

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Proyecto de Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero  
Agrónomo

Modalidad: Proyecto

Comportamiento de *Sirex noctilio* e *Ibalia leucospoides* en pinares de  
Córdoba (2011-2012)

**Manuel Alberto Capra**

**DNI 33851034**

**Directora:** Ing. Forestal Marcela Demaestri

**Codirectora:** Ing. Agr. Ana Cecilia Crenna

**Río Cuarto-Córdoba**

**Noviembre 2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del Trabajo Final: Comportamiento de *Sirex noctilio* e *Ibalia leucospoides* en pinares de Córdoba (2011-2012)

Autor: Manuel Alberto Capra

DNI: 33.851.034

Directora: Ing. Forestal Marcela Demaestri

Co-Directora: Ing. Agr. Ana Cecilia Crenna

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión  
Evaluadora:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fecha de presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Secretario Académico

## **DEDICATORIA**

*A mi madre Susana, mi padre Pablo y mis hermanos Laura y Santiago por el apoyo incondicional.*

*A mis abuelos Olga y Alberto por la fe puesta en mí.*

*A mi novia Sofía y amigos por los momentos compartidos al estudiar.*

## **AGRADECIMIENTOS**

**A las docentes Marcela Demaestri y Cecilia Crenna por su guía a la hora de realizar este trabajo final.**

**A la Universidad Nacional de Río Cuarto por haberme formado como profesional con sentido íntegro y ético.**

## INDICE

RESUMEN.....	VII
SUMMARY.....	VIII
1. INTRUDUCCION.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1 <i>Sirex noctilio</i> .....	3
2.1.1 Origen y Distribución.....	3
2.1.2 Clasificación y Hospederos.....	4
2.1.3 Morfología.....	4
2.1.4 Ciclo de vida de <i>S. noctilio</i> .....	6
2.1.5 Síntomas y Daños.....	8
2.1.6 Época de Emergencia y Razón Sexual.....	10
2.2 <i>Ibalia leucospoides</i> .....	11
2.2.1 Clasificación y Distribución.....	11
2.2.2 Morfología.....	12
2.2.3 Ciclo de vida.....	13
2.2.4 Control biológico y Relación con <i>S. noctilio</i> .....	14
3. OBJETIVO GENERAL.....	15
3.1 Objetivos Especificos.....	15
4. MATERIALES Y METODOS.....	16
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	20
5.1 Fluctuación poblacional y Razon sexual de <i>S. noctilio</i> .....	20
5.2 Fluctuación poblacional y Razon sexual de <i>I. leucospoides</i> .....	22
5.3 Relación entre <i>S. noctilio</i> e <i>I. leucospoides</i> .....	24
5.4 Parasitismo de <i>S. noctilio</i> por <i>I. leucospoides</i> .....	25
6. CONCLUSIONES.....	26
BIBLIOGRAFIA.....	27
ANEXOS.....	32

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Larva de <i>S. noctilio</i> .....	5
Figura 2: Hembra de <i>S. noctilio</i> .....	5
Figura 3: Macho de <i>S. noctilio</i> .....	5
Figura 4: Canales y tuneles de <i>S. noctilio</i> .....	7
Figura 5: Camara pupal de <i>S. noctilio</i> . .....	7
Figura 6: Clorosis causada por <i>S. noctilio</i> . .....	8
Figura 7: Chorreadura de resina causada por <i>S. noctilio</i> .....	9
Figura 8: Macho de <i>I. leucospoides</i> .....	12
Figura 9: Hembra de <i>I. leucospoides</i> .....	12
Figura 10: Antenitos en macho de <i>I. leucospoides</i> .....	13
Figura 11: Antenitos en hembra de <i>I. leucospoides</i> .....	13
Figura 12: Ubicación geográfica de las parcelas de árboles trampa .....	16
Figura 13: Aplicación de herbicida .....	17
Figura 14: Fluctuación poblacional de adultos de <i>S. noctilio</i> .....	21
Figura 15: Fluctuación poblacional de adultos de <i>S. noctilio</i> según sexo .....	22
Figura 16: Fluctuación poblacional de <i>I. leucospoides</i> .....	23
Figura 17: Fluctuación poblacional de <i>I. leucospoides</i> según sexo.....	23
Figura 18: Relación de emergencia entre <i>S. noctilio</i> e <i>I. leucospoides</i> .....	24

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fecha de emergencia, número de adultos de <i>S. noctilio</i> e <i>I. leucospoides</i> en laboratorio ordenados en forma quincenal y porcentaje de parasitismo total.....	20
Tabla 2: Correlación de Pearson: Coeficiente/Probabilidades.....	24
Tabla 3: Total de individuos emergidos de <i>S. noctilio</i> e <i>I. leucospoides</i> según parcelas y zonas de estudio.....	32

## RESUMEN

*Sirex noctilio* ingresó a la Argentina en 1985 en la provincia de Entre Ríos probablemente desde Uruguay. En febrero de 1994 fue detectada en el Valle de Calamuchita, provincia de Córdoba, siendo este el primer registro en plantaciones de *Pinus elliottii* generando importantes pérdidas económicas. La medida de control más importante es el control biológico, por ello el objetivo general de este trabajo fue conocer el comportamiento de *S. noctilio* y su controlador biológico *Ibalia leucospoides* en el Valle de Calamuchita y Sierra de los Comechingones, Córdoba, durante el ciclo 2011-2012. En octubre de 2010 se delimitaron 44 parcelas de árboles trampa en forestaciones de la zona de Alpa Corral, Río de los Sauces, Yacanto, Villa General Belgrano y San Clemente. Los árboles seleccionados fueron registrados en planillas de campo con los siguientes datos: lugar, fecha, diámetro a la altura de pecho (DAP) y perímetro basal. Estos fueron tratados con herbicida Dicamba con el fin de debilitarlos y por las sustancias volátiles que emanan hacerlos más atractivos al ataque de las avispas. En octubre de 2011, previo a la emergencia de los adultos de *S. noctilio*, se cortaron trozas de 90 cm de largo, las que fueron colocadas en jaulas y fueron recolectados los adultos emergidos de ambas especies. Se determinó fluctuación poblacional, razón sexual, relación entre emergencia de *S. noctilio* e *I. leucospoides* y porcentaje de parasitismo. La emergencia de *S. noctilio* comenzó en noviembre y finalizó a principios de marzo, registrándose dos picos de emergencia, el primero a principios de noviembre y el segundo a mediados de febrero. La razón sexual encontrada fue de 0,36 con predominio de hembras. *I. leucospoides* registró dos picos poblacionales: el primero hacia fines de noviembre y el segundo hacia mediados de enero con menor número de individuos emergidos. La proporción de sexos hallada fue de 1. No se encontró una correlación entre la emergencia de ambas especies. El parasitismo fue de 28.75 %.

Palabras claves: *Sirex noctilio*, *Ibalia leucospoides*, parasitismo, fluctuación poblacional, razón sexual.

## SUMMARY

*Sirex noctilio* appeared in Argentina in 1985 in the province of Entre Rios, probably from Uruguay. In February 1994, it was detected on *Pinus elliottii* in the Valley of Calamuchita, province of Cordoba where it generated significant economic losses. The most important control measure of *Sirex noctilio* is biological control. The overall objective of this research was to know the behavior of *S. noctilio* and its biological controller *Ibalia leucospoides* in the Calamuchita Valley and Sierra de los Comechingones, Córdoba, during the 2011-2012. In October 2010, 44 trap trees parcels were delimited in Alpa Corral, Rio de los Sauces, Yacanto, Villa General Belgrano and San Clemente forestation areas. The selected trees were recorded on notebooks with the following information: location, date, diameter at breast height (DBH) and basal perimeter. The trees were later treated with herbicide Dicamba in order to weaken them and make them more attractive to wasps. In October 2011, before the emergence of *S. noctilio* adults, logs of 90 cm long were cut and placed in cages. Adults emerged of both species were collected. Not only the relationship between *S. noctilio*, *I. leucospoides* and parasitism percentage was determined, but also the population dynamics and sexual reason. The emergence of *S. noctilio*, that began in November and ended in early March, had two peaks of emergency: the first one in early November and second in mid-February. As for sex ratio, it was 0.36, with predominance of females. *I. leucospoides* reached two population peaks: one at the end of November and another by mid- January with fewer individuals emerged. Sex ratio was 1. There was no correlation between the two species. Parasitism was 28.75%.

Keywords: *Sirex noctilio*, *Ibalia leucospoides*, parasites, population dynamics, sexual reason.



## 1. INTRODUCCION

*Sirex noctilio* Fabricius, es un insecto perteneciente al orden Hymenoptera, familia Siricidae. Es una plaga exótica que afecta principalmente a especies del género *Pinus*. Se trata de una avispa micetófaga, vulgarmente conocida como “avispa barrenadora de los pinos” o “avispa de la madera” (Quintana de quinteros *et al.*, 1999). Especie originaria de Europa y norte de África, desarrolla la mayor parte de su ciclo de vida en el interior de los troncos (Spradberry y Kirk, 1978). Es la única especie dentro del grupo de los sirícidos que es capaz de producir la muerte de pinos en estado sanitario relativamente bueno. Esta capacidad potencial para producir la muerte de plantas sanas la ubica en una situación de mayor importancia respecto de otras plagas que también afectan a estas coníferas. Es una avispa solitaria, robusta y de “cintura ancha” casi exclusiva de árboles del género *Pinus* que está presente en todas las áreas forestadas con coníferas en nuestro país. Es capaz de producir importantes pérdidas económicas debido a que la muerte de las plantas puede alcanzar hasta el 80% de la plantación y aún más en algunos casos (Gómez, 2007).

