida, iniciándose la copula y la parasitación por parte de la hembra en un muy corto plazo después de emerger. La emergencia de *A. nitens* ocurre entre los 11 y 20 días después de la parasitación, pudiendo vivir hasta 20 días. Presenta un potencial de 17 generaciones anuales (Mansilla *et al.*, 1998).

*A. nitens* ha sido introducido y se ha establecido en prácticamente todos los países donde actualmente se distribuye *G. scutellatus*, disminuyendo las poblaciones en forma rápida y efectiva, logrando reducir los daños provocados por la plaga. El método de control biológico con el parasitoide *A. nitens* ha demostrado ser la mejor alternativa para el control de *G. scutellatus*, con varios relatos documentados del éxito de este método: en Sudáfrica (Tooke, 1955; citado por Oliveira, 2006), en Estados Unidos (Hanks *et al.*, 2000), en Chile (Lanfranco y Dungey, 2001), en Nueva Zelandia (Withers, 2001; citado por Oliveira, 2006), en España (Cordero *et al.*, 1999), en Francia e Italia (Oliveira, 2006). En Uruguay *A. nitens* se encuentra presente en todo el país, según Bentancourt y Scatoni (2001) la incidencia de *G. gibberus* y *G. scutellatus* normalmente se ve menguada por la eficiencia del mimárido. Las fuertes reducciones que sufren las poblaciones de *Gonipterus* en el estado de huevo, se correlacionan con los porcentajes de parasitismo que se obtienen al recolectar sus posturas (Bentancourt y Scatoni, 2001).

*A. nitens* deposita sus huevos en el interior de los huevos de *G. scutellatus* depositados sobre las hojas o brotes de *Eucalyptus*. Allí, las larvas del parasitoide devoran el embrión de su presa, de manera que de

cada huevo emerge una avispa de *A. nitens* (Cordero y Santolamazza, 2003). Una de sus ventajas es que es un parasitoide altamente especializado en *Gonipterus*, y no presenta ningún riesgo para otras especies de curculiónidos (Baldini *et al.*, 2005). Sin embargo, la elevada eficiencia del parasitoide puede determinar que el sistema sea inestable, debido a que existe una asimetría en el sistema depredador - presa. *A. nitens* necesita la presencia de individuos de su presa para poder instalarse en una localidad (Cordero y Santolamazza, 2003). Cuando el parasitismo alcanza niveles muy altos, ocurre una extinción local del hospedero y del biocontrolador, por lo que en la siguiente generación del huésped el control será bajo hasta que las poblaciones de este último se recuperen (Cordero *et al.*, 1999). En consecuencia, el primero en aparecer es el herbívoro, lo que provoca que *G. scutellatus* produzca daños de consideración antes de ser controlado por *A. nitens* (Cordero y Santolamazza, 2003). Para evitar estas dificultades, es necesario predecir los momentos del año en que disminuye el control y efectuar liberaciones masivas para incrementar la población de *A. nitens*. Esto, sin embargo, requiere un seguimiento detallado de la dinámica del parasitismo en parcelas de muestreo preestablecidas (Cordero y Santolamazza, 2003).

En 1953, Tooke (citado por Hanks *et al.*, 2000) reporta que *A. nitens* superparasita los huevos de *G. scutellatus* (hasta 17 huevos de la avispa por huevo de *G. scutellatus*) y que las larvas del parasitoide no completan el desarrollo en los huevos que fueron superparasitados. Mansilla *et al.* (1998) también observaron fenómenos de superparasitismo como consecuencia de la parasitación de ootecas en las que ya había actuado la hembra y de las cuales no emergerán parasitoides. La existencia de superparasitismo en *A. nitens* ha dificultado encontrar una forma consensuada de expresión matemática del porcentaje de parasitismo. Muchos autores han utilizado la forma tradicional de cálculo (Loch, 2008; Cordero *et al.*, 1999) expresada en la fórmula:

$$\%P = \frac{\text{emergencias de } A. \textit{nitens}}{\text{(emergencias de } A. \textit{nitens} + \text{emergencias de } G. \textit{scutellatus})} * 100$$

Sin embargo, la fórmula más utilizada (Reis *et al.*, 2012; Alzugaray *et al.*, 2004; Hanks *et al.*, 2000) se basa en considerar las ootecas como la unidad de parasitación (designada como %Po), expresada como el porcentaje de ootecas parasitadas sobre el total de ootecas, siendo su fórmula:

$$\%Po = \frac{\text{ootecas con emergencia de } A. \textit{nitens}}{\text{Total ootecas}} * 100$$

Hanks *et al.* (2000) confirmaron que las ootecas clasificadas como inviables en sus estudios, de las cuales no emergían larvas de *G. scutellatus* ni adultos de *A. nitens*, no se debía a que los huevos puestos fueran inviables, sino a que todos ellos habían sido superparasitados por *A. nitens*. Por lo tanto, dichos autores modificaron la fórmula tradicional para el cálculo del parasitismo asumiendo que las ootecas en donde no hay emergencias, ootecas inviables, son ootecas que fueron superparasitadas, incluyéndolas así en el grupo de ootecas parasitadas, quedando expresada la fórmula del cálculo de parasitismo como:

$$\%Ps = \frac{\text{ootecas con emergencia } A. \textit{nitens} + \text{ootecas sin emergencias}}{\text{Total ootecas}} * 100$$

En Uruguay, *A. nitens* está presente desde el año 1941, cuando fue introducido desde Sudáfrica en ootecas de *Gonipterus* parasitadas por este mimárido. Los *A. nitens* emergidos fueron liberados en Montevideo (Trujillo, 1963). Posteriormente, en 1950 se vuelve a introducir *A. nitens* procedentes de Argentina (Trujillo, 1963), estableciéndose exitosamente en todo el país (Morey y Porcile, 2006). Actualmente, las empresas forestales realizan la liberación de *A. nitens* en campo con el fin de evitar que *G. scutellatus* alcance niveles que ocasionen daños a las plantaciones. Para la obtención

de *A. nitens* se colecta en campo ootecas de sitios con altos porcentajes de parasitismo. Estas ootecas son llevadas a laboratorio, se acondicionan a humedad y temperatura ambiente y se colectan y preparan los *A. nitens* emergidos. Este procedimiento es realizado en los meses de setiembre, octubre y noviembre por ser el período del año en donde existe abundancia de ootecas y los parasitismos son altos. Los adultos de *A. nitens* son liberados en los establecimientos que presentan bajos niveles de parasitismo. Los adultos de *A. nitens* se envían al campo en tubos de ensayo, mantenidos en frío, para ser liberados a primera hora de la mañana (Figura 9).



Figura 9. *A. nitens* acondicionados en tubos de ensayo para su envío a campo.

Una forma alternativa de liberación de *A. nitens* es el traslado directo de ootecas de sitios con alto parasitismo hacia sitios con bajos niveles de parasitismo. Con esta metodología las ootecas no son llevadas a laboratorio para esperar la emergencia de los adultos de *A. nitens*.

En resumen, actualmente se realizan liberaciones de *A. nitens* con fines de incrementar los niveles de parasitismo a campo. Sin embargo, no se

dispone de datos que permitan determinar la dinámica poblacional del parasitoide asociada a la de su presa, ni datos que permitan determinar cuál es la mejor forma de estimar el parasitismo, algo que ha quedado de manifiesto en varios estudios previos (Hanks *et al.*, 2000).

Para Uruguay, no se cuenta con información sistematizada sobre la dinámica poblacional de *G. scutellatus* ni sobre el daño asociado que provoca. Tampoco se dispone de una evaluación adecuada de los niveles de parasitismo alcanzado por *A. nitens*, ni de la relación entre la dinámica poblacional del parasitoide y la de *G. scutellatus*. Con este estudio se pretende, primeramente, generar información sobre la dinámica poblacional de *G. scutellatus*, y evaluar el daño asociado a sus niveles poblacionales. Así, conociendo el ciclo biológico y los picos de puestas de ootecas, y correlacionándolos con el registro de las defoliaciones observadas, se pretende buscar un método de predicción del daño en función de la presencia de un estado de desarrollo particular. Estas correlaciones permitirían predecir el daño antes de su ocurrencia. Por ejemplo, se podría evaluar si el número de ootecas se correlaciona con una defoliación determinada, para así predecirla. Con esta predicción se podrían implementar medidas de manejo utilizando el parasitoide de huevos *A. nitens*. Contar con un método confiable de estimación del parasitismo permitiría mejorar la eficiencia de control del parasitoide. Además, se debería de considerar la utilidad del cálculo del nivel de parasitismo como medida indirecta de la incidencia de la plaga a campo, en la cual niveles decrecientes de parasitismo se correlacionen con niveles crecientes de emergencia de *G. scutellatus* de las ootecas.

## 1.5 HIPÓTESIS

En Uruguay se dan varias generaciones anuales de *G. scutellatus*, existiendo un daño asociado a los máximos poblacionales de cada

generación, siendo posible además, estimar los niveles de parasitismos alcanzados por *A. nitens*.

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo general

Determinar la dinámica poblacional de *G. scutellatus* y el daño asociado, así como los niveles de parasitismos de *A. nitens* en campo para implementar un plan de manejo de *Gonipterus* en las plantaciones de *E. globulus* del país.

### 1.6.2 Objetivos específicos

Caracterizar la dinámica poblacional de *G. scutellatus* a lo largo del año en los tres estados de desarrollo presentes en el árbol: huevo, larva y adulto.

Cuantificar el daño provocado por las larvas y adultos de *G. scutellatus* y asociarlo a su dinámica poblacional.

Evaluar a campo los niveles de parasitismo alcanzados por su controlador biológico *A. nitens* y relacionarlo con la dinámica poblacional de la plaga.

Estimar la correlación existente entre el nivel de parasitismo calculado por diferentes fórmulas y las emergencias tanto de adultos de *A. nitens* como de larvas de *G. scutellatus*.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos se realizaron en plantaciones de *E. globulus* en los departamentos de Florida y Lavalleja (Figura 10). Es en estos departamentos donde se encuentra el mayor número de hectáreas plantadas con *E. globulus* en el país.



Figura 10. Zona de estudio en los departamentos de Florida y Lavalleja.

Los muestreos se realizaron en los establecimientos Cerro Copetón, Santa Fe, Mi Generala y Cruz Roja, ubicados en los alrededores de Cerro Colorado en el departamento de Florida y en los establecimientos Don Pancho, La Escondida, Casa Bonita, El Pencazo, Piopardo, Los Mochos y Las Urracas, ubicados mayormente en la zona de Barriga Negra en el departamento de Lavalleja, totalizando 12.700 hectáreas efectivas de plantación (Figura 11). Estos establecimientos son administrados por la empresa Cambium Forestal Uruguay S.A. Al momento del estudio estos

establecimientos contaban con plantaciones de *E. globulus* de 1 a 10 años de edad, con 1270 árboles por hectárea en promedio. Los establecimientos están divididos en rodales heterogéneos, en los cuales se instalaron y georeferenciaron parcelas para la realización de los estudios.

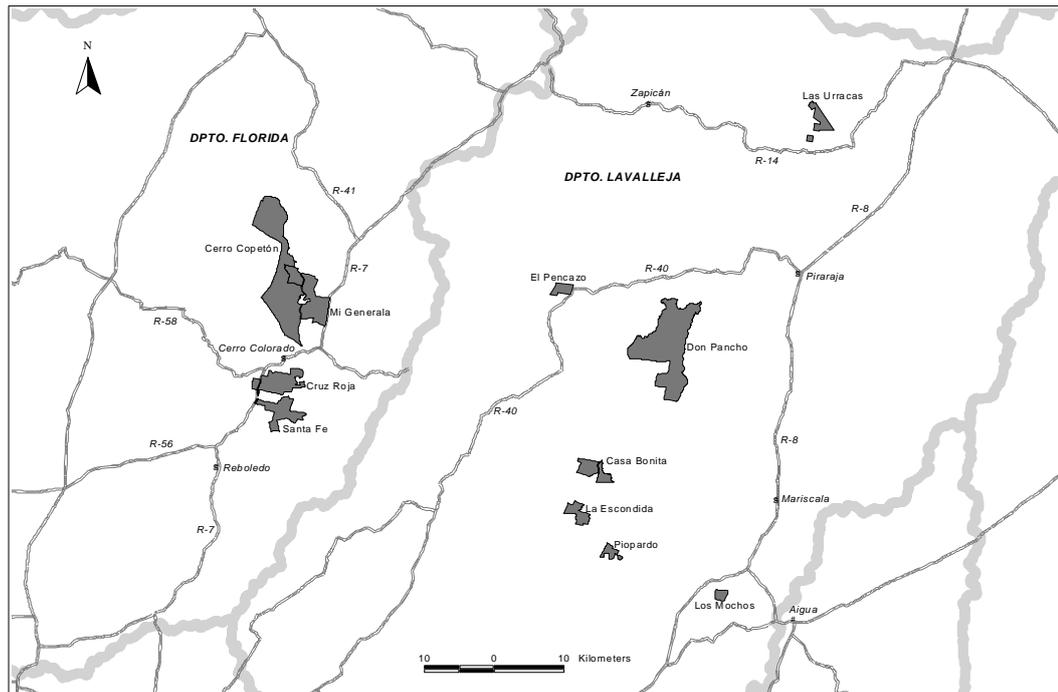


Figura 11. Predios ubicados en la zona de Cerro Colorado (Florida) y en la zona Barriga Negra (Lavelleja).

Las parcelas no fueron seleccionadas al azar debido a la heterogeneidad de las plantaciones respecto a la edad y especie de *Eucalyptus* plantadas. Para ubicar las parcelas se seleccionaron plantaciones de *E. globulus* entre 1 y 9 años de edad que tuvieran presencia de *G. scutellatus*.

Luego se buscaron rodales homogéneos del mismo origen genético y con más de 50 hectáreas, considerándose también que tuvieran buen acceso. Se instaló una parcela cada 150 hectáreas aproximadamente,

resultando en un total de 29 parcelas: 15 parcelas en la zona de Cerro Colorado y 14 parcelas en la zona de Barriga Negra.

Cada parcela estaba compuesta por 24 árboles de forma lineal, correspondiéndose con las filas de plantación. Para marcar el árbol 1 se caminaron 20 pasos de forma perpendicular al camino más cercano para reducir el efecto borde. Luego de marcado el árbol 1, se saltaron 2 árboles y se marcó el árbol 2, se saltaron 2 árboles y se marcó el árbol 3, así de forma sucesiva, avanzando por la fila, hasta el árbol 24 (Figura 12).

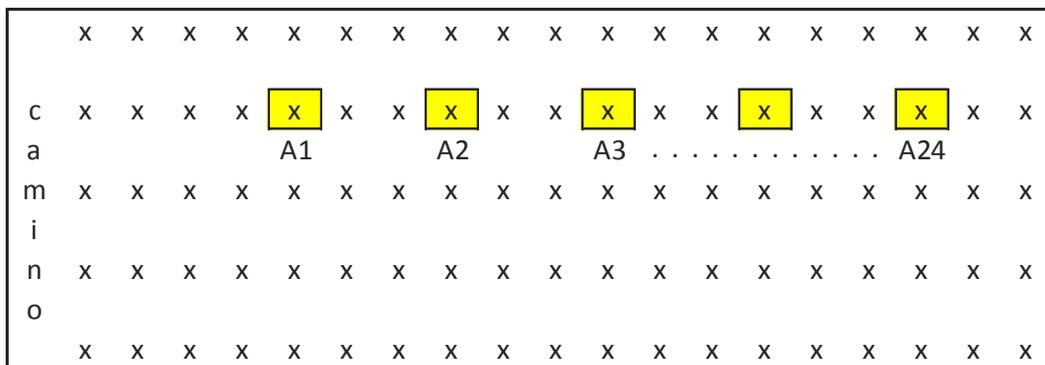


Figura 12. Croquis de realización de la parcela (se representa con una x cada árbol; A1: árbol 1, A2: árbol 2, A3: árbol 3, A24: árbol 24).

## 2.1 MÉTODO DE MUESTREO

El período de evaluación abarcó desde enero del año 2011 a diciembre del año 2013, planificándose la realización de muestreos mensuales. Durante cada visita se registraron los niveles poblacionales de *G. scutellatus*, los niveles de daño asociados y los niveles de parasitismo de ootecas causados por *A. nitens*. En cada muestreo mensual se evaluaron los mismos árboles de cada parcela.

### 2.1.1 Dinámica poblacional

Para el estudio de la dinámica poblacional se registró para cada árbol de cada parcela, la presencia o ausencia del insecto en tres estados de

desarrollo: ootecas, larvas y adultos. Para cuantificar la población del insecto adulto se observó todo el árbol, y para la cuantificación de las ootecas y las larvas se observó el tercio superior del árbol, por ser este el lugar donde se encuentra la mayor población de la plaga en estos estados de desarrollo. Cuando no fue posible observar el ápice debido a la altura del árbol, se extrajeron de 2 a 3 brotes laterales con tijera extensible y se cuantificó allí la población de la plaga. Para obtener la variable porcentaje de árboles con ootecas, se contabilizaron los árboles con ootecas y se calculó el porcentaje respecto al total de árboles de la parcela. Se realizó el mismo cálculo para obtener la variable porcentaje de árboles con larvas y porcentaje de árboles con adultos de la parcela. Esta metodología se basa en los trabajos de investigación realizados por Reis *et al.* (2012) en Portugal, y los trabajos realizados por Estay *et al.* (2002) en Chile.

### 2.1.2 Daño

Para cuantificar la defoliación se observó desde el piso el tercio superior del árbol, estimándose los centímetros de defoliación en forma lineal con 4 categorías diferentes: 1- sin daño; 2- de 1 a 30 cm de defoliación; 3- de 31 a 70 cm de defoliación; 4- más de 70 cm de defoliación. Se utilizaron como referencia los estudios realizados por Pérez *et al.* (2001) en España.

Se considera que esta forma de estimar la defoliación es un método sencillo, práctico y reproducible. Para el procesamiento de la defoliación se calcularon dos variables: el porcentaje de árboles defoliados y el grado de defoliación de la parcela. Para el porcentaje de árboles defoliados en la parcela se contabilizó la cantidad de árboles con defoliación (categorías 2 a 4), y se calculó el porcentaje sobre el total de árboles de la parcela. Para calcular el grado de defoliación de la parcela se promediaron los valores de defoliación de los árboles con defoliaciones ente 2 y 4.

Se correlacionaron las variables poblacionales porcentaje de árboles con ootecas, larvas y adultos de *G. scutellatus* con la variable de daño,

porcentaje de árboles defoliados, para encontrar un posible indicador para predecir el daño y un eventual control de la plaga.

### 2.1.3 Parasitismo

Para evaluar el parasitismo se colectaron como mínimo 20 ootecas de varios árboles de la parcela para asegurarse que sea representativo de la misma. Para ello se seleccionaron posturas nuevas, que se reconocen por ser de color negro brillante. Para corroborar que fueran frescas, se seleccionaron algunas ootecas, se las abrió y se comprobó la presencia de huevos frescos de color amarillo en su interior. Se colectaron ootecas que no tuvieran orificios de emergencia de *A. nitens* en la parte superior, ni orificios de salida de las larvas por debajo de la ooteca, atravesando la hoja en la que se hospeda.

Una vez en el laboratorio se seleccionaron 15 ootecas que fueron colocadas de forma individual en tubos de ensayo y tapados con algodón. De esta forma se controlaron las emergencias de larvas de *G. scutellatus* y *A. nitens* de cada ooteca en forma individual. Las ootecas se mantuvieron por 30 días a temperatura, fotoperiodo y humedad ambiente, período en el cual se registraron las emergencias de *A. nitens* y larvas de *G. scutellatus* de cada ooteca.

Para estudiar el nivel de parasitismo se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\%P = \frac{\text{emergencias de } A. \textit{nitens}}{\text{emergencias de } A. \textit{nitens} + \text{emergencias de } G. \textit{scutellatus}} * 100$$

Alzugaray *et al.*, (2004) del Laboratorio de Sanidad Vegetal, Asturias, España, estimaron el Porcentaje de parasitismo (%Po) teniendo en cuenta el número de ootecas parasitadas del total de ootecas recogidas en una zona determinada.

$$\% Po = \frac{\text{ootecas con emergencia de } A. nitens}{\text{Total ootecas}} * 100$$

Total ootecas

Debido a los altos niveles de superparasitismo que presenta *A. nitens*, se estimó el porcentaje de parasitismo con la fórmula propuesta por Hanks *et al.* (2000)

$$\%Ps = \frac{\text{ootecas con emergencia de } A. nitens + \text{ootecas sin emergencias}}{\text{Total ootecas}} * 100$$

Total ootecas

Se consideraron ootecas parasitadas a aquellas en donde por lo menos emergió un parasitoide, independiente del nacimiento de las larvas del curculiónido (Sanches, 2000). Se consideraron ootecas sin emergencias o inviábiles a aquellas en donde no hubo emergencia del parasitoide ni de larvas del curculiónido (Hanks *et al.*, 2000).

A pesar que los monitoreos estaban planificados para ser realizados mensualmente, por condiciones meteorológicas adversas, como ser accesibilidad disminuida por causa de las lluvias y, no se pudo monitorear todos los meses del período evaluado. En el invierno del año 2012, con presencia de heladas “negras”, se observó una alta mortalidad de árboles y en consecuencia no se registró la presencia de insectos. También fue necesario dar de baja a parcelas que habían quedado totalmente muertas por daño de heladas, por este motivo no se monitoreó en los meses de mayo y junio 2012.

## 2.2 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos para cada variable de dinámica poblacional y daño en los 24 árboles/parcela fueron promediados para cada parcela. A su vez, con estos valores promedio por parcela se calculó una media mensual para cada variable de estudio en cada región. Los valores obtenidos se graficaron en función del mes de muestreo. Los datos de dispersión alrededor de la media se brindan en el Anexo II. Para los análisis estadísticos, los datos de

dinámica poblacional de *G. scutellatus* y del porcentaje de defoliación se consideraron como las variables respuesta y se las comparó en función del mes para los tres años de muestreo. Como paso previo a la realización de un ANOVA simple de medidas repetidas, considerándose a los datos de dinámica poblacional y daño como las variables respuesta y a los meses como el factor fijo, se comprobó si las variables se ajustaban a una distribución normal con el test de Shapiro-Wilkins y si las variables presentaban o no homogeneidad de varianzas con el test de Bartlett. En caso de no ajustarse a una distribución normal y no presentar homocedasticidad, se comprobó el ajuste de las variables respuesta a una distribución conocida para la aplicación de Modelos Lineales Generalizados (GLM). Se comprobó el ajuste a la distribución de Poisson (en conteos) o binomial negativa (en proporciones), en cuyo caso se utilizó una función de ligadura logarítmica (en conteos) o logit (en proporciones). En caso de que las variables no se ajustaran a la distribución normal, de Poisson o binomial negativa, se realizaron tests no paramétricos para variables de distribución libre. Los datos de dinámica poblacional y daño se analizaron con el test no paramétrico de Kruskal-Wallis. El grado de correlación entre las variables de dinámica poblacional y daño se estimaron a través del coeficiente de correlación de Pearson. Los datos de niveles de parasitismo obtenidos con las tres fórmulas se correlacionaron con el número de adultos de *A. nitens* emergidos y de larvas de *G. scutellatus* nacidas. Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para establecer la interdependencia entre las variables. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando los paquetes estadísticos Statistica (v.8.0), Sigma Plot (v.11.0), GraphPad Prism (v.5.0) y BIAS (v.9.02).

### 3. RESULTADOS

Para la dinámica poblacional se observó una marcada estacionalidad en el año para las variables porcentaje de árboles con ootecas y porcentaje de árboles con larvas, para las dos zonas en donde se realizó el estudio. El porcentaje de árboles con adultos no mostró estacionalidad en el año, observándose la misma tendencia en los dos sitios estudiados. No se observaron diferencias para las variables utilizadas para la dinámica poblacional en los dos sitios estudiados.

Existe daño causado por *G. scutellatus* en todos los meses monitoreados para el período enero 2011- diciembre 2013, pero existe un daño mayor en el mes de octubre en el año 2011 y 2012 para la zona Cerro Colorado. El daño está correlacionado con la variable porcentaje de árboles con larvas de *G. scutellatus* para la zona de Cerro Colorado.

Para las dos zonas evaluadas, el parasitismo ocurre durante todo el año, aumentando hacia la primavera y bajando luego de octubre hasta diciembre para el período enero 2011- diciembre 2013.

Para el estudio del parasitismo se comprobó que la fórmula de cálculo que mejor estima el número de *A. nitens* en campo es  $\%Po = (\text{ootecas con emergencia de } A. \text{ nitens} / \text{total de ootecas analizadas}) * 100$ .

#### 3.1 DINÁMICA POBLACIONAL DE *G. SCUTELLATUS*

Del análisis de los resultados surge una estacionalidad marcada para las variables porcentaje de árboles con ootecas y porcentaje de árboles con larvas para las dos zonas de estudio (Figuras 13, 14, 15 y 16). La variable porcentaje de árboles con adultos no exhibió una estacionalidad tan marcada como en el caso de ootecas y larvas, sin embargo se pueden distinguir picos poblacionales para la zona de Cerro Colorado en la primavera del 2011 y del 2012. En general, la presencia de *G. scutellatus* fue

mayor en la zona de Cerro Colorado que en la zona de Barriga Negra para las tres variables analizadas: porcentaje de árboles con ootecas, porcentaje de árboles con larvas y porcentaje de árboles con adultos.

En la zona de Cerro Colorado, la presencia de árboles con ootecas de *G. scutellatus* se observó en todos los meses monitoreados (Figura 13). El porcentaje de árboles con ootecas varió en función de los meses del año (Kruskall-Wallis,  $H= 180,51$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ ). Se observó el aumento de la presencia de ootecas en la primavera, llegando a un máximo en el mes de octubre para los tres años monitoreados. Hay un segundo pico en el mes de marzo para los tres años considerados. El valor máximo para el período evaluado se registró en el mes de octubre del año 2012, con 89 % de los árboles con ootecas. Los valores mínimos de porcentaje de árboles con ootecas se observaron en el invierno para el año 2011 y 2012, en el mes de junio para el año 2011, en abril y julio para el año 2012. En el año 2013 los porcentajes mínimos de árboles con ootecas se observaron en verano e invierno, en marzo, junio y diciembre.

