

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

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

**Comportamiento de *Arhopalus* spp. en plantaciones de pinos de
Córdoba. Período 2015-2016.**

Fabbrini, Tomás Eugenio
DNI 37489919

Directora: Ing. Forestal *MSc.* Marcela Demaestri
Codirectora: Ing. Agr. Ana Cecilia Crenna

Río Cuarto-Córdoba
Diciembre 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del trabajo final: COMPORTAMIENTO DE *Arhopalus* spp. EN
PLANTACIONES DE PINOS DE CÓRDOBA

Autor: FABBRINI, Tomas Eugenio

D.N.I.: 37.489.919

Director: Ing. Forestal MSc. Marcela Demaestri

Co-Director: Ing. Agr. Ana Cecilia Crenna

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

Ing. Agr. MSc. Viale, Susana _____

Ing. Agr. di Santo, Hernán _____

Ing Forestal MSc. Demaestri Marcela _____

Fecha de presentación: ____/____/____.

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____.

Secretaria Académica

ÍNDICE

RESUMEN	- 1 -
SUMMARY	- 2 -
INTRODUCCIÓN	- 3 -
ANTECEDENTES	- 6 -
Morfología de <i>Arhopalus</i> spp.	- 6 -
Origen y antecedentes	- 7 -
Ciclo de vida y época de emergencia	- 8 -
HIPOTESIS	- 10 -
OBJETIVOS	- 10 -
Objetivo general	- 10 -
Objetivos específicos	- 10 -
MATERIALES Y MÉTODOS	- 11 -
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	- 15 -
Fluctuación poblacional	- 15 -
Razón sexual	- 17 -
Relación localidad-especie	- 20 -
CONCLUSIONES	- 24 -
BIBLIOGRAFÍA	- 25 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de individuos por especie y sexo.....	- 16 -
Tabla 2. Número de individuos según sexo y razón sexual por especie y zona.	- 18 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sector sobre el camino a El Durazno.....	- 3 -
Figura 2. Aberturas de madera de pino	- 4 -
Figura 3. Adulto de <i>Arhopalus rusticus</i>	- 6 -
Figura 4. Adulto de <i>Arhopalus syriacus</i>	- 6 -
Figura 5. Pupa de <i>Arhopalus spp.</i>	- 7 -
Figura 6. Larva de <i>Arhopalus spp.</i>	- 7 -
Figura 7. Jaula con dos trozas de <i>P. elliotii</i>	- 12 -
Figura 8. Troza con extremo apical parafinado.....	- 12 -
Figura 9. Bolsa “ziploc” conteniendo la muestra de insectos emergidos.....	- 13 -
Figura 10. Fluctuación Poblacional de <i>Arhopalus spp.</i> en el Valle de Calamuchita	- 16 -
Figura 11. Fluctuación poblacional de <i>Arhopalus spp.</i> en Sierras de los Comechingones. ...	- 17 -
Figura 12. Fluctuación poblacional de <i>A. syriacus</i> por sexos en Valle de Calamuchita.	- 18 -
Figura 13. Fluctuación poblacional de <i>A. rusticus</i> por sexos en Valle de Calamuchita.....	- 19 -
Figura 14. Fluctuación poblacional de <i>A. syriacus</i> por sexos en Sierra de los Comechingones. ...	- 19 -
Figura 15. Fluctuación poblacional de <i>A. rusticus</i> por sexos en Sierra de los Comechingones. Periodo 2015-2016.....	- 20 -
Figura 16. Comparación de regiones mediante el método DGC para <i>A. syriacus</i>	- 21 -
Figura 17. Imagen satelital del área de estudio. Emergencias de <i>A. syriacus</i> en las parcelas para el período 2015-2016	- 21 -
Figura 18. Comparación de regiones mediante el método DGC para <i>A. rusticus</i>	- 22 -
Figura 19. Imagen satelital del área de estudio. Emergencias de <i>A. rusticus</i> en las parcelas para el periodo 2015-2016	- 23 -

RESUMEN

En el año 2006 en la provincia de Córdoba se detectó en plantaciones de *Pinus spp.* bajo situaciones de estrés y ataque de *Sirex noctilio* la aparición de dos coleópteros, *Arhopalus syriacus* y *Arhopalus rusticus*. Estas especies producen daño en las plantaciones forestales mediante el consumo del floema y el cavado de galerías dentro de los troncos, ocasionando una pérdida en la cantidad y en la calidad de la producción maderera. En situaciones extremas, el ataque intenso de estos taladradores puede ocasionar decaimiento y muerte de los árboles. Debido a la importancia de los daños en las plantaciones comerciales, se propuso el estudio de estas especies en Córdoba, teniendo como objetivos, identificar en laboratorio los individuos emergidos, determinar su fluctuación poblacional, su razón sexual y distribución espacial durante el período 2015-2016. Las regiones de estudios fueron el Valle de Calamuchita, Sierra de los Comechingones y la localidad de General Deheza. En cada área se instalaron parcelas de árboles trampa debilitados con un herbicida en setiembre de 2014. En setiembre de 2015, se cortaron dos trozas de dos árboles por parcela y se colocaron en jaulas para poder recolectar y registrar dos veces por semana los individuos emergidos, identificando especie y sexo. Las emergencias ocurrieron entre el 5/11/2015 y el 23/03/2016, siendo *A. rusticus* la principal especie en el Valle de Calamuchita y *A. syriacus* predominó en la Sierra de los Comechingones. La población total fue de 999 individuos, siendo mayor que en estudios precedentes. La razón sexual para *A. syriacus* fue de 1,17 mientras que para *A. rusticus* de 1,36. Se detectó presencia de ambas especies en las dos regiones, pero con una diferencia estadística significativa que indica que *A. rusticus* predomina en el Valle de Calamuchita y *A. syriacus* en Sierra de los Comechingones. Se pudo evidenciar la llegada de *A. syriacus* a la localidad de General Deheza.

Palabras clave: *Arhopalus spp.* –fluctuación poblacional – plantaciones forestales – *Pinus spp.* – distribución geográfica.

SUMMARY

In 2006, in the province of Cordoba, two coleopteros, *Arhopalus syriacus* and *Arhopalus rusticus*, were detected in *Pinus spp* plantations under stressful situations and *Sirex noctilio* attack. These two species produce damage in the forest plantations by consuming the phloem and carving galleries inside the trunks, causing a loss in the quantity and the quality of the timber production. In extreme situations the severe attack of these carvers can cause the trees to weaken and to die. Due to the importance of these damages in the commercial plantations, the study of these two species was proposed in Cordoba, so as to identify in the lab the emerged individuals, to determine their population fluctuation, their sex ratio and their space distribution between 2015 and 2016. The study was carried out in the regions of Valle de Calamuchita, Sierra de los Comechingones and General Deheza city. In September 2014 trap trees which had been weakened with an herbicide were placed in each area. In September 2015, two pieces of two different trees were cut down in each area, put in cages so as to collect and register twice a week the emerged individuals, identifying their species and sex. These emergences took place between 5/11/2015 and 23/3/2016, being *A. rusticus* the main species in Valle de Calamuchita and *A. syriacus* in Sierra de los Comechingones. The total population was of 999 individuals, this being a higher number than previous studies. The sex ratio for *A. syriacus* was of 1, 17 while for *A. rusticus* was of 1, 36. Both species were present in the two regions, but with a significant statistic difference which shows that *A. rusticus* predominates in the Valle of Calamuchita and *A. syriacus* in Sierra de los Comechingones. The arrival of *A. syriacus* in Gral Deheza city could be seen.

INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Agroindustria de la Nación, indica que Argentina cuenta con aproximadamente 1.120.400 ha de bosques cultivados, de las cuales el 80 % se concentra en la Mesopotamia y el delta del río Paraná. El 54 % de las plantaciones corresponden a coníferas y poseen un enorme potencial para contribuir al desarrollo socioeconómico nacional (Brandán *et al.*, 2017).