*S. noctilio* es una de las principales plagas de maderas blandas a nivel mundial. Es una avispa primitiva que ataca preferentemente árboles debilitados. En este sentido, se ha resaltado un potencial beneficio de su presencia en plantaciones, ya que a bajas densidades poblacionales (niveles endémicos) la plaga actúa como un agente de raleo natural, al eliminar árboles de mala calidad. En estos niveles su prevalencia es típicamente baja sin embargo, como muchos otros insectos forestales, *S. noctilio* posee la capacidad de incrementar rápidamente sus densidades poblacionales, a niveles epidémicos, en donde el impacto sobre el recurso forestal es elevado y sus consecuencias económicas severas (Villacide y Corley; 2006).

En Córdoba el Decreto 1944/97, declaró "Plaga de la Agricultura" a la "avispa barrenadora de los pinos" (*Sirex noctilio*) en todo el territorio de la provincia, de conformidad con la ley 4027 y su Decreto reglamentario 6373/79. El mismo propicia coordinar las medidas que tiendan hacia el manejo integrado de la plaga, a fines de prevenir su dispersión en las plantaciones y lograr el control de los focos existentes. Además propicia el estudio de la bioecología de *S. noctilio* en las condiciones agroecológicas de la región promoviendo la investigación para detectar el control natural dentro de la entornofauna local (López *et al.*, 2002 a).

Las forestaciones con carácter industrial en la provincia de Córdoba se iniciaron en la zona del Valle de Calamuchita entre 1958 y 1959, registrándose las mayores superficies implantadas entre 1968 y 1980 (Weaver *et al.*, 1994). La actividad forestal está relacionada con plantaciones de coníferas especialmente de *Pinus elliottii* y *Pinus taeda*, ocupando actualmente un área estimada de unas 21000 ha en función de ponderaciones parciales realizadas según el

ritmo de extracción de la madera y fenómenos como vientos e incendios que disminuyeron la superficie plantada. En el año 2013, los incendios afectaron 11000 ha y probablemente un 40-50 % haya rebrotado en forma irregular (Zupán<sup>1</sup>, 2014).

Las forestaciones más afectadas por esta plaga son aquellas cuyas edades superan los 15 años o cuyos diámetros a la altura del pecho (DAP) oscilan entre 15 y 30 cm. El ataque de este insecto comienza en los árboles más debilitados y se extiende a los más vigorosos cuando se incrementa su población (López, 2004). Son muy susceptibles las plantaciones con alta densidad, con árboles debilitados por la competencia, falta de manejo (podas y raleos), y/o estresados por factores ambientales como sequías e incendios (Demaestri *et al.*, 2008).

Los daños que realiza este insecto son a través de la larva, en forma directa, quien destruye la madera, y la hembra indirectamente, al oviponer introduce un mucus fitotóxico y esporas del hongo simbiote patogénico *Amylostereum areolatum* que provocan la muerte del árbol (López *et al.*, 2010).

Las estrategias globales de manejo de insectos plagas con dinámicas poblacionales caracterizadas por su capacidad de estallar en picos de alta densidad, se enfocan típicamente hacia la reducción en la frecuencia o la intensidad de estos estallidos (Corley y Villacide, 2005). Esto es porque el concepto de umbral de daño, típico de otros cultivos, carece de utilidad en sistemas longevos como los forestales y cuando la plaga registra explosiones impredecibles (Gullan y Cranston, 2000). La estrategia de lucha contra *S. noctilio* se basa en el modelo conceptual del manejo integrado de plagas (MIP) y bajo este esquema se integran actividades de manejo silvícola y sanitario de las plantaciones (podas, raleo silvícola, raleo sanitario); control biológico mediante enemigos naturales (avispa parasitoides y nematodos) y control químico (insecticidas) (Villacide y Corley, 2007). El control biológico clásico es una estrategia de uso generalizado, siendo posible en la zona de estudio por la presencia del parasitoide *Ibalia leucospoides*, importante agente de control de *S. noctilio*, introducido en nuestro país posiblemente en forma conjunta con la plaga (Quintana de Quinteros y Fidalgo, 1993; Villacide y Corley, 2003).

En el presente trabajo se plantea el estudio de la fluctuación poblacional de *S. noctilio* y su parasitoide *I. leucospoides*, debido a que el control biológico es una de las principales técnicas de manejo, buscando recomponer factores biológicos reguladores ausentes en el área donde la plaga es exótica. No obstante, así como es necesario monitorear la presencia del parasitoide también lo es el estudio de la sincronización de la emergencia de éste junto a la

---

<sup>1</sup> Comunicación personal. Técnico Regional Córdoba. Dirección de Producción forestal. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación.

plaga, siendo necesario la perpetuación de *I. leucospoides* y el sostenimiento de un nivel poblacional bajo de *S. noctilio* que no genere pérdidas importantes.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 *Sirex noctilio*

#### 2.1.1 Origen y distribución

*S. noctilio* es originaria de Europa y Norte de África, donde no constituye un problema y es considerada plaga secundaria. Sin embargo, en las zonas donde fue introducida accidentalmente, se constituyó en la principal plaga de las plantaciones del género *Pinus*, evolucionando rápidamente ya que se introdujo sin sus enemigos naturales. Su presencia en Sudamérica data de los comienzos de la década del 80 en la República Oriental del Uruguay donde fue detectada sobre plantaciones de *P. taeda* y *P. elliottii* (Rebuffo, 1990). También se encuentra difundida en la zona sur de Brasil y Argentina (Quintana de quinteros *et al.*, 1999).

Ingresó a la Argentina en 1985 en la provincia de Entre Ríos probablemente desde Uruguay (Espinoza *et al.*, 1986). La “avispa barrenadora de los pinos” constituye hoy una de las plagas cuarentenarias más importantes en las forestaciones de pinos de la República Argentina y principalmente en la región mesopotámica, siendo esta la que posee aproximadamente el 75 % de la masa forestal del país. *S. noctilio* detectada por primera vez en los años 1985/86, en plantaciones de *P. elliottii* y *P. taeda* de más de 15 años en Gualeguaychú provincia de Entre Ríos, se ha dispersado rápidamente desde entonces a otras regiones del país. Su presencia en la región Andino-patagónica fue detectada a fines de 1989, en una maderera de Dina Huapi, departamento Pilcaniyeu, provincia de Río Negro. Más tarde, en noviembre de 1998 se la detecta en la localidad de El Fuerte, departamento Santa Bárbara en plantaciones comerciales de pinos de 20 y 25 años de edad (Quintana de quinteros *et al.*, 1999).

En Febrero de 1994, técnicos de la Dirección de Recursos Naturales Renovables de la provincia de Córdoba capturaron un ejemplar de la “Avispa barrenadora de los pinos”, siendo este el primer registro en el Valle de Calamuchita, provincia de Córdoba, Argentina (López *et al.*, 1999).

La dispersión de la avispa es inevitable, sobre todo en zonas con especies altamente susceptibles, pudiendo introducirse además a lugares distantes con el transporte de maderas por rutas donde no se cumplen las medidas cuarentenarias. La aplicación de medidas preventivas como manejo de controladores naturales e introducción de parasitoides, integradas con prácticas

del monte dirigidas a mejorar la calidad de los árboles, son los componentes esenciales para enfrentar a la plaga (López *et al.*, 2002 b).

### 2.1.2 Clasificación y hospederos

Fue clasificada por Johan Christian Fabricius en 1773, dentro de la clase Insecta, orden Hymenoptera, suborden Symphyta, superfamilia Siricoidea, familia Siricidae, Subfamilia Siricinae, género *Sirex*, especie *S. noctilio*, comúnmente llamada “avispa de la madera” (Spradberry y Kirk, 1978). La familia Siricidae posee tres subfamilias y alrededor de 100 especies, las que se desarrollan en el interior de varias especies coníferas y angiospermas principalmente en el hemisferio norte (Morgan, 1968; Ruíz Gouet, 2006).

*S. noctilio* es un insecto que se asocia a árboles de los géneros *Larix*, *Picea*, *Abies* y *Pseudotsuga* como hospederos secundarios y del género *Pinus* como hospedero principal, siendo *P. radiata* la especie más susceptible al ataque (Carvalho, 1992).

En la Patagonia *S. noctilio* ataca a todas las especies de pinos presentes siendo el *P. contorta* el más susceptible y en menor medida el *P. radiata* y el *P. ponderosa* (Gómez, 2007).

### 2.1.3 Morfología

Los huevos de *S. noctilio* miden de 1,4 a 1,6 mm de largo por 0,30 mm de ancho, tienen forma elipsoide, de color blanco y superficie lisa (Aguilar y Lanfranco, 1988). Sus larvas son cilíndricas de tamaño considerable (30 mm de longitud) y de color blanco cremoso (Fig. 1). Poseen 3 pares de patas torácicas vestigiales muy cortas (oligópodas) y mandíbulas dentadas muy pigmentadas (López *et al.*, 2010). En el estado de prepupa posee coloración blanca y ocurre dimorfismo sexual fácilmente observado en la parte ventral del abdomen, distinguiéndose perfectamente el ovipositor en las hembras. Luego posee un estado de pupa de coloración blanco cremoso, el inicio de la pigmentación ocurre en el ojo; de color blanco pasa a castaño y luego a negro (Quintana de quinteros *et al.*, 1999).



**Figura 1:** Larva de *S. noctilio*

En estado adulto es una avispa robusta, de cuerpo cilíndrico, de 9 a 35 mm de longitud. La hembra es de color azul metálico oscuro con un largo ovipositor en el extremo posterior del abdomen (Fig. 2). Posee antenas cetáceas, levemente pubescentes de 20 segmentos y un ovipositor notorio en cuya base lleva un par de órganos (micangios) que contienen el basidiomycete simbiote obligado *A. areolatum*. Cerca de estos órganos se encuentran un par de glándulas productoras de un mucus fitotóxico. Tanto las esporas del hongo como el mucus son expulsados a través del ovipositor al momento en que el insecto taladra la madera, ya sea para oviponer o verificar la susceptibilidad del árbol (Aguilar y Lanfranco, 1988).