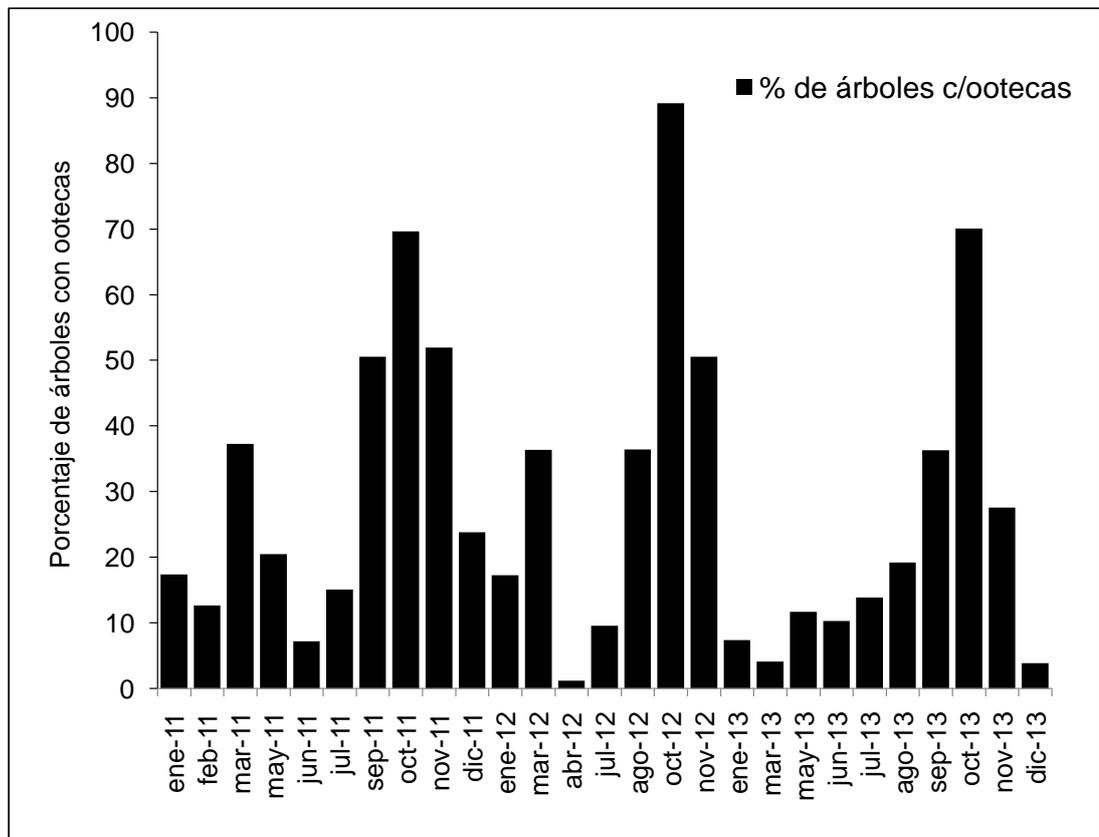


Figura 13. Porcentaje de árboles con ootecas de *G. scutellatus* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. Kruskal-Wallis,  $H= 180,51$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0.001$ .

En la zona de Barriga Negra se observó el mismo patrón que para la zona Cerro Colorado. La presencia de árboles con ootecas en la zona de Barriga Negra se observó en todos los meses monitoreados (Figura 14). Los meses tuvieron un efecto sobre la variable porcentaje de árboles con ootecas ( $H= 106,95$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ ). Las ootecas presentaron un pico en el mes de octubre para los tres años monitoreados y un segundo pico en el mes de marzo para el año 2011 y 2012. Se observó que los ootecas aumentaron en la primavera, llegando a un máximo en el mes de octubre, para los tres años evaluados. El valor máximo para el período se registró en el mes de octubre del año 2013 con un valor de 73 % de los árboles con presencia de ootecas, siendo este valor inferior al registrado para la zona de

Cerro Colorado. Los valores mínimos se observaron en el mes de febrero y junio para el año 2011, en febrero y julio para el año 2012 y en enero, marzo y diciembre del año 2013.

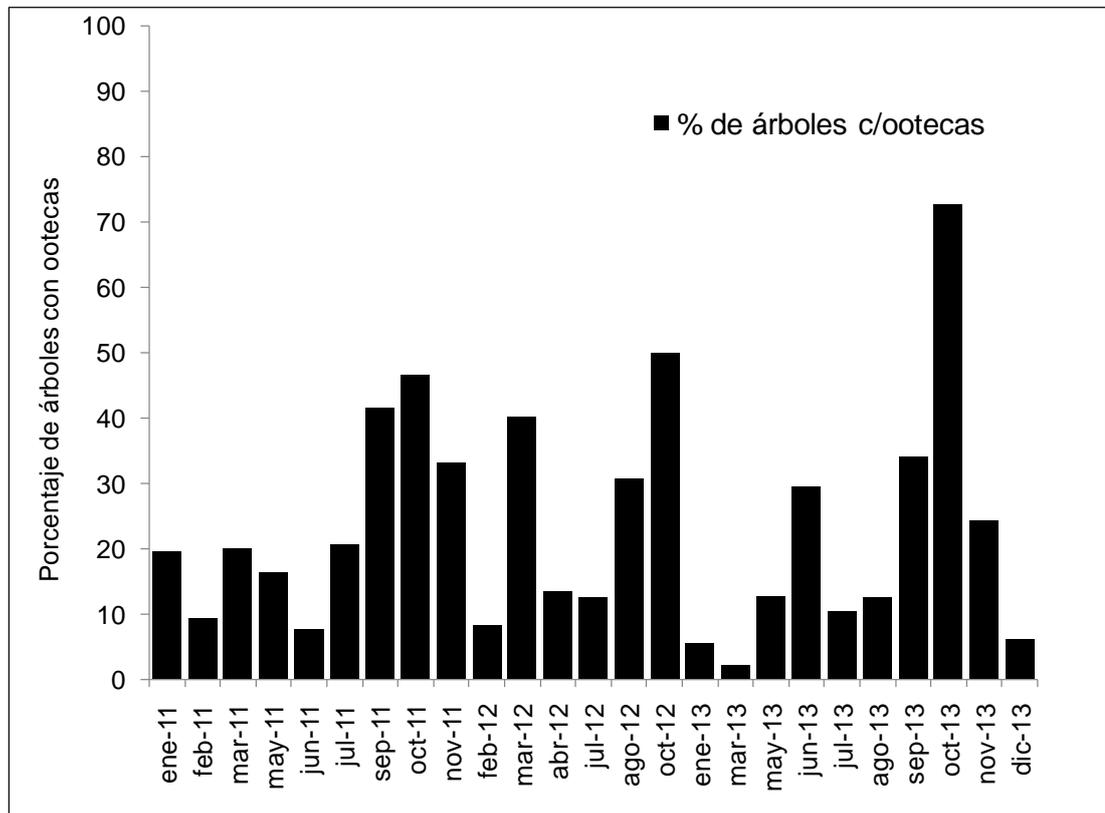


Figura 14. Porcentaje de árboles con ootecas de *G. scutellatus* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Barriga Negra, Lavalleja .Kruskall-Wallis,  $H= 106,95$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ .

El porcentaje de árboles con larvas en la zona de Cerro Colorado varió en función de los meses del año ( $H= 151,07$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ ) (Figura 15). El porcentaje de árboles con larvas presentó un pico en marzo y un pico mayor en el mes de octubre para los tres años del monitoreo, a excepción del año 2013 en donde no se observó el pico de marzo. El pico de larvas de octubre 2013 fue menor que el registrado en octubre del año 2011 y 2012, siendo el máximo del período en octubre del año 2012 con un valor de 44 %. En verano e invierno el porcentaje de árboles con larvas se hace mínimo, no

observándose árboles con larvas en los meses de febrero 2011, julio 2012, y en marzo, mayo, junio, julio, agosto y diciembre de 2013.

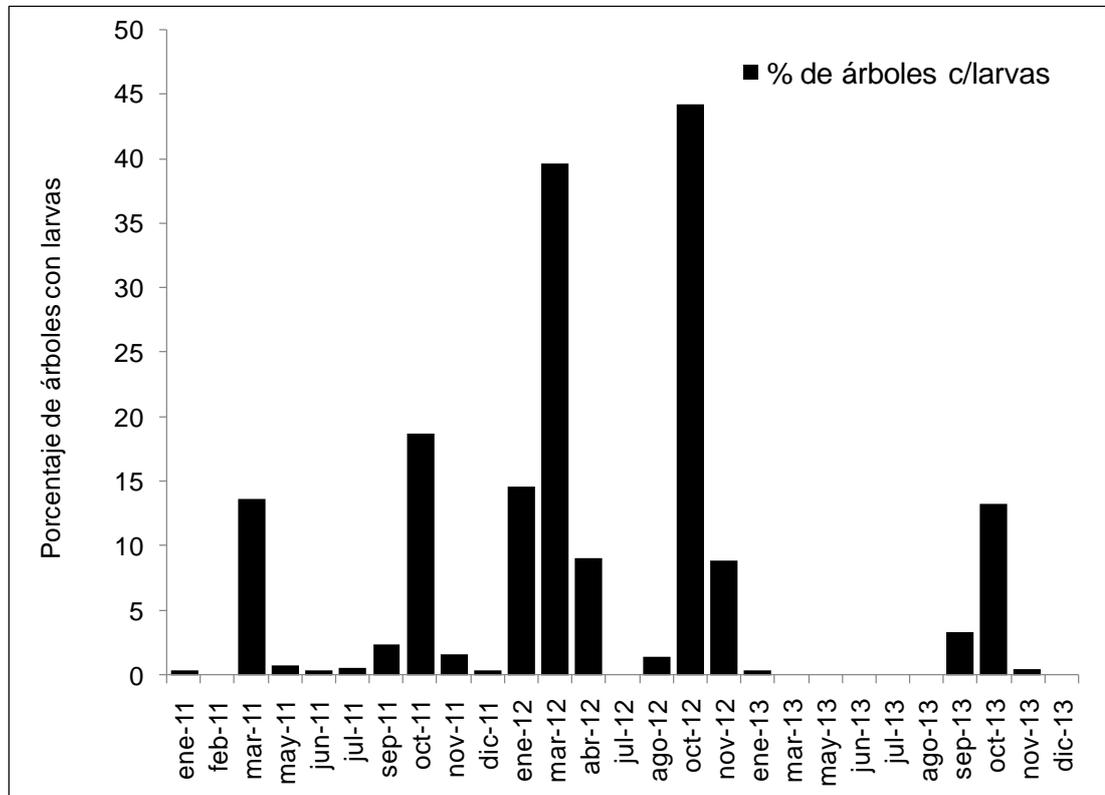


Figura 15. Porcentaje de árboles con larvas de *G. scutellatus* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. Kruskall-Wallis,  $H= 151,07$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ .

En la zona de Barriga Negra se repite el mismo patrón que para la zona Cerro Colorado, en donde los meses tuvieron un efecto sobre la variable porcentaje de árboles con larvas ( $H= 86,46$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ ) (Figura 16). El porcentaje de árboles con larvas presentó un pico en el mes de octubre para los tres años del monitoreo. Se observó un pico de presencia de larvas en el mes de marzo del año 2012, siendo este el valor máximo alcanzado en el período evaluado (32 % de los árboles con larvas). En la zona de Barriga Negra se observó menor población de larvas que en la zona de Cerro Colorado. Los valores mínimos se observaron en invierno para los tres años

evaluados, en los meses de julio 2011, agosto 2012, junio, julio y diciembre 2013 no se observaron larvas sobre los árboles.

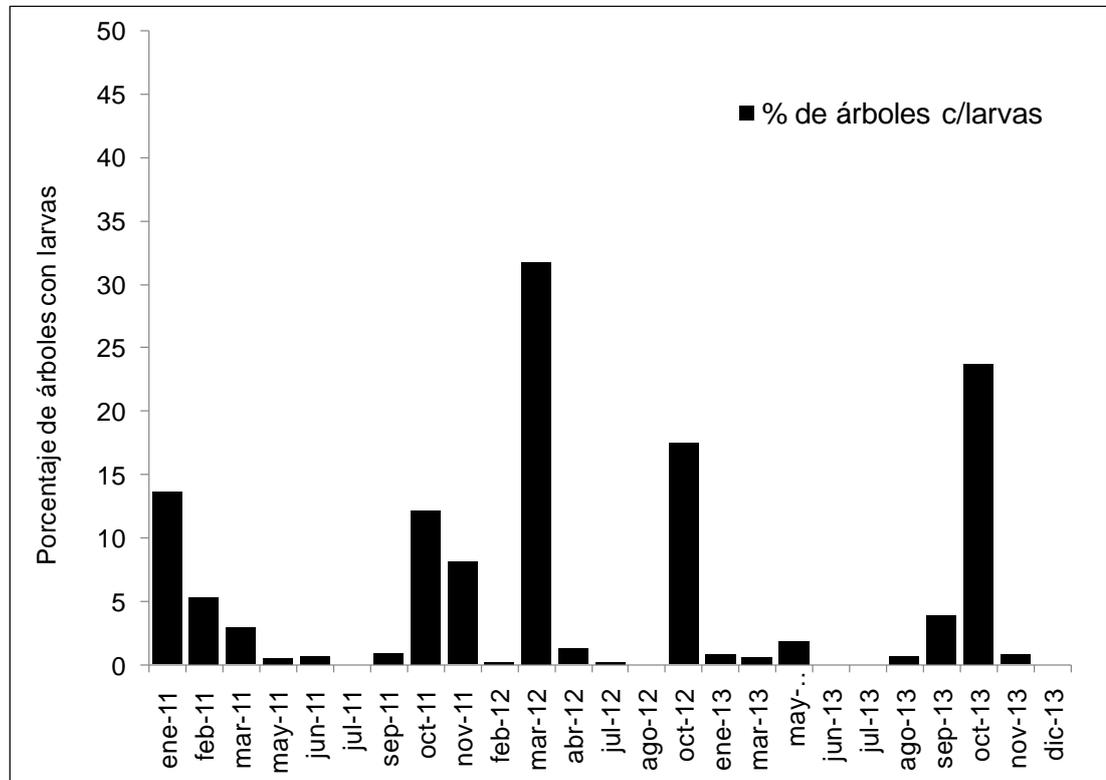


Figura 16. Porcentaje de árboles con larvas de *G. scutellatus* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Barriga Negra, Lavelleja. Kruskal-Wallis,  $H= 86,46$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ .

Al igual que para la variable porcentaje de árboles con ootecas y porcentaje de árboles con larvas para las dos zona de estudio, los meses tuvieron un efecto sobre la variable porcentaje de árboles con adultos para la zona de Cerro Colorado ( $H= 73,9$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ ) (Figura 17). Se observó la presencia de adultos de *G. scutellatus* en todos los meses monitoreados para el período 2011- 2013. En octubre del año 2012 se registró el mayor pico de adultos para el período, con 50 % de los árboles de la parcela con presencia de adultos. Los valores mínimos de porcentaje de árboles con adultos se registraron en octubre 2011, marzo 2012 y noviembre 2013, siendo este último el valor mínimo para todo el período evaluado (5 %).

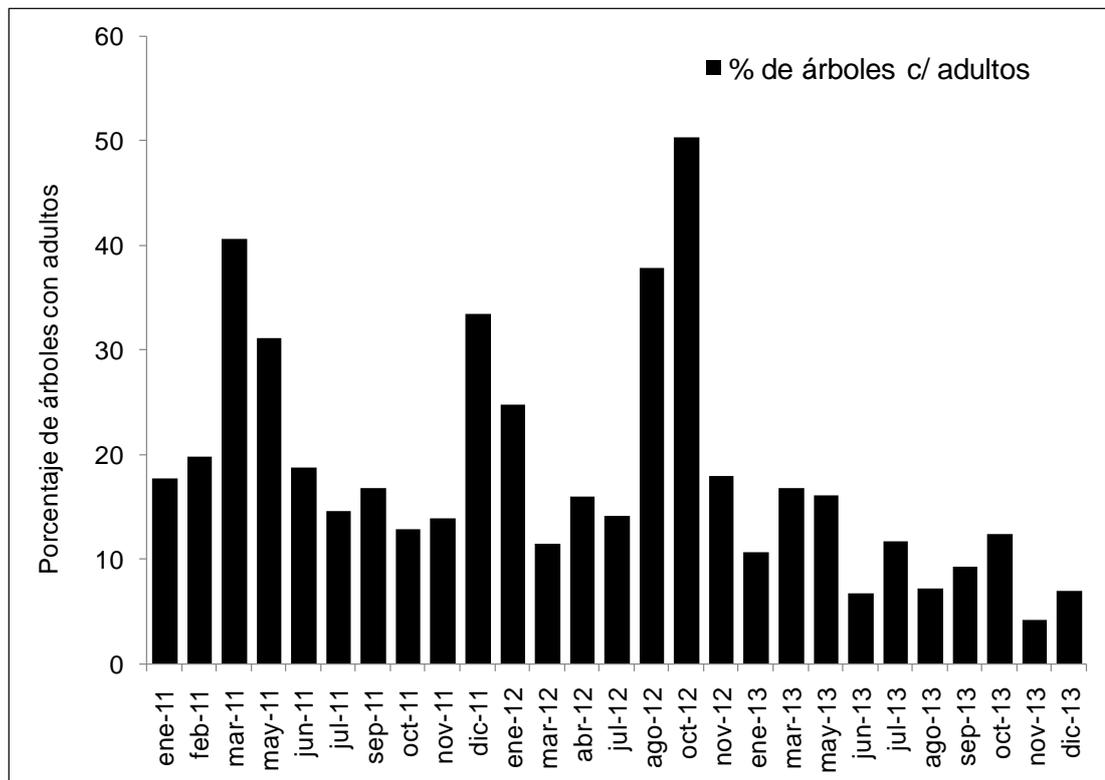


Figura 17. Porcentaje de árboles con adultos de *G. scutellatus* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. Kruskal-Wallis,  $H= 73,9$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ .

De igual forma que en la zona de Cerro Colorado, los meses tuvieron un efecto significativo sobre la variable porcentaje de árboles con adultos para la zona de Barriga Negra ( $H= 45,02$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,01$ ) (Figura 18). Se observó la presencia de árboles con adultos en todos los meses monitoreados para el período 2011-2013. Al igual que en la zona de Cerro Colorado en octubre del año 2012 se registró el mayor pico de adultos para el período evaluado, alcanzando un valor máximo de 23 %. En la zona de Barriga Negra se observó menor población de adultos que en la zona de Cerro Colorado. El valor mínimo para el período se registró en el mes de noviembre del año 2011, con un valor de 2 % de árboles con presencia de adultos de *G. scutellatus*.

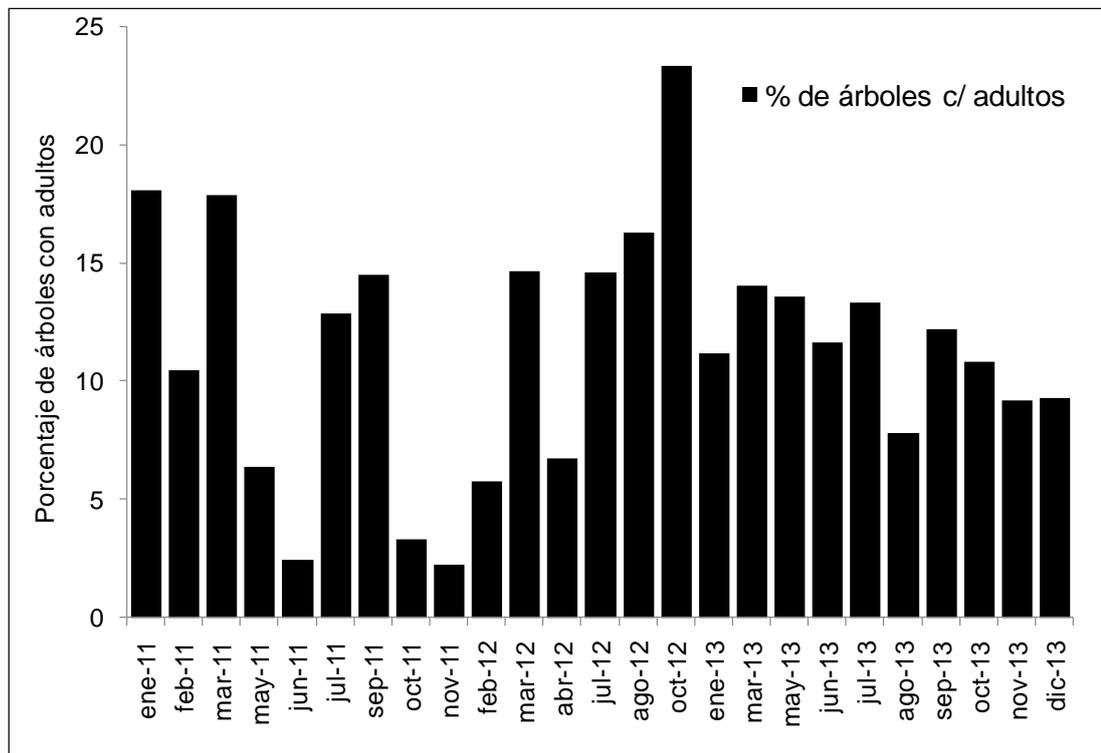


Figura 18. Porcentaje de árboles con adultos de *G. scutellatus* en el período 2011- 2013. Zona Barriga Negra, Lavalleja. Kruskal-Wallis,  $H= 45,02$ ;  $df= 26$ ;  $p < 0,01$ .

### 3.2 DAÑO ASOCIADO A LA PRESENCIA DE *G. SCUTELLATUS*

Se observó que existe variación en las variables porcentaje de árboles defoliados y grado de defoliación de la parcela a lo largo del año. El daño está asociado a la presencia de larvas de *G. scutellatus*, pero no a la presencia de adultos, y se registró los mayores porcentajes de árboles defoliados en la primavera.

En la zona de Cerro Colorado se constató una variación significativa del porcentaje de árboles defoliados entre los diferentes meses ( $H= 92,67$ ;  $df= 26$ ;  $p < 0,001$ ) (Figura 19). Se registró la presencia de árboles con daño en todos los meses monitoreados para el período 2011- 2013. En el año 2011 y 2012 se observó el mayor daño en el mes de octubre y en abril-

mayo. En el año 2013 los porcentajes de árboles defoliados fueron menores que los observados en los años 2011 y 2012.

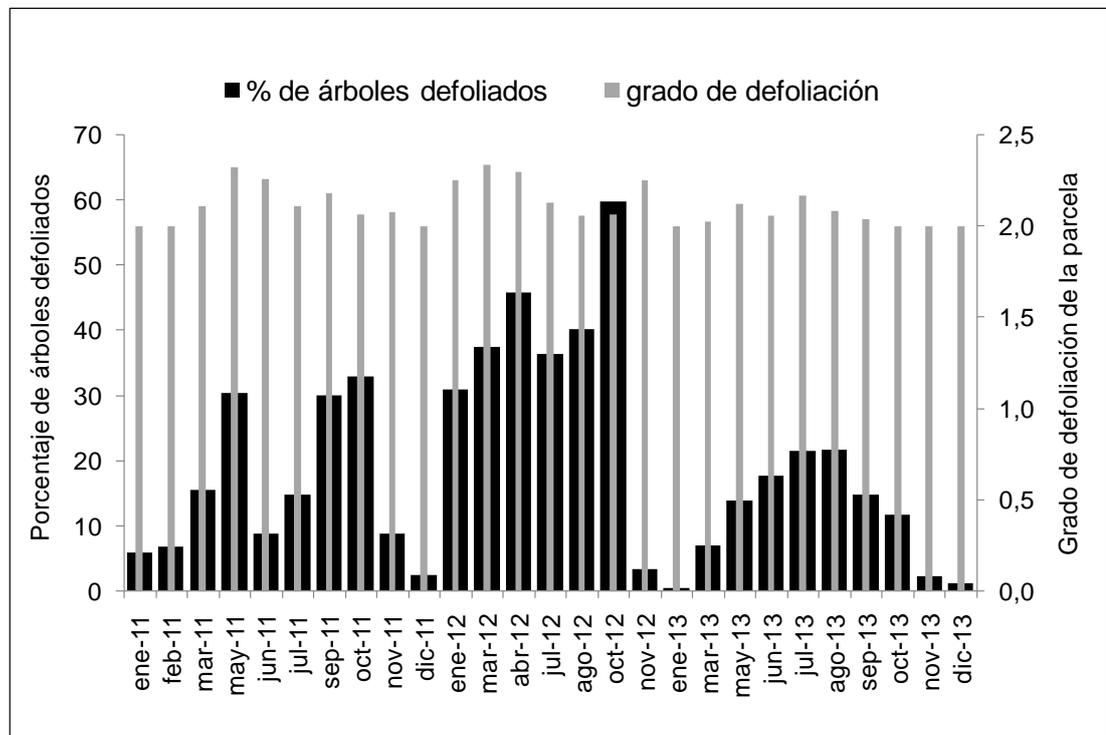


Figura 19. Porcentaje de árboles defoliados y grado de defoliación de la parcela provocados por *G. scutellatus* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. En negro se observa el porcentaje de árboles defoliados y en gris el grado de defoliación de la parcela. Para el porcentaje de árboles defoliados: Kruskal-Wallis,  $H= 92,67$ ;  $df= 2626$ ;  $p< 0,001$ .

Si bien el porcentaje de árboles defoliados varía a lo largo del año, el grado de defoliación, medido como centímetros del tercio superior defoliado, se observa durante todo el año.

