

UCH-FC
B. Ambiental
C 3520
C.1



UNIVERSIDAD DE CHILE -FACULTAD DE CIENCIAS -ESCUELA DE PREGRADO

“Composición, abundancia y diversidad de coccinélidos nativos y exóticos en los distintos tipos de cobertura del paisaje agrícola de la zona sur-poniente de la Región Metropolitana”

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Bióloga ambiental

**FRANCISCA ROSSANA
CASTILLO SEREY**

Directora del Seminario de Título:
Prof. Audrey Grez V.

Abril de 2013
Santiago - Chile

ESCUELA DE PREGRADO – FACULTAD DE CIENCIAS – UNIVERSIDAD DE CHILE



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por la Sra. **Francisca Rossana Castillo Serey**

“Composición, abundancia y diversidad de coccinélidos nativos y exóticos en los distintos tipos de cobertura del paisaje agrícola de la zona sur-poniente de la Región Metropolitana”

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Bióloga Ambiental

M.S.c. Audrey Grez Villaroel
Director Seminario de Título

Una firma manuscrita en tinta azul sobre una línea horizontal.

Comisión de Evaluación

Dr. Ramiro Bustamante Araya
Presidente Comisión

Una firma manuscrita en tinta azul sobre una línea horizontal, con un sello circular de la biblioteca central de la Universidad de Chile a su derecha.



Dr. Hugo Torres Contreras
Evaluador

Una firma manuscrita en tinta azul sobre una línea horizontal.

Santiago de Chile, abril de 2013



"A mi madre y esposo por su apoyo y amor incondicional"



Nací en Santiago de Chile, una calurosa madrugada de enero. Desde pequeña me llamo la atención la naturaleza, sentándome a observar las hojas, los insectos, las flores y sobre todo los pajaritos.

Cuando tuve que decidir mi carrera, estaba indecisa y no sabía en realidad qué camino seguir. Sin embargo, lo deje todo en manos de Dios, y creo que no se equivocó. Debo decir que mis primeros años universitarios fueron llenos de amistad y aprendizaje, pero todavía no sabía mucho en que ámbito quería orientar mi carrera. En tercer año, comenzó mi gusto por las “chinitas”, debido a un trabajo que realizamos en Zoología de Campo. Luego, preguntando me indicaron que debía ir donde la profesora Audrey Grez a conocerla y trabajar con ella. Me costó tomar la decisión de ir a verla, pero me arme de valor y fui. Aún recuerdo su bienvenida tan amable y acogedora. Desde entonces estoy trabajando con ella y se despertó en mí la pasión por control biológico de plagas.

Ese es el camino por él que quiero ir. Actualmente, estoy involucrada de temas de educación ambiental, lo cual es muy reconfortante e interesante. Así que a puertas de mi titulación, sólo sé que los caminos se escriben al andar...

Agradezco a mi madre Rossana, quien con su sabiduría, apoyo, sacrificio y amor me dieron la oportunidad de ser profesional y una mejor persona para ser un aporte en este mundo. A mi esposo Oscar quien con su paciencia y amor estuvo presente en forma incondicional en este proceso. A mi familia por su apoyo y amor en este proceso de madurez de estudiante a profesional. Les doy infinitamente las gracias por ser el pilar en mi vida.

Agradezco a mi profesora, Audrey Grez, por su guía, apoyo y comprensión, quien me entregó su conocimiento, paciencia y dedicación en toda esta transformación de estudiante a científico.

Agradezco a mis compañeras de terreno, con las cuales trabajamos arduamente bajo el sol, pero su compañía siempre hizo un agrado hacer el trabajo, las risas, las historias y los lazos de amistad estarán siempre en mi corazón.

A todas las personas que cooperaron con este proyecto, les doy las gracias por su apoyo y conocimiento.

Finalmente agradezco al proyecto FONDECYT 1100159 por financiar la totalidad de este trabajo.