El macho es de coloración azul oscura metálica, exceptuando los segmentos abdominales III al VII, que son café-amarillento, las patas son rojizas, excepto las posteriores que son negras (Fig. 3). Las antenas, similares a las de las hembras, poseen 21 segmentos.

Ambos sexos poseen alas de color ámbar y una espina esclerotizada en el extremo final del abdomen (Aguilar y Lanfranco, 1988).



**Figura 2:** Hembra de *S. noctilio*



**Figura 3:** Macho de *S. noctilio*

#### **2.1.4 Ciclo de vida de *S. noctilio***

El ciclo de vida de la avispa de la madera es bien conocido. Los adultos emergen desde comienzos de diciembre y hasta fines de abril, alcanzando su máxima población a mediados de verano. Taylor (1981), observó en Tasmania otro pico de población a comienzos de otoño. Después de la emergencia se inicia un corto periodo de vuelo con fines de apareamiento y dispersión. El vuelo del adulto es vigoroso y de corta duración, debido tal vez al hecho de que el periodo de vida de la hembra no excede de 5 días y el de los machos de 12 días. Los adultos no se alimentan y solo dependen de sus reservas energéticas acumuladas en su fase larvaria. Los machos generalmente emergen poco antes que las hembras y ambos están sexualmente maduros al momento de emerger. Como parte de su estrategia de desarrollo las hembras de *S. noctilio* seleccionan aquellos árboles que presentan un bajo vigor, para lo cual taladran con el ovipositor varias veces al hospedero, previo a la postura de los huevos, asegurando así que el árbol sea colonizado por las larvas. La oviposición puede ocurrir con o sin apareamiento y el sexo de la progenie estará determinado por la fertilización de los huevos. Así la hembra virgen puede ovipositar y originar solamente una progenie de machos, en tanto una hembra fecundada puede producir machos y hembras. El número de huevos varía de acuerdo con el tamaño y longevidad del insecto y fluctúa entre 50 y 500 huevos por hembra. Generalmente las hembras colocan los huevos en forma aislada o de a pares, los que son incubados en la madera por un periodo de 9 a 14 días. Este estado es factible encontrarlo desde mediados de diciembre y hasta comienzos de abril. En condiciones desfavorables para la eclosión de las larvas, los huevos pueden permanecer en dormancia varios meses (Aguilar y Lanfranco, 1988).

Las larvas nacidas se desarrollan dentro del fuste del árbol, realizando canales y túneles de “aserrín” a medida que van mudando (entre 6 y 12 estadios) y buscando su alimento (Spradbery, 1977) (Fig. 4). Habitualmente construyen una cámara pupal a 5 cm de la superficie exterior del fuste del árbol (Fig.: 5). En condiciones normales este estado puede durar 3 semanas y se encuentra presente desde mediados de noviembre y hasta comienzos de abril (Aguilar y Lanfranco, 1988).



**Figura 4:** Canales y túneles de *S. noctilio*



**Figura 5:** Cámara pupal de *S. noctilio*

Normalmente al año de colocado el huevo, luego de atravesar una metamorfosis completa, está en condiciones de emerger el adulto. Esto sucede a través de un orificio considerable en la corteza (6 milímetros) que realiza con sus poderosas mandíbulas (Spradbery, 1977).

En la Patagonia, *S. noctilio* completa una generación al año, es decir, que desde la puesta de huevos hasta la emergencia de los adultos transcurre un año. Sin embargo parte de la población cumple este ciclo en dos e incluso tres años a partir de la puesta de huevos, siendo los ciclos de dos años de duración los más frecuentes. La emergencia de los adultos, que viven pocos días, ocurre entre diciembre y mayo o junio dependiendo de la zona y de las condiciones climáticas (especialmente la temperatura). Un pico de máxima emergencia se registra habitualmente entre fines de febrero y marzo (Gómez, 2007).

En Australia y en Nueva Zelanda se han encontrado generaciones que presentan un ciclo de dos o tres meses, cuando el ataque se produce en árboles de diámetro pequeño y las condiciones climáticas le son favorables (elevadas temperaturas y déficit hídrico). También se han observado ciclos de dos o tres años, en condiciones climáticas desfavorables para el insecto (Aguilar y Lanfranco, 1988).

### 2.1.5 Síntomas y daños

Las plantas atacadas por *S. noctilio* comienzan a manifestar los síntomas más claramente luego de transcurrido el invierno. La copa o parte de ella, se torna de color verde claro a amarillento y luego adquiere un color rojizo a amarronado (Gómez, 2007) (Fig. 6).



**Figura 6:** Clorosis causada por *S. noctilio*

Se pueden observar numerosas gotas de resina en la superficie de la corteza de los árboles de aspecto perlado debido a la reacción del árbol a las perforaciones realizadas por la hembra durante la oviposición, que cuando son cristalinas y pegajosas al tacto corresponden a posturas nuevas (Fig. 7) (Quintana *et al.*, 1999). La mejor forma de asegurarse que una gota de resina corresponde a una oviposición es levantando la corteza; si es producida por la avispa se verá una mancha marrón en la madera y uno, dos o más puntos blancos en el centro, similares a la pinchadura de un alfiler. Estas son las perforaciones que hace la avispa al poner los huevos.





**Figura 7:** Chorreaduras de resina causadas por *S. noctilio*

Las perforaciones circulares de aproximadamente  $\frac{1}{2}$  centímetro de diámetro en el tronco y en las ramas, son producidas por los adultos al emerger de la planta luego de cumplido su ciclo (Gómez, 2007).

El daño ocasionado por *S. noctilio* no ocurre masivamente en el bosque, sino que afecta en forma aislada a aquellos árboles que presentan un menor vigor. Las hembras son atraídas por las sustancias volátiles (fenoles) producidas por las plantas debilitadas o dañadas (Aguilar y Lanfranco, 1988). En ellas insertan su ovipositor para probar el estado de la planta y la “posibilidad” de atacarla. Si las plantas son adecuadas, las avispas introducen su ovipositor en forma de aguja, perforan la corteza y alcanzan la parte externa de la madera. Allí depositan sus huevos. Al mismo tiempo que depositan los huevos, inoculan las esporas de un hongo simbionte pudridor de la madera y un mucus tóxico para la planta. El hongo junto con el mucus ocasiona la muerte de la planta. El mucus fitotóxico es una sustancia que produce el envejecimiento prematuro de la planta, modifica las tasas de respiración y transpiración iniciando clorosis y el posterior decaimiento del fuste. Localmente, en la zona donde es inyectado este mucus baja el contenido de humedad de la madera propiciando las condiciones para la germinación de las esporas del hongo inoculado que sirven de alimento para las larvas. Se alimentan del hongo a medida que excavan galerías en la madera dejando el aserrín compacto en ellas (Gómez, 2007).

Las plantaciones más susceptibles son aquellas cuyas edades están comprendidas entre los 12 y 25 años y aquellas con alta densidad debido a la alta competencia por luz, agua y nutrientes (Gómez, 2007). Los árboles que se encuentran bajo estrés por sequía o están dañados por el fuego, viento o daños mecánicos producidos durante la corta de plantas vecinas son los más vulnerables al ataque. En condiciones de altos niveles poblacionales del insecto, los árboles vigorosos también pueden ser dañados (Zondag y Nutall, 1977; Neumann y Minko, 1981;

Neumann *et al.*, 1987). Por lo tanto la principal medida preventiva es incrementar el vigor de las plantas mediante el manejo de la densidad adecuada a medida que se desarrolla el rodal (Gómez, 2007).

En Córdoba, donde el 45% de los macizos forestales no ha recibido ningún tratamiento silvicultural, se han registrado porcentajes de plantas dañadas que alcanzan el 26,8% (López *et al.*, 2002 b). En Entre Ríos Valle *et al.* (1996), registraron pérdidas de hasta un 60% en parcelas de *P. taeda* de 20 años de edad. En Australia McKimm y Walls (1980), sostienen que existe un marcado efecto de la calidad del sitio sobre el grado de ataque de *S. noctilio* en plantaciones de pinos, encontrándose pérdidas de hasta un 65% de los individuos en aquellos sitios de inferior calidad para la especie.

### **2.1.6 Época de emergencia y razón sexual**

Los adultos comienzan a emerger generalmente en primavera-verano con variaciones debido a distintas condiciones climáticas. La mayor emergencia se da en los días con temperaturas por encima de la media de la región y con la presión atmosférica en baja (Taylor, 1981).

La emergencia de los adultos en el hemisferio sur va desde octubre hasta mayo, alcanzando generalmente la máxima densidad poblacional a mediados del verano. En el sur de Brasil la emergencia ocurre entre octubre y abril, con máximas en noviembre y diciembre (Iede *et al.*, 1993), mientras que en Uruguay desde octubre hasta fines de abril con picos en diciembre y febrero (Rebuffo, 1990); en Tasmania las emergencias ocurren entre diciembre y mayo, con máximas entre fines de enero y marzo según estudios realizados por Taylor (1981) y posteriormente por Klasmer *et al.*, (1998).

En Misiones, Eskiviski *et al.*, (2002), refieren que las emergencias en laboratorio ocurren desde la segunda semana de octubre y hasta la primera de enero, alcanzando un pico poblacional en la segunda semana de noviembre. En Jujuy emergen desde octubre, con picos en la segunda quincena de noviembre (Muruaga de L'Argentier *et al.*, 2005). Klasmer *et al.*, (2000), señalan que en Bariloche, *S. noctilio* emerge desde enero hasta junio, dependiendo de las condiciones climáticas, con picos entre febrero y marzo. En Córdoba, según López *et al.*, (2010), Arrieta (2012), Santa (2003) y Barrionuevo (2012) las primeras emergencias ocurren desde principios hasta mediados de noviembre. Santa (2003), López (2004), López *et al.*, (2010), Barrionuevo (2012) y Arrieta (2012) determinaron las últimas emergencias en laboratorio hacia mediados de marzo.