Para la zona de Cerro Colorado se observó que el porcentaje de árboles con larvas se correlacionó con el porcentaje de árboles defoliados ( $r= 0,44$ ;  $df= 26$ ;  $p= 0,01$ ) (Figura 20). Los menores daños observados en el año 2013, en comparación con el año 2011 y 2012, se debieron a la

ausencia de larvas en otoño invierno 2013. El porcentaje de árboles defoliados no se correlacionó con el porcentaje de árboles con ootecas ( $r=0,23$ ;  $df=26$ ;  $p=0,24$ ) ni con el porcentaje de árboles con adultos de *G. scutellatus* ( $r=0,21$ ;  $df=26$ ;  $p=0,28$ ) (Tabla 1).

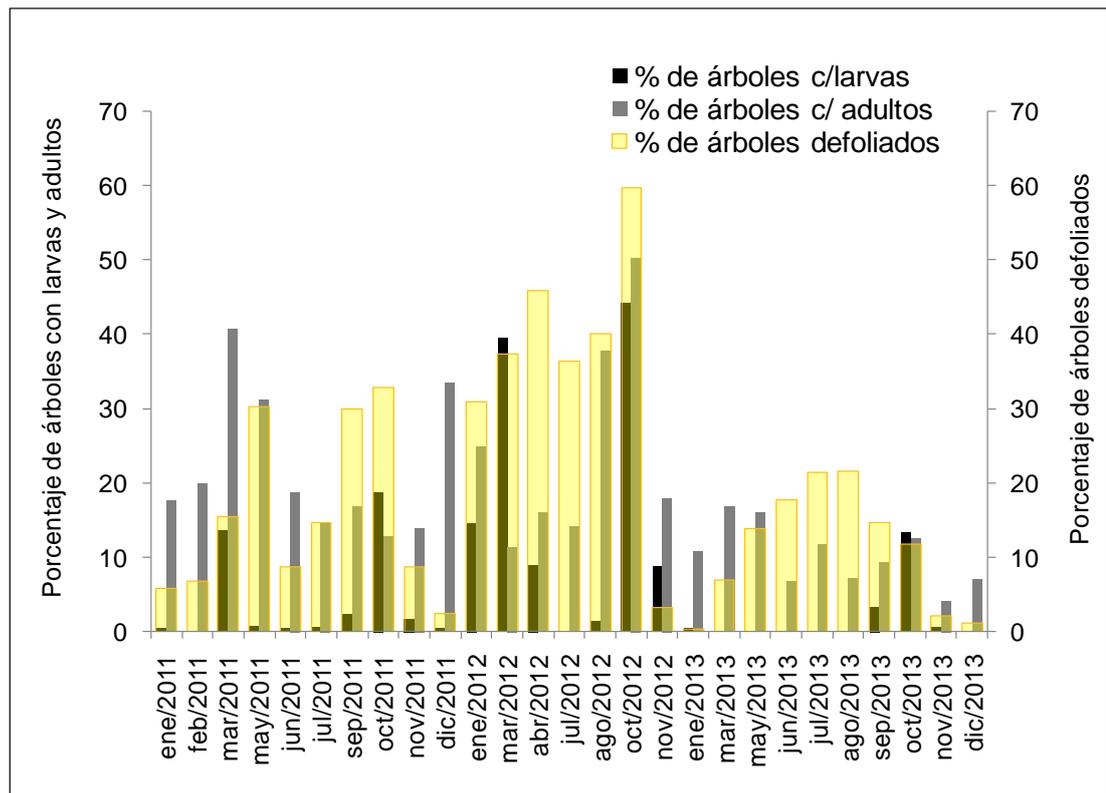


Figura 20. Porcentaje de árboles con larvas y adultos de *G. scutellatus* y porcentaje de árboles defoliados en la parcela en el período enero 2011-diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. En negro porcentaje de árboles con larvas, en gris porcentaje de árboles con adultos y en amarillo porcentaje de árboles defoliados.

Tabla 1. Correlación entre las variables poblacionales porcentaje de árboles con ootecas (% árboles oot), larvas (% árboles lar) y adultos (% árboles adu) de *G. scutellatus* y porcentaje de árboles defoliados (% árboles def).

Sitio	Variable A	Variable B	r de Spearman	df	p	La correlación es significativa ?
CC	% árboles def	% árboles adu	0,21	26	0,28	no
	% árboles def	% árboles lar	0,44	26	0,01	si
	% árboles def	% árboles oot	0,23	26	0,24	no
BN	% árboles def	% árboles adu	0,38	26	0,06	no
	% árboles def	% árboles lar	-0,14	26	0,47	no
	% árboles def	% árboles oot	0,39	26	0,07	no

Para la zona de Barriga Negra, el porcentaje de árboles defoliados no mostró una variación significativa entre los diferentes muestreos ( $H= 31,12$ ;  $df= 26$ ;  $p= 0,15$ ) (Figura 21). Se registró la presencia de árboles con daño en todos los meses monitoreados en el período 2011-2013, a excepción del mes de diciembre 2013. La ausencia de daño en diciembre se debió a la ausencia de larvas. En el año 2011 y 2013 se observó el mayor daño en el mes de setiembre y en el año 2012 el mayor daño se constató en agosto. Con respecto al grado de defoliación, se observó que éste es alto durante todo el año, indicando que aunque el número de árboles defoliados varíe, la intensidad del daño siempre es alta. En la zona de Barriga Negra los porcentajes de árboles defoliados fueron menores que en la zona de Cerro Colorado, con valores máximos de 26 %, a diferencia de Cerro Colorado en donde alcanzaron el 60 %.

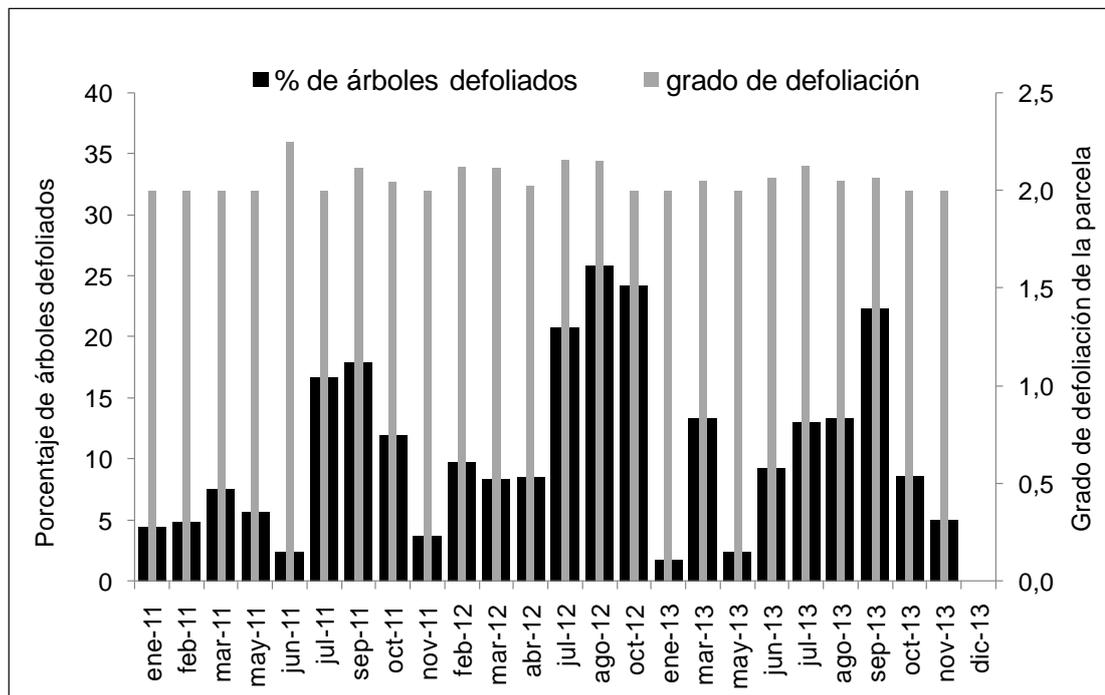


Figura 21. Porcentaje de árboles defoliados y grado de defoliación de la parcela provocados por *G. scutellatus* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Barriga Negra, Lavalleja. En negro porcentaje de árboles defoliados y en gris grado de defoliación de la parcela. Para el porcentaje de defoliación: Kruskal-Wallis,  $H= 31,12$ ;  $df= 26$ ;  $p= 0,15$ .

En la zona de Barriga Negra no se encontró correlación entre las variables porcentaje de árboles con ootecas ( $r= 0,39$ ;  $df= 26$ ;  $p= 0,07$ ), porcentaje de árboles con larvas ( $r= -0,14$ ;  $df= 26$ ;  $p= 0,47$ ) y porcentaje de árboles con adultos ( $r= 0,38$ ;  $df= 26$ ;  $p= 0,06$ ) con la variable porcentaje de árboles defoliados (Figura 23, Tabla 1).

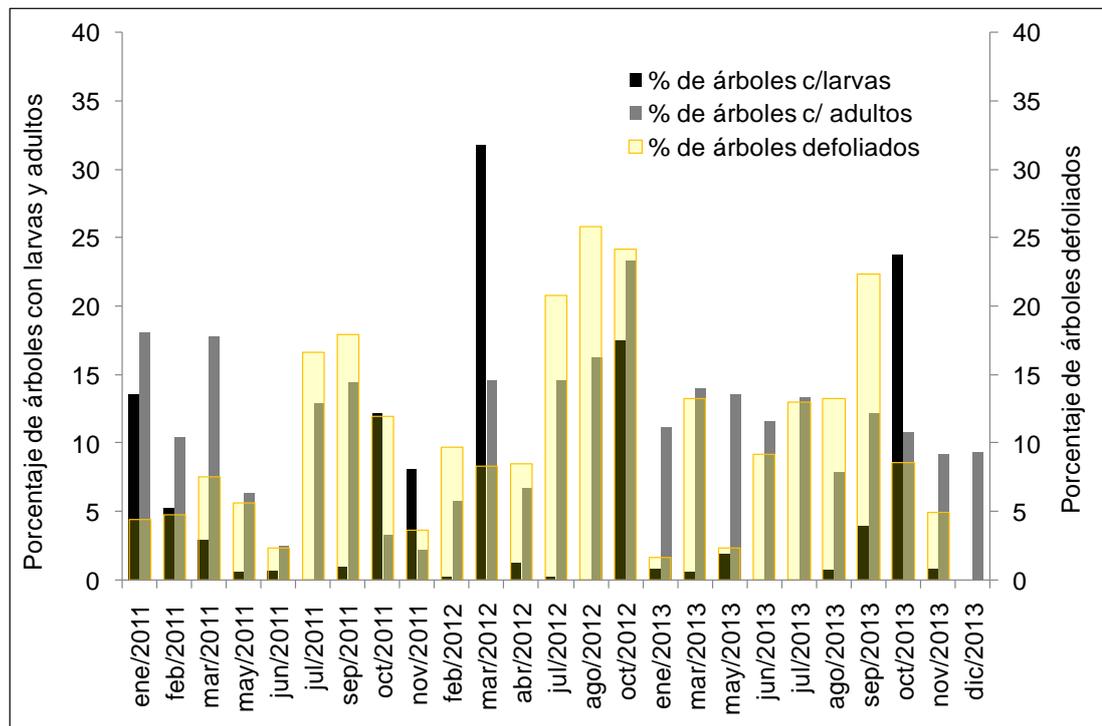


Figura 22. Porcentaje de árboles con ootecas y adultos de *G. scutellatus* y porcentaje de árboles defoliados en la parcela, en el período enero 2011-diciembre 2013. Zona Barriga Negra, Lavalleja. En negro porcentaje de árboles con larvas, en gris porcentaje de árboles con adultos y en amarillo porcentaje de árboles defoliados.

Al correlacionar las variables poblacionales de *G. scutellatus* con el porcentaje de árboles defoliados, se observó que las ootecas no se correlacionan con el daño y los porcentajes de árboles con larvas se correlacionaron con el porcentaje de árboles defoliados para la zona Cerro Colorado (Tabla 1).

### 3.3 PARASITISMO POR EL CONTROLADOR BIOLÓGICO *ANAPHES NITENS*

Se analizaron los parasitismos con las tres fórmulas de cálculo posibles. Independientemente de la forma de expresarlo, se puede ver que

los parasitismos aumentan en la primavera hasta octubre y descienden en el verano. En los meses de enero y diciembre no se encontraron ootecas frescas para analizar el parasitismo.

El parasitismo calculado utilizando la fórmula tradicional (%P) para la zona de Cerro Colorado fue superior a 50 % para casi todos los meses monitoreados en el período 2011-2013 (Figura 23). En los meses de febrero y diciembre de 2011, abril y julio 2012 y enero y diciembre 2013 no se obtuvieron ootecas frescas para analizar.

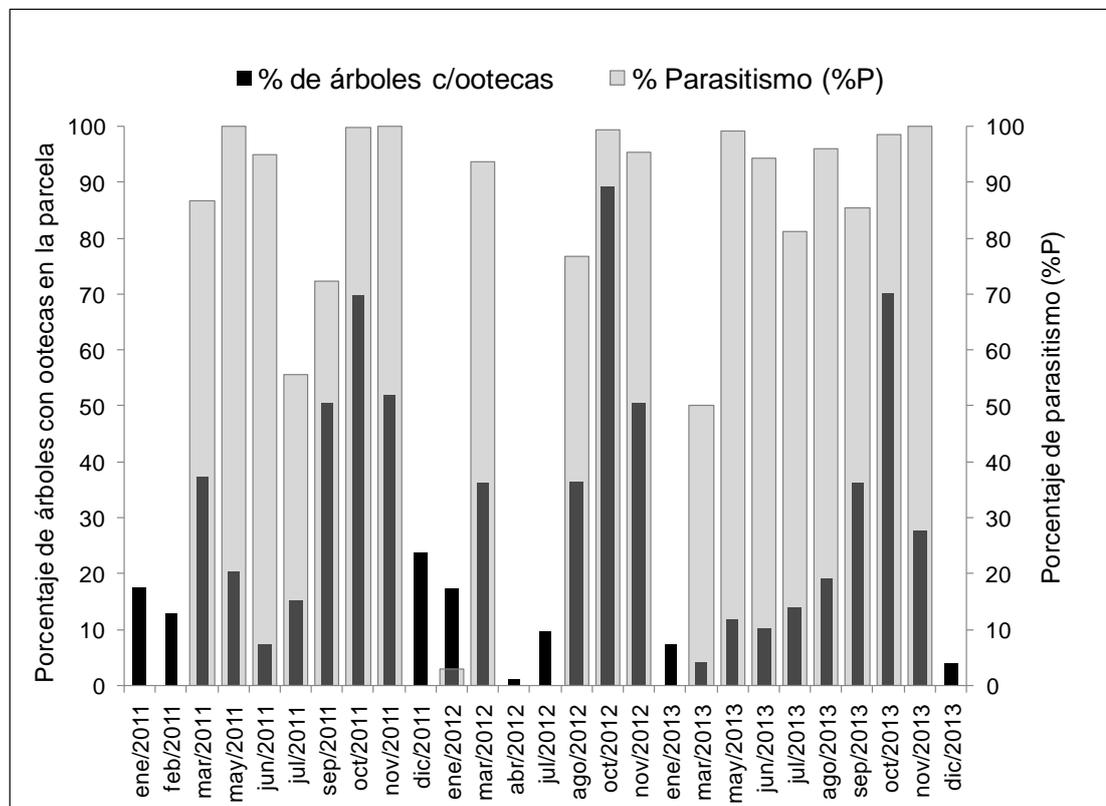


Figura 23. Porcentaje de árboles con ootecas de *G. scutellatus* y porcentaje de parasitismo de *A. nitens* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. En negro porcentaje de árboles con ootecas y en gris porcentaje de Parasitismo. Fórmula utilizada para parasitismo:  $((A. nitens / (A. nitens + larvas de G. scutellatus)) * 100$

Esta forma tradicional de calcular los parasitismos muestra valores altos para todo el período. Esta forma es criticada porque no considera el superparasitismo que presenta la especie *A. nitens*.

Utilizando la fórmula para el cálculo de parasitismo que considera el superparasitismo (%Ps), se observaron valores de parasitismo para la zona de Cerro Colorado superiores a 70 % para todo el período considerado, a excepción del mes de enero 2012 con un valor de 50 % (Figura 24). Con esta fórmula los valores de parasitismos fueron altos debido a que asume que todas las ootecas en donde no emergió *A. nitens* ni larvas de *G. scutellatus* (ootecas inviábiles) están superparasitadas, no considerando otras causas de mortalidad de las ootecas.

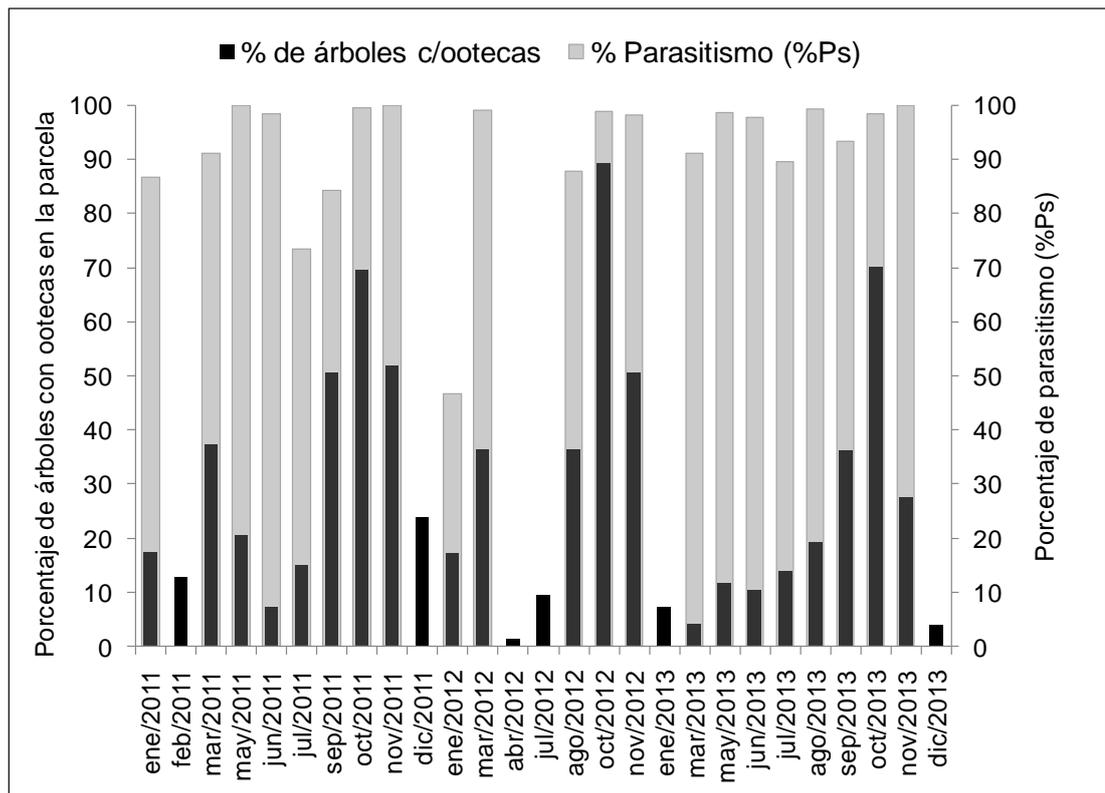


Figura 24. Porcentaje de árboles con ootecas de *G. scutellatus* y porcentaje de parasitismo de *A. nitens* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. Fórmula utilizada para parasitismo:  $((\text{ootecas con emergencia de } A. nitens + \text{ootecas sin emergencia}) / \text{ootecas totales}) *$

100. En negro porcentaje de árboles con ootecas y en gris porcentaje de parasitismo.

Utilizando la fórmula de parasitismo calculado en base a emergencia en ootecas (%Po) (Figura 25), se registraron valores superiores a 30 % para casi todo el período 2011-2013. El parasitismo aumentó en la primavera llegando a un máximo en el mes de octubre y descendió hasta desaparecer en el verano.

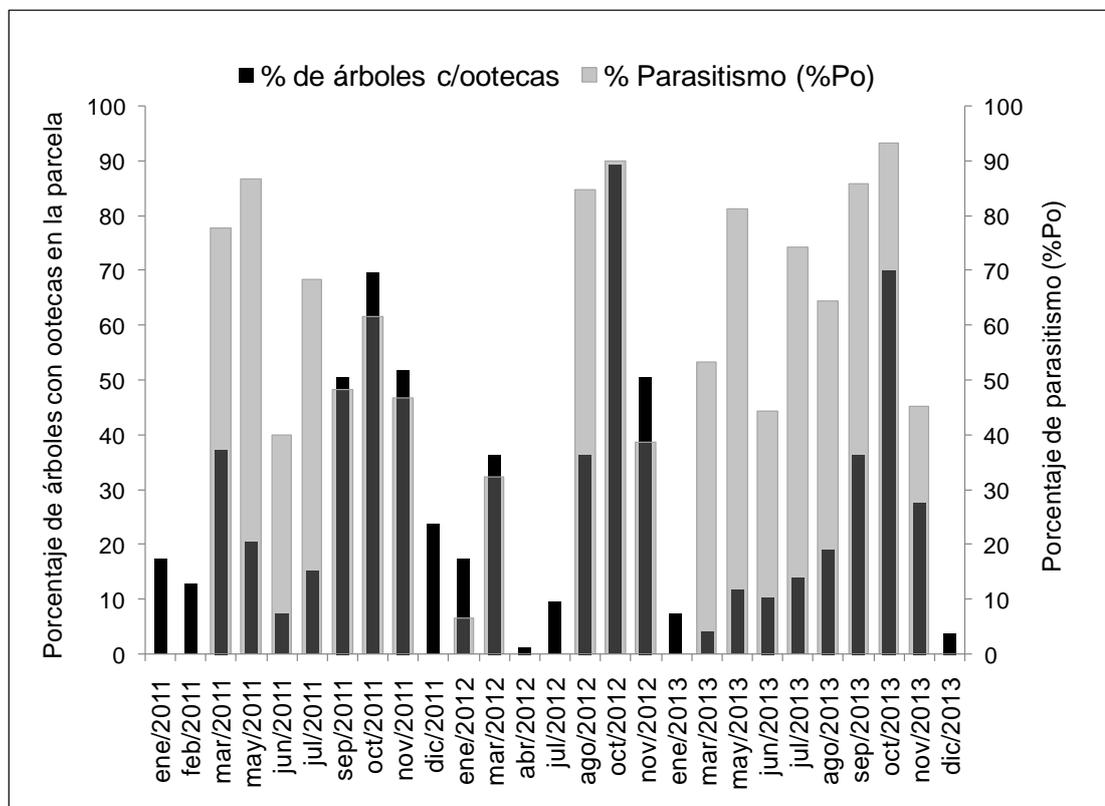


Figura 25. Porcentaje de árboles con ootecas de *G. scutellatus* y porcentaje de parasitismo de *A. nitens* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. Fórmula utilizada para parasitismo:  $(\text{ootecas con emergencia de } A. \text{ nitens} / \text{ootecas totales}) * 100$ . En negro porcentaje de árboles con ootecas y en gris porcentaje de parasitismo.

El cálculo de parasitismo mediante %Po es el más usado en la bibliografía y no sobreestima los valores calculados. En la Figura 26, se

observa que el porcentaje de parasitismo calculado con la fórmula que considera el superparasitismo (%Ps), no refleja el número de parasitoides emergidos. Si comparamos los meses de octubre y noviembre de 2013 se observaron valores cercanos a 100 % de parasitismo, con 110 *A. nitens* emergidos en octubre y 20 en noviembre. Por lo que parasitismos cercanos a 100 % no significa un elevado número del parasitoide.

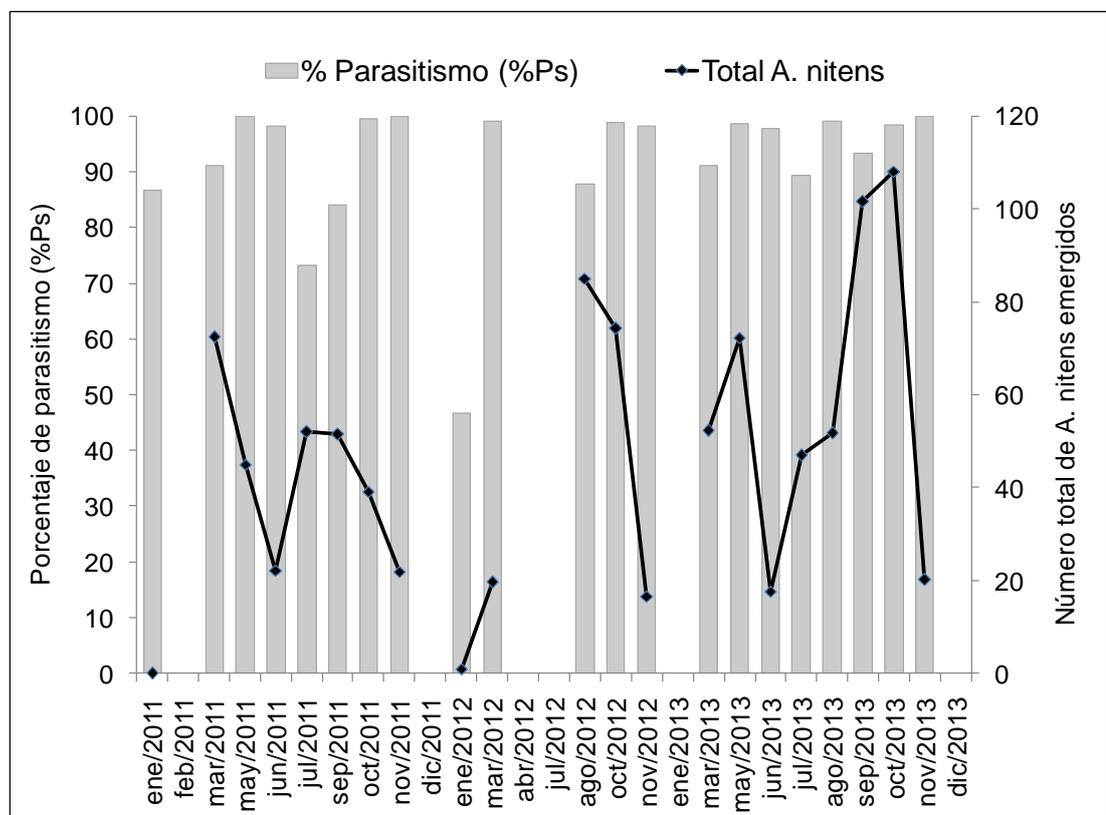


Figura 26. Porcentaje de parasitismo y número de emergencias de *A. nitens* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. Fórmula utilizada para parasitismo:  $((\text{ootecas con emergencia de } A. \textit{nitens} + \text{ootecas sin emergencia}) / \text{ootecas totales}) * 100$ . En barra gris porcentaje de parasitismo y línea negra total de *A. nitens* emergidos.