1.1.4. ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.1. PORTADA	1
1.1.1. DEDICATORIA.....	2
1.1.2. BIOGRAFÍA	3
1.1.3. AGRADECIMIENTOS	3
1.1.4. ÍNDICE DE CONTENIDOS	5
1.1.5. ÍNDICE DE TABLAS.....	6
1.1.6. ÍNDICE DE FIGURAS	7
1.2 RESUMEN	8
1.3 INTRODUCCIÓN	10
1.4 METODOLOGÍA.....	14
1.4.1. ZONA DE ESTUDIO.....	14
1.4.2. TIPOS DE COBERTURAS	14
1.4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
1.5 RESULTADOS	22
1.5.1. COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE COCCINÉLIDOS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE COBERTURA Y ESTACIÓN DEL AÑO PRESENTE EN EL PAISAJE.....	24
1.5.2. COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE COCCINÉLIDOS EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DE LA TRAMPA (0 Y 0,8 M).	32
1.5.3. ABUNDANCIA DE ÁFIDOS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE COBERTURA Y SU RELACIÓN CON LA ABUNDANCIA DE COCCINÉLIDOS AFIDÓFAGOS EN DICHAS COBERTURAS.....	38
1.6 DISCUSIÓN.....	41
1.7 CONCLUSIONES	51
1.8 BIBLIOGRAFÍA	52
1.9 ANEXO 1	55

1.1.5. ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA (%) Y RIQUEZA DE ESPECIES DE COCCINÉLIDOS23

TABLA 2. ABUNDANCIA Y RIQUEZA TOTAL Y RELATIVA (%) DE COCCINÉLIDOS.34

1.1.6. ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. IMAGEN SATELITAL TOMADA DE GOOGLE EARTH (10 DE AGOSTO DE 2012) QUE MUESTRA CALERA DE TANGO Y ALREDEDORES	15
FIGURA 2. IMÁGENES DE LAS DISTINTAS COBERTURAS MUESTREADAS EN LAS TRES TEMPORADAS DE MUESTREO.	19
FIGURA 3. ABUNDANCIA, RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD DE COCCINÉLIDOS POR TRAMPA, SEGÚN TIPO DE COBERTURA Y ESTACIÓN	25
FIGURA 5. ABUNDANCIA DE OCHO ESPECIES NATIVAS MÁS ABUNDANTES, EN CADA TIPO DE COBERTURA Y TEMPORADA	30
FIGURA 6. ABUNDANCIA DE LAS CINCO ESPECIES EXÓTICAS MÁS ABUNDANTES, EN CADA TIPO DE COBERTURA Y ESTACIÓN DEL AÑO	31
FIGURA 7. ABUNDANCIA (A), RIQUEZA DE ESPECIES (B) Y DIVERSIDAD (C) DE COCCINÉLIDOS SEGÚN ALTURA DE LA TRAMPA.....	35
FIGURA 8. ABUNDANCIA (A) Y PROPORCIÓN (B) DE COCCINÉLIDOS NATIVOS Y EXÓTICOS POR TRAMPA, SEGÚN ALTURA DE LA TRAMPA.....	36
FIGURA 9. ABUNDANCIA DE A) OCHO ESPECIES NATIVAS Y B) CINCO EXÓTICAS EN TRAMPAS A DIFERENTES ALTURAS.....	37
FIGURA 10. ABUNDANCIA DE ÁFIDOS SEGÚN TIPO DE COBERTURA Y TEMPORADA ..	39
FIGURA 11. CORRELACIÓN NO PARAMÉTRICA DE SPEARMAN ENTRE LA ABUNDANCIA DE COCCINÉLIDOS Y LA ABUNDANCIA DE ÁFIDOS	40
FIGURA 12. CORRELACIÓN NO PARAMÉTRICA DE SPEARMAN ENTRE LA ABUNDANCIA DE COCCINÉLIDOS AFIDÓFAGOS NATIVOS Y EXÓTICOS Y LA ABUNDANCIA DE ÁFIDOS.....	40