Los machos de esta especie generalmente emergen antes que las hembras. Este desfase en la emergencia, permite que los machos esperen (en o cerca de los árboles) la emergencia de las hembras para poder copularla. Estos vuelan entre los árboles hasta que deciden finalmente instalarse en uno de ellos para buscar a las hembras. Así, el macho comienza la búsqueda moviendo sus antenas y probando en las grietas o hendiduras de la corteza del árbol elegido, donde puede detectar la presencia de una hembra que está por emerger para copularla. La cópula, es precedida por un cortejo elaborado, aunque por tratarse de avispas, no es necesaria para la reproducción (Fernandez-Arhex y Corley, 2003).

La razón de sexos (macho/hembra), puede ser utilizada para estimar la población de *S. noctilio*. La proporción de sexos esperada para una población de insectos partenogénicos arrenotóquicos, como es la de *S. noctilio* y que se encuentra en proceso de colonización, debiera ser muy superior en machos que en hembras (Ruiz Gouet, 2006).

Da Silva (1995), cita estudios realizados por Zondag y Nuttall (1977), donde la proporción de machos y hembras puede ser de hasta 20:1 cuando el insecto está colonizando un área. Taylor (1981), observó que esta proporción puede variar de 1,5:1 hasta 16:1. Ruiz Gouet (2006) y Taylor (1981), destacan que es esperable en las primeras etapas de colonización de la especie que la descendencia sea todos machos, debido a que las hembras no están fecundadas.

En Misiones, Eskiviski *et al.* (2002) encontraron una proporción de 0,64 a 2,8 macho/hembra.

En Córdoba, López (2004) para cuatro periodos evaluados (1997-2001) encontró una proporción de 4:1, Santa (2003) para el periodo 2001-2002 encontró una proporción de 2,14:1, Barrionuevo (2012) para el periodo 2009-2010 encontró una proporción de 1,4:1 y Arrieta (2012) encontró para el periodo 2010-2011 una proporción de 0,81:1.

El mayor número de individuos machos en comparación con el de hembras, podría deberse a que las hembras oviponen sin necesidad de aparearse (Carvalho, 1992). También las hembras pueden aparearse con varios machos (Toro *et al.*, 2003).

## **2.2 *Ibalia leucospoides***

### **2.2.1 Clasificación y Distribución**

*I. leucospoides* Hochenwarth es un endoparásitoide del orden Hymenoptera, superfamilia Cynipoidea, familia Ibalidae. Es considerado como el más eficiente en el control de *S. noctilio* y está presente en las zonas forestales de Asia, Europa y América del Norte (Spradberry y Kirk, 1978). Se ha distribuido en forma natural en distintos países como Francia, Inglaterra, Rusia, Nueva Zelanda, Australia, Uruguay y Brasil (Weld, 1952; Rebuffo, 1990; Carvalho,

1993). En América del Sur se la detecta en Uruguay en 1984 (Rebuffo, 1990), en Brasil en 1990 (Carvalho, 1993) y en Argentina por primera vez en la Provincia de Río Negro en 1993, siendo el único enemigo natural hallado hasta el momento en la Patagonia (Klasmer *et al.*, 2000), y en 1997 en la provincia de Córdoba (López *et al.*, 1999).

La introducción de este parasitoide a la Argentina fue accidental a través de un proceso conocido como biocenosis, que se refiere a la asociación entre un parasitoide y su huésped. *I. leucospoides* es especialista, esto significa que ataca a una sola especie de hospedante (Fernández-Arhex y Corley 2003). Su introducción al país se produce en forma conjunta a través de la importación de madera ataca por *S. noctilio*.

### 2.2.2 Morfología

*I. leucospoides* posee la cabeza, los ojos y las antenas negras, el tórax y el abdomen de color marrón oscuro y las alas transparentes color ámbar. Su cuerpo puede medir de 5 a 16 mm de largo y la envergadura alar de 8 a 23 mm. Las hembras poseen el ovipositor retráctil. El rasgo más distintivo entre ambos sexos es la forma del abdomen visto de arriba; en los machos es cilíndrico con la parte central levemente ensanchada (Fig. 8), mientras que en las hembras es más comprimido en forma de lámina (Fig. 9). Otro rasgo distintivo es una pequeña muesca en el tercer antenito en los machos (Fig. 10) y ausente en las hembras (Fig. 11) (Nuttall, 1980).



**Figura 8:** Macho de *I. leucospoides*



**Figura 9:** Hembra de *I. Leucospoides*



**Figura 10:** Antenitas en macho de *I. leucospoides*



**Figura 11:** Antenitas en hembra de *I. leucospoides*

### 2.2.3 Ciclo de vida

La hembra del parasitoide introduce su ovipositor en las mismas perforaciones de oviposición de *S. noctilio* e introduce sus huevos dentro de los huevos y larvas de la avispa. Las larvas del parasitoide se desarrollan dentro de las larvas de *S. noctilio*, provocando la muerte de las mismas (Gómez, 2007).

*I. leucospoides* presenta cuatro estadios larvales. Se comporta como endoparasitoide de huevos y larvas de *S. noctilio* hasta su tercer estadio, luego abandona la larva de la “avispa de la madera” transformándose en ectoparasitoide alimentándose desde afuera del huésped. (López *et al.*, 2012). Durante el cuarto estadio permanece en una de las galerías realizadas por *S. noctilio* hasta empupar. Completado el estado pupal, que dura unos 2 meses, el parasitoide realiza un agujero en la corteza del árbol para emerger en estado de adulto. Su tiempo de vida adulta es de 10 a 15 días, periodo durante el cual se alimentan de néctar y exudados vegetales, aunque pueden sobrevivir y oviponer sin alimentarse (Fernández-Arhex y Corley, 2003).

Las hembras de *I. leucospoides* adultas se sienten atraídas por los agujeros de oviposición realizados por *S. noctilio* específicamente por el desarrollo del hongo simbiote de la plaga *A. areolatum*. El comportamiento de búsqueda, una vez elegido el árbol, consiste en la examinación sistemática de la corteza y todos los recovecos del árbol elegido con sus antenas. Cuando la hembra encuentra un agujero de oviposición del hospedante, inserta ambas antenas en él y lo inspecciona. Luego, baja el abdomen y con la punta del mismo comienza a inspeccionar las inmediaciones del agujero hasta que finalmente inserta su ovipositor atacando todos los hospedantes que se encuentran dentro del agujero provocado por *S. noctilio*. Una correcta elección del árbol (es decir con buen ataque de la plaga), redunda en una eficiencia de parasitismo muy alta. Esto es, el parasitoide es capaz de hallar todas las larvas y huevos de *S. noctilio* ocultos dentro de la madera (Spradberry, 1977).

#### **2.2.4 Control biológico y relación con *S. noctilio***

Eskiviski *et al.*, (2002) refieren que, en Misiones, *I. leucospoides* emerge desde la tercera semana de octubre hasta la primera de enero, con un pico en la última de noviembre. Las emergencias se concentran entre el 21 de noviembre y el 5 de diciembre en Jujuy (Muruaga de L'Argentier *et al.*, 2005). En Córdoba, Santa (2003) determinó que el periodo de emergencia ocurre desde el 10 de diciembre hasta el 7 de enero, concentrándose las mayores emergencias entre el 14 y 30 de diciembre; López (2004) determinó que emerge entre el 20 de noviembre y el 18 de diciembre; según Barrionuevo (2012) la emergencia del parasitoide en laboratorio comienza a principios de noviembre, alcanzando un pico en la segunda quincena de este mismo mes, y culminando a mediados de diciembre; López *et al.*, (2012) determinaron que el periodo de emergencia comienza a mediados de noviembre y finaliza en la primera quincena de febrero, alcanzando su pico poblacional a principios de enero y Arrieta (2012) determinó las primeras emergencias a principios de noviembre y las últimas apariciones a principios de febrero.

López (2004) y Barrionuevo (2012) encontraron una fuerte y positiva asociación entre la plaga y este parasitoide, con coeficientes de correlación entre 0,76-0,86 y 0,92 respectivamente.

En Argentina se citan porcentajes de parasitismo entre 20 y 40% en Bariloche (Klasmer *et al.*, 2000), entre 6,4 y 25,8% en Jujuy (Muruaga de L'Argentier *et al.*, 2005); y de 26,5 a 40,2% en Misiones (Eskiviski *et al.*, 2002). En Córdoba, Santa (2003) registró valores de 22,93%; López (2004) valores entre 16,9 y 47,5%; López *et al.* (2012) del 27,36%; Arrieta (2012) del 13,04%; Barrionuevo (2012) del 18,95% y Julián (2014) del 11.53%.