En la provincia de Córdoba cuenta con plantaciones de coníferas (principalmente *Pinus elliotii* y *Pinus taeda*) que constituyen la actividad forestal más importante. La superficie ocupada por estos pinares en la provincia En el año 2008 se estimó en alrededor de 32.609 ha (Demaestri, 2008). La ocurrencia de múltiples fenómenos climáticos como incendios y tormentas de viento en los años siguientes (Figura 1) provocaron daños a las plantaciones forestales estimándose la superficie actual en 21.000 ha (Zupán, 2013).



Figura 1. Sector sobre el camino a El Durazno

(Fuente: http://cordobaforestal.blogspot.com/2013/09/aproximacion-la-evaluacion-de-los-danos_727.html)

El informe emitido por el Ministerio de Agroindustria de la Nación (Brandán *et al.*, 2017) estima que la producción forestal de especies del género *Pinus* fue un tercio de la producción total de toneladas de la provincia (el resto corresponde a especies del género *Eucalyptus*). Esta producción, de 4.645 tn, fue destinada únicamente a la obtención de rollizos, aunque el destino final de esta materia prima es diverso. Estos pueden ser desde postes para diversos usos, a aberturas (Figura 2) o hasta como insumo principal en la producción de celulosa (Brandán *et al.*, 2017).



Figura 2. Aberturas de madera de pino

(Fuente: <http://www.maderzana.com.ar/Productos/Aberturas/PuertasPlacas/PuertasPlacasPino/Pinomarco9cm/pinomarco9cm.htm>)

En forestaciones de *P. elliotii* con más de 35 años, ubicadas en la zona de Alpa Corral y Villa General Belgrano, al aprear árboles atacados por la “avispa barrenadora de los pinos” *Sirex noctilio*, se observó la presencia de insectos del Orden Coleoptera, Familia Cerambycidae. Se observó un notable incremento en el número y el daño causado por estos insectos a partir del año 2006 (López *et al.*, 2007). Dichos coleópteros pertenecen a la Subfamilia Aseminae, Tribu Asemini siendo las especies *Arhopalus rusticus rusticus* Linnaeus, 1758 y *Arhopalus syriacus* Reitter, 1895.

En sus primeros estadios larvales, esta especie se alimenta del floema interno dejando trazas irregulares y polvillo compactado. Dependiendo de la intensidad del ataque y de la densidad poblacional, el floema puede ser totalmente destruido en los primeros 6 m desde el nivel del suelo. En etapas larvales más altas el daño puede llegar a la albura exterior, manifestándose en forma de galerías de hasta 100 mm que pueden salir a la superficie. Los túneles provocan una baja importante en la calidad de la madera a la hora de la comercialización. Estos coleópteros tienen la capacidad de ser vectores de hongos que producen manchas en la madera, ocasionando así una disminución de su valor. Los daños ocasionados en plantaciones con alto nivel de estrés y alto nivel poblacional de larvas en estadios avanzados pueden llevar a la muerte de árboles y el decaimiento de los mismos (Bain *et al.*, 2009).

Es por ello que es importante preservar la sanidad de las plantaciones forestales de pinos, no sólo por su importancia económica, sino desde la visión del funcionamiento de un ecosistema más sustentable. Es conocida la capacidad de superficies con árboles de generar oxígeno como producto de la fotosíntesis, utilizando en su metabolismo al CO₂, reduciéndolo del medio ambiente. Este beneficio doble (generación de O₂ y consumo de CO₂) es acompañado

por la producción de polen, captado por las abejas y del efecto protector que realizan los árboles ante los vientos, reteniendo partículas de polvo y contaminantes y disminuyendo la contaminación sonora, entre sus múltiples funciones (FAO, 1996)

ANTECEDENTES

Morfología de *Arhopalus* spp.

La morfología de los adultos es muy similar al resto de los cerambicidos, tienen cuerpo aplanado y oscuro con un protórax grande y patas bien desarrolladas. La cabeza es oblicua y posee antenas largas y finas menos desarrolladas que lo normal de esta familia (Vives, 2000). Existe dimorfismo sexual en ambas especies, siendo el largo de las antenas la característica que los diferencia. Los machos tienen antenas de mayor longitud que el largo de los élitros, mientras que en las hembras el largo de las antenas es igual o menor al largo de los élitros (Wang y Leschen, 2003).



Figura 3. Adulto de *Arhopalus rusticus*
(Fuente: <http://insecta.pro/taxonomy/840905>)



Figura 4. Adulto de *Arhopalus syriacus*
(Fuente: http://www.cerambyx.uochb.cz/arhopalus_syriacus.php)

Entomológicamente, *A. rusticus* (Figura 3) puede ser distinguido de *A. syriacus* (Figura 4) por el ángulo apical interno del élitro siendo anguloso en el primero y redondeado en el segundo. Otra característica que diferencia estas especies es la forma del último artículo del

palpo maxilar, fuertemente rectiforme en *A. syriacus* y ligeramente ensanchado apicalmente en *A. rusticus* (Villiers, 1978; Wang y Leschen, 2003).

Las pupas son tipo exarata (Figura 5a) y de aproximadamente 25 mm de largo (Kolk y Starzyk, 1996). Las larvas (Figura 6) de ambas especies poseen una cabeza redondeada y un labro largo. Su principal característica son dos pequeñas espinas juntas en el último segmento abdominal.



Figura 5. Pupa de *Arhopalus* spp.

(Fuente: http://www.cerambycoidea.com/forum/topic.asp?TOPIC_ID=14540)



Figura 6. Larva de *Arhopalus* spp.

Origen y antecedentes

Arhopalus es un género propio del hemisferio norte, cuyas larvas se desarrollan en diversas coníferas. Tres especies de este género fueron introducidas en la región de Australasia: *A. rusticus* (= *Arhopalus tristis*) Fabricius, 1787), *A. syriacus* en Australia, y *Arhopalus ferus* Mulsant, 1839 en Nueva Zelanda (Linsley, 1962; Villiers, 1978). El comercio entre países ha favorecido su expansión a las principales regiones biogeográficas del mundo (Wang y Leschen, 2003).

Las larvas de *A. rusticus* fueron evidenciadas en Norteamérica en raíces de árboles muertos en pie, en tocones y en árboles caídos por el viento (Linsley, 1962), mientras que, en

otras ocasiones, como lo ocurrido en Francia, donde se las encontró infestando maderas estructurales de construcciones (Duffy, 1953).

La introducción de estas especies exóticas al país y a la región se debe principalmente a la falta de controles sanitarios, ya que no podrían haberse introducido naturalmente. La identificación de las mismas no implica necesariamente que no existieran con anterioridad, sino que han adquirido importancia por su mayor frecuencia, transformándose en una amenaza que antes no existía (López *et al.*, 2009).

En Argentina, provincia de Buenos Aires, se registró a *A. rusticus* en el año 2000 sobre *P. elliottii* como planta hospedante (Di Iorio, 2004). En Córdoba, en el año 2006, se determinó a *A. syriacus* sobre la misma especie arbórea (López *et al.*, 2007). Ambas citas son los primeros registros de estas especies en el país.

Generalmente *A. syriacus* y *A. rusticus* infestan árboles de pino debilitados o muertos por el fuego o que han sufrido otros daños como, por ejemplo, árboles previamente infestados por *S. noctilio*, pero no se evidencian en árboles sanos (Wang y Leschen, 2003).

Ciclo de vida y época de emergencia

Ambas especies tienen el mismo período de reproducción y emergencia, con un ciclo biológico de al menos dos años, emergiendo adultos desde mediados de octubre hasta fines de marzo con picos de máxima emergencia a mediados de diciembre (López *et al.*, 2008). En la fase adulta *A. syriacus*, no se alimenta en absoluto, ya que su período de vuelo y apareamiento es muy corto, y pueden llegar a vivir aproximadamente 120 horas. El apareamiento lo realiza en la puesta del sol. La hembra posteriormente deposita en las grietas de la corteza de los árboles racimos de huevos (una hembra puede colocar hasta 800 huevos). El atrayente de los pinos para que la hembra deposite los huevos en él, es una sustancia volátil conocida como trementina. Estos procesos ocurren desde las primeras emergencias en octubre hasta las últimas a fines de marzo (Fachinetti, 2014).