1.2 RESUMEN

Los paisajes agrícolas en Chile están compuestos por una variedad de cultivos tanto anuales como perennes y coberturas menos perturbadas como remanentes de vegetación nativa. Estos distintos tipos de cobertura pueden soportar distintos tipos de enemigos naturales de plagas, como los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae), insectos que depredan principalmente sobre áfidos (Hemiptera: Aphididae), importantes plagas de muchos cultivos. El área cubierta por estos tipos de coberturas y su distribución en el paisaje pueden afectar la colonización de enemigos naturales a los cultivos y el control de estas plagas. Además, los distintos tipos de cobertura pueden albergar diferencialmente especies nativas, contribuyendo así a su conservación. Estos insectos pueden segregarse en eje vertical, siendo algunos más abundantes en el follaje y otros en el suelo. Lo anterior hace necesario conocer la composición y estructura espacio-temporal del ensamble de coccinélidos en las diferentes coberturas del mosaico agrícola, que fue lo que se realizó en este Seminario de Título. En la zona sur poniente de la Región Metropolitana, los coccinélidos fueron estudiados en 10 tipos de coberturas: matorral esclerófilo, eucalipto, zarzamora, viñas, nogal, áreas semi-urbanas y cultivos anuales (trigo, maíz y papa), cada una replicada cinco veces, quedando cada réplica separada por al menos 700 m. En cada cobertura, se pusieron 10 trampas amarillas pegajosas, cinco a 0,0 y otras cinco a 0,8 m de altura, las que se dejaron en el campo durante dos semanas, en primavera, verano y otoño 2011-2012. Adicionalmente, en estas mismas trampas se contabilizaron los áfidos. En total se capturaron 5057 coccinélidos de 23 especies, 13 nativas y 10 exóticas. La abundancia total de coccinélidos varió con el tipo de cobertura y estación, siendo entre cuatro a cinco veces mayor en alfalfa, zarzamora y maíz que en las

coberturas con menor abundancia (viña y frutales), y fue mayor en primavera y verano. Las especies nativas fueron más abundantes en zarzamora y menos abundantes en viña, frutales, maíz, trigo, papa y alfalfa, en tanto las exóticas lo fueron en maíz y alfalfa y menos abundantes en frutales, eucalipto, matorral y viña. Además, los coccinélidos nativos fueron más abundantes en primavera y verano, en tanto los exóticos lo fueron solo en primavera. De la abundancia total de coccinélidos, el 31,8% fue capturado en trampas a una altura de 0,0 m. Las especies nativas representan el 48,9% y 39,3% en trampas a 0,8 y 0,0, respectivamente. Entre estas, la especie más abundante fue *Psyllobora picta* en ambas alturas, con un 28,5% y 19,8%. La abundancia de áfidos también varió con el tipo de cobertura, siendo mayor en alfalfa, zarzamora, hábitats semi-urbanos y papa y menor en frutales. Ellos fueron más abundantes en primavera. La abundancia total de coccinélidos y de áfidos se relacionaron positivamente. Sin embargo, al correlacionar las especies nativas y exóticas con la abundancia de áfidos, sólo las especies exóticas se correlacionaron positivamente con los áfidos. Estos resultados apoyan la hipótesis que existe una segregación espacio-temporal de los coccinélidos nativos y exóticos en el paisaje agrícola, siendo los cultivos menos perturbados usados mayormente por coccinélidos nativos y los más perturbados por coccinélidos exóticos.

1.3. INTRODUCCIÓN

El cambio en el uso de la tierra, ligado principalmente a la intensificación agrícola y sustitución de hábitats naturales por cultivos altamente perturbados, encabeza la lista de las principales causas de la pérdida de biodiversidad (Sala *et al.* 2000, Concepción *et al.* 2008). En Chile, por ser un país exportador de alimentos, la intensificación agrícola es un componente importante que se ha visto aumentado en los últimos años, provocando una fragmentación y degradación acelerada del paisaje natural, quedando los remanentes naturales reducidos a unos pocos fragmentos en una matriz dominada por hábitats antropogénicos (Echeverría *et al.* 2006).