### **3. OBJETIVO GENERAL**

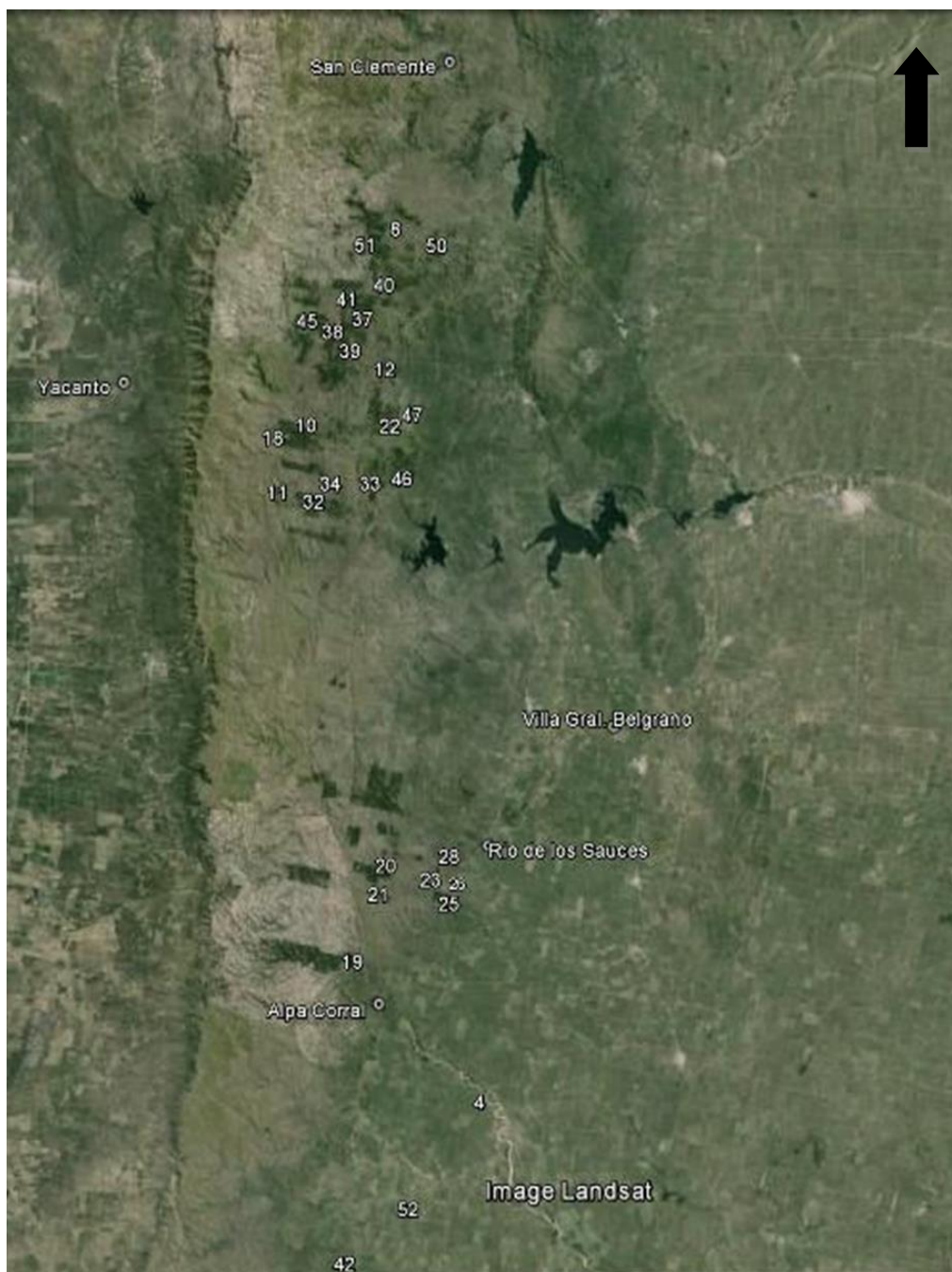
Conocer el comportamiento de *Sirex noctilio* y su controlador biológico *Ibalia leucospoides* en el Valle de Calamuchita-Córdoba, durante el ciclo 2011-2012

#### **3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la fluctuación poblacional y la razón sexual de *S. noctilio*
- Determinar la fluctuación poblacional y la razón sexual de *I. leucospoides*
- Conocer la relación entre emergencia de *S. noctilio* y de *I. leucospoides*.
- Estimar el parasitismo de *S. noctilio* por *I. leucospoides*

#### 4. MATERIALES Y MÉTODOS

En octubre de 2010 se delimitaron 44 parcelas de muestreo o parcelas trampas, en forestaciones de la zona de la Sierra de los Comechingones (Alpa Corral y Río de los Sauces) y del Valle de Calamuchita (Yacanto, Villa General Belgrano y San Clemente), ubicándolas mediante coordenadas geográficas con el uso de GPS (Fig. 12). Las mismas están formadas por grupos de 5 ejemplares de *P. elliottii*, identificados y elegidos por su facilidad de ubicación, con una distribución uniforme dentro de la forestación y por ser suprimidos, tortuosos o bifurcados.



**Figura 12:** Ubicación geográfica de las parcelas de árboles trampa en la imagen satelital.



Los árboles seleccionados fueron registrados en planillas de campo, con los siguientes datos: lugar, fecha, diámetro a altura de pecho (DAP) y perímetro basal, este último utilizado para establecer la dosis de herbicida a aplicar. La avispa es atraída por sustancias volátiles que emiten los árboles debilitados o estresados. Esta circunstancia es aprovechada para detectar la presencia de *S. noctilio* mediante el debilitamiento artificial de los pinos con herbicida (Spradberry y Kirk, 1978; Klasmer *et al.*, 1998).

En los mismos árboles se realizaron cortes en el tronco, a 1,3 m de altura (altura de pecho) con un hacha inclinada unos 45° con respecto al tronco. En dichos cortes se aplicó con una jeringa la dosis del herbicida Dicamba al 48 % (1 ml cada 10 cm de perímetro basal) (Fig. 13). Dicamba es una auxina sintético derivada del ácido benzoico, postemergente y se absorbe a través de hojas, tallos y raíces. Es sistémica, circulando tanto por el xilema como por el floema. Modifica el transporte de ácido indolacético, produciendo efectos auxínicos en la planta. Se formula como concentrado soluble (CASAFE, 2011).



**Figura 13:** Aplicación de herbicida.

Posteriormente al establecimiento de las parcelas ocurrieron tormentas de viento y se produjeron incendios en la zona del Valle de Calamuchita y Sierra de los Comechingones, que provocaron la pérdida de árboles, quedando solo 37 parcelas de las 44 instaladas originalmente.

En octubre de 2011, previo a la emergencia de los adultos de *S. noctilio*, en cada parcela se seleccionaron dos árboles con síntomas de ataque de la avispa y de cada uno se cortaron dos trozas de 90 cm de largo. A las mismas se les realizó un parafinado en los extremos, para evitar su desecamiento prematuro y se las colocó en jaulas trampa en el laboratorio de Zoología

Agrícola de la UNRC. Las jaulas fueron construidas sobre una base de madera, con tejido mosquitero y con una puerta frontal, de dimensiones 0,7 m x 0,4 m x 1,1 m de alto.

A partir de ese momento, las jaulas se revisaron tres veces por semana, hasta fines de marzo, fecha de las últimas emergencias. Los ejemplares se colocaron en un recipiente con alcohol etílico al 70% para su conservación.

En planillas de laboratorio se registró fecha, especie y sexo de los individuos emergidos, ordenados según parcela y ubicación geográfica.

La elaboración de las curvas de emergencia de *S. noctilio* e *I. leucospoides* se realizaron agrupando los individuos en forma quincenal. Se determinó la razón sexual según la relación entre número de individuos macho y número de individuos hembra para ambas especies.

Para conocer la relación entre la emergencia de ambas especies, los datos fueron sometidos a análisis de correlación de Pearson usando el software estadístico Infostat versión 2008 (Di Rienzo *et al.*, 2008).

El coeficiente de Pearson mide la magnitud de la asociación lineal entre dos variables independientemente de las unidades de medida de las variables originales y representa la covarianza de los valores muestrales estandarizados. Asume valores entre -1 y 1, y el signo indica la dirección de la asociación, valores negativos indican que cuando uno de los valores es más grande que su media, el otro valor es más pequeño que su media (Balzarini *et al.*, 2008).

Se planteó el siguiente modelo estadístico e hipótesis nula (H0):

$$y = \mu + (\alpha \cdot x) + \varepsilon$$

donde:

y: número de individuos de *S. noctilio* emergidos quincenalmente.

$\mu$ : media poblacional del número de individuos de *S. noctilio* emergidos quincenalmente.

$\alpha$ : coeficiente de correlación (tasa de cambio de la variable y por cada unidad de cambio de la covariable x).

x: covariable número de individuos de *I. leucospoides* emergidos quincenalmente.

$\varepsilon$ : error experimental.

H0: No existe correlación entre el número de individuos de *S. noctilio* y el número de individuos de *I. leucospoides* emergidos quincenalmente.

Ha: Existe correlación entre el número de individuos de *S. noctilio* y el número de individuos de *I. leucospoides*, emergidos quincenalmente.

La estimación del parasitismo de *S. noctilio* por *I. leucospoides* se realizó mediante la siguiente ecuación (López, 2004):

$$\% \text{ Parasitismo} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos de } I. \textit{leucospoides}}{\text{N}^\circ \text{ de individuos de } I. \textit{leucospoides} + \text{N}^\circ \text{ de individuos de } S. \textit{noctilio}} \times 100$$

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Fluctuación poblacional y razón sexual de *S. noctilio*.

Se registraron emergencias solo en 6 parcelas de las 37 muestreadas, correspondiendo a las zonas de San Clemente, Río de los Sauces y Villa General Belgrano. Las emergencias se extendieron desde el 7 de noviembre de 2011 hasta el 2 de marzo de 2012, habiéndose contabilizado un total de 15 individuos (Tabla 1); valor inferior al hallado por Barrionuevo (2012) y Arrieta (2012) quienes encontraron 77 y 100 individuos respectivamente. El inicio de las emergencias de *S. noctilio* comenzó la primera quincena de noviembre, coincidente con lo hallado por Santa (2003) para el periodo 2001-2002 y por Barrionuevo (2012) para el periodo 2009-2010; y más temprano que lo registrado por López *et al.* (2010) para los periodos comprendidos entre 1997 y 2001, para la misma área de estudio. También coincide con lo hallado por Eskiviski *et al.*, (2002) para el periodo 1998-2001 en Misiones.