Usando la fórmula de parasitismo que lo calcula en base a emergencia en ootecas (%Po) se observa que el número de *A. nitens* emergidos sigue la

misma tendencia que el porcentaje de parasitismo calculado por esta fórmula (Figura 27).

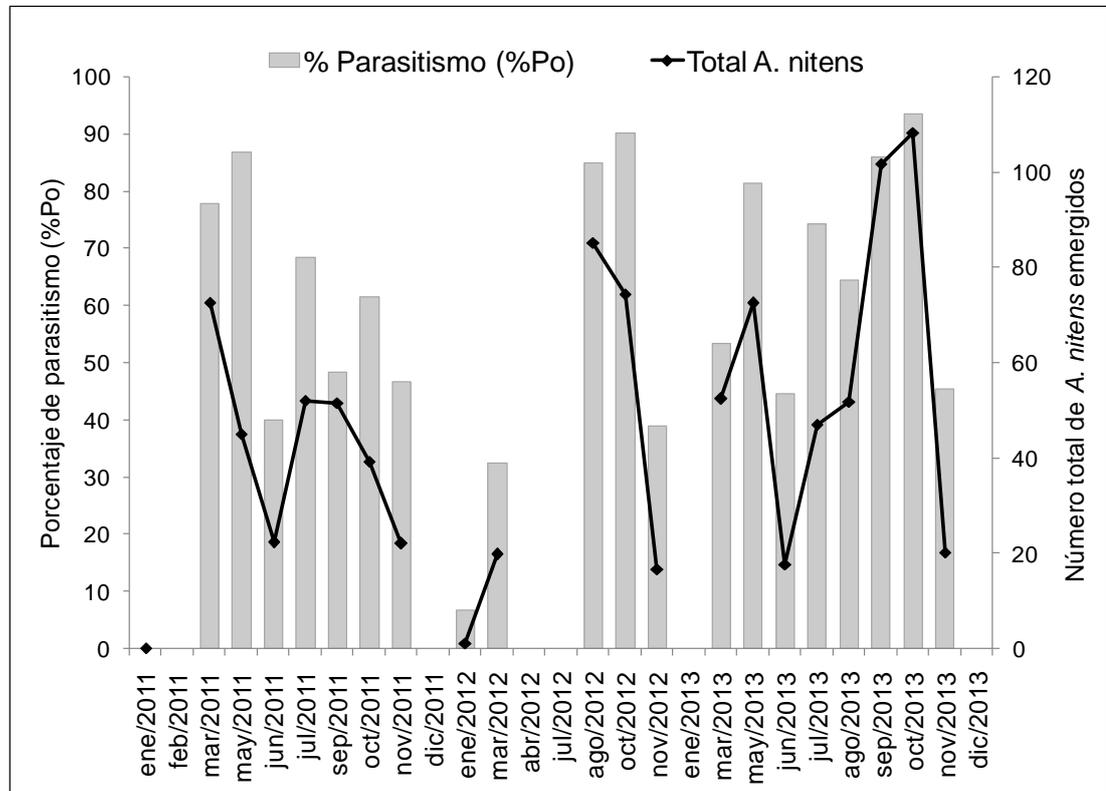


Figura 27. Porcentaje de parasitismo y número de emergencias de *A. nitens* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. Fórmula utilizada para parasitismo:  $(\text{ootecas con emergencia de } A. \textit{ nitens} / \text{ootecas totales}) * 100$ . En barra gris porcentaje de parasitismo y línea negra total de *A. nitens* emergidos.

El parasitismo en Barriga Negra, calculado en base a emergencia en ootecas (%Po) (Figura 28) aumentó en el período setiembre-octubre y disminuyó en el verano, observándose que el número de *A. nitens* emergido de las ootecas sigue la misma tendencia que el porcentaje de parasitismo calculado por esta fórmula (Figura 29).

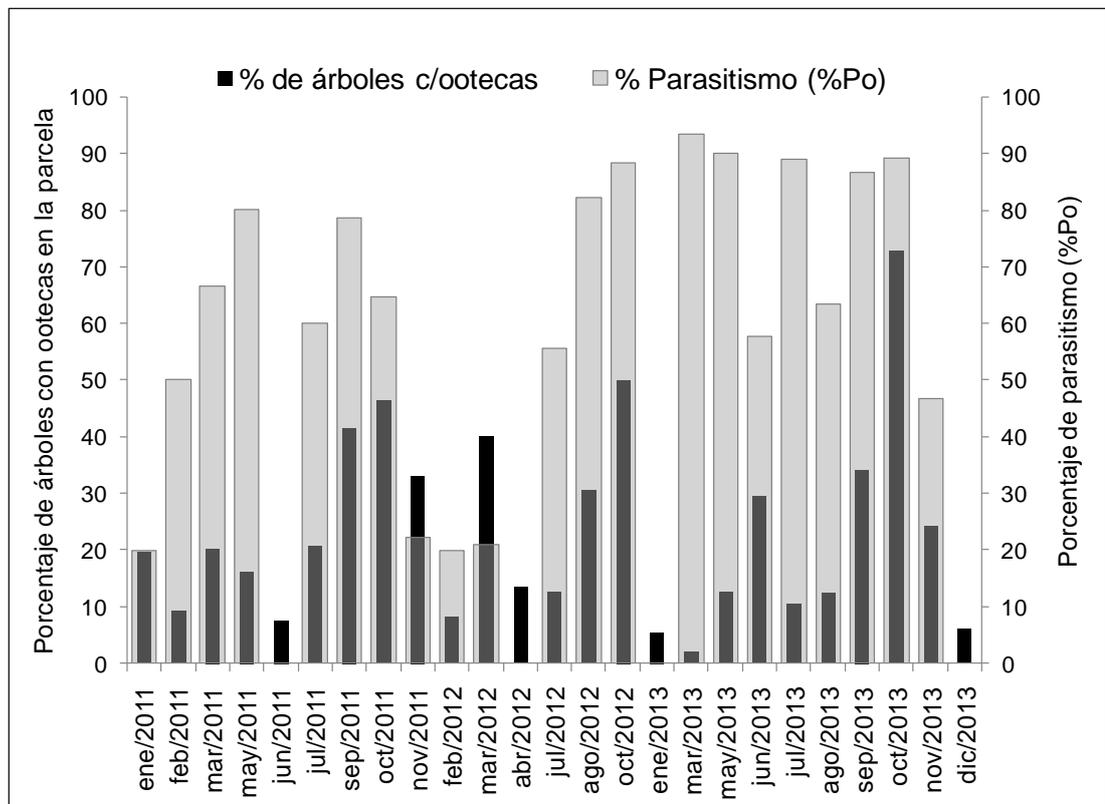


Figura 28. Porcentaje de árboles con ootecas de *G. scutellatus* y porcentaje de parasitismo de *A. nitens*, en el período enero 2011-diciembre 2013. Zona Barriga Negra, Lavalleja. Fórmula utilizada para parasitismo:  $(\text{ootecas con emergencia de } A. nitens / \text{ootecas totales}) * 100$ . En negro porcentaje de árboles con ootecas, en gris porcentaje de parasitismo.

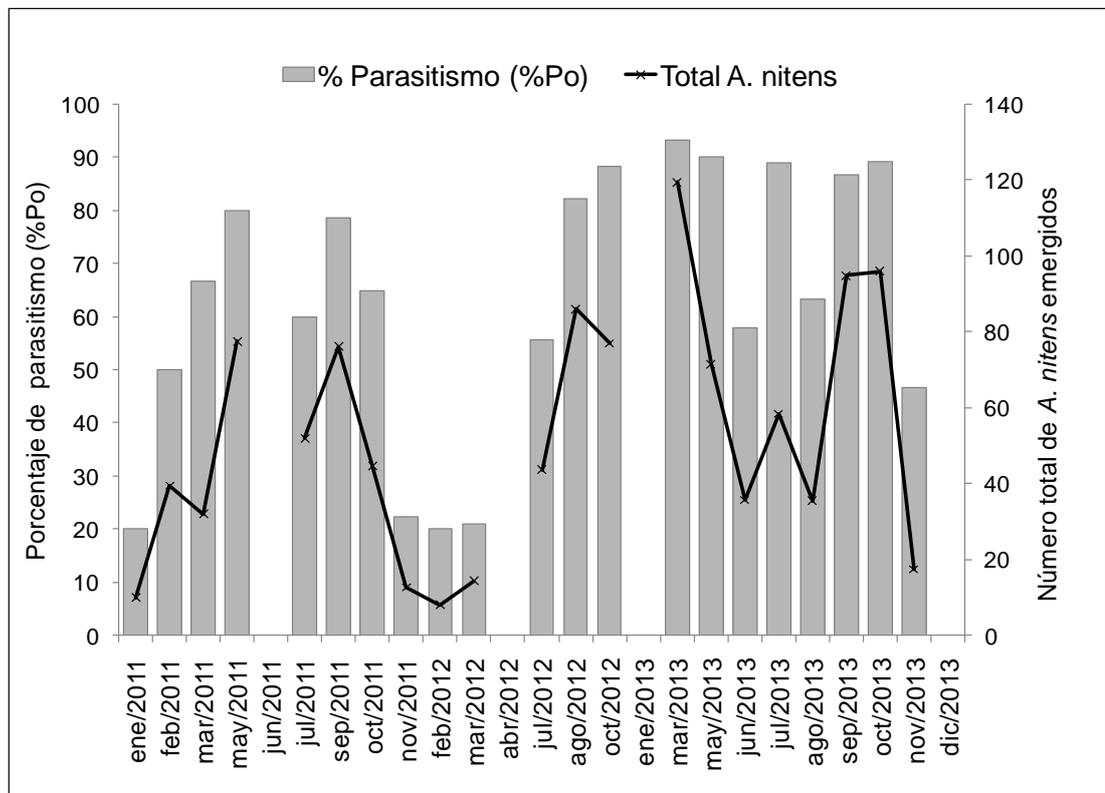


Figura 29. Porcentaje de parasitismo y número de emergencias de *A. nitens* en el período enero 2011-diciembre 2013. Zona Barriga Negra, Lavalleja. Fórmula utilizada para parasitismo:  $(\text{ootecas con emergencia de } A. nitens / \text{ootecas totales}) * 100$ . En barra gris porcentaje de parasitismo y línea negra total de *A. nitens* emergidos.

Para las dos zonas de estudio, se observó que la fórmula de cálculo de nivel de parasitismo que mejor se correlaciona con la variable emergencia de *A. nitens* es la fórmula %Po:  $(\text{ootecas con emergencia de } A. nitens / \text{total de ootecas}) * 100$  (Tabla 2).

Tabla 2. Correlaciones entre la variable adultos de *A. nitens* y el parasitismo estimado mediante diferentes fórmulas (ver métodos).

Sitio	Variable A	Variable B	r de Spearman	df	p	La correlación es significativa?
CC	adultos <i>A. nitens</i>	%P	0,06	21	0,79	no
	adultos <i>A. nitens</i>	%Ps	-0,18	21	0,64	no
	adultos <i>A. nitens</i>	%Po	0,89	21	<0.001	si
BN	adultos <i>A. nitens</i>	%P	-0,02	21	0,91	no
	adultos <i>A. nitens</i>	%Ps	0,1	21	0,66	no
	adultos <i>A. nitens</i>	%Po	0,88	21	<0.001	si

Para la estimación de los niveles de parasitismo, las ootecas se clasificaban en tres categorías en función de si tuvieron emergencias de *A. nitens* o larvas de *G. scutellatus* o si no existió emergencia ni de la plaga ni de su controlador biológico. Así, se pudo clasificar a las ootecas i) parasitadas a aquellas ootecas en donde por lo menos hubo la emergencia de un *A. nitens*; ii) ootecas sin parasitar si solo hubo emergencias de larvas de *G. scutellatus* y iii) ootecas inviábiles a aquellas ootecas en donde no emergió larvas de *G. scutellatus* ni de su controlador. En la Figura 30 se observa el estado de las ootecas, y se constata que para los años 2012 y 2013 las ootecas parasitadas tienen su valor máximo en el mes de octubre, y otro pico en el mes de mayo y para el año 2011 el máximo de ootecas parasitadas es en el mes de mayo. Las ootecas sin parasitar tienen sus máximos en el mes de julio 2011 y enero 2012. En el mes de noviembre para los tres años evaluados se observa un alto número de ootecas inviábiles.

Al evaluar el estado de las ootecas y el total de *A. nitens* emergidos de ellas (Figura 30), se observa que los *A. nitens* emergidos siguen la misma tendencia que las ootecas parasitadas.

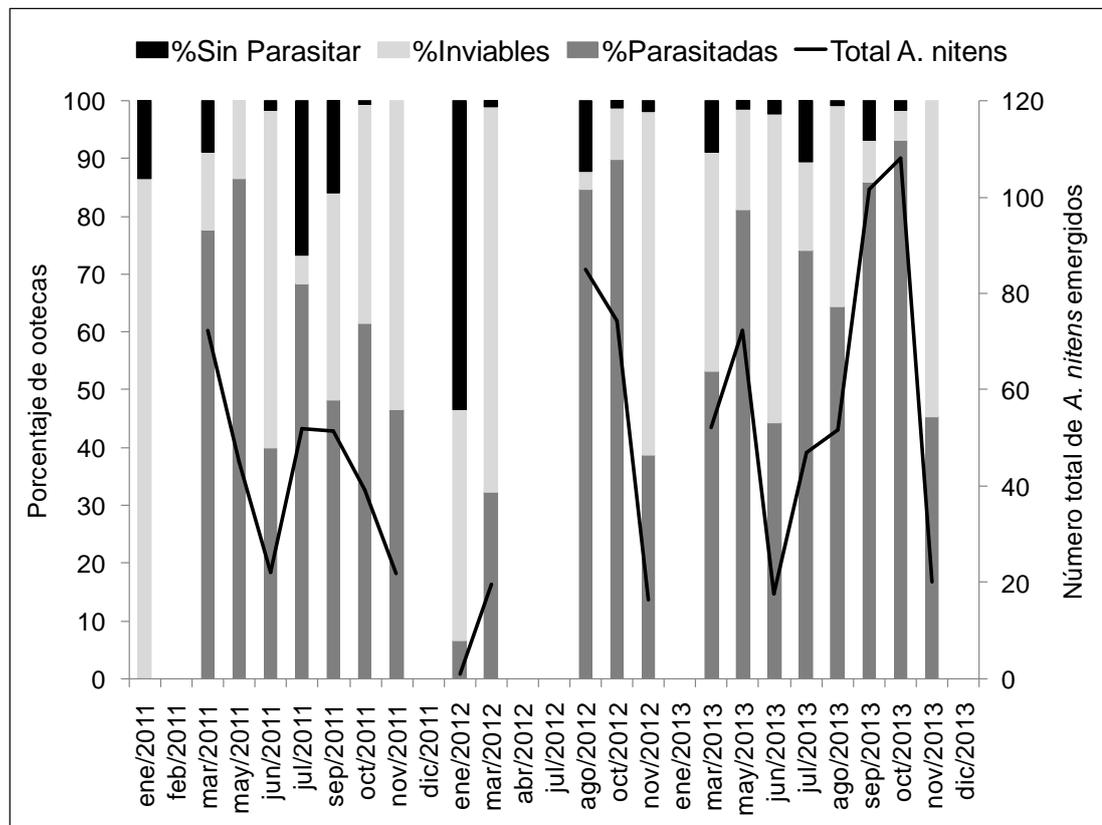


Figura 30. Porcentajes de ootecas de *G. scutellatus* invariables, parasitadas y sin parasitar y número total de *A. nitens* emergidos para el período enero 2011-diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. En barra negra, porcentaje de ootecas sin parasitar; en barra gris claro, porcentaje de ootecas invariables; en barra gris oscuro, porcentaje de ootecas parasitadas y en línea negra, número total de *A. nitens* emergidos de esas ootecas.

Para la zona de Barriga Negra se observa la misma tendencia que en Cerro Colorado, encontrando que el número de ootecas parasitadas es mayor en los meses de mayo y setiembre para el año 2011, en octubre para el año 2012 y en marzo y octubre para el año 2013 (Figura 31). Las ootecas sin parasitar tienen su máximo en el mes de enero 2011 y agosto 2012. Las ootecas invariables tuvieron su máximo en el mes de noviembre 2011, febrero 2012 y noviembre del año 2013. Al graficar el estado de las ootecas con el número de *A. nitens* emergidos para la zona de Barriga Negra se observó, al

igual que en la zona de Cerro Colorado, que los *A. nitens* emergidos siguen la misma tendencia que las ootecas parasitadas (Figura 31).

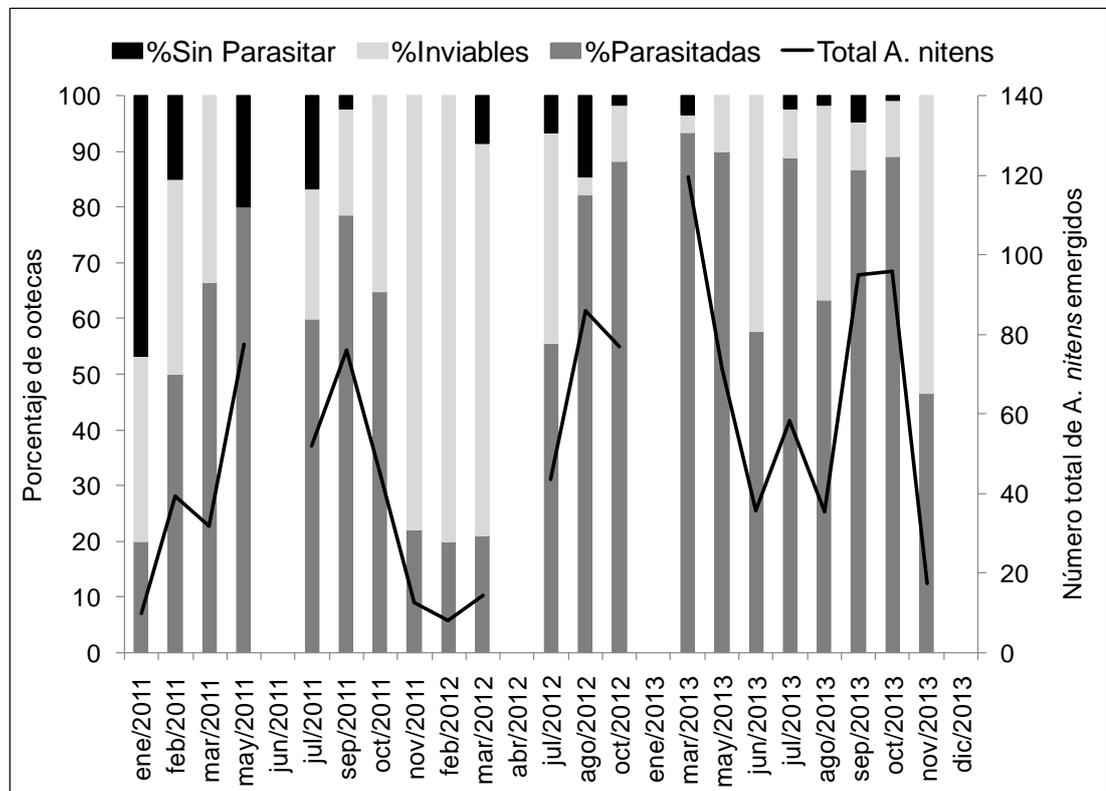


Figura 31. Porcentajes de ootecas de *G. scutellatus* inviables, parasitadas y sin parasitar y número total de *A. nitens* emergidos para el período enero 2011-diciembre 2013. Zona Barriga Negra, Lavalleja. En barra negra, porcentaje de ootecas sin parasitar; en barra gris claro, porcentaje de ootecas inviables; en barra gris oscuro porcentaje de ootecas parasitadas y en línea negra, número total de *A. nitens* emergidos de esas ootecas.

La fórmula de ootecas con emergencia sobre ootecas totales es la fórmula que mejor estima el número de *A. nitens* en campo.

Sin embargo, para realizar el manejo de la plaga mediante liberaciones de *A. nitens*, no solo se debe de seleccionar ootecas de sitios con alto porcentaje de parasitismo, sino también realizar las liberaciones en sitios con alta incidencia de la plaga.

Para saber de qué sitio se realizará la colecta de ootecas, se debe utilizar una fórmula que correlacione positivamente el porcentaje de parasitismo que se mide con el número de *A. nitens* emergidos. Los resultados de la correlación entre las tres fórmulas de cálculo de parasitismo y el número *Anaphes* emergidos da satisfactoria para la fórmula de cálculo (%Po) ootecas con emergencia sobre ootecas totales (Tabla 2).

Respecto a la decisión de en que sitio liberar los parasitoides, sería deseable que la fórmula utilizada para calcular el parasitismo también refleje el daño potencial que la plaga podría realizar. O sea, que sería deseable utilizar la fórmula del cálculo del nivel de parasitismo como medida indirecta de la incidencia de la plaga a campo, en la cual niveles decrecientes de parasitismo se correlacionen con niveles crecientes de emergencia de *G. scutellatus* de las ootecas. Al analizar las correlaciones entre el valor de parasitismo obtenido con las diferentes fórmulas de cálculo y la emergencia de larvas de *G. scutellatus*, se observa que la fórmula de cálculo tradicional (%P) y la fórmula que considera el superparasitismo (%Ps) se correlacionan de forma negativa y significativa con el número de larvas de *Gonipterus* emergidos (Tabla 3).

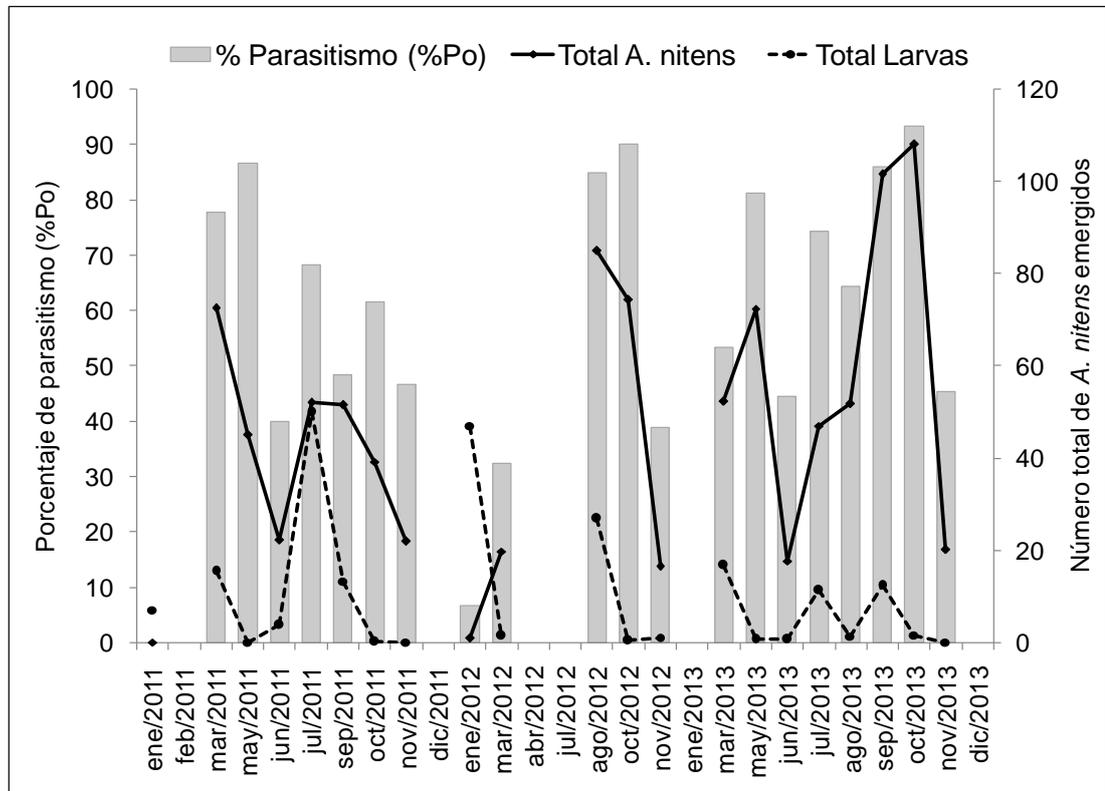


Figura 32. Porcentaje de parasitismo, número de emergencias de *A. nitens* y larvas de *G. scutellatus* en el período enero 2011-diciembre 2013. Zona Cerro Colorado, Florida. Fórmula utilizada para parasitismo %Po: (ootecas con emergencia de *A. nitens* / ootecas totales) \* 100. En barra gris porcentaje de parasitismo, línea continua negra total de *A. nitens* emergidos y línea punteada negra, total de larvas de *G. scutellatus* emergidas.