Superadas las 2-3 semanas de la oviposición, las larvas eclosionan y comienzan a alimentarse bajo la corteza, para luego después de 4-6 semanas cavar galerías ovales de 0,75-1,5 x 1,4-4,0 mm de tamaño y excavar dentro del tronco en agujeros del tamaño de 6-7 mm. Las larvas pasan el invierno bajo la corteza o en la madera 1 o 2 años, y luego en la primavera o verano del tercer año, realizan la construcción de cámaras pupales y mastican los agujeros de salida de 5 a 13 mm de largo x 3 a 8 mm de ancho. El estado de pupa dura 14-21 días. Los adultos emergen a través de los orificios ovales de salida perforando la madera y la corteza (Kolk y Starzyk, 1996).

Los adultos se dispersan mediante el proceso de vuelo, en el cual la energía es obtenida oxidando diferentes sustratos, siendo carbohidratos y prolina los principales (González *et al.*, 2014).

En las plantaciones de Córdoba ambas especies se hallaban separadas geográficamente, distribuyéndose *A. rusticus* hacia el norte en el Valle de Calamuchita y *A. syriacus* hacia el sur en la Sierra de los Comechingones (López *et al.*, 2008). A pesar de ello, los últimos datos evidencian desplazamiento geográfico de ambas especies, presentando diferentes niveles poblacionales en ambas regiones (Crenna *et al.*, 2013).

La razón sexual representa en forma de índice la relación existente entre sexos indicando cuantos individuos machos emergieron cada una hembra. Para algunas especies dependiendo de su tipo de reproducción, este valor puede ser utilizado para determinar si la misma está en etapa de colonización o ya establecida (Ruíz Gouet, 2006).

En el período comprendido entre los años 2009 y 2013 se realizaron estudios sobre plantaciones forestales ubicadas en el Valle de Calamuchita y Sierra de los Comechingones a fin de determinar la razón sexual (machos: hembras) de cada periodo y el promedio de los cuatro periodos. Para ambas especies, las primeras emergencias ocurrieron aproximadamente el 18 de octubre y las últimas a fines de marzo (Crenna *et al.*, 2013).

En el Valle de Calamuchita, *A. rusticus* concentró sus máximas emergencias entre mediados de diciembre y comienzos de enero; mientras que en el sur ocurrieron entre fines de diciembre y principios de enero. En lo que respecta a la razón sexual, la misma fue de 1,18 en el norte y de 1,27 en el sur. *A. syriacus* concentró sus emergencias entre fines de diciembre a fines de enero para la zona norte, mientras que en la zona sur, se observó un pico de emergencia; fin de noviembre-fin de diciembre para los tres primeros periodos; en cambio en el último periodo las máximas emergencias se desplazaron hacia principios de enero e inicio de febrero. La razón sexual fue de 1,12 en el norte y de 1,57 en el sur (Crenna *et al.*, 2013).

Por otro parte, *A. rusticus* fue más abundante en el Valle de Calamuchita mientras que *A. syriacus* en la Sierra de los Comechingones. *Arhopalus* spp. ha incrementado considerablemente su población siendo en la actualidad más abundante que *S. noctilio*, principalmente en forestaciones con árboles débiles y suprimidos y aquellas afectadas por fuego (Demaestri *et. al.*, 2014).

En un estudio realizado en el período 2012-2013 en la provincia de Córdoba se pudo afirmar que *A. rusticus* se ha dispersado hacia las Sierras de los Comechingones, aunque el nivel poblacional se mantuvo por debajo de *A. syriacus*. Además, se confirmó el aumento poblacional de ambas especies en comparación con periodos anteriores. Con respecto al avance hacia otras zonas, recién se detecta la presencia de *Arhopalus syriacus* en la llanura en el año 2013 probablemente por tratarse de plantaciones jóvenes con baja competencia específica sin evidentes signos de stress (Giraudó, 2015).

HIPOTESIS

Las poblaciones de *Arhopalus syriacus* y *Arhopalus rusticus* se encuentran separadas geográficamente donde la variable región influye sobre el número de adultos emergidos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Estudiar las poblaciones de *Arhopalus* spp. presentes en la regiones forestales de Córdoba durante el periodo 2015-2016.

Objetivos específicos

- Clasificar los ejemplares emergidos en el laboratorio a nivel de especie.
- Determinar la fluctuación poblacional de *Arhopalus* spp.
- Determinar la razón sexual de las especies emergidas.
- Evaluar y comparar la distribución geográfica actual de las especies de *Arhopalus* spp.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende tres regiones y cuatro localidades, cada una con características particulares. La región del Valle de Calamuchita posee la característica de presentar bosques caducifolios de quebrachos, espinillos y algarrobos (Arana y Bianco, 2011). Es una zona donde los suelos son de definida aptitud forestal, las precipitaciones medias rondan los 1050 mm anuales y la altura sobre nivel del mar varía de 1000 a 2000 m.s.n.m. aproximadamente (Weaver *et al.*, 1994). Las plantaciones de esta región son las más antiguas de la Provincia de Córdoba (Zupán, 2013). En esta región se encuentra la localidad de Villa General Belgrano.

La región Sierra de los Comechingones comprende a las localidades de Río de los Sauces y Alpa Corral abarcando una superficie estimada de 380.000 ha. Ésta posee una vegetación de bosques caducifolios xéricos, dominadas por molles y quebrachos (Oggero *et al.*, 2014). Presenta un clima templado con un régimen de precipitaciones monzónico, con lluvias medias anuales superiores a los 900 mm. Es una zona con posibilidad de ocurrencia de granizo y que presenta vientos constantes de dirección variable y de alta intensidad, situaciones adversas para la salud de las plantaciones (Cantero *et al.*, 1998). Las plantaciones de pino actualmente tienen unos 35 años de edad y comprenden principalmente dos especies: *P. elliotii* y en menor cantidad, *P. taeda* (Demaestri 2008).

En la región de la llanura Pampeana se encuentra la localidad de General Deheza. Esta región pertenece al “Bosque del Espinal” con especies como chañar, caldén y tala como principales especies leñosas (Arana y Bianco, 2011). Es una zona de clima subhúmedo, con una precipitación anual media de 1000 mm. En esta localidad, la empresa Aceitera General Deheza posee unas 230 ha de plantaciones de múltiples especies forestales. Los ejemplares estudiados pertenecen a *P. elliotii* con una edad que no supera los los 30 años (AGD, s/f).

En septiembre de 2014 se delimitaron parcelas de muestreo o parcelas trampa, en las regiones forestales mencionadas, localizándolas mediante coordenadas geográficas con el uso de GPS. Las parcelas estuvieron formadas por grupos de cinco ejemplares de *P. elliotii*, identificados con pintura en aerosol y elegidos por su facilidad de ubicación, distribución uniforme dentro de la forestación y por ser suprimidos, tortuosos o bifurcados. 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.

Posteriormente, se les realizaron cortes alrededor del tronco aproximadamente a 1,3 m de altura con un hacha, inclinada unos 45° con respecto al tronco. En dichos cortes se aplicó con una jeringa 1 ml de herbicida dicamba al 48 % por cada 10 cm de perímetro basal con el fin de debilitarlos artificialmente para que resulten atractivos para los insectos.

Estas parcelas fueron revisadas a fines de abril-principios de mayo de 2015, identificando los árboles con síntomas de debilitamiento y amarillamiento asociado al daño causado por *S. noctilio*. En junio de 2015 estos árboles fueron apeados, se eliminaron las ramas y en septiembre del mismo año, previo a la emergencia de los adultos de *Arhopalus* spp., se cortaron trozas de 1 m de largo y se colocaron en jaulas en el depósito del SENASA (Figura 7).

Estas jaulas construidas con madera y paredes de red de alambre fino, permiten el ingreso de luz y oxígeno, y evitan la salida de los individuos. Cada una contiene 2 trozas pertenecientes al mismo árbol, paradas sobre su eje vertical y con el extremo apical hacia arriba. Ambos extremos fueron recubiertos con parafina para evitar la desecación prematura de las mismas (Figura 8).