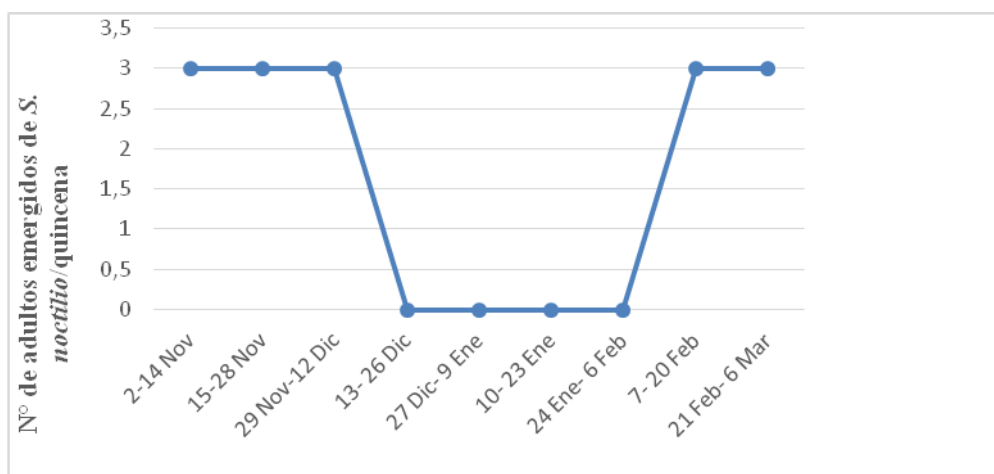
**Tabla 1:** Fechas de emergencia, número de adultos de *S. noctilio* e *I. leucospoides* en laboratorio ordenadas en forma quincenal y porcentaje de parasitismo total.

Fecha	Especie		<i>S. noctilio</i> Total	<i>I. leucospoides</i>		<i>I. leucospoides</i> Total
	<i>S. noctilio</i> ♂	<i>S. noctilio</i> ♀		<i>I. leucospoides</i> ♂	<i>I. leucospoides</i> ♀	
02 - 14 Nov	2	1	3	0	0	0
15 - 28 Nov	0	3	3	0	0	0
29 nov- 12 Dic	0	3	3	2	1	3
13 - 26 Dic	0	0	0	0	2	2
27 Dic - 09 Ene	0	0	0	0	0	0
10 - 23 Ene	0	0	0	1	0	1
24 Ene - 06 Feb	0	0	0	0	0	0
07 - 20 Feb	1	2	3	0	0	0
21 Feb - 06 Mar	1	2	3	0	0	0
TOTAL	4	11	15	3	3	6
RELACIÓN M:H	0,36			1		
% PARASITISMO	28,57%					

Santa (2003), Barrionuevo (2012), Eskiviski *et al.*, (2002) y López *et al.*, (2010) registraron emergencias hasta fines de diciembre, López (2004) y Barrionuevo (2012) reportaron los últimos individuos a mediados de marzo y en este estudio el último individuo adulto registrado fue a principios de marzo.

Se registraron dos picos de emergencia, coincidiendo con Barrionuevo (2012) y Arrieta (2012), mientras que Santa (2003) y López *et al.* (2010) encontraron un solo pico de emergencia. El primero se extendió desde la primera semana de noviembre hasta la segunda

semana de diciembre y el segundo ocurrió la segunda quincena de febrero extendiéndose hasta la primera semana de marzo (Fig. 14).



**Figura 14:** Fluctuación poblacional de adultos de *S. noctilio* durante el periodo 2011-2012. Número de adultos de *S. noctilio* emergidos acumulados por quincena.

En cuanto a la proporción de sexos, se observó una mayor cantidad de hembras que de machos (Fig. 15). La proporción sexual determinada fue de 0,36:1, similar a lo encontrado por Arrieta (2012) para el periodo 2010-2011, inferior a 1. Mientras que Barrionuevo (2012), Santa (2003), López (2004) y Eskiviski *et al.*, (2002) hallaron valores superiores a 1.

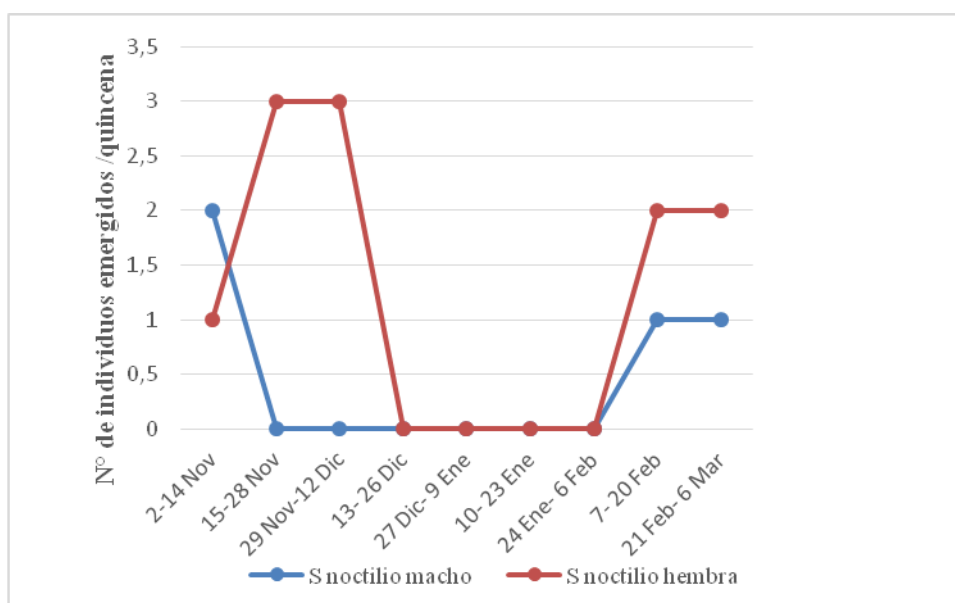
Según Ruiz Gouet (2006) la proporción de sexos esperada para una población de insectos partenogénéticos arrenotóquicos, como es la de *S. noctilio* y que se encuentra en proceso de colonización, debiera ser muy superior en machos que en hembras.

Si bien *S. noctilio* se encuentra establecida en la región desde 1994, los estudios realizados en el Valle de Calamuchita y la Sierra de los Comechingones desde el año 1997 al 2012 muestran variaciones en su nivel poblacional.

López (2004) encontró en el periodo 1997-1998 un total de 49 individuos adultos de *S. noctilio*, en el periodo 1998-1999 un total de 124; en el periodo 1999-2000, 481 y en el periodo 2000-2001, 1328 individuos.

Barrionuevo (2012) para el periodo 2009-2010 contabilizó 77 individuos y Arrieta (2012) en el periodo 2010-2011 determinó 100 individuos adultos de *S. noctilio*. Para estos periodos se observó una tendencia a la disminución de la población probablemente debido a la acción de los controladores biológicos (Quintana de Quinteros y Fidalgo, 1993; Villacide y Corley, 2003) y a la dinámica poblacional de esta plaga de presentar estallidos poblacionales al inicio del establecimiento en una región para luego estabilizar su densidad (Corley y Villacide,

2005). Debido a esto podríamos suponer que la población está disminuyendo de acuerdo a lo postulado por Ruiz Gouet (2006).



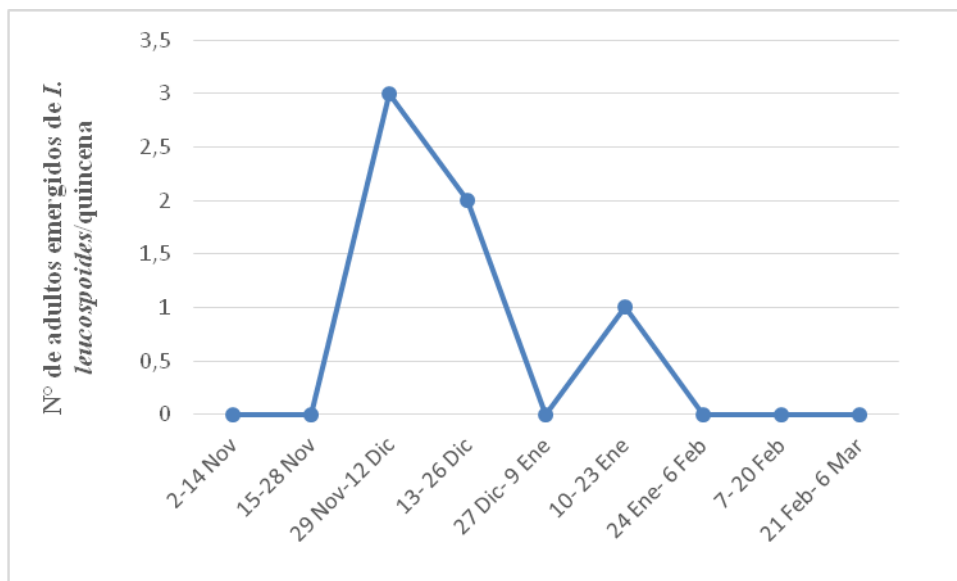
**Figura 15:** Fluctuación poblacional de adultos de *S. noctilio* según sexo en el periodo 2011-2012

## 5.2 Fluctuación poblacional y razón sexual de *Ibalia leucospoides*

Las primeras emergencias de *I. leucospoides* comenzaron a fines de noviembre. Se registraron en total, 2 individuos en muestras provenientes de Río de los Sauces y 4 individuos en muestras de Villa General Belgrano.

Se detectaron dos picos poblacionales. El primero entre fines de noviembre y mediados de diciembre y el segundo con menor número, se observó hacia mediados de enero (Fig. 16). Santa (2003), Barrionuevo (2012), Eskiviski *et al.*, (2002) y Arrieta (2012) también registraron dos picos de emergencia coincidiendo con lo hallado en este estudio, mientras que López *et al.*, (2012) registró un solo pico a principios de enero.

Las últimas apariciones de los adultos de *I. leucospoides* fueron a fines de enero, similar a lo encontrado por Eskiviski *et al.*, (2002). Mientras que López *et al.*, (2012) y Arrieta (2012) registraron emergencias posteriores, y Santa (2003) y Barrionuevo (2012) registraron los últimos individuos con anterioridad al presente estudio.



**Figura 16:** Fluctuación poblacional de *I. leucospoides* en el periodo 2011-2012

En el recuento de emergencias solo se contabilizaron 3 machos y 3 hembras, lo que arroja una relación sexual de 1, inferior a lo hallado por López *et al.*, (2012), Barrionuevo (2012) y Arrieta (2012) para la misma zona.