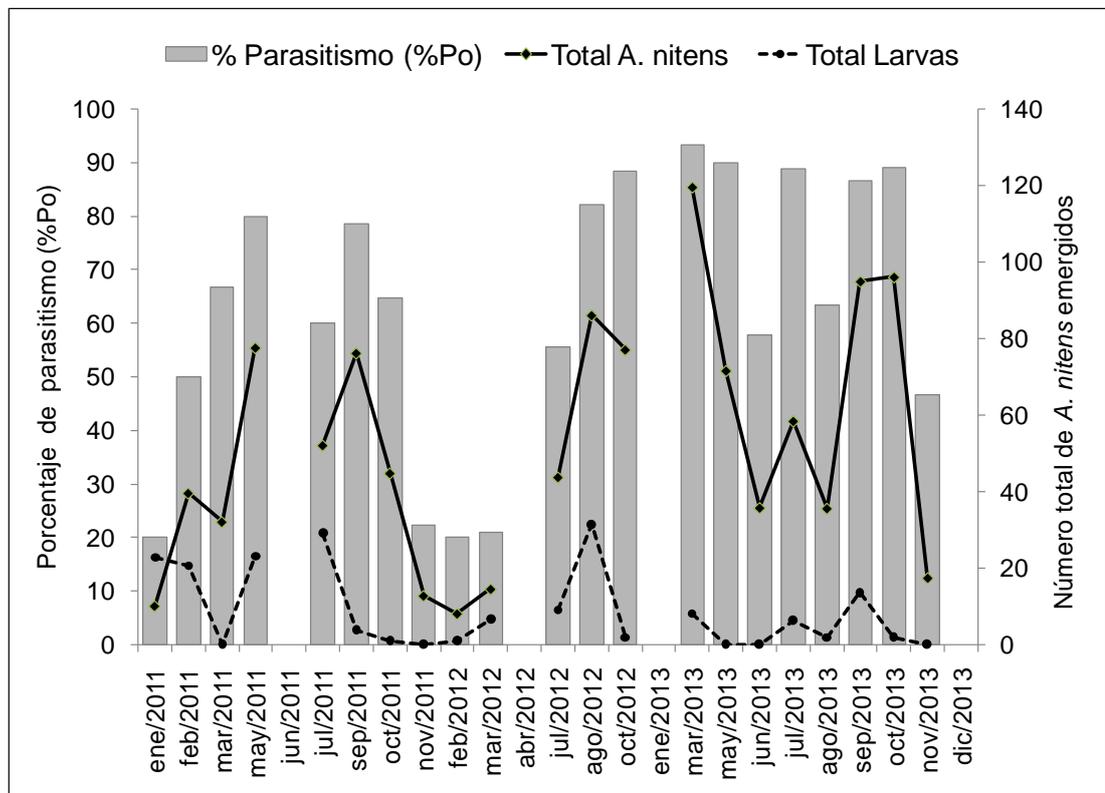


Figura 33. Porcentaje de parasitismo, número de emergencias de *A. nitens* y larvas de *G. scutellatus* en el período enero 2011- diciembre 2013. Zona Barriga Negra, Lavalleja. Fórmula utilizada para parasitismo %Po: (ootecas con emergencia de *A. nitens* / ootecas totales) \* 100. En barra gris porcentaje de parasitismo, línea continua negra total de *A. nitens* emergidos y línea punteada negra total de larvas de *G. scutellatus* emergidas.

Tabla 3. Correlación de Spearman entre el parasitismo estimado mediante las diferentes fórmulas y el número de emergencias de larvas de *G. scutellatus* (larvas G.s).

Sitio	Variable A	Variable B	r de Spearman	df	p	La correlación es significativa ?
CC	larvas G.s	%P	-0,91	21	<0.001	si
	larvas G.s	%Ps	-0,93	21	<0.001	si
	larvas G.s	%Po	-0,05	21	0,84	no
BN	larvas G.s	%P	-0,9	21	<0.001	si
	larvas G.s	%Ps	-0,95	21	<0.001	si
	larvas G.s	%Po	0,06	21	0,77	no

En resumen, las diferentes fórmulas de cálculo de los niveles de parasitismo por *Anaphes* servirían para obtener información útil durante la implementación de los controles de *G. scutellatus* a campo. Por un lado, la fórmula de cálculo en base a las ootecas parasitadas (%Po) sería la indicada para elegir los sitios donde colectar *A. nitens*, ya que se correlaciona mejor con los adultos de *A. nitens* emergidos. Por otro lado, se utilizaría la fórmula de cálculo clásica (%P) y la que considera los superparasitismos (%Ps) para determinar en qué sitios liberar los *Anaphes*, ya que con ella se correlaciona mejor el descenso en el nivel de parasitismo y el incremento en el número de emergencias de *Gonipterus* de las ootecas.

#### 4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que *G. scutellatus* presenta dos generaciones anuales con dos picos de posturas de ootecas, ocurriendo el mayor en el mes de octubre y uno menor durante marzo. Los daños provocados por las larvas y los adultos no se correlacionaron con los niveles poblacionales registrados para las ootecas. Solamente se correlacionaron los daños con los niveles poblacionales de larvas para la zona de Cerro Colorado. El parasitismo por *A. nitens* ocurre durante todo el año pero con una marcada estacionalidad, alcanzando máximos en primavera, y mínimos durante el verano. Respecto a las fórmulas para el cálculo de los niveles de parasitismo, se comprobó que la expresión que mejor se correlaciona con el número de *A. nitens* emergidos es %Po; por el contrario, las que mejor se asocian con el número de emergencias de *G. scutellatus* serían las fórmulas %P y %Ps.

##### 4.1 DINÁMICA POBLACIONAL DE *G. SCUTELLATUS* Y DAÑO ASOCIADO

Los dos picos de postura de ootecas nos indican la presencia de dos generaciones de *G. scutellatus* en el año. Estos resultados son similares a lo reportado para Australia (Tooke, 1953; citado por Oliveira, 2006), para el Noroeste de España (Mansilla y Pérez, 1996), para Francia (Rabasse y Perrin, 1979), Argentina (Marelli, 1928) y para Uruguay (Bentancour y Scatoni, 2010), en donde se han observado dos generaciones de *G. scutellatus* al año.

En Brasil, Oliveira (2006) observó que los picos de posturas de huevos ocurrían en la primavera, durante setiembre-octubre y a fines del verano, lo cual coincide con lo observado en este estudio.

Tanto para Lavalleya como Florida se observó que durante los meses de junio y julio se registran muy pocas ootecas en campo, esto debido

posiblemente a las bajas temperaturas registradas en invierno, en donde se observa poca actividad de *G. scutellatus*. Con el aumento de las temperaturas hacia setiembre se observan los gorgojos muy activos y apareándose.

En el mes de octubre se constató un pico en la población de larvas de *G. scutellatus* en las dos zonas estudiadas para los tres años evaluados. En el año 2012 se registró el mayor aumento relativo en el número de larvas y en el año 2013 solo se registraron larvas en los meses de setiembre, octubre, noviembre para las dos zonas evaluadas. Resultados similares se registraron en España en donde la presencia de larvas se observó en la primavera (en los meses de abril y mayo) y en el otoño (en los meses de noviembre y diciembre) (Mansilla y Pérez, 1996). Los estudios realizados por Loch (2006), en el suroeste de Australia en *E. globulus*, reportan una mayor presencia de larvas de *G. scutellatus* en el mes de octubre, y la ausencia de larvas entre los meses de enero y abril. También Cordero *et al.* (1999), reportaron presencia de larvas en primavera.

En campo se observó que los adultos de *G. scutellatus* en el mes de diciembre se encuentran aferrados a las ramillas y sin actividad, no se alimentarían, posiblemente por las altas temperaturas del verano. Esto sugiere que en Uruguay el gorgojo entraría en estivación en los meses de diciembre y enero. En España (Mansilla y Pérez, 1996) reportaron un período de semi-latencia estival en el ciclo biológico de *G. scutellatus*, no observándose actividad en los meses de verano.

Con respecto a la defoliación causada por *G. scutellatus* se observaron árboles defoliados en todos los meses monitoreados, debido esto a la presencia de adultos de *G. scutellatus* en todos los meses monitoreados. El daño de las diferentes generaciones se solapa. Los adultos son longevos, viviendo entre 6 y 12 meses (Arzone y Meotto 1978), al igual

que lo observado en Brasil (Sanches, 1993; citado por Oliveira, 2006), en donde los adultos están presentes todo el año.

En el año 2013 los porcentajes de árboles defoliados son menores que los observados en los años 2011 y 2012, esto se debe a que en el año 2013 existe una menor población del insecto. Se constató menor presencia de ootecas, y adultos, y la presencia de larvas solo se observó en los meses de enero, setiembre, octubre y noviembre. Las lluvias excesivas en los meses de octubre y diciembre 2012, pudieron provocar un exceso de agua en el suelo, lugar y época del año en donde *G. scutellatus* se encuentra como pupa. El exceso de agua en el suelo pudo provocar la muerte de las pupas y por lo tanto una menor emergencia de adultos.

Al mirar la población de larvas y adultos y el porcentaje de árboles defoliados, se observa que los meses en donde existe mayor defoliación son los meses en donde existe mayor población de larvas para la zona de Cerro Colorado. Para esta zona se demostró que las defoliaciones están correlacionadas con los porcentajes de árboles con larvas de *G. scutellatus*.

Para la zona de Lavalleja, no se encontró correlación entre el porcentaje de árboles con larvas de *G. scutellatus* y el porcentaje de árboles defoliados. El monitoreo de éste insecto que se alimenta del tercio superior del árbol presenta la dificultad operativa del acceso al ápice en plantaciones con más de 4 años de edad.

Para implementar un plan de manejo de *G. scutellatus* es necesario predecir el daño, para lo cual, es necesario conocer su ciclo biológico. En nuestro país el *G. scutellatus* parece presentar dos generaciones al año. Existe una generación a la salida del invierno, en la primavera en el mes de octubre, y una segunda generación a la salida del verano, en el mes de marzo. El daño más severo lo realizan las larvas de *G. scutellatus* (Parra y González, 1999). Por lo tanto, lo ideal para implementar un manejo racional de la plaga sería poder predecir el daño en función de la presencia de

ootecas, es decir, correlacionar la presencia de ootecas con la defoliación. A su vez, *A. nitens* es un parasitoide de huevos y cuando hay presencia de ootecas en campo es cuando se tendría que liberar el parasitoide, en caso de ser necesario.

En este estudio no se encontró una correlación entre los porcentajes de árboles con ootecas y la defoliación. De existir esta correlación, sería el mejor indicador para predecir la defoliación y poder implementar medias de manejo para mitigarla. La no existencia de esta correlación se puede deber a que no todas las ootecas que se ven y que se cuentan están viables, muchas pueden ser viejas, inviables o estar parasitadas, por lo que no existe una correlación entre el número de ootecas presentes y la defoliación. Sí existe correlación entre el porcentaje de árboles con larvas y porcentaje de árboles defoliados, no sirviendo este dato para poder predecir el daño, ya que la predicción útil en términos de manejo debería de realizarse con las ootecas.

Con respecto al grado de defoliación, medido como centímetros del tercio superior defoliado se observó que es mayor en los meses de otoño. Si bien el porcentaje de árboles defoliados es mayor en primavera, el grado de defoliación es mayor en otoño. Este se puede deber a que la defoliación en la primavera puede verse “camuflada” por el rápido crecimiento de los árboles.

Para evitar este “camuflado en la defoliación”, se podría haber medido la defoliación en los brotes tiernos para evaluar el daño al igual que lo realizado por Loch en el año 2006. Sin embargo, Loch (2006) demostró que la defoliación medida en ápice principal de la copa sigue la misma tendencia que la defoliación estimada en los brotes tiernos.

#### 4.2 PARASITISMO POR *A. NITENS*

El objetivo del cálculo de parasitismo es conocer cuáles son los niveles de *A. nitens* en campo, ya que el control de *G. scutellatus* utilizando *A. nitens* se basa en la colecta de ootecas de plantaciones con altos niveles de parasitismo y la liberación de adultos de *A. nitens* en áreas con bajo nivel de parasitismo y alta incidencia de la plaga. Por lo tanto, de las diversas formas propuestas para la estimación de los niveles de parasitismo existentes en la literatura, se debería utilizar la que mejor correlacione el valor del nivel de parasitismo con la emergencia de adultos de *A. nitens*. Para este objetivo, la fórmula que mejor refleja la población de *A. nitens* es la basada en las ootecas con emergencia de *A. nitens* (%Po).

El parasitismo calculado con la fórmula tradicional (%P) para la zona de Cerro Colorado fue superior a 50 % para todos los meses monitoreados. Con estas dos fórmulas de calcular el parasitismo no se considera el superparasitismo que presenta *A. nitens*. Utilizando la fórmula que considera el superparasitismo (%Ps), se observó valores de parasitismo para la zona de Cerro Colorado superiores a 70 % para todo el período considerado, a excepción del mes de enero 2012 con un valor de 50 %. Con esta fórmula los valores de parasitismos fueron altos debido a que asume que todas las ootecas en donde no emergió *A. nitens* ni larvas de *G. scutellatus* (ootecas inviables) están superparasitadas. Asume que todas las ootecas que están inviables es porque *A. nitens* las superparasitó, no considerando otras causas de mortalidad de las ootecas.

Usando la fórmula para el cálculo de parasitismo %Po se observa que el número de *A. nitens* emergidos sigue la misma tendencia que los porcentajes de parasitismos calculados por esta fórmula. Esta fórmula de cálculo se correlaciona significativamente con el número de *A. nitens*, por lo que es la mejor forma de estimar cual es el nivel poblacional de adultos *A. nitens* en campo.

Con respecto a los niveles de parasitismo, se registró que aumentan hacia la primavera y bajan luego de octubre hasta diciembre, para las dos zonas evaluadas. En los meses de diciembre y enero existen árboles con ootecas, aunque con porcentajes bajos, menores a 25 % para todos los años (Figura 26). Si miramos los valores de parasitismo (%Po) se observa que para los meses de diciembre y enero los valores son 0 %, no hay parasitismo en esos meses. La causa de esto es que las ootecas que se ven, no son ootecas nuevas y frescas. Posiblemente con el tipo de monitoreo realizado en donde no se llega a tener acceso al ápice, esas ootecas que se ven y que se registran son ootecas “viejas”. Se ha observado en campo que en los meses de diciembre y enero *G. scutellatus* se encuentra con baja actividad fisiológica, se observa aferrado a las ramas, protegido del sol a la sombra de las hojas, lo que sugiere que no oviponen en dicha época. En consecuencia, dado que *A. nitens* es estrictamente dependiente de su huésped, no tendría huevos frescos de *G. scutellatus* en los cuales oviponer y poder desarrollar su ciclo. Debido a esto, es altamente probable que se observe un descenso de la población de *A. nitens* durante diciembre y enero. En el mes de marzo, el parasitismo comienza a aumentar, asociado al aumento de ootecas de *G. scutellatus*, llegando en mayo a porcentajes superiores al 80 % para los años 2011 y 2013 en las dos zonas estudiadas. En los meses de junio y julio se da nuevamente un descenso en el número de ootecas. En este período se observan porcentajes de árboles con ootecas menores a 15 % para todos los años evaluados en la zona de Cerro Colorado y valores inferiores a 30 % para la zona de Barriga Negra. En consecuencia, al disminuir las posturas de su huésped, disminuirían los sitios para la oviposición de *A. nitens*, sumándose esto a las bajas temperaturas propias del invierno. Sin embargo, Tooke (citado por Hanks *et al.*, 2000) reporta que *A. nitens* es bastante tolerante a las bajas temperaturas, pero la persistencia de las poblaciones depende de la disponibilidad continua de huevos de *G. scutellatus*. *A. nitens* fue más eficaz en las zonas costeras de Sudáfrica, en donde las temperaturas

invernales fueron leves, suficientes para permitir la ovipostura del gorgojo durante todo el año. Sin embargo, en zonas más frías, la prolongada ausencia de ootecas durante el invierno (más de 6 semanas) resultó en baja abundancia de parasitoides en la primavera. Tooke (citado por Hanks *et al.*, 2000) estima que la oviposición por el gorgojo se inhibe a temperaturas por debajo de 5,48 °C. En nuestro estudio, se observaron porcentajes de parasitismo superiores a 40 % para el mes de junio y valores cercanos a 70 % para el mes de julio de los años 2011 y 2013 para la zona de Cerro Colorado. En Barriga Negra se observaron porcentajes de parasitismo de 60, 55 y 89 % para el mes de julio en los años 2011, 2012 y 2013, respectivamente. Con estos datos podríamos decir que en los años de este estudio, las poblaciones de *A. nitens* no mostraron un descenso marcado durante el invierno ya que había ootecas para parasitar. De hecho, al final del invierno, durante el mes de agosto, los parasitismos aumentan hasta llegar a su máximo en la primavera.

Durante la primavera, en el mes de noviembre, para los tres años evaluados, se observó un alto número de ootecas inviábiles. Para el caso de *A. nitens*, esto podría deberse a que las ootecas estarían superparasitadas. En el Noroeste de España (Cordero *et al.*, 1999) se ha observado que cuando la densidad de parasitoides es alta, la incidencia del superparasitismo aumenta. Tooke (Cordero *et al.*, 1999) indica que el superparasitismo es común en *A. nitens* al final del verano, cuando la densidad del parasitoide es máxima. La emergencia de más de un adulto de *A. nitens* por huevo de *G. scutellatus* es muy raro (Cordero *et al.*, 1999), siendo el resultado usual del superparasitismo la muerte de la larva del parasitoide. Este hecho evidencia una relación de dependencia negativa respecto a la densidad poblacional, en la cual un aumento de la densidad de *A. nitens* implica un descenso correlativo en su población. Por lo tanto, es de esperar que las hembras de *A. nitens* se dispersen en busca de parches con menores densidades de parasitoides, existiendo además una alta presión de

selección para que las hembras puedan discriminar ootecas parasitadas de las no parasitadas, como ya se comprobó para otra especie del mismo género, *Anaphes iole* (Cordero *et al.*, 1999).

#### 4.3. MANEJO DE *G. SCUTELLATUS* CON *A. NITENS*

El manejo de *G. scutellatus* en las plantaciones de *Eucalyptus* debe tender a reducir las poblaciones de larvas, ya que es el primer estado de desarrollo que ocasiona el daño, es el de mayor importancia en el follaje joven apical y se acentúa durante el crecimiento de primavera. Debido a que la obtención de adultos de *A. nitens* se hace mediante la colecta de ootecas parasitadas y su liberación en sitios con baja densidad del parasitoide, pero con alta incidencia de *G. scutellatus*, la elección de los sitios de colecta y liberación es de crucial importancia para un correcto manejo de la plaga. Los resultados obtenidos de este estudio sugieren realizar monitoreos poblacionales a la salida del invierno e inicio de la primavera, de agosto a setiembre, y al final del verano, en el mes de febrero, períodos previos a los picos de oviposición. La ausencia de correlación entre el porcentaje de árboles con ootecas y la defoliación, no permite establecer una forma eficiente de predicción del daño en función de dicha variable poblacional de la plaga. Esto se debió muy probablemente a dos factores: a la imposibilidad de acceder a las parcelas durante todos los meses del año, lo que no permitió realizar correlaciones desfasadas, y a la dificultad de separar el daño previo de *G. scutellatus* del daño que se estaba midiendo. En este sentido, y durante la planificación de trabajos similares, se deberá tener en cuenta la poca presencia de larvas en el invierno y el verano, ya que en estas épocas, la probabilidad de que el daño registrado provenga de meses anteriores sería mayor. Independientemente de la necesidad de tener en cuenta la acumulación del daño al momento de realizar la medición, las dificultades de acceso a los ápices, tanto para el registro del daño como de

la dinámica poblacional de *G. scutellatus* y de *A. nitens* deberá de ser tenida en cuenta. Por un lado, se debería tender a monitorear plantaciones jóvenes de 1 a 4 años de edad, ya que con 5 años no se visualiza el ápice principal y no se tiene acceso a la población de *G. scutellatus* ni de su controlador biológico. Al monitorear plantaciones más jóvenes y al tener acceso al ápice se puede evitar medir una defoliación anterior, y cuantificar lo que ocurre en la época de crecimiento a medir. Para obtener la cuantificación de la población de *G. scutellatus* se podrían tomar 4 ramas de cada árbol, una de cada punto cardinal y contar la cantidad de insectos en cada estadio.

Respecto al control de *G. scutellatus*, y para decidir en qué sitios se debería de liberar el parasitoide *A. nitens*, se debería de poder tener una forma de predecir los sitios donde se produciría mayor defoliación, a través de la correlación entre la defoliación y el nivel poblacional de las ootecas. Sin embargo, la no existencia del correlato, implica la necesidad de adoptar otros criterios de decisión.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los niveles de parasitismo demostraron que serían de utilidad tanto para la selección de los sitios de donde se colectaría el parasitoide, así como para la selección de los sitios donde la incidencia de *G. scutellatus* sería mayor. Dado que la obtención de datos de las ootecas en el laboratorio se completa en su mayor parte durante los primeros 10 días, sería posible ejecutar la evaluación de parasitismo, la estimación de la emergencia de larvas de las ootecas, y la liberación de *A. nitens* en los momentos claves. De esta forma, y a pesar de que en el presente estudio no se encontró una correlación entre ootecas y daño, el seguimiento de la emergencia de larvas de *G. scutellatus* y adultos de *A. nitens* de parcelas de monitoreo, permitiría planificar los momentos más adecuados para liberar el controlador y seleccionar tanto los sitios de colecta del parasitoide (aquellos con alto número de *A. nitens* por ooteca), como los sitios de liberación (aquellos de alta incidencia de la paga).

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que *G. scutellatus* presenta dos generaciones al año, con dos máximos de presencia de ootecas: uno mayor en primavera en el mes de octubre y uno menor en otoño en el mes de marzo. El valor máximo para el período evaluado es de 89 % de los árboles de la parcela con presencia de ootecas. Con respecto a las larvas de *G. scutellatus* se observó dos máximos poblacionales en el año, uno en primavera y uno menor en otoño. El valor máximo para el período es de 44 % de los árboles de la parcela con presencia de larvas. Los adultos estuvieron presentes todos los meses del año durante el período evaluado, fluctuando entre 2 a 50 % de los árboles de la parcela con presencia de adultos.

En referencia al daño causado por *G. scutellatus* se observaron árboles defoliados durante todo el año. Esta defoliación es mayor en los períodos de los picos poblacionales de larvas, alcanzando un valor máximo de 60 % para la zona de Cerro Colorado y un máximo de 26 % para la zona Barriga Negra. El grado de defoliación evidencia una defoliación promedio menor a 30 cm del ápice. La defoliación se reduce en el mes de noviembre, debido a que las larvas disminuyen y a que el crecimiento de los árboles en primavera compensa el daño de los meses previos. Se correlacionó la defoliación con el nivel poblacional de larvas para la zona de Cerro Colorado.

Los parasitismos por *A. nitens* ocurre en todos los meses del año, pero con una marcada estacionalidad, alcanzando máximos en primavera, y mínimos durante el verano. Con la fórmula de cálculo de los niveles de parasitismo %Po, se registraron valores de parasitismo entre 20 a 93 %.

En relación a las fórmulas para el cálculo de los niveles de parasitismo, se comprobó que la expresión que mejor se correlaciona con el número de *A. nitens* emergidos es %Po; por el contrario, las que mejor se asocian con el número de emergencias de *G. scutellatus* serían las fórmulas %P y %Ps.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Alzugaray R, Landeras E, Braña M. 2004. Evolución y situación de *Gonipterus scutellatus* Gyll. y su parásito *Anaphes nitens* Hubber en el Principado de Asturias durante los años 2001 y 2002. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas. 30: 331-338
- Arzone A, Meotto F. 1978. Reperti biologici su *Gonipterus scutellatus* Gyll. (Col. Curculionidae) infestante gli eucalipti della Riviera Ligure. Redia. 61: 205-222
- Bachiller P, Cadahía D, Ceballos G, Ceballos P, Cobos JM, Cuevas P, Dafaucé C, Dávila J, González JR, Hernández R, Ledesma L, Mallén JA, Molina J, Montoya R, Neira M, Obama E, Riesgo A, Robredo F, Romanyk N, Rupérez A, Sánchez A, Soria S, Toimil FJ, Torrent JA, 1981. Plagas de insectos, en las masas forestales Españolas. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 189-192
- Baldini A, Cogollor G, Sartori A, Aguayo J. 2005. Control biológico de plagas forestales de importancia económica en Chile. Santiago de Chile: Talleres de Carlos Cipriano Mora Díaz. Corporación Nacional Forestal (CONAF) 205p
- Bentancourt CM, Scatoni IB. 2010. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Tercera edición. Montevideo: Facultad de Agronomía. 582 p.
- Bentancourt CM, Scatoni IB. 2001. Enemigos naturales. Manual ilustrado para la agricultura y la forestación. Montevideo: Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. 169p
- Collett NG, Neumann FG. 2002. Effects of simulated chronic defoliation in summer on growth and survival of blue gum (*Eucalyptus globulus* Labill.) within young plantations in northern Victoria. Australian Forestry. 65: 99- 106.

- Cordero A, Santolamazza S. 2003. Eucalyptus, *Gonipterus* y *Anaphes*: un ejemplo de control biológico en un sistema tri- trófico. Actas del Simposio Internacional sobre Socioeconomía, Patología, Tecnología y Sostenibilidad del Eucalipto. España. Cátedra ENCE. 81-94.
- Cordero A, Santolamazza S. 2000. The effect of three species of Eucalyptus on growth and fecundity of the eucalyptus snout beetle *Gonipterus scutellatus*. Forestry, Oxford. 73 (1): 21-29
- Cordero A, Santolamazza S, Andrés JA. 1999. Life cycle and biological control of the *Eucalyptus* snout beetle (Coleoptera, Curculionidae) by *Anaphes nitens* (Hymenoptera, Mymaridae) in north- west Spain. Agricultural and Forest Entomology 1: 103-109
- DGF (Dirección General Forestal). 2012. Bosques plantados registrados Eucalyptus [En línea]. Montevideo: MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca). Consultado 28 de enero de 2016. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,dgf,dgf-recurso-forestal,O,es,0>
- Estay S, Araya JE, Guerrero MA. 2002. Biología de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en San Felipe, Chile. Boletín Sanidad Vegetal, Plagas 28: 391-397
- Freitas S. 1991. Observacoes sobre a alimentacao do *Gonipterus gibberus* (Boisduval, 1935) (Coleoptera, Curculionidae) em eucaliptos. Piracicaba. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 20(2): 334-338
- Hanks LM, Millar JG, Paine TD, Cambell CD. 2000. Classical Biological Control of the Australian weevil *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) in California. Environmental Entomology. 29 (2): 369-375
- IEFC (Institut Européen de la Forêt Cultivée). 2016. Data sheet in Common Forest Pests and Diseases in Europe. Charançon de l'eucalyptus,

Gonipterus scutellatus [En línea]. Consultado 5 de febrero de 2016.  
Disponible en: [http://www.iefc.net/?page=bdd/patho/patho\\_affiche.php&id\\_fiche=59&langue=es](http://www.iefc.net/?page=bdd/patho/patho_affiche.php&id_fiche=59&langue=es)

Lanfranco D, Dungey HS. 2001. Insect damage in *Eucalyptus*: a review of plantations in Chile. *Australian Journal of Ecology*. 26: 477-481

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 Ecology and Management*. 260: 1324–1332.