Figura 7. Jaula con dos trozas de *P. elliottii*.



Figura 8. Troza con extremo apical parafinado.

Desde ese momento, las jaulas fueron revisadas dos veces por semana, desde las primeras hasta las últimas emergencias, aproximadamente entre los meses de octubre y abril. Los especímenes capturados de las trozas fueron colocados en bolsas tipo “ziploc” con alcohol etílico al 70 % para su conservación y posterior reconocimiento en el laboratorio de Zoología Agrícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto (Figura 9).



Figura 9. Bolsa “ziploc” conteniendo la muestra de insectos emergidos

El material recolectado se registró en planillas con los siguientes datos: fecha, procedencia (región y localidad) y número de parcela, número de adultos emergidos, especie y sexo. Para la identificación de especie y sexo se utilizó la Clave de Wang y Leschen (2003).

Para establecer la fluctuación poblacional de ambas especies, se elaboraron curvas de emergencia agrupando los individuos adultos emergidos por quincena.

Para determinar la razón sexual de cada especie por localidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Razón sexual} = \frac{\text{nº de individuos machos emergidos}}{\text{nº de individuos hembras emergidos}}$$

Para poder comparar y evaluar la ubicación geográfica de cada especie y el ingreso a las distintas regiones se trabajó en primera instancia con un análisis ANAVA. El diseño utilizado fue DCA donde se consideraron a las regiones como los tratamientos. Para poder realizar este procedimiento se utilizó el software INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2015). Las hipótesis que se plantearon para dicho estudio fueron:

- Ho: No hay efecto de la variable región para la variable número de adultos emergidos.
- Ha: Hay efecto de la variable región para la variable número de adultos emergidos.

Se realizó una transformación logarítmica “Log 10 y +1” en ambas especies para poder cumplir con los supuestos del ANAVA. Se realizó una comparación de medias mediante el método DGC para poder comparar los distintos tratamientos.

Se diseñaron dos mapas como complementación de los resultados obtenidos, uno para cada especie, donde se georreferenciaron las parcelas sobre una imagen satelital (Landsat 8) obtenida del sitio EOS LAND VIEWER (2018). Para clasificar de forma graduada las emergencias se dividieron los datos en cinco cuartiles y se les asignó un color que los represente. El software para el diseño de dichos mapas fue QGIS 2.18 (QGIS Development Team, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fluctuación poblacional

Las emergencias de *Arhopalus* spp. ocurrieron desde el 5/11/2015 hasta el 23/03/2016, habiéndose registrado un total de 999 individuos, de los cuales 914 fueron *A. syriacus* y 85 fueron *A. rusticus*.

En el periodo 2012-2013, se registraron emergencias de *Arhopalus* spp. desde el 1/11/2012 hasta el 31/03/2013, con un total de 930 individuos, de los cuales 750 fueron *A. syriacus* y 180 fueron *A. rusticus* (Giraudo, 2015). Estos datos indican que en el período de estudio las emergencias comenzaron después y terminaron con un número mayor de insectos adultos emergidos respecto al periodo 2012-2013.

Las emergencias de *A. rusticus* en la región del Valle de Calamuchita para el periodo del presente estudio, comenzaron el día 10/11/15, finalizando el día 5/02/16; mientras que en el periodo 2006-2007 las emergencias comenzaron el 9/10/06 y cesaron el 20/1/07 (López *et al.*, 2009). Para la misma especie, en el periodo 2012-2013, las emergencias se iniciaron aproximadamente 30 días antes y concluyeron 35 días antes (25/02/13) (Giraudo, 2015).

En la Sierra de los Comechingones, el comienzo de las emergencias de adultos de *A. syriacus* para el periodo 2015-2016 fue el 17/11/15, finalizando el 23/03/16. Para el período 2006-2007, el inicio de emergencias ocurrió el día 1/11/06, finalizando el 30/1/07 (López *et al.*, 2009). Ello indica que el periodo de emergencias de *A. syriacus* fue más extenso en 2015-2016 respecto al 2006-2007.

El número de insectos recolectados de trozas extraídas de las jaulas correspondientes a la región del Valle de Calamuchita, fue de 63 insectos, con un 10 % de ejemplares de *A. syriacus* y un 90% de *A. rusticus* (Tabla 1).

En las jaulas correspondientes a muestras extraídas de la Sierra de los Comechingones, se encontraron 936 individuos, de los cuales el 96,7 % pertenecen a la especie *A. syriacus* y el 3,3 % a *A. rusticus*. En jaulas pertenecientes a la localidad de Alpa Corral se registraron la mayor cantidad de individuos (543 en total), siendo el 95,4 % de los ejemplares de *A. syriacus* y el 4,6 % de *A. rusticus*; mientras que en las de Río de Los Sauces emergieron 393 adultos, de los cuales el 99 % fueron *A. syriacus* y solo el 1 % *A. rusticus* (Tabla 1).

Muestras recolectadas de la localidad de General Deheza ubicada en la llanura, registraron un solo insecto de *A. syriacus*. Este pinar destaca por ser joven, donde aún no hay demasiada competencia y está alejado geográficamente 80 km en línea recta de la región forestal Sierra de los Comechingones y a 100 km del Valle de Calamuchita, explicando en parte que sea la primera especie en ingresar a la llanura por encontrarse más próxima a la región forestal de la Sierra de los Comechingones y ser allí la más abundante. Además, esta especie

tiene un ciclo de vida relativamente corto, con un periodo de vida de los adultos de $9,00 \pm 3,76$ días para el caso de las hembras y de $8,65 \pm 4,72$ días para los machos, por lo que es difícil que a través del vuelo lleguen a recorrer largas distancias (Fachinetti *et al.*, 2014). Al tener relativamente poco tiempo de vida y capacidad de vuelo no muy prolongada, estas especies se dispersan a grandes distancias principalmente a través del transporte de productos madereros.

Tabla 1. Número de individuos por especie y sexo

Zona	♂ <i>A. syriacus</i>	♀ <i>A. syriacus</i>	Total <i>A. syriacus</i>	♂ <i>A. rusticus</i>	♀ <i>A. rusticus</i>	Total <i>A. rusticus</i>
Sierra de los Comechingones	489	418	908	13	15	28
Valle de Calamuchita	4	2	6	36	21	51
General Deheza	1	S.E.	1	S.E.	S.E.	S.E.

Referencia S.E.= Sin Emergencias

En el Valle de Calamuchita *A. rusticus* representó el 90 % de los ejemplares y el 10 % correspondió a *A. syriacus*.

En el periodo de estudio, se observó un pico de emergencia para la especie *A. rusticus* desde fines de diciembre a mediados de enero, mientras que *A. syriacus* se mantuvo constante (Figura 10). En el periodo 2006-2007, el pico de emergencia de *A. rusticus* ocurrió entre mediados de noviembre y mediados de diciembre, coincidiendo esto con el periodo 2008-2009 (López *et al.*, 2009).

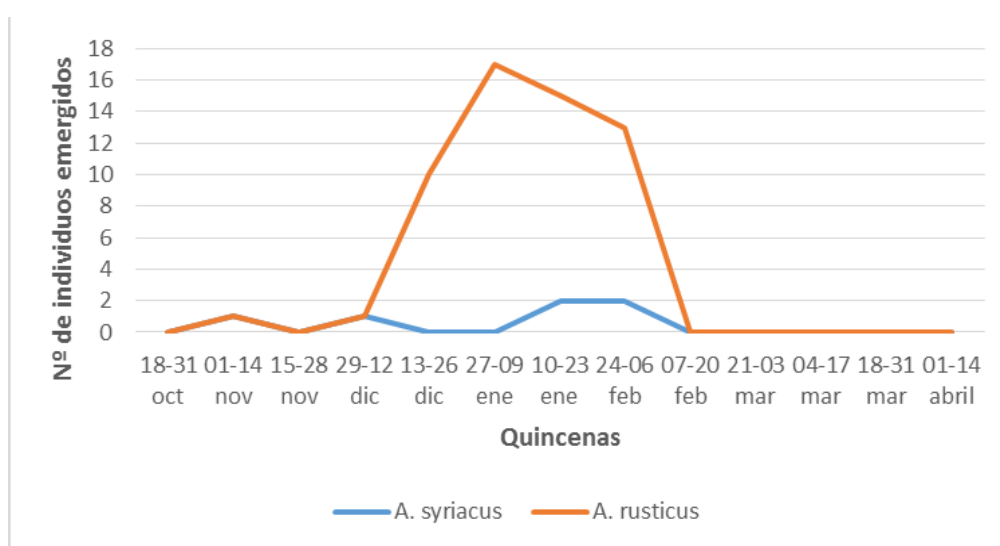


Figura 10. Fluctuación Poblacional de *Arhopalus* spp. en el Valle de Calamuchita. Periodo 2015-2016

En la Sierra de los Comechingones, las máximas emergencias de *A. syriacus* ocurrieron entre fines de diciembre y la primera quincena de febrero. *A. rusticus*, se mantuvo constante, siendo los valores siempre muy inferiores a los de *A. syriacus* (Figura 11).