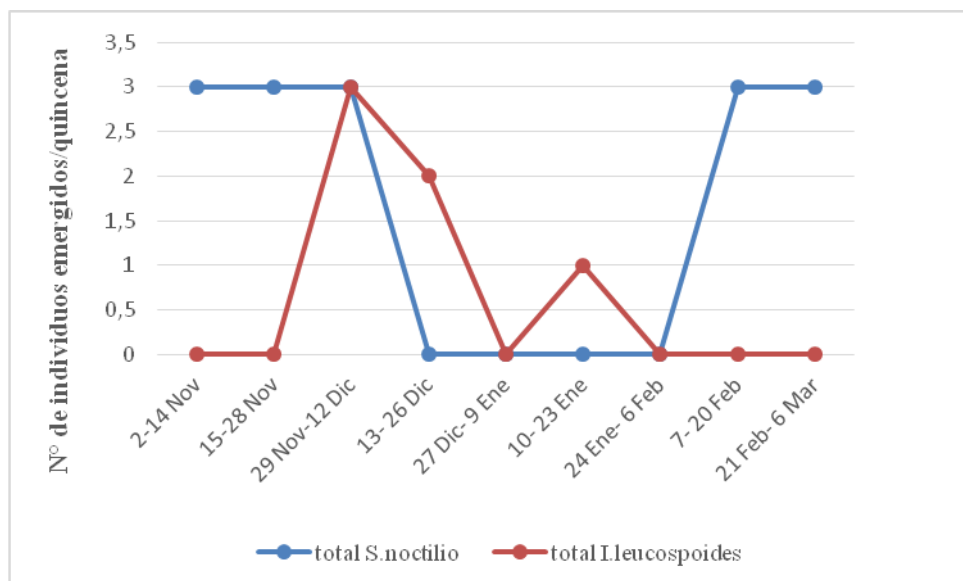
Carvalho (1992) y Arrieta (2012), encontraron que las hembras emergieron junto con los machos (Fig. 17) mientras que en el presente estudio los machos iniciaron sus emergencias con anterioridad.



**Figura 17:** Fluctuación poblacional de *I. leucospoides* según sexo, durante el periodo 2011-2012

### 5.3 Relación entre *S. noctilio* e *I. leucospoides*

Las emergencias de *I. leucospoides* iniciaron a mediados de noviembre, coincidiendo la aparición del parasitoide con la plaga, similar a lo hallado por López *et al.* (2012); Barrionuevo (2012) y Arrieta (2012) solo encontraron una diferencia de 4 días; resultados diferentes fueron los obtenidos por Santa (2003) y López (2004) quienes hallaron un desfase de dos semanas. Según Klasmer *et al.* (1998), estos desfases son típicos del comportamiento que caracteriza las relaciones predador – presa.



**Figura 18:** Relación de emergencia entre *S. noctilio* e *I. leucospoides*

En la Fig. 18 se observa que hay una fuerte sincronización entre el parasitoide y la plaga para el primer pico de emergencia donde ambos coinciden, no así para el segundo pico de emergencia de la plaga que se produjo con posterioridad al del parasitoide. Se ha registrado un total de 15 individuos para *S. noctilio* y de 6 individuos para *I. leucospoides*.

El análisis de Correlación de Pearson (Tabla 2) permitió medir la magnitud de la asociación entre *S. noctilio* e *I. leucospoides*, obteniéndose una probabilidad de 0,86, por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula y se acepta que no existe correlación entre la emergencia de ambas especies.

Tabla 2: Correlación de Pearson: Coeficientes/probabilidades

	Coeficiente	Probabilidad
	<i>Sirex</i>	<i>Ibalia</i>
<i>Sirex</i>	1,00	0,86
<i>Ibalia</i>	-0,07	1,00



#### **5.4 Parasitismo de *S. noctilio* por *I. leucospoides***

El valor de parasitismo hallado de *S. noctilio* por *I. leucospoides* para el periodo 2011-2012 fue de 28,57 %, similar a lo encontrado por Santa (2003), López *et al.*, (2012) en el área de estudio y por Neumann *et al.*, (1987) en Australia. Mayor a lo registrado por Arrieta (2012) y Barrionuevo (2012) en Córdoba e inferior a lo encontrado por Eskiviski *et al.*, (2002) en Misiones.

## 6. CONCLUSIONES

La baja relación macho/hembra de *S. noctilio* hallada en este estudio indicaría una tendencia a la disminución de la población.

Al registrarse una tendencia a la disminución en la población de la plaga, y siendo *I. leucospoides* un parasitoide específico, es esperable también una reducción de su población.

A futuro es esperable encontrar una baja tasa de apareamiento debido a la baja presencia de *S. noctilio* macho, lo que provocaría un mayor número de individuos machos por partenogénesis.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, A. y D. M. LANFRANCO. 1988. Aspectos biológicos y sintomatológicos de *Sirex noctilio* Fabricius (Hymenoptera-Siricidae): una revisión. *Bosque* 9(2): 87-91.
- ARRIETA, M. S. 2012. *Estudios de Sirex noctilio e Ibalia leucospoides en el Valle de Calamuchita-Córdoba (2010-2011)*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 31 p.
- BALZARINI M. G., L. GONZÁLEZ, M. TABLADA, F. CASANOVES, J. A. DI RIENZO y C. W. ROBLEDO. 2008. Manual del usuario InfoStat. Editorial Brujas. Córdoba, Argentina. 336 p.
- BARRIONUEVO, C. 2012. *Estudios de Sirex noctilio e Ibalia leucospoides en el Valle de Calamuchita-Córdoba (2009-2010)*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. p: 13-18.
- CARVALHO, A. G. 1992. *Bioecología de Sirex noctilio Fabricius 1793 (Hymenoptera: Siricidae) em povoamentos de Pinus taeda L.* Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em ciencias Florestais, no curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Brasil. 147 p.
- CARVALHO, A. G. 1993. Parasitismo de *Ibalia* sp. (Hymenoptera: *Iballidae*) em *Sirex noctilio* Fabricius 1793 (Hymenoptera: *Siricidae*) em SaoFrancisco de Paula. R.S. Curitiba: **Boletim de Pesquisa Florestal. EMBRAPA/CNPF. N° 26/27.**
- CASAFE. 2011. *Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina*. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. 15° Edición. Tomo 2. Buenos Aires, Argentina. 1976 p.
- CORLEY, J. C y J. M. VILLACIDE. 2005. Una visión dinámica del manejo de la plaga forestal *Sirex noctilio*. *IDIA XXI* 5:(8) 136-138.
- DA SILVA, S. M. 1995. *Estabelecimento e eficiência de agentes de controle biológico de Sirex noctilio F. 1793 (Hymenoptera: Siricidae), em Pinus taeda L., nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul*. Tesis de Maestría. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil. 92 p.
- DEMAESTRI M., O. PLEVICH, A. LOPEZ y J. GARCIA. 2008. Relación entre el grado de ataque de *Sirex noctilio* y los factores de sitio pendiente y exposición en plantaciones de

- Pinus elliottii*. **XIII Congreso Forestal Mundial**. Bs. As. Argentina. Trabajo completo en CD. Sesión 4.2 Especies invasoras, enfermedades y plagas. En: <http://www.cfm2009.org/es/programapost/resumenes/ides.asp>.
- DI RIENZO, J. A., F. CASANOVES, M. G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA, C. W. ROBLEDO. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- ESPINOZA, H., A. LAVANDEROS y C. LOBOS. 1986. Informe reconocimiento de la plaga *Sirex noctilio* en plantaciones de Uruguay y Argentina. Santiago, Chile. 20 p.
- ESKIVISKY, E., M. BENNESCH y G. FARALDO. 2002. Fluctuación poblacional y control biológico de *Sirex noctilio* F. en el departamento Manuel Belgrano, Misiones. **IX Jornadas Técnicas Forestales**. El Dorado, Misiones, Argentina. 5 p.
- FERNANDEZ-ARHEX, V. y J. CORLEY. 2003. Biología del parasitoide *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae), enemigo natural de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). *Patagonia Forestal*, 6(4):4-5.
- GÓMEZ, C. A. 2007. *Sirex noctilio*, la avispa de los pinos. *Forestal* (13): 55-60
- GULLAN, P. J. y P. S. CRANSTON. 2000. *The insects. An outline of entomology*. 2 Edition. Blackwells science. 470 p.
- IEDE, E., S. PENTEADO, D. GAIAD y S. SILVA. 1993. Panorama a nível mundial da ocorrência de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae) In: **Conferencia Regional Da Vespa Da Madeira Sirex noctilio Na América do Sul**. 1992. Florianopolis. Anais Colombo: EMBRAPA/FAO/USDA/Funcema: 23-33.
- JULIÁN, J. J. 2014. *Comportamiento de Sirex noctilio e Ibalia leucospoides en el Valle de Calamuchita-Córdoba (2012-2013)*. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina. 32 p.
- KLASMER, P., J. CORLEY y E. BOTTO. 1998. Presencia de la avispa barrenadora de los pinos *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae) en la región andino-patagónica de Argentina. Estado actual de las investigaciones para su control biológico. *Serie Programa de investigación y Desarrollo Ambiental N° 20*. Universidad de Belgrano. 11 p.
- KLASMER, P., E. N. BOTTO, J. C. CORLEY, J. M. VILLACIDE y V. FERNANDEZ ARHEX. 2000. Avances en el control biológico de *Sirex noctilio* en la región patagónica de la Argentina. *Serie Técnica IPEF*. 13 (33): 21-30.