Loch AD. 2008. Parasitism of the Eucalyptus weevil, *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, by *Anaphes nitens* Girault, in *Eucalyptus globulus* plantation in southwestern Australia. *Biological Control* 47: 1-7

Loch AD. 2006. Phenology of *Eucalyptus* weevil, *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), and chrysomelid beetles in *Eucalyptus globulus* plantations in south-western Australia. *Agricultural and Forest Entomology*. 8: 155-165

Loch AD, Floyd RB. 2001. Insect pest of Tasmanian blue gum *Eucalyptus globulus* in south-western Australia: history current perspective and future prospects. *Australian Journal of Ecology*. 26:458-466

Mansilla JP, Pérez R, Salinero MC. 1998. Introducción en la Península Ibérica de *Anaphes nitens* Huber, parásito del defoliador del eucalipto *Gonipterus scutellatus*. *Montes, Revista de ámbito forestal* 51: 42-46

Mansilla JP, Pérez R. 1996. El defoliador del eucalipto *Gonipterus scutellatus*. *Phytoma. España*. 81: 36-42

Mansilla JP, Salinero MC, Pérez R. 1995. Revisión 1994 del área de dispersión de *Gonipterus scutellatus* Gyll. en Galicia. *Boletín de Sanidad Forestal y Plagas*. 21(2): 277- 280

- Mansilla JP. 1992. Presencia sobre *Eucalyptus globulus* Labill de *Gonipterus scutellatus* Gyll. (Col. Curculonidae) en Galicia. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas. 18 (3): 547-554
- Mally CW. 1924. The Eucalyptus snout-beetle (*Gonipterus scutellatus*). Journal of Department of Agricultural Union of South Africa. 9:415-442
- Marelli CA. 1928. Estudio sobre una peste de los eucaliptos descubierta en la Argentina. La Plata, Ministerio de Obras Públicas. Memorias del Jardín de Zoología de la Plata. 3: 51-183
- Morey CS, Porcile JF. 2006. Aspectos Fitosanitarios del Desarrollo Forestal en Uruguay: antecedentes históricos y una década de sucesos. [En línea]. Consultado el 23/11/2011. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF>.
- Mapondera TS, 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 Entomological Society. 51 (3): 175-188
- Oliveira NC. 2006. Biología de *Gonipterus scutellatus* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) em *Eucalyptus* spp. em diferentes temperaturas. Universidad Estadual Paulista "Julio De Mesquita Filho", Facultad de Ciencias Agronómicas. Tesis Doctoral. BOTUCATU-SP. 92 p.
- Parra P, González M. 1999. Gorgojo del eucalipto. Sanitario forestal. INFOR (Instituto Forestal Chile) N°2. 12p
- Pérez R, Mansilla 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*. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas, 29: 649- 658

- Pérez R, Mansilla P, Salinero MS. 2001. Evaluación de daños causados por *Gonipterus scutellatus* Gyll en Galicia. Congresos Forestales, III Congreso Forestal Español, Junio 2001. 8p
- Pinkard EA, Quentin A, Battaglia M, Wardlaw TJ, Mohammed CL. 2007. The Physiology of Host Responses to Pest Attack in *E. globulus* Plantations. En: Proceedings IUFRO working Group 2.08.03. Eucalypts and diversity; Balancing productivity and sustainability, 22- 26 October 2007, Durban, South Africa. 10p
- Pinkard EA. 2003. Physiological and growth responses related to pattern and severity of pruning in young *Eucalyptus globulus*. Forest Ecology and Management. 182: 231- 245
- Rabasse J, Perrin H. 1979. Introduction en France du Charancon de l'Eucalyptus, *Gonipterus scutellatus* Gyll. (Col. Curculionidae). Annales de Zoologie Ecologie Animale. 11(3) 337-347
- Reis AR, Ferreira L, Tomé M, Araujo C, Branco M. 2012. Efficiency of biological control *Gonipterus platensis* (Col. Curculionidae) by *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) in cold areas of the Iberian Peninsula: Implication for defoliation and wood production in *Eucalyptus globulus*. Forest Ecology and Management. 270: 216-222
- Richardson KF, Meakins RH. 1986. Inter-and intra specific variation in the susceptibility of Eucalypts to the snout beetle *Gonipterus scutellatus* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae). South African Forestry Journal. 139: 21-31
- 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(3): 464- 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). Arquivos do Instituto Biológico. 67: 77-82.
- Santolamazza S, Rodríguez A, Cordero A. 2006. Thermal requirements and phenology of the Eucalyptus snout beetle *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal. Journal of Applied Entomology. 130 (6/7): 368-376
- Santolamazza S, Fernández 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. Journal of applied Entomology. 128 (9/10): 620-727
- 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
- Trujillo PA. 1963. Breve historia entomológica uruguaya. Montevideo, /s.e./ 80 p.
- Uruguay XXI. 2016. Promoción de Inversiones y Exportaciones. Sector Forestal. Setiembre 2016. Disponible en: <http://www.uruguayxxi.gub.uy/informacion/wp-content/uploads/sites/9/2016/10/Sector-Forestal-2016.pdf>
- Wilcken CF, Dal Pogetto MHFA, Couto EB, Ferreira Filho PJ. 2005. Eficiência de *Beauveria bassiana* (Boveril) no controle do gorgulho do eucalipto *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) em condições de laboratório. En: Simpósio de Controle Biológico (9º, 2005, Recife). Anais do Simpósio de Controle Biológico. Recife: Fiocruz v1, p109.

Wills JA, Burdidge TE, Abbott I. 2004. Impact of repeated defoliation on jarrah (*Eucalyptus marginata*) saplings. Australian Forestry. 67: 194-198

## 7. ANEXOS

### 7.1. ANEXO 1.

#### **Dinámica poblacional de *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) y parasitismo por *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae)<sup>1</sup>**

María Pía Rosales\* , Martin Bollazzi

*Unidad de Entomología, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Av. Garzón 780. 12900 Montevideo. Uruguay. bollazzi@fagro.edu.uy, mpr@fibra.com.uy*

\*) autor para correspondencia

---

<sup>1</sup> Este capítulo fue escrito bajo el formato de Artículo de investigación de la revista Agrocencia Uruguay

## Resumen

### Dinámica poblacional de *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) y parasitismo por *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae)

Entre los insectos defoliadores de *Eucalyptus*, *Gonipterus scutellatus* es considerado el de mayor importancia a nivel mundial, siendo *E. globulus* la especie más susceptible a su ataque. Los objetivos del presente trabajo son cuantificar la dinámica poblacional de *G. scutellatus* a lo largo del año, así como evaluar el daño asociado a la presencia del insecto y el nivel de parasitismo alcanzado por su controlador biológico *Anaphes nitens*. En plantaciones de *E. globulus* se monitorearon los niveles poblacionales de *G. scutellatus*, y los niveles de parasitismo alcanzados por *A. nitens*. Los resultados muestran que los adultos de *G. scutellatus* se encuentran durante todo el año. Las larvas presentan dos máximos poblacionales en los meses de octubre y marzo, mientras que las ootecas, aunque presentes durante todo el año, también exhiben dos picos poblacionales que preceden al correspondiente de las larvas. El daño se evidencia durante todo el año pero siendo de mayor importancia en otoño y primavera, coincidiendo con el incremento anual de la presencia de larvas. Los niveles de parasitismo obtenidos para *A. nitens* variaron entre el 30 % y el 70 % dependiendo de la fórmula utilizada, sin embargo las emergencias de adultos de *A. nitens* se correlacionaron positivamente solo con la fórmula que considera las ootecas como unidad base de cálculo. Se discute la importancia de la realización de monitoreos poblacionales de *G. scutellatus* y su relación con la estimación del daño, así como su valor para determinar los momentos de liberación de *A. nitens*.

**Palabras clave:** *Gonipterus scutellatus*, *Eucalyptus globulus*, dinámica poblacional, parasitismo, *Anaphes nitens*.

## Summary

### Population dynamics of *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) and parasitism by *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae)

Among *Eucalyptus* defoliators, *Gonipterus scutellatus* is considered the most important worldwide, being *E. globulus* one of the most susceptible species to its attack. This work was aimed to quantify the population dynamics of *G. scutellatus* throughout the year, assessing damage related to insect presence and level of parasitism reached by its parasitoid *Anaphes nitens*. The presence of *G. scutellatus*, the associated damage and the parasitism level reached by its parasitoid *A. nitens*, was recorded monthly, in *E. globulus* plantations. Results show that *G. scutellatus* adults are to field all year round. Larvae present two population peaks in the months of October and March. Oothecas, although are present throughout the year, also exhibit two population peaks preceding larvae peaks, although it is worth noting the absence of viable eggs in the months of December and January. Since damage is caused by both adults and larvae, it is evident throughout the year, but still more important in autumn and spring, coinciding with the annual increase in the presence of larvae. Parasitism levels obtained for *A. nitens* ranged between 30 and 70 %, depending on the formula used for calculations, nevertheless emergency of *A. nitens* adults correlated positively only with the formula considering oothecas as calculation unit. The importance of conducting population monitoring of *G. scutellatus* and its relationship to damage estimation, as well as, its value to establish *A. nitens* release opportunities is discussed.

**Keywords:** *Gonipterus scutellatus*, *Eucalyptus globulus*, population dynamics, parasitism, *Anaphes nitens*

## Introducción

*Gonipterus scutellatus* (Gyllenhal, 1833) (Coleoptera: Curculionidae) es considerada la principal especie dentro de los escarabajos defoliadores de *Eucalyptus* del mundo. En el suroeste de Australia, *G. scutellatus* ha sido identificada como la plaga más dañina de las plantaciones establecidas de *E. globulus* Labill (Loch y Floyd, 2001; Loch, 2006; Loch y Matsuki, 2010).

*G. scutellatus*, fue reportada por primera vez para América en Argentina en el año 1925 (Marelli, 1928). Según Trujillo (1963) *G. scutellatus* y *G. gibberus* están presentes en Uruguay desde el año 1937 y se han aclimatado perfectamente en nuestro país. En Brasil el género *Gonipterus* fue relatado inicialmente en el estado de Rio Grande do Sul, representado por *Gonipterus gibberus* en 1955 (Rosado-Neto, 1993). Posteriormente en el año 1979 se reportó *G. scutellatus* en el estado de Paraná (Oliveira, 2006). En Chile la primera detección fue realizada en 1998 en la V Región (Baldini, 2005).

*G. scutellatus* causa daños durante los estados larval y adulto (Mansilla, 1992), atacando principalmente el tercio superior de la planta hospedera. Las larvas provocan el mayor daño al consumir gran parte de la superficie foliar (Parra y González, 1999). Los dos primeros estadios larvales se alimentan de la epidermis de la hoja que se encuentra bajo su cuerpo, mientras que el tercer y cuarto estadio larval se alimentan de todo el limbo foliar, comiendo incluso los brotes y hojas juveniles tiernas (Mansilla, 1992).

Las defoliaciones ocasionadas por larvas y adultos de este insecto causan disminuciones en las tasas de crecimiento anual y el vigor de las plantaciones de *Eucalyptus*. Solo defoliaciones muy intensas en plantaciones juveniles pueden producir atraso en el crecimiento que implique pérdida económica. Al alimentarse del brote principal provoca

malformaciones del fuste y reducciones de la altura del árbol en torno a un 30 % del crecimiento bianual (Mansilla *et al.*, 1998). Loch y Matsuki (2010) estudiaron los daños ocasionados por *G. scutellatus* en plantaciones de *E. globulus* de tres años y medio en Tasmania, Australia. Las pruebas de exclusión con insecticidas mostraron cierta evidencia de la reducción del crecimiento de *E. globulus* provocada por la defoliación de *G. scutellatus* y otros escarabajos defoliadores de menor importancia. El mayor impacto de la defoliación sobre el crecimiento del árbol fue evidente durante el período de exclusión de insectos, cuando se registraron las tasas de crecimiento relativo más elevado para los árboles tratados con insecticida, las cuales eran significativamente mayores que las tasas relativas de crecimiento de los árboles no tratados en dos de las cuatro plantaciones. La divergencia entre los volúmenes de madera de las parcelas tratadas y no tratadas también fue evidente, sobre todo cuando los árboles eran de 5,5 - 6 años de edad, al final del período de exclusión de insectos. Sin embargo, al final del turno de plantación, a los doce años de edad, no existieron diferencias en el rendimiento entre las parcelas que fueron excluidas de la presencia de *G. scutellatus* y las que no lo fueron.

En cuanto a la sensibilidad de las diferentes especies de *Eucalyptus* al ataque de *G. scutellatus*, Tooke en Sudáfrica en 1955 (citado por Oliveira, 2006) presentó una lista con cuatro grupos de especies y relacionó el grado de ataque de *G. scutellatus*, observado durante 25 años. Las cuatro categorías son: severamente atacadas (*E. globulus*, *E. maidenii*, *E. viminalis*, *E. smithii*, entre otros), poco atacadas (*E. saligna*, *E. sideroxyton*, *E. bicolor*, entre otros), aparentemente inmunes al ataque (*E. botryoides*, *E. citriodora*, *E. cinerea*, entre otros) y regionalmente atacadas (*E. punctata*, *E. rostrata*, *E. tereticornis*, entre otros). Rabasse y Perrin (1979) consideraban a *E. globulus*, *E. viminalis* y *E. camaldulensis* como sensibles. En

Galicia únicamente se ha encontrado daño sobre *E. globulus* que es la especie más abundante en la región y en *E. obliqua* (Mansilla *et al.*, 1995).

Respecto a su ciclo biológico en Sudamérica, se han observado dos generaciones en Argentina (Marelli, 1928) y dos en Brasil en la región de Curitiba, siendo una emergente en verano y otra en otoño (Oliveira, 2006). En Curitiba en Brasil la fase adulta ocurre durante todo el año y los primeros huevos surgen al final de agosto y continúan hasta febrero (Oliveira, 2006). En Chile en la V Región se constató que *G. scutellatus* tiene tres a cuatro generaciones al año (Estay *et al.*, 2002). En Uruguay los ciclos de vida duran aproximadamente de siete a nueve semanas y existen dos a tres generaciones anuales (Betancourt y Scatoni, 2010).

Luego de la cópula la hembra ovipone en los brotes tiernos fundamentalmente del tercio superior de la copa (Baldini *et al.*, 2005). Los huevos se encuentran agrupados en una cápsula marrón o negra conocida como ooteca que contiene normalmente entre 6 y 10 huevos (Bachiller *et al.*, 1981). El período embrionario dura entre 10 a 20 días, al cabo del cual nacen pequeñas larvas glabras, ápodas, convexas transversalmente y aplanadas centralmente. La duración del estado larval fluctúa entre los veintiocho y cuarenta días (Baldini *et al.*, 2005). Presenta cuatro estadios larvarios; en los dos primeros, las larvas son de un color amarillo claro, con puntos negros en posición dorsal, con una longitud de entre 1,5 – 2,5 mm para el primer estadio y 2,7- 4,8 mm para el segundo estadio (Baldini *et al.*, 2005). En el tercer y cuarto estadio la larva es de color amarillo verdoso, con dos bandas longitudinales oscuras a cada lado, siendo, más acentuadas en el último estadio. La longitud del tercer y cuarto estadio es entre 5 a 7 mm y 7,5 a 12 mm respectivamente (Baldini *et al.*, 2005). Al llegar al último estadio larval, las larvas se desprenden del árbol que se alimentaron,

enterrándose en el suelo a una profundidad de tres a cinco centímetros, donde construyen una celdilla, donde se llevará a cabo la pupación del insecto durante un período de 30 a 40 días (Bachiller *et al.*, 1981). La pupa mide unos 8 mm de largo, es blanca y traslúcida apenas formada y no se encuentra contenida en un capullo (Baldini *et al.*, 2005). El adulto recién emergido vuela hacia los eucaliptus para alimentarse del follaje principalmente de los brotes nuevos y pueden observarse a lo largo de todo el año, con dos aumentos poblacionales, uno a inicios de primavera y otro a principios de otoño (IEFC, 2016). La hembra inicia la oviposición después de aproximadamente 20 a 25 días de alimentación en hojas tiernas de las brotaciones nuevas (variable según la estación) (Arzone y Meotto, 1978). La ausencia de hojas nuevas y tiernas es un factor limitante para la oviposición (Oliveira, 2006).

El manejo de *G. scutellatus* se ha efectuado basándose principalmente en el control biológico por medio de parasitoides, por sobre la utilización del control químico, o la plantación de variedades resistentes (Baldini *et al.*, 2005; Oliveira, 2006).

En 1926 fue descubierta una avispa nativa de Australia, descrita posteriormente como *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae), la cual parasitaba los huevos de *G. scutellatus* (Baldini *et al.*, 2005). *A. nitens* es una avispa de pequeño tamaño, midiendo su cuerpo entre 0,8 y 1 mm de largo. Los adultos son maduros sexualmente desde los primeros momentos de vida, iniciándose la cópula y la parasitación por parte de la hembra en un muy corto plazo después de emerger. La emergencia de *A. nitens* ocurre entre los 11 a 20 días después de la parasitación, pudiendo vivir hasta 20 días. En general presenta hasta 17 generaciones anuales (Mansilla *et al.*, 1998). *A. nitens* ha sido introducido y se ha establecido en prácticamente todos los países donde actualmente se distribuye *G. scutellatus*, disminuyendo las poblaciones en forma rápida y efectiva, logrando reducir los daños provocados por la

plaga. El método de control biológico con el parasitoide *A. nitens* ha demostrado ser la mejor alternativa para el control de *G. scutellatus*, con varios relatos documentados del éxito de este método: en Sudáfrica (Tooke, 1955, citado por Oliveira, 2006), en Estados Unidos (Hanks *et al.*, 2000), en Chile (Lanfranco y Dungey, 2001), en Nueva Zelandia (Withers, 2001, citado por Oliveira, 2006), en España (Cordero *et al.*, 1999), en Francia e Italia (Oliveira, 2006). Para el caso de Uruguay, *A. nitens* está presente desde el año 1941 cuando fue introducido desde Sudáfrica, estableciéndose exitosamente en todo el país a partir de entonces (Trujillo, 1963).

*A. nitens* deposita sus huevos en el interior de los huevos depositados por las hembras de *G. scutellatus* sobre las hojas de los brotes de *Eucalyptus*. Allí, las larvas del parasitoide devoran el embrión de su presa, de manera de que de cada huevo emerge una avispa de *A. nitens* (Cordero y Santolamazza, 2003). Una de sus ventajas es que corresponde a un parasitoide altamente especializado en *Gonipterus*, y no presenta ningún riesgo para otras especies de curculiónidos (Baldini *et al.*, 2005). Sin embargo, la elevada eficiencia del parasitoide puede determinar que el sistema sea inestable, debido a que existe una asimetría en los sistemas depredador–presa. *A. nitens* necesita la presencia de individuos de su presa para poder instalarse en una localidad (Cordero y Santolamazza, 2003). Cuando el parasitismo alcanza niveles muy altos, ocurre una extinción local del hospedero y del biocontrolador, por lo que en la siguiente generación del huésped el control será bajo hasta que las poblaciones de este último se recuperen (Cordero *et al.*, 1999). En consecuencia el primero en aparecer es el herbívoro, y nunca el parasitoide, lo que provoca que *G. scutellatus* produzca daños de consideración antes de ser controlado por *A. nitens* (Cordero y Santolamazza, 2003). Para evitar estas dificultades, es necesario predecir los momentos del año en que disminuye el control y efectuar liberaciones masivas para incrementar la

población de *A. nitens*. Esto, sin embargo, requiere un seguimiento detallado de la dinámica del parasitismo en parcelas de muestreo preestablecidas (Cordero y Santolamazza, 2003). En 1953, Tooke (citado por Hanks *et al.*, 2000) reporta que *A. nitens* superparasita los huevos de *G. scutellatus* (hasta 17 huevos de la avispa por huevo de *G. scutellatus*) y que las larvas del parasitoide no completan el desarrollo en los huevos que fueron superparasitados. Mansilla *et al.* (1998) también observaron fenómenos de superparasitismo como consecuencia de la parasitación de ootecas en las que ya había actuado la hembra y de las cuales no emergerán parasitoides. La existencia de superparasitismo en *A. nitens* ha dificultado encontrar una forma consensuada de expresión matemática del porcentaje de parasitismo. Muchos autores han utilizado la forma tradicional de cálculo (Cordero *et al.*, 1999; Loch, 2008) expresada en la forma:  $\% P = ((\text{emergencia de } A. nitens / (\text{emergencia de } A. nitens + \text{emergencia de } G. scutellatus))) \times 100$ . Sin embargo, la fórmula más utilizada (Hanks *et al.*, 2000; Alzugaray *et al.*, 2004; Reis *et al.*, 2012) ha sido la basada en la consideración de las ootecas como la unidad de parasitación (designada como %Po), expresada como el porcentaje de ootecas parasitadas sobre el total de ootecas, siendo su fórmula:  $\%Po = (\text{ootecas con emergencia de } A. nitens / \text{total ootecas}) \times 100$ . Hanks *et al.* (2000) confirmaron que las ootecas clasificadas como inviábiles en sus estudios, de las cuales no emergían larvas de *G. scutellatus* ni adultos de *A. nitens*, no se debía a que los huevos puestos fueran inviábiles, sino a que todos ellos habían sido superparasitados por *A. nitens*. Por lo tanto, los autores (Hanks *et al.*, 2000) modificaron la fórmula tradicional para el cálculo del parasitismo asumiendo que las ootecas en donde no hay emergencias, ootecas inviábiles, son ootecas que fueron superparasitadas, incluyéndolas así en el grupo de ootecas

parasitadas, quedando expresada la fórmula del cálculo de parasitismo como: %Ps = ((ootecas con emergencia *A. nitens* + ootecas sin emergencias) / total ootecas) x 100.

Para Uruguay, no se cuenta con información sobre la dinámica poblacional de *G. scutellatus* ni sobre el daño asociado que provoca. Tampoco se dispone de una evaluación adecuada de los niveles de parasitismo alcanzado por *A. nitens*, ni de la relación entre la dinámica poblacional del parasitoide y la de *G. scutellatus*. En un contexto de manejo integrado de la plaga se debe de generar información sobre la dinámica poblacional de la especie, y evaluar el daño asociado a sus niveles poblacionales. Conociendo el ciclo estacional, se podría buscar un método de predicción del daño en función de la presencia de un estado de desarrollo particular que nos permita predecir el daño antes de su ocurrencia. Con esta predicción se podrían implementar medidas de manejo utilizando el parasitoide de huevos *A. nitens* y evitando las defoliaciones antes de que ocurran. Es necesario también contar con un método confiable de estimación del parasitismo, ya que la liberación del parasitoide *A. nitens* se realiza colectando ootecas de plantaciones con altos niveles de parasitismo y liberando los adultos que emergen de ellas, en áreas con bajo nivel de parasitismo y alta incidencia de la plaga. Por lo tanto, de las diversas formas propuestas para la estimación de los niveles de parasitismo existentes en la literatura se debería de seleccionar la que mejor correlacione el valor del nivel de parasitismo con la emergencia de adultos de *A. nitens*. Además, se debería de considerar la utilidad del cálculo del nivel de parasitismo como medida indirecta de la incidencia de la plaga a campo, en la cual niveles decrecientes de parasitismo se correlacionen con niveles crecientes de emergencia de *G. scutellatus* de las ootecas. Por lo expuesto anteriormente, este trabajo tiene como objetivo determinar la dinámica poblacional de *G. scutellatus*, así como la asociación de esta con el

daño provocado por los diferentes estados de desarrollo. Así mismo, determinar los niveles de parasitismo de *A. nitens* asociados a la dinámica de su hospedero *G. scutellatus* y comparar las fórmulas de evaluación de parasitismo utilizadas actualmente.

## **Materiales y métodos**

Las evaluaciones se realizaron en plantaciones de *E. globulus* en la zona sur del país. En estos departamentos se encuentra el mayor número de hectáreas plantadas con *E. globulus* en el país. En los alrededores de Cerro Colorado, Departamento de Florida se seleccionaron los establecimientos Cerro Copetón, Santa Fe, Mi Generala y Cruz Roja, administrados por la empresa Cambium Forestal Uruguay S.A., totalizando un total de 6.900 hectáreas plantadas efectivas. Al momento del estudio estos establecimientos contaban con plantaciones de *E. globulus* entre 1 a 10 años de edad, con 1270 árboles por hectárea en promedio. Los establecimientos están divididos en rodales heterogéneos, en los cuales se instalaron y georeferenciaron parcelas para la realización de los estudios. Las parcelas no fueron ubicadas al azar debido a la heterogeneidad de las plantaciones respecto a la edad y especie de *Eucalyptus* plantadas. Para ubicar las parcelas, primeramente, se seleccionaron en los establecimientos descritos anteriormente, las plantaciones de *E. globulus* entre 1 y 9 años de edad que tuvieran presencia de *G. scutellatus*. Para ubicar cada parcela se buscaron rodales homogéneos del mismo origen genético y con más de 50 hectáreas, considerándose también que tuvieran buen acceso. Durante esta selección se eligieron rodales homogéneos pero que pertenecieran a diferentes orígenes genéticos. Se instaló una parcela cada aproximadamente 150 hectáreas de *E. globulus*, resultando en un total de 15 parcelas.