Para la misma región, en el periodo 2006-2007, el pico de emergencia de *A. syriacus* se concentró entre mediados de noviembre a mediados de diciembre, mientras que para el 2008-2009 el pico se registró en la primera semana de noviembre (López *et. al.*, 2009).

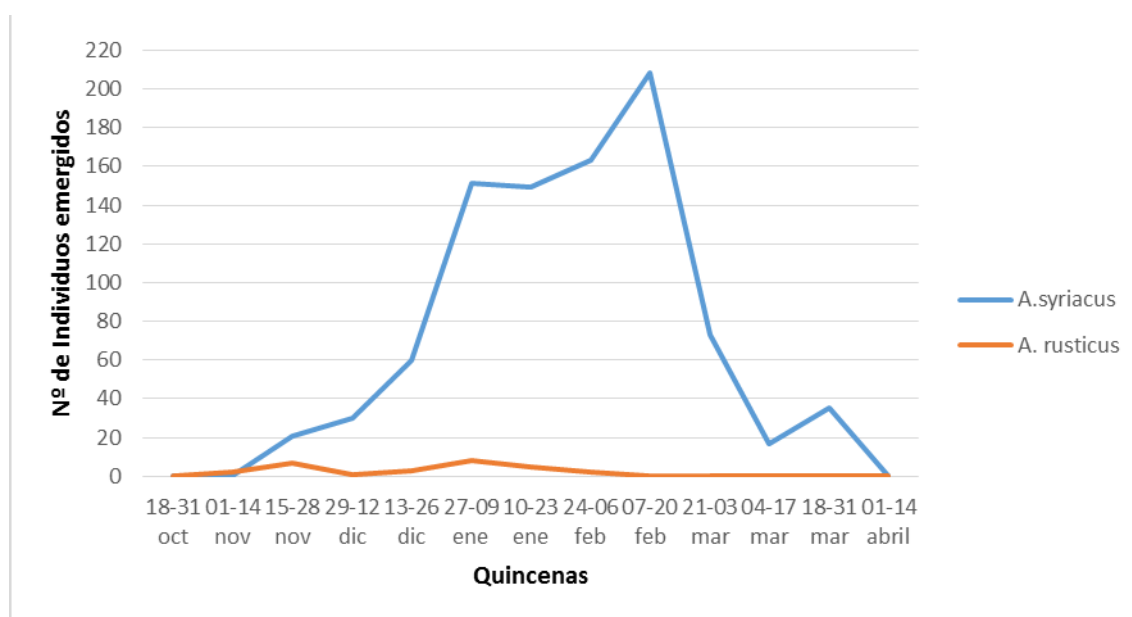


Figura 11. Fluctuación poblacional de *Arhopalus* spp. en Sierras de los Comechingones. Periodo 2015-2016

Las diferencias de abundancia de las especies pueden explicarse por la distribución geográfica que muestra mayor abundancia de *A. rusticus* en el Valle de Calamuchita y mayor abundancia de *A. syriacus* en la Sierra de los Comechingones.

En la llanura representada por la localidad de General Deheza ocurrió una sola emergencia en el período de estudio correspondiendo a un macho de la especie *A. syriacus*. Esta única emergencia ocurrió en la primera quincena de febrero.

Razón sexual

En el Tabla 2 se muestra el número de individuos emergidos de cada especie y sexo en las dos regiones de estudio más importantes. Para este análisis no se consideró la localidad de General Deheza por haberse registrado la emergencia de un solo individuo.

En el Valle de Calamuchita la razón sexual para *A. syriacus* fue de 2 (Tabla 2), similar a lo hallado por Giraud, 2015 para el periodo 2012-2013, evidenciándose primero la aparición de machos (Fig. 12).

Tabla 2. Número de individuos según sexo y razón sexual por especie y zona.
Periodo 2015-2016

Zona	Sierra de los Comechingones			Valle de Calamuchita		
	♂	♀	Razón Sexual	♂	♀	Razón Sexual
	<i>A. syriacus</i>			<i>A. syriacus</i>		
Número de individuos	489	418	1,169	4	2	2
	<i>A. rusticus</i>			<i>A. rusticus</i>		
Número de individuos	13	15	0,812	36	21	1,714

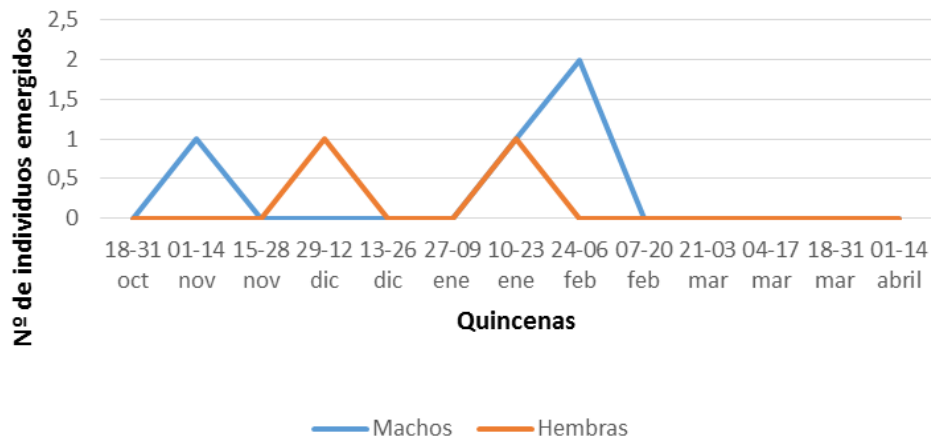


Figura 12. Fluctuación poblacional de *A. syriacus* por sexos en Valle de Calamuchita.
Periodo 2015-2016

En la región, para *A. rusticus*, la razón sexual fue de 1,714 (Tabla 2), similar a lo hallado por Giraudo (2015) que determinó 1,46 de razón sexual para el periodo 2012-2013. Para esta especie se puede observar una mayor sincronización entre la aparición de machos y hembras (Figura 13).