- LÓPEZ, A.; M. DEMAESTRI, E. ZUPAN, O. BAROTTO, E. TRUMPER y R. BALBOA. 1999. *Sirex noctilio* en el Valle da Calamuchita-Cordoba. Actas **X Jornadas Fitosanitarias Argentinas**. Jujuy. p. 280.
- LÓPEZ, A., M. DEMAESTRI, E. ZUPÁN y O. BAROTTO. 2002a. Antecedentes del *Sirex noctilio* (Hymenoptera-Siricidae) en el Valle de Calamuchita, Córdoba, Argentina. *Bosque* 23 (1): 111-114.
- LÓPEZ, A., M. DEMAESTRI, E. ZUPAN, O. BAROTTO, S. VIALE y A. DEGIOANNI. 2002b. Aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG), en el manejo de *Sirex noctilio* F., “La avispa barrenadora de los pinos”, en el valle de Calamuchita-Córdoba-Argentina. *Revista de Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*. 11(2):299-310. España.
- LÓPEZ, A. 2004. *Estudios del comportamiento y control biológico de Sirex noctilio como parte de las estrategias de manejo en la región del Valle de Calamuchita-Córdoba-Argentina*. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 77 p.
- LÓPEZ, E., M. DEMAESTRI, J. GARCIA, E. ZUPAN y C. CRENNNA. 2010. Comportamiento de *Sirex noctilio* en el valle de Calamuchita, provincia de Córdoba, Argentina. *Quebracho* 18 (1,2): 106-111.
- LÓPEZ, A., M. DEMAESTRI, E. ZUPAN, M. IBAÑEZ, J. GARCIA y C. CRENNNA. 2012. *Ibalia leucospoides* parasitoide de *Sirex noctilio* en Córdoba, Argentina. *Quebracho*. 20 (1,2): 68-77.
- MCKIMM, R. y J. WALLS. 1980. *Sirex noctilio* F. and its insects parasitoid and nematode parasite in *P. radiata* plantations at Delatite, east-central Victoria. *Australian Forestry Research Newsletter*. 6: 229-230.
- MORGAN, F. D. 1968. Bionomics of siricidae. *Annu. Rev. Entomol.* 13: 239-256.
- MURUAGA DE L'ARGENTIER, S., S. QUINTANA DE QUINTEROS, C. GALLARDO y H. VILTE. 2005. Establecimiento de *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae) endoparásito de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) en la Almona (Jujuy, Argentina). *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 64 (1-2): 23-25.
- NEUMANN, F. G. y G. MINKO. 1981. “The *Sirex* Wood wasp in Australian *radiata* pine plantations”, *Aust. For.* 44 (1): 46-63.

- NEUMANN, F. G., J. L. MOREY y R. J. MCKIMM. 1987. The *Sirex* wasp in Victoria. Department of Conservation, Forest and Lands. Victoria, Australia. p: 29-41.
- NUTTALL, M. J. 1980. Insect parasites of *Sirex* (Hymenoptera: *Ichneumonidae*, *Ibaliidae*, and *Orussidae*). *Forest Timber Insects of New Zealand* 47: 12.
- QUINTANA DE QUINTEROS, S. y P. FIDALGO. 1993. Registro de una nueva plaga forestal en el NOA. **C.I.R.P.O.N.** Boletín MIP N° 36: 2-3.
- QUINTANA DE QUINTEROS, S., S. MURUAGA de L'ARGENTIER; H. A. VILTE y C. B. GALLARDO. 1999. Avispa barrenadora de los pinos. *Sirex noctilio* F.: Plaga forestal clave de importancia económica y cuarentenaria. *SAGPyA forestal* 11: 6-15.
- RAWLINS, K. 2014. [Wiki.bugwood.org/Sirex\\_noctilio/NJ](http://Wiki.bugwood.org/Sirex_noctilio/NJ). Developed the center for invasive species and Ecosystem health at the university of Georgia.
- REBUFFO, S. 1990. La avispa de la madera *Sirex noctilio* F. en el Uruguay. Montevideo, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Recursos Naturales. Dirección Forestal. 17 p.
- RUÍZ GOUET, M. C. 2006. *Razón sexual de Sirex noctilio Fabricius y detección de sus potenciales enemigos naturales, mediante el estudio de parcelas cebo, implementadas por el servicio Agrícola y Ganadero entre los años 2002-2005 en la X Región de Chile*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 75 p.
- SANTA, G. 2003. *Aspectos bioecológicos y evaluación de parasitismo en Sirex noctilio F. (Himenoptera-Siricidae) en las forestaciones del sur del Valle de Calamuchita-Córdoba*. Trabajo final presentado para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 42 p.
- SPRADBERRY J. 1977. The oviposition biology of *siricid* woodwasps in Europe. *Ecological Entomology* 2: 225-230.
- SPRADBERRY, J. y A. KIRK. 1978. Aspects of the ecology of *siricid* woodwasps (Hymenoptera: *Siricidae*) in Europe, North Africa and Turkey with special reference to the biological control of *sirex noctilio* F. Australia. *Bulletin of Entomological Research* 68: 341-359.
- TAYLOR, J. K. 1981. The *Sirex* woodwasp: ecology and control of an introduced forest insect. En: Kitching, K. L. y R. E. Jones. *The ecology of pests*. Melbourne, Australia. Cap.12. p: 231-248.

- TORO, A., E. CHIAPPA y C. TOBAR. 2003. **Biología de insectos**. Serie ciencias naturales. Ediciones universitarias de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 473 p.
- VALLE, G., J. CINTO, J. KRIEGER y M. FERNANDEZ CANEDO. 1996. Plan de lucha contra *Sirex noctilio* F. en la provincia de Misiones. INTA. Ministerio de ecología y recursos naturales renovables de Misiones. Universidad Nacional de Misiones. Pino Camby S.A. Montecarlo, Misiones.
- VILLACIDE, J. y J. C. CORLEY. 2003. Distribución potencial del parasitoide *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: *Iballidae*) en la Argentina. *Quebracho*. 10: 4-13.
- VILLACIDE, J. y J. C. CORLEY. 2006. Control de Niveles Poblacionales Endémicos de la avispa de los pinos *Sirex noctilio* (Hymenoptera: *Siricidae*) mediante el raleo sanitario de hospederos atacados. *RIA* 35 (1):121-134. Buenos Aires, Argentina
- VILLACIDE, J. y J. C. CORLEY. 2007. Manejo integrado de la avispa barrenadora de los pinos *Sirex noctilio*. En: Villacide, J. y J. C. Corley. **Serie técnica: Manejo integrado de plagas forestales**. Laboratorio de ecología de insectos, INTA, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina. Cuadernillo 1. 12 p.
- WEAVER, P., B. CHEDZOY, P. INGARAMO y M. DEMAESTRI. 1994. **Situación de la Actividad Foresto-Industrial en el Valle de Calamuchita**. Informe Técnico. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 12 p.
- WELD, L. 1952. Cynipoidea (Hym.) 1905-1950. Michigan: Private Printed. 150 p.
- ZONDAG, R. y M. J. NUTALL. 1977. *Sirex noctilio* Fabricius (Hymenoptera: *Siricidae*) *Sirex*. *Forest and Timber Insects in New Zealand* 20: Forest Research. Institute New Zealand Forest Service, 8 pp.

## ANEXOS

**Tabla 3:** Total de individuos emergidos de *S. noctilio* e *I. leucospoides* según parcelas y zonas de estudio.

### VALLE DE CALAMUCHITA

Zona	Parcela	Coordenadas geográficas	<i>S. noctilio</i>		<i>I. leucospoides</i>	
			M	H	M	H
Villa General Belgrano	8	S 31° 53' 34,2'' O 64° 42' 99,0''			1	
	10	S 32° 05' 53'' O 64° 49' 0,2''				
	11	S 32° 10' 10,3'' O 64° 80' 73,4''	1	3		
	12	S 32° 02' 32'' O 64° 43,3' 0,4''				
	32	S 32° 10' 38,0'' O 64° 48' 24,1''				
	33	S 32° 09' 29,5'' O 64° 44' 05,9''		3	1	1
	34	S 32° 10' 17,7'' O 64° 47' 55,9''				
	37	S 32° 00' 081'' O 64° 45' 29,7''		1		
	38	S 32° 00' 02,6'' O 64° 46' 56''				
	39	S 32° 00' 27,2'' O 64° 46' 27,3''				
	40	S 31° 57' 53,7'' O 64° 43' 50,5''				
	41	S 31° 58' 0,238'' O 64° 45' 00,8''				
	42	S 31° 58' 16,9'' O 64° 46' 08,7''				
	43	S 31° 59' 21,8'' O 64° 48' 04,3''	2	1		1
	45	S 31° 59' 22,2'' O 64° 48' 04''				
	46	S 32° 08' 24,7'' O 64° 42' 28,7''				
	50	S 31° 54' 36,6'' O 64° 39' 01,9''				
	51	S 31° 54' 36'' O 64° 44' 27,7''				
52	S 31° 54' 52,6'' O 64° 41' 13,0''					



San Clemente	4	S 31° 48' 09'' O 64° 35' 42,5''		1		
Yacanto	47	S 32° 05' 11,4'' O 64° 41' 41,0				
<b>TOTAL</b>			<b>3</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

### SIERRA DE LOS COMECHINGONES

Zona	Parcela	Coordenadas geográficas	<i>S. noctilio</i>		<i>I.leucospoides</i>	
			M	H	M	H
Alpa Corral	18	S 32° 65,8' 5,3'' O 64° 75' 53,7''				
	19	S 32° 39' 20'' O 64° 45' 29,4''				
	20	S 32° 34' 35,8'' O 64° 43' 65,5''				
	21	S 32° 35' 16,8'' O 64° 43' 10,9''				
	22	S 32° 05' 53'' O 64° 42' 36''				
Río de los Sauces	23	S 32° 35' 01'' O 64° 38' 38,3''	1	2	1	1
	24	S 32° 35' 27,7'' O 64° 37' 58,4''				
	25	S 32° 35' 43,6'' O 64° 38' 02,7''				
	26	S 32° 35' 06,2'' O 64° 38' 03,1''				
	27	S 32° 33' 93,7'' O 64° 39' 14''				
	28	S 32° 33' 78,7'' O 64° 38' 85,7''				
<b>TOTAL</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>