Cada parcela estaba compuesta por 24 árboles de forma lineal, correspondiéndose con las filas de plantación. Para marcar el árbol 1 se caminaron 20 pasos de forma perpendicular al camino más cercano para reducir el efecto borde. Luego de marcado el árbol 1, se saltaron 2 árboles y se marcó el árbol 2, se saltaron 2 árboles y se marcó el árbol 3, así de forma sucesiva, avanzando por la fila, hasta el árbol 24.

El período de evaluación abarcó desde enero del año 2011 a diciembre del año 2013, realizándose muestreos mensuales en la medida de lo posible. Durante cada visita se registraron los niveles poblacionales de *G. scutellatus*, los niveles de defoliación asociados y los niveles de parasitismo de ootecas causados por *A. nitens*. En cada muestreo se evaluaron siempre los mismos árboles.

Para el estudio de la dinámica poblacional de *G. scutellatus* se observó y registró para cada árbol de cada parcela, la presencia o ausencia del insecto en tres estados de desarrollo: ootecas, larvas y adultos. Para cuantificar la población del insecto adulto se observó todo el árbol, y para la cuantificación de las ootecas y las larvas se observó el tercio superior del árbol, por ser este el lugar donde se encuentra la mayor población de la plaga de esos estados de desarrollo. Cuando no fue posible observar el ápice debido a la altura del árbol, se extrajeron de 2 a 3 brotes laterales con tijera extensible y se cuantificó allí la población de la plaga. Para obtener la variable porcentaje de árboles con ootecas en la parcela, se contabilizaron los árboles con ootecas y se calculó el porcentaje de árboles del total de la parcela. Se realizó el mismo cálculo para obtener la variable porcentaje de árboles con larvas y porcentaje de árboles con adultos de la parcela. Esta metodología se basa en los trabajos de investigación realizados por Reis *et al.* (2012) en Portugal, y los trabajos realizados por Estay *et al.* (2002) en Chile.

Para cuantificar la defoliación causada por *G. scutellatus*, se observó desde el piso el tercio superior del árbol, estimándose los centímetros de defoliación en forma lineal y dividiéndolo en 4 categorías diferentes: 1- sin daño; 2- de 1 a 30 cm de defoliación; 3- de 31 a 70 cm de defoliación; 4- más de 70 cm de defoliación. Se utilizó como referencia los estudios realizados por Pérez *et al.* (2001) en España, en donde utilizan la defoliación del tercio superior de la copa para estimar el daño de *G. scutellatus* según una escala con 5 grados de defoliación en términos porcentuales.

Se considera que esta forma de estimar la defoliación es un método sencillo, práctico y reproducible. Para el procesamiento de la defoliación se calcularon dos variables: el porcentaje de árboles defoliados y el grado de defoliación de la parcela. Para el porcentaje de árboles defoliados en la parcela se contabilizó la cantidad de árboles con defoliación entre las categorías 2 y 4 (los que están efectivamente defoliados), y se calculó el porcentaje sobre todos los árboles de la parcela. Para calcular el grado de defoliación de la parcela (cuán defoliada está) se realiza un promedio ponderado entre los valores de defoliación obtenidos para aquellos árboles con defoliaciones ente 2 y 4.

Para evaluar el parasitismo de *G. scutellatus* por *A. nitens*, se colectaron como mínimo 20 ootecas de varios árboles de la parcela para que sean representativos de la misma. Para ello se seleccionan posturas nuevas, que se reconocen por ser de color negro brillante. Para corroborar que sean frescas se seleccionan algunas ootecas se las abren y se comprueba que contenga huevos frescos de color amarillo en su interior y luego se descartan. También se verificó que no tuvieran orificios de emergencia de *A. nitens* en la parte superior, ni orificios de salida de las larvas por debajo de la ooteca, atravesando la hoja en la que se hospeda.

Una vez en el laboratorio se seleccionan 15 ootecas que fueron colocadas de forma individual en tubos de ensayo y tapados con algodón. De esta forma se controló las emergencias de larvas de *G. scutellatus* y *A. nitens* de cada ooteca en forma individual. Las ootecas en laboratorio se mantuvieron por 30 días a una temperatura, fotoperiodo y humedad ambiente, período en el cual se registraron las emergencias de *A. nitens* y larvas de *G. scutellatus* de cada ooteca. Para estudiar el nivel de parasitismo se utilizaron las siguientes fórmulas: a)  $\%P = (\text{emergencia de } A. \textit{nitens} / (\text{emergencia de } A. \textit{nitens} + \text{emergencia de } G. \textit{scutellatus})) \times 100$ , b)  $\%Po = (\text{ootecas con emergencia de } A. \textit{nitens} / \text{total ootecas}) \times 100$ , y c)  $\%Ps = ((\text{ootecas con emergencia } A. \textit{nitens} + \text{ootecas sin emergencias}) / \text{total ootecas}) \times 100$ . Se consideraron ootecas parasitadas a aquellas en donde por lo menos emergió un parasitoide, independiente del nacimiento de las larvas del curculiónido (Sanches, 2000). Se consideraron ootecas sin emergencias o inviables a aquellas en donde no hubo emergencia del parasitoide ni de larvas del curculiónido (Hanks *et al.*, 2000).

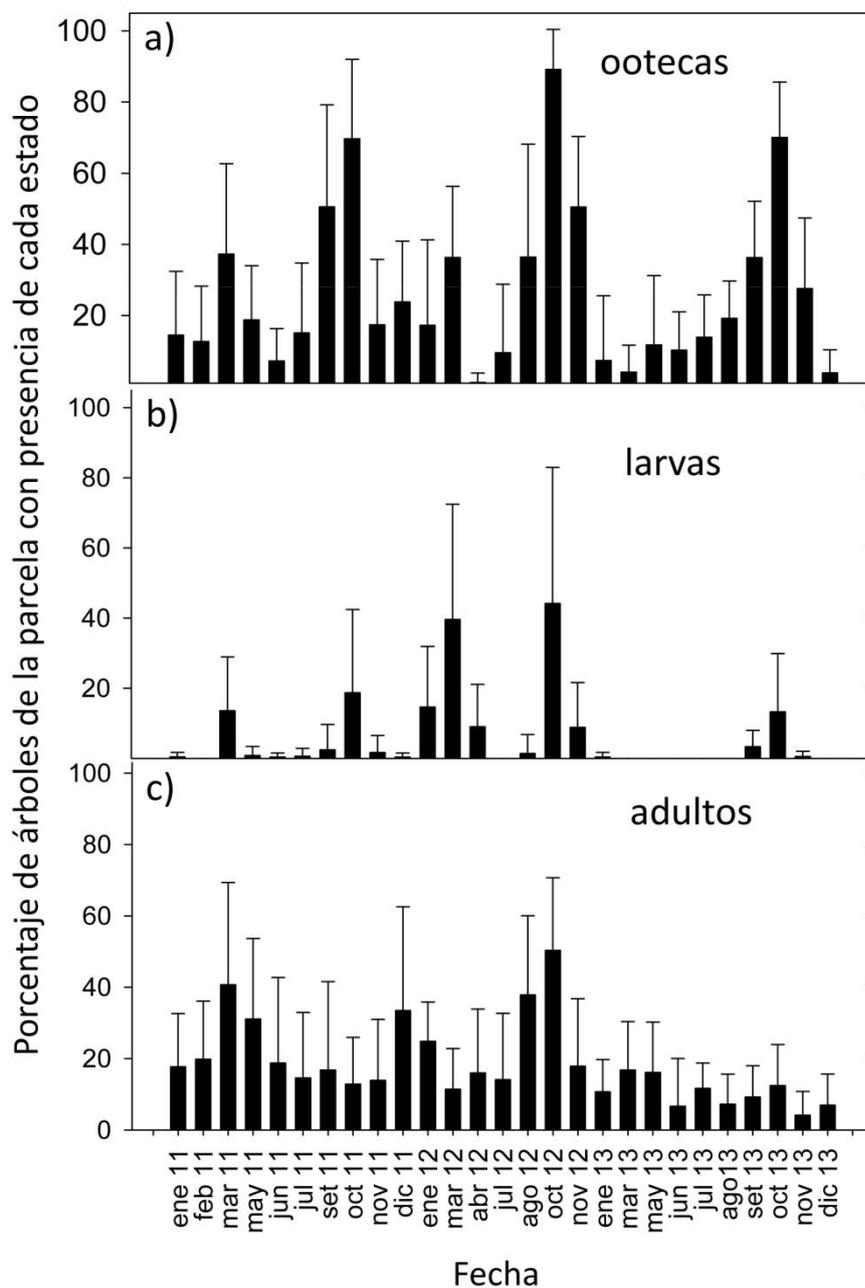
Los datos obtenidos para cada variable descrita de dinámica poblacional y daño obtenida en los 24 árboles/parcela fueron promediados para cada parcela. A su vez, con estos valores promedio por parcela se calculó una media mensual para cada variable de estudio. Con estos promedios se graficaron los valores obtenidos en función del mes de muestreo. Para los análisis estadísticos, los datos de dinámica poblacional de *G. scutellatus* y del porcentaje de defoliación se consideraron como las variables respuesta y se las comparó en función del mes para los tres años de muestreo. Previo a la realización de un ANOVA simple de medidas repetidas, considerándose a los datos de dinámica poblacional y daño como las variables respuesta y a los meses como el factor fijo, se comprobó si las variables se ajustaban a una distribución normal con el test de Shapiro-Wilkins y si las variables

presentaban o no homogeneidad de varianza con el test de Bartlett. En caso de no ajustarse a una distribución normal y no presentar homocedasticidad, se comprobó el ajuste de las variables respuesta a una distribución conocida para la aplicación de Modelos Lineales Generalizados (GLM). Se comprobó el ajuste a la distribución de Poisson (en conteos) o binomial negativa (en proporciones), para utilizar una función de ligadura logarítmica (en conteos) o logit (en proporciones). En caso de que las variables no se ajustaran a la distribución normal, de Poisson o binomial negativa, se realizaron tests no paramétricos para variables de distribución libre. Los datos de dinámica poblacional y daño se analizaron con el test no paramétrico de Kruskal-Wallis. El grado de correlación entre las variables de dinámica poblacional y daño se estimaron a través del coeficiente de correlación de Pearson. Los datos de niveles de parasitismo obtenidos con las tres fórmulas se correlacionaron con el número de adultos de *A. nitens* emergidos y de larvas de *G. scutellatus* emergidas. Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para establecer la interdependencia entre las variables. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando los paquetes estadísticos Statistica (v.8.0), Sigma Plot (v.11.0), GraphPad Prism (v.5.0) y BIAS (v.9.02).

## Resultados

Para la dinámica poblacional de *G. scutellatus* se observó una estacionalidad marcada para las variables porcentaje de árboles con ootecas y larvas, sin embargo la variable porcentaje de árboles con adultos no exhibió una estacionalidad tan marcada, aunque se pudo distinguir la existencia de picos poblacionales en la primavera de los años 2011 y 2012 (Figura 1).

Las ootecas de *G. scutellatus* se observaron durante todos los meses monitoreados (Figura 1a) (Kruskall-Wallis,  $H= 180,51$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ ). El aumento de la presencia de ootecas se dio en la primavera, llegando a un máximo en el mes de octubre para los tres años monitoreados. También se observó un segundo pico durante el otoño en marzo- abril para los tres años evaluados. El valor máximo para el período evaluado se registró en el mes de octubre del año 2012, con 89 % de los árboles con ootecas. Los valores mínimos de porcentaje de árboles con ootecas se observaron en el invierno para el año 2011 y 2012, en el mes de junio para el año 2011, en abril y julio para el año 2012. En el año 2013 los porcentajes mínimos de árboles con ootecas se observaron en verano e invierno, en marzo, junio y diciembre.



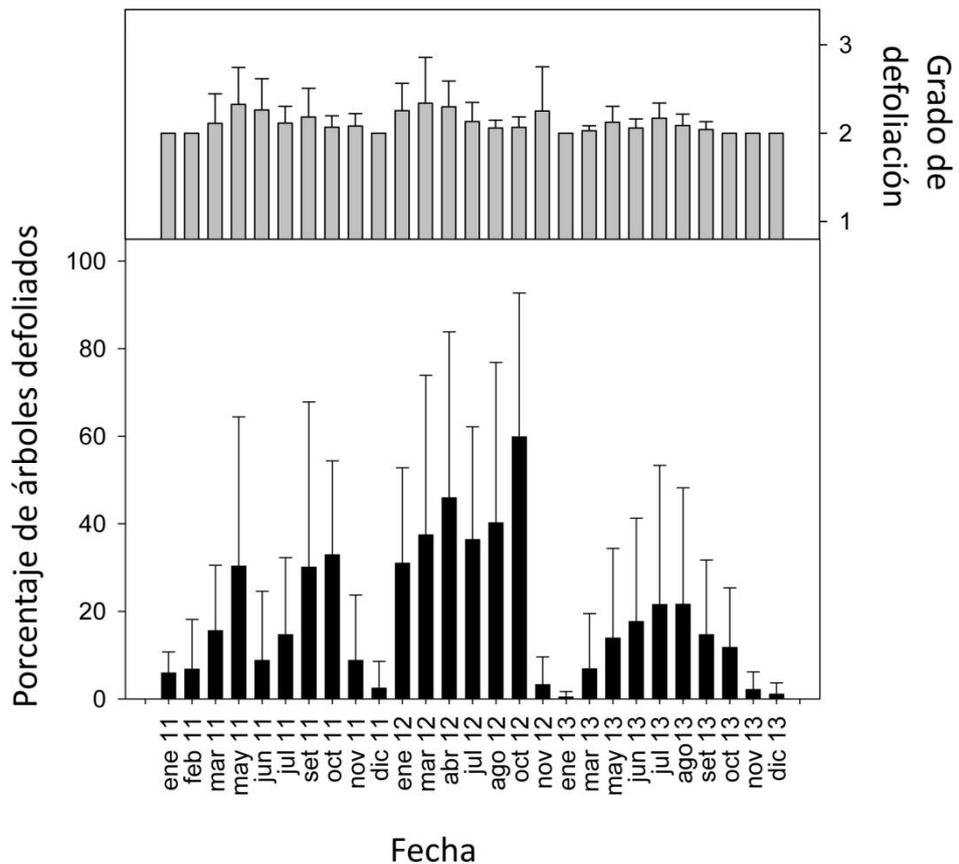
**Figura 1:** Porcentaje de árboles con ootecas (a), larvas (b) y adultos (c) de *G. scutellatus* en *Eucalyptus globulus* ( $x \pm d.est.$ ) en los años 2011-2013.

El porcentaje de árboles con larvas presentó un pico en marzo y un pico mayor en el mes de octubre para los tres años de estudio a excepción del año 2013 en donde no se observó la generación otoñal (Figura 1b). El pico de larvas de octubre 2013 fue menor que el

registrado en octubre del año 2011 y 2012, siendo el máximo del período en octubre del año 2012 con un valor de 44 %. En verano e invierno los valores observados en la variable porcentaje de árboles con larvas se hacen mínimos, no observándose árboles con larvas en los meses de febrero 2011, julio 2012, y en marzo, mayo, junio, julio, agosto y diciembre de 2013. En general, se constató que la presencia de larvas varía fuertemente dependiendo del mes del año ( $H= 151,07$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ ).

Se observó la presencia de adultos de *G. scutellatus* en todos los meses monitoreados para el período 2011- 2013 (Figura 1c). Sin embargo, y a pesar de que el porcentaje de árboles con adultos varía con los meses del año ( $H= 73,9$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ ) esta tendencia no es tan marcada como en el caso de ootecas y larvas. En octubre del año 2012 se registró el mayor pico de adultos para el período, con un valor de 50 % de los árboles de la parcela con presencia de adultos. Los valores mínimos de porcentaje de árboles con adultos se registraron en octubre 2011, marzo 2012 y noviembre 2013, siendo este último el valor mínimo para todo el período evaluado (5 % de los árboles de la parcela).

Se observó una variación significativa del porcentaje de árboles defoliados entre los diferentes meses ( $H= 92,67$ ;  $df= 26$ ;  $p< 0,001$ ) (Figura 2) para el período 2011- 2013. En el año 2011 y 2012 se observó el mayor daño en el mes de octubre y en abril- mayo. En el año 2013 los porcentajes de árboles defoliados fueron menores que los observados en los años 2011 y 2012. El grado de defoliación, medido como centímetros del tercio superior defoliado, se observa durante todo el año, con valores promedio entre 1 y 30 centímetros del ápice. El porcentaje de árboles defoliados varía desde enero a diciembre.



**Figura 2:** Porcentaje de árboles defoliados de *Eucalyptus globulus* por *G. scutellatus* (barras negras) ( $x \pm d.est.$ ) y grado de defoliación correspondiente (barras grises) ( $x \pm d.est.$ ) en los años 2011-2013.

El porcentaje de árboles defoliados se correlacionó positivamente con el porcentaje de árboles con larvas ( $r= 0,44$ ;  $df= 26$ ;  $p= 0,01$ ) (Cuadro 1). Los menores daños observados en el año 2013 en comparación con el año 2011 y 2012 se debieron a la ausencia de larvas en otoño-invierno 2013. El porcentaje de árboles defoliados no se correlacionó con el porcentaje de árboles con ootecas ( $r= 0,23$ ;  $df= 26$ ;  $p= 0,24$ ) ni con el porcentaje de árboles con adultos de *G. scutellatus* ( $r= 0,21$ ;  $df= 26$ ;  $p= 0,28$ ) (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** Correlación entre el porcentaje de árboles defoliados de *E. globulus* y el porcentaje de árboles con ootecas, larvas y adultos de *G. scutellatus*.

Correlación porcentaje de árboles defoliados con:	r de Spearman	p
porcentaje de arboles con adultos	0,21	0,28
porcentaje de arboles con larvas	0,44	0,01
porcentaje de arboles con ootecas	0,23	0,24

**Cuadro 2:** Correlación entre la emergencia de adultos de *A. nitens* de las ootecas de *G. scutellatus* y las diferentes fórmulas para el cálculo de parasitismo.

Correlación emergencia de adultos de <i>A. nitens</i> con :	r de Spearman	p
%P	0,06	0,79
%Ps	-0,18	0,64
%Po	0,89	<0.001

**Cuadro 3:** Correlación entre la emergencia de larvas de *G. scutellatus* de las ootecas y las diferentes fórmulas para el cálculo de parasitismo.

Correlación emergencia de larvas de <i>G. scutellatus</i> con :	r de Spearman	p
%P	-0.91	<0.001
%Ps	-0,93	<0.001
%Po	0,05	0.84

Los parasitismos calculados utilizando la fórmula tradicional (%P) fueron superiores a 50 % para todos los meses monitoreados en el período 2011- 2013. Utilizando la fórmula para el cálculo de parasitismo que considera el superparasitismo (%Ps), se observaron valores de parasitismo superiores a 70 % para todo el período considerado, a excepción del mes de enero 2012 con un valor de 50 %. Utilizando la fórmula de parasitismo calculado en base a emergencia en ootecas (%Po), se registraron valores superiores a 30 % para todo el período 2011- 2013. En general, se observó que la fórmula de cálculo de nivel de parasitismo que mejor se correlaciona con la variable emergencia de *A. nitens* es la fórmula %Po: (ootecas con emergencia de *A. nitens* / total de ootecas) x 100 (Cuadro 2). No obstante, al analizar las correlaciones entre las otras dos fórmulas de cálculo de parasitismo y emergencia de larvas de *G. scutellatus*, se observa que la fórmula de cálculo tradicional (%P) y la fórmula que considera el superparasitismo (%Ps) se correlacionan de forma negativa y significativa con el número de larvas de *Gonipterus* emergidas (Cuadro 3).

## Discusión

Los resultados obtenidos demuestran que *G. scutellatus* presenta dos generaciones anuales con dos picos de posturas de ootecas, uno en el mes de octubre y otro menor durante marzo. La defoliación ocurre durante todo el año y presenta una alta intensidad, estando correlacionada positivamente con los niveles poblacionales de las larvas. El parasitismo por *A. nitens* ocurre durante todo el año pero con una marcada estacionalidad, alcanzando máximos en primavera, y mínimos durante el verano. Respecto a las fórmulas para el cálculo de los niveles de parasitismo, se comprobó que la expresión que mejor se

correlaciona con el número de *A. nitens* emergidos es %Po; por el contrario, las que mejor se asocian con el número de emergencias de *G. scutellatus* serían las fórmulas %P y %Ps.

Los dos picos de postura de ootecas nos indican la presencia de dos generaciones de *G. scutellatus* en el año. Estos resultados son similares a lo reportado para Argentina (Marelli, 1928), para el Noroeste de España (Mansilla y Pérez, 1996), Francia (Rabasse y Perrin, 1979) y Australia (Tooke, 1953, citado por Oliveira, 2006) en donde se han observado dos generaciones de *G. scutellatus* al año. En Brasil, Oliveira (2006) observó que los picos de posturas de huevos ocurrían en la primavera, durante setiembre- octubre y a fines del verano. Lo mismo que se observó en este estudio.

En el mes de octubre se observó un pico en la población de larvas de *G. scutellatus* para los tres años evaluados. Resultados similares se observaron en la península ibérica, en España, en donde la presencia de larvas se observó en la primavera (en los meses de abril y mayo) y en el otoño (en los meses de noviembre y diciembre) (Mansilla y Pérez, 1996). Los estudios realizados por Loch (2006), en el suroeste de Australia en *E. globulus*, reportan una mayor presencia de larvas de *G. scutellatus* en el mes de octubre, y la ausencia de larvas entre los meses de enero y abril. También Cordero *et al.* (1999), reportaron la presencia de larvas de *G. scutellatus* en primavera para la península ibérica.

Con respecto a la defoliación causada por *G. scutellatus* se observaron árboles defoliados en todos los meses monitoreados, debido probablemente al solapamiento de daño provocado por las diferentes generaciones y la longevidad de los adultos, los cuales también se alimentan del follaje. En Brasil se observó que los adultos viven entre seis y doce meses (Oliveira 2006). En nuestro estudio los adultos de *G. scutellatus* estuvieron presentes durante todo el año, en el mes de diciembre se los observó aferrados a las ramillas y sin actividad, no

alimentándose posiblemente por las altas temperaturas del verano. De manera similar, en España (Mansilla y Pérez, 1996) se observó un período de semi-latencia estival en el ciclo biológico de *G. scutellatus*. Existe una defoliación mayor en el mes de octubre en el año 2011 y 2012 respecto al año 2013, debido, posiblemente a que en ese período se constató una menor población de *G. scutellatus*. Se constató menor presencia de ootecas, y adultos, y la presencia de larvas solo se observó en los meses de enero, setiembre, octubre y noviembre. Las lluvias excesivas en los meses de octubre y diciembre 2012, pudieron provocar un exceso de agua en el suelo, lugar y época del año en donde *G. scutellatus* se encuentra como pupa. El exceso de agua en el suelo pudo provocar la muerte de las pupas y por lo tanto una menor emergencia de adultos. Al observar la población de larvas y adultos y el porcentaje de árboles defoliados se observa que los meses en donde existe mayor defoliación son los meses en donde existe mayor población de larvas, evidenciándose en el hecho de que las defoliaciones están correlacionadas con los porcentajes de árboles con larvas de *G. scutellatus*.

En este estudio no se encontró una correlación entre los porcentajes de árboles con ootecas y la defoliación. De existir esta correlación, sería el mejor indicador para predecir la defoliación y poder implementar medias de manejo para mitigarla. La no existencia de esta correlación se puede deber a que no todas las ootecas que se ven y que se cuentan están viables, muchas pueden ser viejas, inviables o estar parasitadas, por lo que no existe una correlación entre el número de ootecas presentes y la defoliación. Sí existe correlación entre el porcentaje de árboles con larvas y porcentaje de árboles defoliados, no siendo este dato útil para poder predecir el daño, ya que la predicción útil en términos de manejo debería de realizarse con las ootecas.

Con respecto al grado de defoliación, medido como centímetros del tercio superior principal defoliado se observó que es mayor en los meses de otoño. Si bien el porcentaje de árboles defoliados es mayor en primavera, el grado de defoliación es mayor en otoño. Este se puede deber a que la defoliación en la primavera puede verse “camuflada” por el rápido crecimiento de los árboles. Para evitar este “camuflado de las lesiones, se podría haber medido la defoliación en los brotes tiernos para evaluar el daño, al igual que lo realizado por Loch en el año 2006. Sin embargo, Loch (2006) demostró que la defoliación medida en el ápice principal de la copa, sigue la misma tendencia que la defoliación estimada en los brotes tiernos.

El objetivo del uso de la fórmula de cálculo de los parasitismos es conocer cuáles son los niveles de *A. nitens* en campo ya que el control de *G. scutellatus* utilizando *A. nitens* se basa en la colecta de ootecas de plantaciones con altos niveles de parasitismo y la liberación de los adultos de *A. nitens* que emergen de ellas en áreas con bajo nivel de parasitismo y alta incidencia de la plaga. Por lo tanto, de las diversas formas propuestas para la estimación de los niveles de parasitismo existentes en la literatura, se debería de seleccionar la que mejor correlacione el valor del nivel de parasitismo con la emergencia de adultos de *A. nitens*. Usando la fórmula para el cálculo de parasitismo %Po se observa que el número de *A. nitens* emergidos sigue la misma tendencia que los porcentajes de parasitismos calculados por esta fórmula. Esta fórmula de cálculo se correlaciona significativamente con el número de *A. nitens*, por lo que es la mejor forma de estimar cual es el nivel poblacional de adultos *A. nitens* en campo.