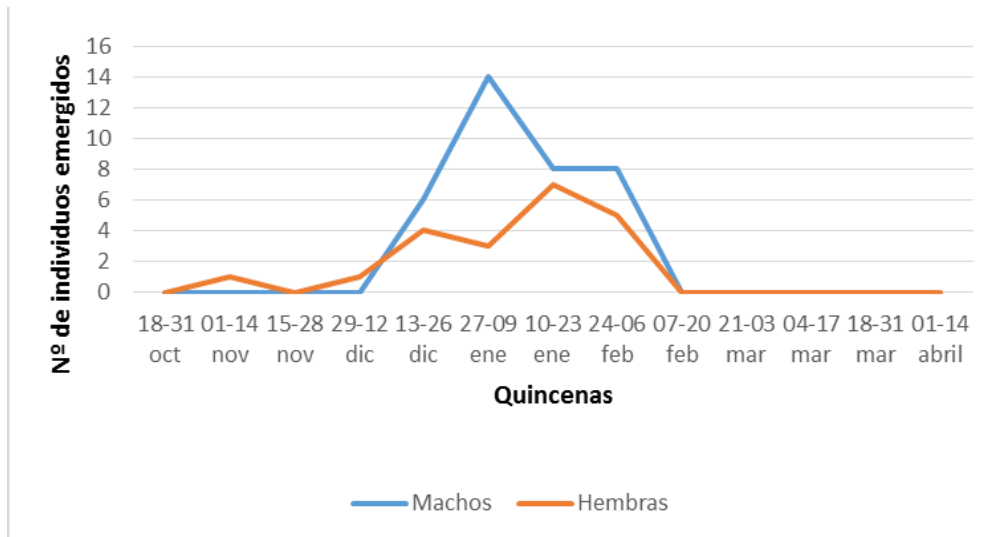


Figura 13. Fluctuación poblacional de *A. rusticus* por sexos en Valle de Calamuchita. Periodo 2015-2016

En las Sierras de los Comechingones, *A. syriacus* mostró curvas de emergencia similares para ambos sexos. La curva correspondiente a los machos fue superior desde el inicio, hasta llegar al máximo de las emergencias donde comenzaron a predominar las hembras (Figura 14). La razón sexual fue de 1,169 (Tabla 2), similar a lo hallado por Giraudo (2015) quien determinó una razón sexual de 1,22.

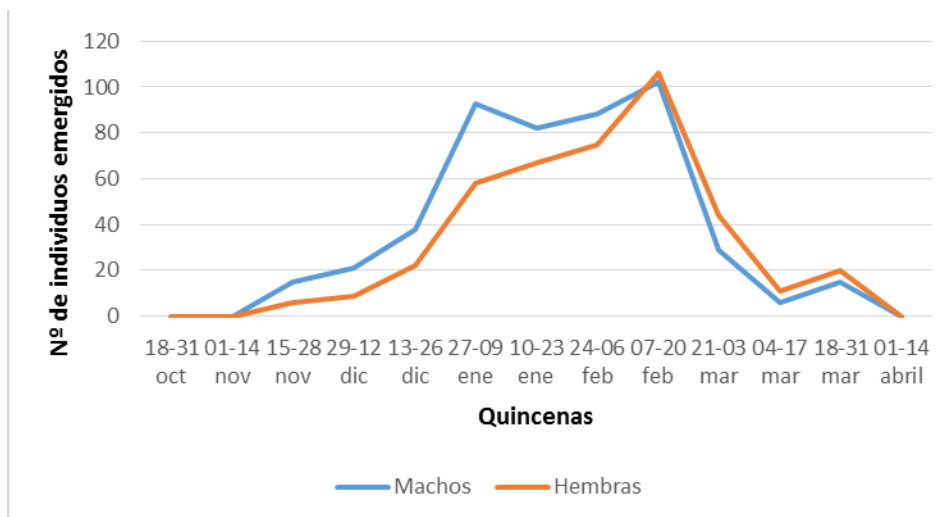


Figura 14. Fluctuación poblacional de *A. syriacus* por sexos en Sierra de los Comechingones. Periodo 2015-2016

Respecto a *A. rusticus*, el número de individuos machos y hembras fue muy similar (Figura 15), apenas superior el valor de hembras, arrojando una razón sexual de 0,812 (Tabla 2). Para este estudio este valor fue el más bajo, similar al período 2012-2013 ($r: 1$), siendo también el menor hallado por Giraudo (2015).

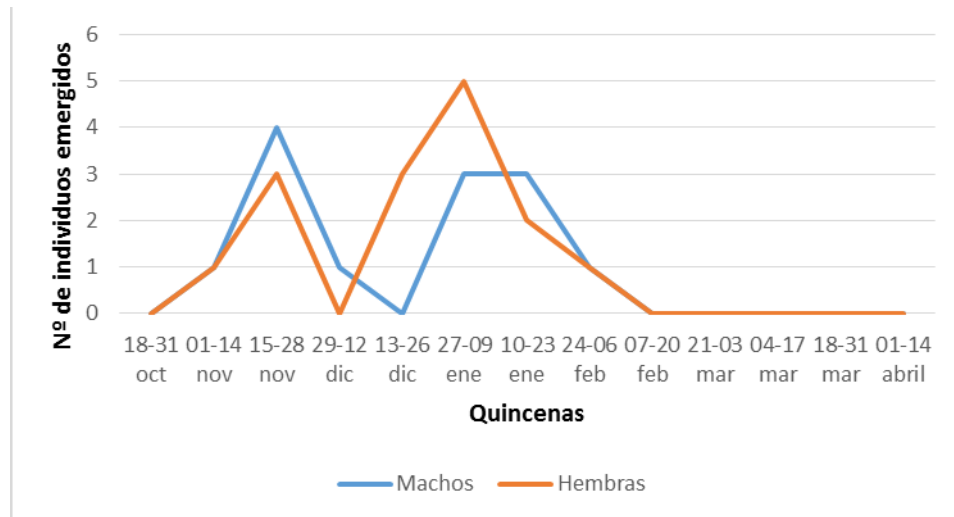


Figura 15. Fluctuación poblacional de *A. rusticus* por sexos en Sierra de los Comechingones. Periodo 2015-2016

Relación localidad-especie

Con respecto a la regionalidad de las especies, estudios previos consideraban la separación geográfica entre ambas, distribuyéndose *A. rusticus* hacia el norte, en el Valle de Calamuchita y *A. syriacus* hacia el sur, en la Sierra de los Comechingones (López *et al.*, 2008). Sin embargo, los últimos datos evidencian desplazamiento geográfico, presentando diferentes niveles poblacionales en ambas regiones (Crenna *et al.*, 2013).

En un estudio realizado en el período 2012-2013 en Córdoba, se pudo afirmar que *A. rusticus* se ha dispersado hacia las Sierras de los Comechingones manteniéndose debajo de los niveles poblacionales de *A. syriacus* (Giraudó, 2015).

Con respecto al avance hacia las plantaciones de la llanura, si bien estas especies no fueron registradas en el periodo 2012-2013 (Giraudó, 2015), este estudio demuestra que *A. syriacus* ya está presente, probablemente por la cercanía a la región con mayor abundancia de esta especie. La región Sierra de los Comechingones se encuentra a una distancia aproximada de 80 km de la localidad de General Deheza mientras que el Valle de Calamuchita, donde la especie predominante es *A. rusticus*, está a unos 100 km alejada.

En el ANAVA realizado para las dos especies, el resultado fue que con un $p = 0,0001$ y $p = 0,0154$, se rechazó la hipótesis nula. Esto indica que hay efecto de la localidad para la emergencia de las dos especies.

Para el periodo 2015-2016, las emergencias de *A. syriacus*, mostraron diferencias estadísticamente significativas entre localidades (Figura 16).

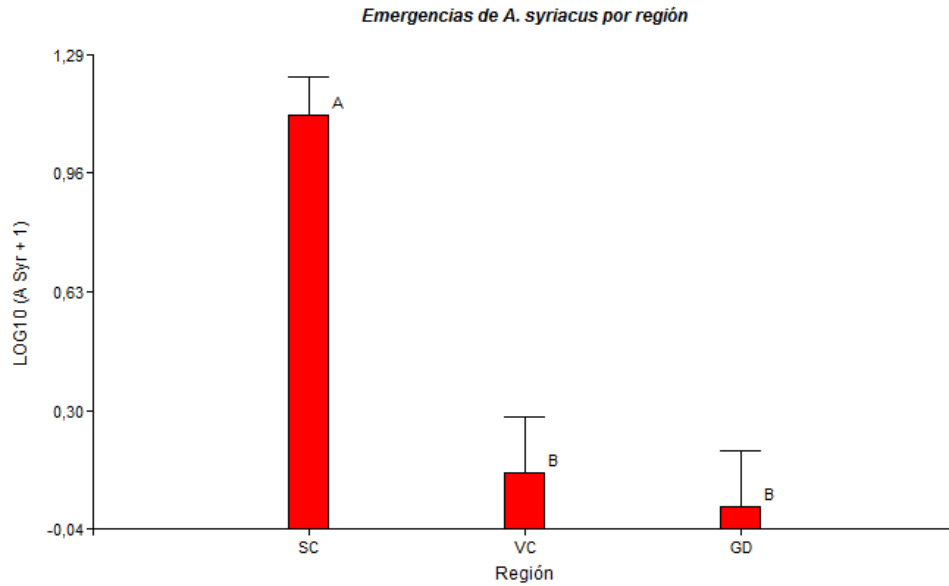


Figura 16. Comparación de regiones mediante el método DGC para *A. syriacus*

Mediante el test de comparación de medias DGC, la Sierra de los Comechingones (A) está separada del Valle de Calamuchita (B) y General Deheza (B). Esto afirmaría que hay presencia de *A. syriacus* en las 3 regiones, pero existe una diferencia estadística significativa entre esta región y las demás.