El manejo de *G. scutellatus* en las plantaciones de *Eucalyptus* debe de tender a reducir las poblaciones de larvas, ya que es el primer estado de desarrollo que ocasiona el daño, es

el de mayor importancia en el follaje joven apical. Debido a que la obtención de adultos de *A. nitens* se hace mediante la colecta de ootecas parasitadas y su liberación en sitios con baja densidad del parasitoide, pero alta incidencia de *G. scutellatus*, la decisión del sitio de colecta y liberación es de crucial importancia para un correcto manejo de la plaga. De los resultados obtenidos de este estudio se recomendaría realizar monitoreos poblacionales a la salida del invierno e inicio de la primavera de agosto a setiembre, y al final del verano, en el mes de febrero, períodos previos a los picos de oviposición y a la mayor presencia de ootecas observadas. La ausencia de correlaciones entre las variables ootecas y defoliación que se consideraron en este estudio, no permite establecer una forma eficiente de predicción del daño en función de una variable poblacional de la plaga. Esto se debió muy probablemente dos factores. Primeramente, a la imposibilidad de acceder a las parcelas durante todos los meses del año, lo que no permitió realizar correlaciones desfasadas, y a la dificultad de separar el daño realizado por las generaciones anteriores de *G. scutellatus* de la que actualmente se estaba midiendo. En este sentido, y durante la planificación de trabajos similares, se deberá de tener en cuenta la poca presencia de larvas en el invierno y el verano, ya que en estas épocas, la probabilidad de que el daño registrado provenga de meses anteriores sería mayor. Independientemente de la necesidad de tener en cuenta la acumulación del daño al momento de realizar la medición, las dificultades de acceso a los ápices, tanto para el registro de la defoliación como de la dinámica poblacional de *G. scutellatus* y de *A. nitens* deberá de ser tenida en cuenta. Por un lado, se debería de tender a monitorear plantaciones más jóvenes de edad, debido a la dificultad en visualizar el ápice principal. Al monitorear plantaciones más jóvenes y al tener acceso al ápice se puede evitar medir una defoliación anterior, y cuantificar lo que ocurre en la época de crecimiento a medir.

Para obtener la cuantificación de la población de *G. scutellatus* se podría tomar 4 ramas de cada árbol, una de cada punto cardinal y contar la cantidad de insectos en cada estadio por ramas.

Respecto al control de *G. scutellatus*, y para decidir en qué sitios se debería de liberar el parasitoide *A. nitens*, se debería tener una forma de predecir los sitios donde se produciría mayor defoliación, a través de la correlación entre la defoliación y el nivel poblacional de las ootecas. Sin embargo, la no existencia del correlato, implica la necesidad de adoptar otros criterios de decisión. Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los niveles de parasitismo serían de utilidad, tanto para la selección de los sitios de donde se colectaría el parasitoide, así como para la selección de los sitios donde la incidencia de *G. scutellatus* sería mayor. Dado que la obtención de datos de las ootecas en el laboratorio se completa en su mayor parte durante los primeros 10 días, sería posible ejecutar la evaluación de parasitismo, la estimación de la emergencia de larvas de las ootecas, y la liberación de *A. nitens* en los sitios con alta incidencia de la plaga en la misma generación de *G. scutellatus*. De esta forma, y a pesar de que en el presente estudio no se encontró una correlación entre ootecas y daño, el seguimiento de la emergencia de larvas de *G. scutellatus* y adultos de *A. nitens* de parcelas de monitoreo, permitiría planificar adecuadamente los sitios de colecta del parasitoide y liberarlo en zonas de alta incidencia de la plaga.

## **Agradecimientos**

A la empresa Cambium Forestal Uruguay S.A. por ceder los predios para la realización del estudio, y la financiación de los monitoreos y a su personal Juan Pablo Silva, Gonzalo Caballero, Ricardo Siñeriz, Juan Pablo Burgos, Martín Sosa Díaz, Daniel Ramírez,

Simón Berti. Al personal de Fibra Servicios Forestales: Sindy Ferreira y Verónica Álvarez. A Valeria Fernández por su apoyo incondicional. A Alicia Sánchez, a Horacio Silva por su apoyo. A mi familia, mis padres y hermanas por el apoyo recibido durante este proceso. A mi esposo y mi hijo.

## **Bibliografía**

- Alzugaray R, Landeras E, Braña M. 2004. Evolución y situación de *Gonipterus scutellatus* Gyll. y su parásito *Anaphes nitens* Hubber en el Principado de Asturias durante los años 2001 y 2002. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas. 30: 331-338
- Arzone A, Meotto F. 1978. Reperti biologici su *Gonipterus scutellatus* Gyll. (Col. Curculionidae) infestante gli eucalipiti della Riviera Ligure. Redia. 61: 205-222
- Bachiller P, Cadahía D, Ceballos G, Ceballos P, Cobos JM, Cuevas P, Dafauce C, Dávila J, González JR, Hernández R, Ledesma L, Mallén JA, Molina J, Montoya R, Neira M, Obama E, Riesgo A, Robredo F, Romanyk N, Rupérez A, Sánchez A, Soria S, Toimil FJ, Torrent JA, 1981. Plagas de insectos, en las masas forestales Españolas. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 189-192
- Baldini A, Cogollor G, Sartori A, Aguayo J. 2005. Control biológico de plagas forestales de importancia económica en Chile. Santiago de Chile: Talleres de Carlos Cipriano Mora Díaz. Corporación Nacional Forestal (CONAF) 205p
- Betancourt CM, Scatoni IB.2010. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Montevideo: Facultad de Agronomía. 3ed. 582p.

- Cordero A, Santolamazza S. 2003. Eucalyptus, *Gonipterus* y *Anaphes*: un ejemplo de control biológico en un sistema tri- trófico. Actas del Simposio Internacional sobre Socioeconomía, Patología, Tecnología y Sostenibilidad del Eucalipto. España. Cátedra ENCE. 81-94.
- Cordero A, Santolamazza S, Andrés JA. 1999. Life cycle and biological control of the *Eucalyptus* snout beetle (Coleoptera, Curculionidae) by *Anaphes nitens* (Hymenoptera, Mymaridae) in north- west Spain. Agricultural and Forest Entomology. 1: 103-109
- Estay S, Araya JE, Guerrero MA. 2002. Biología de *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en San Felipe, Chile. Boletín Sanidad Vegetal y Plagas. 28: 391-397
- Hanks LM, Millar JG, Paine TD, Cambell CD. 2000. Classical Biological Control of the Australian weevil *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) in California. Environmental Entomology. 29 (2):369-375
- IEFC (Institut Européen de la Forêt Cultivée). 2016. Data sheet in Common Forest Pests and Diseases in Europe. Charançon de l'eucalyptus, *Gonipterus scutellatus* [En línea]. Consultado 5 de febrero de 2016. Disponible en: [http://www.iefc.net/?page=bdd/patho/patho\\_affiche.php&id\\_fiche=59&langue=es](http://www.iefc.net/?page=bdd/patho/patho_affiche.php&id_fiche=59&langue=es)
- Lanfranco D, Dungey HS. 2001. Insect damage in *Eucalyptus*: a review of plantations in Chile. Australian Journal of Ecology. 26: 477-481

- 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 Ecology and Management*. 260: 1324–1332.
- Loch AD. 2008. Parasitism of the Eucalyptus weevil, *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal, by *Anaphes nitens* Girault, in *Eucalyptus globulus* plantation in southwestern Australia. *Biological Control*. 47: 1-7
- Loch AD. 2006. Phenology of Eucalyptus weevil, *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), and chrysomelid beetles in *Eucalyptus globulus* plantations in south-western Australia. *Agricultural and Forest Entomology*. 8: 155-165
- Loch AD, Floyd RB. 2001. Insect pest of Tasmanian blue gum *Eucalyptus globulus* in southwestern Australia: history current perspective and future prospects. *Australian Journal of Ecology*. 26:458-466
- Mansilla JP, Pérez R, Salinero MC. 1998. Introducción en la Península Ibérica de *Anaphes nitens* Huber, parásito del defoliador del eucalipto *Gonipterus scutellatus*. *Montes, Revista de ámbito forestal*. 51: 42-46
- Mansilla JP, Pérez R. 1996. El defoliador del eucalipto *Gonipterus scutellatus*. *Phytoma*. España. 81: 36-42
- Mansilla JP, Salinero MC, Pérez R. 1995. Revisión 1994 del área de dispersión de *Gonipterus scutellatus* Gyll. en Galicia. *Boletín de Sanidad Forestal y Plagas*. 21(2): 277- 280
- Mansilla JP. 1992. Presencia sobre *Eucalyptus globulus* Labill de *Gonipterus scutellatus* Gyll. (Col. Curculionidae) en Galicia. *Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas*. 18(3): 547-554

- Marelli CA. 1928. Estudio sobre una peste de los eucaliptos descubierta en la Argentina. La Plata, Ministerio de Obras Públicas. Memorias del Jardín de Zoología de la Plata. 3: 51-183
- Oliveira NC. 2006. Biología de *Gonipterus scutellatus* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) em *Eucalyptus* spp. em diferentes temperaturas. Universidad Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”, Facultad de Ciencias Agronómicas. Tesis Doctoral. BOTUCATU-SP. 92 p.
- Parra P, González M. 1999. Gorgojo del eucalipto. Sanitario forestal. INFOR (Instituto Forestal Chile) N°2. 12p
- Pérez R, Mansilla P, Salinero MS. 2001. Evaluación de daños causados por *Gonipterus scutellatus* Gyll en Galicia. Congresos Forestales, III Congreso Forestal Español, Junio 2001. 8p
- Rabasse J, Perrin H. 1979. Introduction en France du Charancon de l'Eucalyptus, *Gonipterus scutellatus* Gyll. (Col. Curculionidae). Annales de Zoologie Ecologie Animale. 11(3) 337-347
- Reis AR, Ferreira L, Tomé M, Araujo C, Branco M. 2012. Efficiency of biological control *Gonipterus platensis* (Col. Curculonidae) by *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) in cold areas of the Iberian Peninsula: Implication 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 Sao Paulo, Brasil, e algumas consideracoes sobre *G.*

*gibberus* (Coleoptera, Curculionidae). Revista Brasileira de Entomologia. 37(3): 464-467

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). Arquivos do Instituto Biológico. 67: 77-82.

Trujillo PA. 1963. Breve historia entomológica uruguaya. Montevideo, /s.e./ 80 p.

6.2 ANEXO 2. ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *G. SCUTELLATUS*

Porcentaje de árboles con ootecas de <i>G. scutellatus</i> . Cerro Colorado. Florida							
Mes	Parcelas	Media	Desv Est	Error Est	Max	Min	Mediana
ene-11	10	17,41	18,33	5,79	57,89	0,00	12,68
feb-11	12	12,70	15,58	4,50	47,06	0,00	5,75
mar-11	12	37,27	25,38	7,33	100,00	4,35	29,71
may-11	12	18,77	15,22	4,39	50,00	0,00	17,52
jun-11	12	7,24	9,07	2,62	27,27	0,00	4,17
jul-11	14	15,11	19,69	5,26	60,00	0,00	6,43
sep-11	9	50,54	28,69	9,56	80,00	0,00	62,50
oct-11	15	69,66	22,34	5,77	100,00	22,73	79,17
nov-11	13	51,96	31,02	8,61	100,00	4,17	56,52
dic-11	12	23,81	17,10	4,94	62,50	0,00	21,36
ene-12	6	17,28	23,99	9,79	65,22	0,00	10,80
mar-12	17	36,35	19,96	4,84	73,91	0,00	36,36
abr-12	14	1,22	2,63	0,70	8,70	0,00	0,00
jul-12	16	9,58	19,22	4,80	66,67	0,00	0,00
ago-12	14	36,43	31,75	8,49	91,30	0,00	19,44
oct-12	5	89,17	11,26	5,04	100,00	70,83	91,67
nov-12	13	50,52	19,80	5,49	90,91	20,00	45,46
ene-13	11	7,37	18,17	5,48	60,00	0,00	0,00
mar-13	12	4,10	7,58	2,19	20,00	0,00	0,00
may-13	10	11,71	19,51	6,17	50,00	0,00	2,08
jun-13	12	10,28	10,79	3,12	31,82	0,00	8,33
jul-13	9	13,89	11,94	3,98	34,78	0,00	13,04
ago-13	10	19,21	10,46	3,31	40,00	8,33	16,82
sep-13	9	36,28	15,85	5,29	60,00	20,00	33,33
oct-13	13	70,08	15,53	4,31	90,48	41,67	75,00
nov-13	9	27,58	19,84	6,61	60,00	0,00	29,17
dic-13	12	3,89	6,48	1,87	20,00	0,00	0,00

Porcentaje de árboles con ootecas de <i>G. scutellatus</i> . Barriga Negra. Lavalleja							
Mes	Parcelas	Media	Desv Est	Error Est	Max	Min	Mediana
ene-11	9	19,52	20,54	6,85	52,38	0,00	12,50
feb-11	9	9,24	9,59	3,20	29,17	0,00	8,33
mar-11	6	20,12	8,72	3,56	33,33	10,53	18,86
may-11	8	16,25	15,82	5,59	40,91	0,00	15,34
jun-11	7	7,60	13,68	5,17	38,10	0,00	4,55
jul-11	9	20,58	26,31	8,77	75,00	0,00	13,04
sep-11	12	41,58	25,67	7,41	76,19	0,00	46,83
oct-11	13	46,45	32,25	8,94	90,00	0,00	35,00
nov-11	15	33,11	17,96	4,64	57,00	4,17	29,17
feb-12	20	8,17	9,58	2,14	30,44	0,00	4,56
mar-12	13	40,12	26,86	7,45	88,89	0,00	39,13
abr-12	10	13,53	12,79	4,05	41,67	0,00	10,85
jul-12	19	12,61	15,00	3,44	58,33	0,00	9,09
ago-12	11	30,64	22,61	6,82	79,17	0,00	29,17
oct-12	5	50,00	36,32	16,25	87,50	4,17	58,33
ene-13	11	5,54	5,16	1,55	13,33	0,00	4,55
mar-13	14	2,08	3,56	0,95	8,33	0,00	0,00
may-13	7	12,69	9,87	3,73	29,17	0,00	12,50
jun-13	7	29,43	5,38	2,03	37,50	22,73	29,17
jul-13	8	10,53	8,29	2,93	25,00	0,00	8,33
ago-13	6	12,50	11,39	4,65	31,82	0,00	10,42
sep-13	8	34,07	11,25	3,98	52,17	20,83	35,42
oct-13	8	72,77	18,82	6,65	91,30	43,75	76,52
nov-13	5	24,17	12,29	5,50	45,83	16,67	20,83
dic-13	6	6,08	3,24	1,32	12,50	4,20	4,68

Porcentaje de árboles con larvas <i>G. scutellatus</i> . Cerro Colorado. Florida							
Mes	Parcelas	Media	Desv Est	Error Est	Max	Min	Mediana
ene-11	10	0,42	1,32	0,42	4,17	0,00	0,00
feb-11	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
mar-11	12	13,60	15,30	4,42	40,00	0,00	10,78
may-11	11	0,79	2,62	0,79	8,70	0,00	0,00
jun-11	12	0,35	1,20	0,35	4,17	0,00	0,00
jul-11	14	0,60	2,23	0,60	8,33	0,00	0,00
sep-11	9	2,42	7,25	2,42	21,74	0,00	0,00
oct-11	15	18,70	23,72	6,13	80,00	0,00	9,09
nov-11	13	1,66	4,87	1,35	17,39	0,00	0,00
dic-11	12	0,35	1,20	0,35	4,17	0,00	0,00
ene-12	6	14,63	17,29	7,06	43,48	0,00	8,51
mar-12	17	39,60	32,88	7,97	95,65	0,00	29,17
abr-12	14	9,02	12,09	3,23	40,00	0,00	4,17
jul-12	16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ago-12	14	1,43	5,35	1,43	20,00	0,00	0,00
oct-12	5	44,17	38,82	17,36	100,00	0,00	45,83
nov-12	13	8,83	12,80	3,55	38,89	0,00	0,00
ene-13	11	0,40	1,31	0,40	4,35	0,00	0,00
mar-13	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
may-13	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jun-13	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jul-13	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ago-13	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sep-13	9	3,33	4,67	1,56	12,50	0,00	0,00
oct-13	13	13,26	16,58	4,60	60,00	0,00	8,70
nov-13	9	0,51	1,52	0,51	4,55	0,00	0,00
dic-13	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Porcentaje de árboles con larvas de <i>G. scutellatus</i> . Barriga Negra. Lavalleja							
Mes	Parcelas	Media	Desv Est	Error Est	Max	Min	Mediana
ene-11	9	13,59	17,36	5,79	54,55	0,00	8,33
feb-11	9	5,30	6,22	2,07	18,18	0,00	4,17
mar-11	6	2,96	5,13	2,09	12,50	0,00	0,00
may-11	8	0,57	1,61	0,57	4,55	0,00	0,00
jun-11	7	0,68	1,80	0,68	4,76	0,00	0,00
jul-11	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sep-11	12	0,96	2,23	0,64	5,90	0,00	0,00
oct-11	13	12,17	14,59	4,05	41,67	0,00	4,17
nov-11	15	8,16	16,92	4,37	52,17	0,00	0,00
feb-12	19	0,23	1,00	0,23	4,35	0,00	0,00
mar-12	13	31,73	26,78	7,43	66,67	0,00	39,13
abr-12	10	1,29	2,86	0,90	8,33	0,00	0,00
jul-12	19	0,22	0,96	0,22	4,17	0,00	0,00
ago-12	11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
oct-12	5	17,50	23,83	10,66	54,17	0,00	4,17
ene-13	11	0,85	1,88	0,57	4,76	0,00	0,00
mar-13	14	0,60	2,23	0,60	8,33	0,00	0,00
may-13	7	1,84	2,30	0,87	4,55	0,00	0,00
jun-13	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jul-13	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ago-13	6	0,76	1,86	0,76	4,55	0,00	0,00
sep-13	8	3,94	6,82	2,41	19,05	0,00	0,00
oct-13	8	23,76	19,78	6,99	56,52	0,00	23,55
nov-13	5	0,83	1,86	0,83	4,17	0,00	0,00
dic-13	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Porcentaje de árboles con adultos de <i>G. scutellatus</i> . Cerro Colorado. Florida							
Mes	Parcelas	Media	Desv Est	Error Est	Max	Min	Mediana
ene-11	10	17,73	14,89	4,71	54,55	4,35	16,23
feb-11	12	19,82	16,30	4,71	47,83	0,00	16,05
mar-11	12	40,70	28,67	8,28	81,82	8,33	39,57
may-11	11	31,12	22,54	6,80	78,26	0,00	26,09
jun-11	12	18,79	23,96	6,92	86,36	0,00	13,75
jul-11	14	14,61	18,34	4,90	60,00	0,00	4,67
sep-11	9	16,79	24,78	8,26	73,91	0,00	8,33
oct-11	15	12,82	13,14	3,39	41,67	0,00	10,00
nov-11	13	13,87	17,13	4,75	50,00	0,00	4,55
dic-11	12	33,48	29,06	8,39	77,27	0,00	20,42
ene-12	6	24,84	11,04	4,51	43,48	16,67	19,09
mar-12	17	11,42	11,41	2,77	33,33	0,00	8,33
abr-12	14	16,00	17,91	4,79	60,00	0,00	8,71
jul-12	16	14,09	18,59	4,65	70,83	0,00	8,75
ago-12	14	37,86	22,15	5,92	82,61	0,00	40,00
oct-12	5	50,33	20,38	9,12	66,67	20,83	60,00
nov-12	13	17,92	18,85	5,23	50,00	0,00	15,00
ene-13	11	10,69	9,03	2,72	26,09	0,00	12,50
mar-13	12	16,80	13,59	3,92	40,00	0,00	18,33
may-13	10	16,10	14,16	4,48	50,00	0,00	14,58
jun-13	12	6,66	13,36	3,86	45,83	0,00	0,00
jul-13	9	11,69	7,09	2,36	20,00	0,00	13,04
ago-13	10	7,20	8,42	2,66	20,00	0,00	4,17
sep-13	9	9,21	8,77	2,92	23,81	0,00	8,33
oct-13	13	12,44	11,52	3,20	40,00	0,00	9,52
nov-13	9	4,11	6,69	2,23	20,00	0,00	0,00
dic-13	12	6,94	8,76	2,53	20,83	0,00	0,00

Porcentaje de árboles con adultos de <i>G. scutellatus</i> . Barriga Negra. Lavalleja							
Mes	Parcelas	Media	Desv Est	Error Est	Max	Min	Mediana
ene-11	9	18,06	26,74	8,91	64,29	0,00	4,55
feb-11	9	10,48	10,44	3,48	26,09	0,00	9,09
mar-11	6	17,87	16,07	6,56	46,67	5,26	12,50
may-11	8	6,39	10,31	3,65	29,17	0,00	2,08
jun-11	7	2,47	4,59	1,74	11,77	0,00	0,00
jul-11	9	12,85	16,40	5,47	50,00	0,00	8,33
sep-11	12	14,47	22,18	6,40	80,00	0,00	5,72
oct-11	13	3,30	4,76	1,32	15,39	0,00	0,00
nov-11	15	2,23	4,70	1,21	16,67	0,00	0,00
feb-12	19	5,16	7,81	1,79	21,74	0,00	0,00
mar-12	13	14,64	16,77	4,65	61,11	0,00	8,70
abr-12	10	6,72	9,85	3,11	25,00	0,00	4,23
jul-12	19	14,62	14,34	3,29	41,67	0,00	8,70
ago-12	11	16,29	15,30	4,61	45,00	0,00	12,50
oct-12	5	23,33	30,99	13,86	66,67	0,00	4,17
ene-13	11	11,19	8,85	2,67	26,09	0,00	9,52
mar-13	14	14,02	13,00	3,47	43,48	0,00	12,68
may-13	7	13,55	6,13	2,32	20,83	5,88	13,64
jun-13	7	11,61	14,22	5,37	41,67	0,00	5,88
jul-13	8	13,32	11,06	3,91	30,44	0,00	15,15
ago-13	6	7,83	9,04	3,69	20,83	0,00	6,25
sep-13	8	12,17	6,54	2,31	20,83	4,17	11,31
oct-13	8	10,81	7,04	2,49	23,81	4,17	8,33
nov-13	5	9,17	7,45	3,33	16,67	0,00	8,33
dic-13	6	9,30	7,16	2,92	20,80	0,00	9,15

Porcentaje de árboles defoliados por <i>G. scutellatus</i> . Cerro Colorado. Florida							
Mes	Parcelas	Media	Desv Est	Error Est	Max	Min	Mediana
ene-11	10	5,87	4,86	1,54	14,29	0,00	4,35
feb-11	12	6,76	11,39	3,29	37,50	0,00	4,17
mar-11	12	15,54	14,98	4,32	50,00	0,00	18,70
may-11	12	30,32	34,09	10,28	100,00	0,00	13,04
jun-11	12	8,74	15,81	4,56	43,48	0,00	0,00
jul-11	14	14,65	17,59	4,70	60,00	0,00	8,89
sep-11	9	30,03	37,77	12,59	100,00	0,00	17,00
oct-11	15	32,89	21,46	5,54	75,00	0,00	37,50
nov-11	13	8,76	14,96	4,15	54,00	0,00	4,55
dic-11	12	2,42	6,12	1,77	20,00	0,00	0,00
ene-12	6	31,00	21,80	8,90	60,87	0,00	35,47
mar-12	17	37,45	36,48	8,85	100,00	0,00	20,00
abr-12	14	45,90	37,90	10,13	100,00	0,00	35,77
jul-12	16	36,37	25,75	6,44	80,00	0,00	26,48
ago-12	14	40,19	36,65	9,79	100,00	0,00	33,64
oct-12	5	59,83	32,87	14,70	91,67	20,00	75,00
nov-12	13	3,23	6,36	1,76	20,00	0,00	0,00
ene-13	12	0,38	1,31	0,38	4,55	0,00	0,00
mar-13	12	6,86	12,61	3,64	39,13	0,00	0,00
may-13	11	13,86	20,47	6,17	58,33	0,00	0,00
jun-13	13	17,66	23,63	6,55	60,00	0,00	4,17
jul-13	10	21,50	31,82	10,06	100,00	0,00	8,70
ago-13	11	21,58	26,62	8,03	60,00	0,00	4,55
sep-13	10	14,67	17,03	5,39	40,00	0,00	8,33
oct-13	13	11,72	13,63	3,78	33,33	0,00	0,00
nov-13	10	2,12	4,07	1,29	12,50	0,00	0,00
dic-13	12	1,06	2,61	0,75	8,33	0,00	0,00

Porcentaje de árboles defoliados por <i>G. scutellatus</i> . Barriga Negra. Lavalleja							
Mes	Parcelas	Media	Desv Est	Error Est	Max	Min	Mediana
ene-11	9	4,40	7,10	2,37	21,43	0,00	0,00
feb-11	9	4,79	6,47	2,16	18,18	0,00	0,00
mar-11	6	7,54	10,19	4,16	21,05	0,00	2,10
may-11	8	5,63	14,33	5,07	40,91	0,00	0,00
jun-11	7	2,40	4,53	1,71	11,77	0,00	0,00
jul-11	9	16,67	20,62	6,88	58,33	0,00	8,33
sep-11	12	17,92	24,85	7,17	80,00	0,00	6,93
oct-11	13	11,99	17,94	4,98	47,83	0,00	4,17
nov-11	15	3,69	7,35	1,90	21,74	0,00	0,00
feb-12	20	9,72	9,23	2,06	26,09	0,00	8,75
mar-12	13	8,30	13,37	3,71	43,48	0,00	4,17
abr-12	10	8,52	17,62	5,57	54,17	0,00	0,00
jul-12	19	20,80	33,35	7,65	100,00	0,00	0,00
ago-12	11	25,87	36,48	11,00	91,67	0,00	8,33
oct-12	5	24,17	40,33	18,04	95,83	0,00	8,33
ene-13	11	1,68	3,24	0,98	10,00	0,00	0,00
mar-13	14	13,28	23,82	6,37	69,57	0,00	3,13
may-13	7	2,38	6,30	2,38	16,67	0,00	0,00
jun-13	7	9,17	14,64	5,53	37,50	0,00	0,00
jul-13	9	12,98	21,38	7,13	66,67	0,00	4,35
ago-13	6	13,28	23,82	9,72	58,82	0,00	0,00
sep-13	8	22,40	22,36	7,91	57,14	0,00	16,05
oct-13	8	8,63	10,28	3,63	25,00	0,00	4,17
nov-13	5	5,00	7,45	3,33	16,67	0,00	0,00
dic-13	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00