En el mapa de las sierras cordobesas (Figura 17) se pueden apreciar como entre las parcelas ubicadas en la región de Sierra de los Comechingones se encuentran los mayores valores de emergencias de *A. syriacus*, siendo superiores a los 60 individuos.

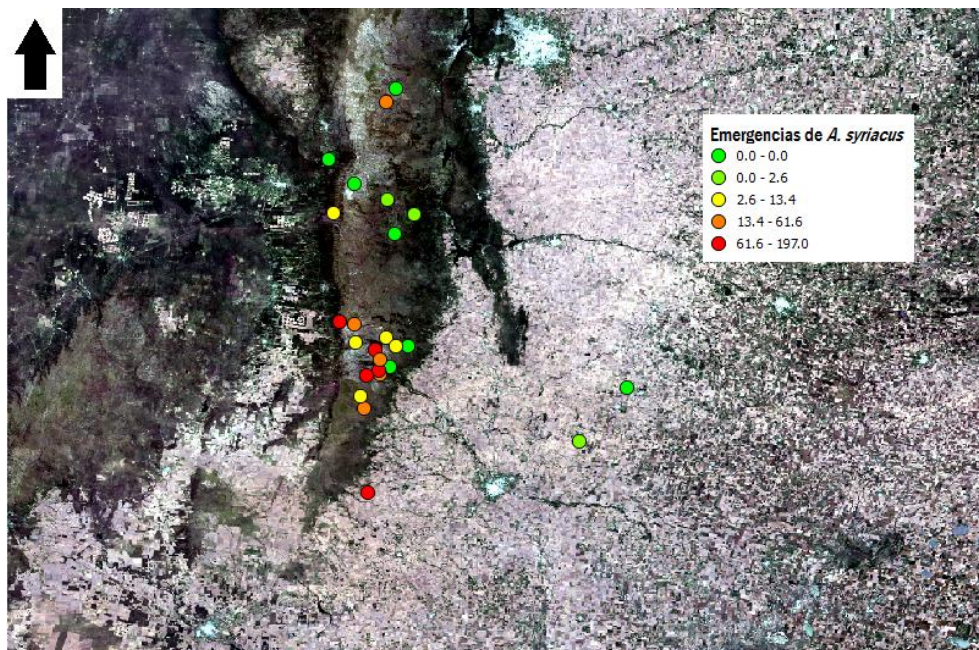


Figura 17. Imagen satelital del área de estudio. Emergencias de *A. syriacus* en las parcelas para el período 2015-2016

Considerando a *A. rusticus*, estudios precedentes la situaban relacionada a la región de Valle de Calamuchita, con un desplazamiento hacia el sur de las sierras cordobesas (Fachinetti *et al.*, 2014). El comportamiento para el período 2015-2016 coincide con estos estudios.

Se registró la presencia de *A. rusticus* en la región de la Sierra de los Comechingones (B), con diferencias estadísticamente significativas con el Valle de Calamuchita (A), pero no se diferenció de General Deheza (B) que presentó 0 emergencias (Fig. 18).

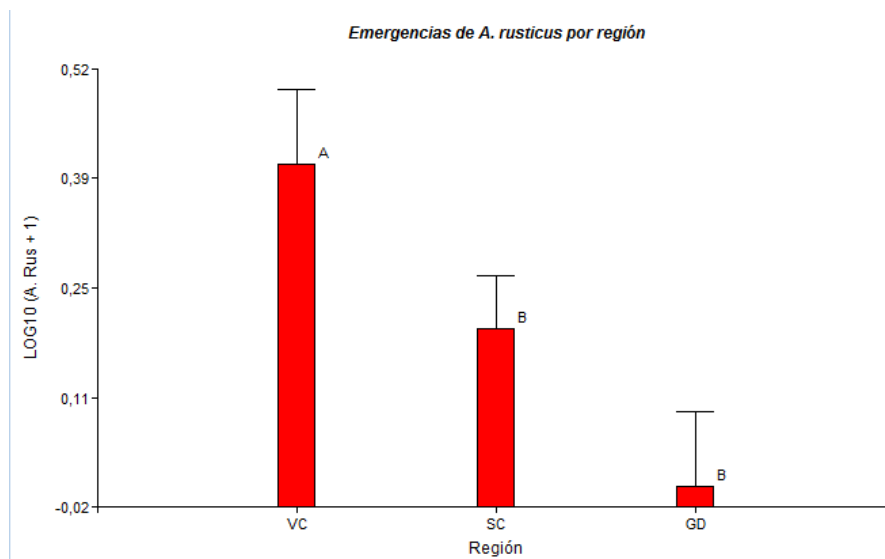


Figura 18. Comparación de regiones mediante el método DGC para *A. rusticus*

Como se puede apreciar en la Figura 19, *A. rusticus* se concentró mayoritariamente en el Valle de Calamuchita, manifestando muy pocas emergencias fuera de esa región.

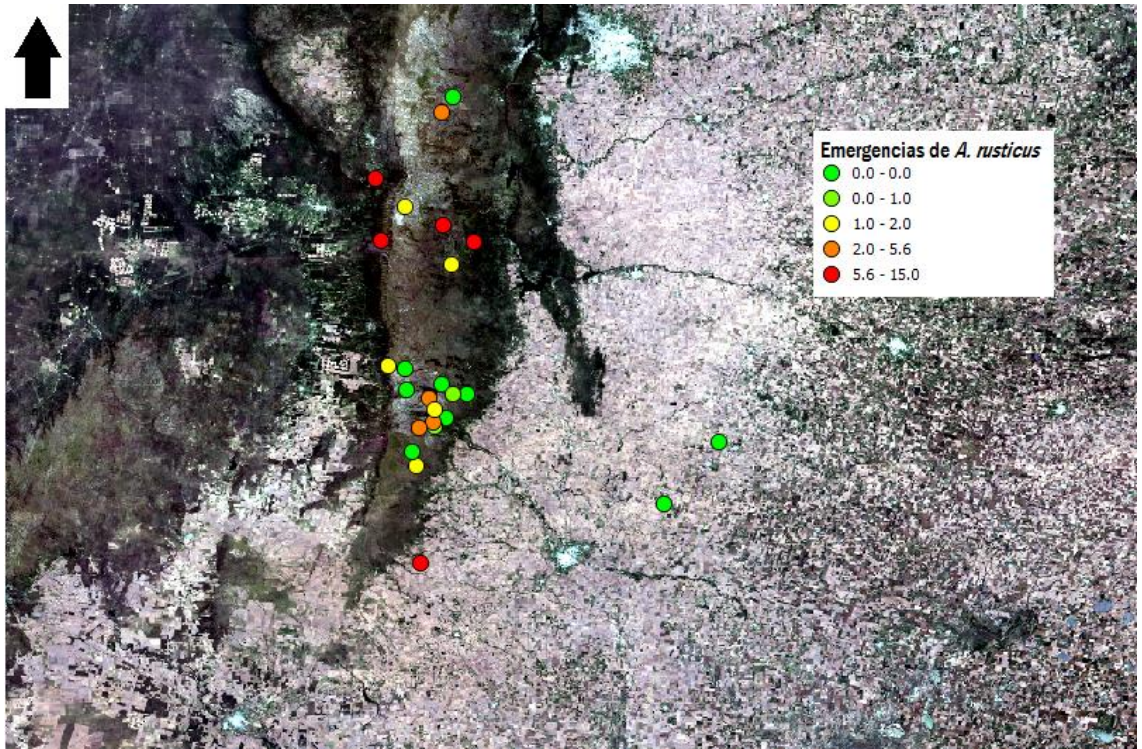


Figura 19. Imagen satelital del área de estudio. Emergencias de *A. rusticus* en las parcelas para el periodo 2015-2016

CONCLUSIONES

Las poblaciones de ambas especies han manifestado un aumento comparado con estudios anteriores. Esto indica que se mantiene la tendencia de aumento poblacional posiblemente por el estrés al que siguen sometidas estas plantaciones.

Los períodos y picos de emergencias tienen muy pocas diferencias a lo hallado por otros autores para las mismas condiciones, con gran similitud en los resultados.

Las variaciones en el momento y la cantidad de emergencias podrían explicarse por cambios en las condiciones ambientales sumado a los eventos climáticos e incendios ocurridos que alteran la fluctuación poblacional de estas especies.

La razón sexual en ambas especies se comportó de forma similar a estudios anteriores.

La especie *A. rusticus* predomina en la zona del Valle de Calamuchita, mientras que en la zona de las Sierras de los Comechingones predomina la población de *A. syriacus*.

A. rusticus continúa avanzando hacia las Sierras de los Comechingones, siendo aun estadísticamente diferenciadas las poblaciones de cada región.

Se detectó por primera vez la presencia de *A. syriacus* en la región de llanura.

Se acepta la hipótesis planteada, indicando que hay efecto de la variable región para la emergencia de las dos especies.

BIBLIOGRAFÍA

- AGD. s/f. Aceitera General Deheza. Parque Forestal: Cuidando la Tierra. En: <<https://www.agd.com.ar/es/medio-ambiente/parque-forestal>>. Consultado: 25 agosto 2018).
- ARANA, M. D., y C. A. BIANCO 2011. Helechos y Licófitas del centro de Argentina.
- BAIN, J.; BERNDT, L. A. y GRESHAM, G. 2009. Escarabajo de largos cuernos en pinos quemados. Insectos forestales y de madera en Nueva Zelanda. 27pp.
- BRANDÁN, S.; CORINALDESI L. y C. FRISA. 2017. Informe sobre Sector Forestal. Ministerio de Agroindustria, Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca, Subsecretaria de Desarrollo Foresto-Industrial. Bs. As., Argentina. Página 15.
- CANTERO, G., M. CANTÚ, J. M. CISNERO, J. J. CANTERO, M. BLASARIN, A. DEGIONANNI, J. GONZÁLEZ, V. BECERRA, H. GIL, J. DE PRADA, S. DEGIOVANNI, C. CHOLAKY, M. VILLEGAS, A. CABRERA y C. ERIC. 1998. Las tierras y aguas del sur de Córdoba. Propuesta para un manejo sustentable.
- CRENNA C., M. DEMAESTRI, S. GIRAUDO y A. GALETTO. 2013. Comportamiento de *Arhopalus syriacus* y *Arhopalus rusticus* en el Valle de Calamuchita y la Sierra de Comechingones durante el período 2012-2013. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina.
- DEMAESTRI, M. 2008. Efecto de variables de sitio sobre el grado de ataque de *Sirex noctilio* Fabricius en plantaciones de *Pinus elliottii* Engelm. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- DEMAESTRI, M.; GARCIA, J.; CRENNA, C.; GALETTO, A. y GRILLI, M. 2014. Fluctuación poblacional de *Arhopalus syriacus* y *Arhopalus rusticus* en forestaciones de pinos de Córdoba.
- DI IORIO R. 2004. Especies exóticas de Cerambycidae (coleóptera) introducidas en Argentina. Parte 2. Nuevos registros, plantas huéspedes, períodos de emergencia, y estado actual. Facultad de Ciencias Exáctas y Naturales, Ciudad Universitaria. Buenos Aires, Argentina. Agrociencia 38: 663-678.
- DI RIENZO, J.A., F. CASANOVES, M.G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA y C.W. ROBLEDO. 2015. *InfoStat versión 2017*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- DUFFY, E. A. J. 1953. A monograph of the immature stages of British and imported timber beetles (Cerambycidae). Brithis Museum (Nat. Hist.) London, 350 p.

- EOS LAND VIEWER. 2018. Disponible en: <https://eos.com/landviewer/?lat=-32.85709&lng=-64.29749&z=10>. Consultado: 12/11/2018
- FACHINETTI, R.; PEDEMONTE, M. L. y GRILLI, M.P. 2014. Observaciones preliminares del efecto de la temperatura en la velocidad de desarrollo y supervivencia de *Arhopalus rusticus* y *Arhopalus syriacus* (Coleóptera: Cerambycidae) II Jornadas Argentinas de Sanidad Forestal. Montecarlo, Misiones. PyE-4.
- FAO, 1996. ECOLOGIA Y ENSEÑANZA RURAL Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Estudio FAO Montes 131.
- GIRAUDO, S. 2015 Comportamiento de *Arhopalus* spp. en la Provincial de Córdoba. Tesis de Final de Grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- GONZÁLES P., L. HARBURGUER, M. GRILLI, y H. MASUH. 2014. II Jornadas Argentinas de Sanidad Forestal (JASaFo). Montecarlo, Misiones, Argentina.
- KOLK, A. y STARZYK, J. R. 1996. **The Atlas of Forest Insect Pests**. The Polish Forest Research Institute. Multico Warszawa. 705 pp.
- LINSLEY E. G. 1962. The Cerambycidae of North America. Part II. Taxonomy and classification of the Parandrinae, Prioninae, Spondylinae and Aseminae. Universidad de California. *Publ. Entomol.* 19: 1-102.
- LOPEZ A., J. GARCIA, M. DEMAESTRI, O. DI IORIO, R. MAGRIS. 2007. *Arhopalus syriacus* y *A. rusticus*, cerambícidos relacionados a *Sirex noctilio*, sobre *Pinus elliottii* en Córdoba- Argentina. EcoForestar 2007. Esquel, Argentina.
- LOPEZ A., J. GARCIA, M. DEMAESTRI, O. DI IORIO, R. MAGRIS. 2008. The *Arhopalus* Serville, 1834 (Insecta: Coleoptera: Cerambycidae: Aseminae) in association to *Sirex noctilio* in Argentina. Boletín Sanidad Vegetal. Plagas. 34: 529-531.
- LOPEZ A., J. GARCIA, M. DEMAESTRI, C. CRENNNA. 2009. Insectos emergentes: *Arhopalus syriacus* y *A. rusticus* relacionados al ataque de *Sirex noctilio*, sobre *Pinus elliottii* en Córdoba. XIII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, Argentina.
- OGGERO, A., N. DE LUCA, E. NATALE y M. D. ARANA. 2014. Caracterización y situación actual de los bosques nativos en el centro sur de la provincia de Córdoba.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. 2002. QGIS Deskopt 2.18.4 Las Palmas. Disponible en: <https://www.qgis.org/es/site/>. Consultado: 12/11/2018.

- 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.
- VILLIERS A. 1978. Faune des Coléoptères de France. I. Cerambycidae. París, Lechevalier. 611p.
- VIVES, E. 2000. Coleoptera, Cerambycidae. **Fauna Ibérica**. vol. 12. Ramos, M. A. *et. al.* (Eds.) Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 776 pp.
- WANG Q., LESCHEN R. A. B., 2003. Identification and distribution of *Arhopalus* species (Coleoptera: Cerambycidae: Aseminae) in Australia and New Zealand. *New Zealand Entomologist*, 26: 53-59.
- WEAVER, P., F. CHEZDOY, P. INGRAMO y M. DEMAESTRI. 1994. Situación de la actividad foresto-industrial en el Valle de Calamuchita.
- ZUPÁN, E. E. 2013. Aproximación a la evaluación de los daños causados por los incendios que afectaron los macizos forestales del departamento Calamuchita. Ministerio de Agroindustria- Presidencia de la Nación. Córdoba forestal. <http://cordobaforestal.blogspot.com/2013/09/aproximacion-la-evaluacion-de-los-danos_727.html>