El paisaje en Chile central hoy en día es un mosaico compuesto por una variedad de cultivos tanto anuales como perennes (frutales, viñas, entre otros) y coberturas menos perturbadas, como setos vivos y matorral esclerófilo. Estos distintos tipos de cobertura pueden soportar una variedad de enemigos naturales de plagas, tales como los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae), insectos que depredan principalmente sobre áfidos (Hemiptera: Aphididae) que son importantes plagas de muchos cultivos. En esta zona del país, existe una alta diversidad de coccinélidos asociados a los agroecosistemas, con especies de origen nativo y otras introducidas (Zaviezo *et al.* 2004, Zaviezo *et al.* 2006, Grez *et al.* 2010a, Grez *et al.* 2010b). Los diferentes tipos de cobertura en el paisaje agrícola pueden favorecer a algunas especies de coccinélidos proporcionándoles recursos complementarios, como alimento y refugio para la reproducción y supervivencia (Rand *et al.* 2006, Gardiner *et al.* 2009).

La eficiencia del control biológico de plagas depende de que en el paisaje exista un ensamble diverso de enemigos naturales, de manera que estas especies se complementen en esta función (“*insurance hypothesis*”, Tscharrntke *et al.* 2007). Sin embargo, la introducción de especies exóticas del mismo gremio puede amenazar esta diversidad, al provocarse una exclusión competitiva de las especies nativas. Por ejemplo, la introducción del coccinélido invasor *Harmonia axyridis* Pallas en Inglaterra ha llevado a una disminución de las poblaciones de coccinélidos nativos (Brown *et al.* 2011). Lo mismo ha ocurrido en gran parte de Europa (Roy *et al.* 2012). Así, si algunos tipos de cobertura son más susceptibles de ser usados por especies introducidas de coccinélidos, es esperable que ello pueda resultar en una menor abundancia (total y/o relativa) de especies nativas de estos insectos.

En el sur de Chile, diferentes coberturas de suelo suelen albergar distintas especies de coccinélidos. Así por ejemplo, *Eriopsis connexa* Germar e *Hippodamia variegata* Goeze son más abundantes en estratos herbáceos que en arbustivos o arbóreos, en tanto las especies del género *Adalia* prefieren el estrato arbóreo (Rebolledo *et al.* 2007). Para otras latitudes se ha descrito que *H. axyridis* también es principalmente arbórea (Koch 2003), aunque datos preliminares en Chile la asocian a cultivos de alfalfa (A. Grez, datos no publicados). Por otra parte, en Chile central *Adalia deficiens* Mulsant, *Cycloneda sanguinea* Linnaeus y *Psyllobora picta* Germain son más abundantes en alfalfa adyacentes a vegetación arbórea, sugiriendo que ellas podrían usar este tipo de cobertura e inmigrar desde allí hacia la alfalfa (Grez *et al.* 2010a). Adicionalmente, un estudio preliminar realizado en la zona de Pirque (Castillo-Serey 2011) sugiere que la composición, abundancia y diversidad del ensamble de coccinélidos nativos y exóticos varía en función de los tipos de coberturas y de las estaciones

del año. Sin embargo, un estudio acabado de las preferencias de hábitat para las diferentes especies del ensamble de coccinélidos en Chile central aún es inexistente.

Si bien puede ocurrir un desplazamiento de las especies nativas por parte de las exóticas en un determinado tipo de cobertura, también es posible que ellas coexistan si se segregan en el espacio o en el tiempo. Se ha descrito que la segregación vertical de coccinélidos puede ser un rasgo que disminuye una potencial interacción entre algunas especies de estos coleópteros (Lucas *et al.* 2002), más aún al considerar que algunas especies de coccinélidos utilizan distintos tipos de hábitat (Leather *et al.* 1999, Rebolledo *et al.* 2007). Aquellas especies de preferencias herbáceas deberían encontrarse más cerca del suelo que aquellas que son arbustivas o arbóreas. Similarmente, también se ha señalado que la segregación temporal de coccinélidos permitiría un control biológico más eficiente (Grez *et al.* 2010a). La composición, abundancia y diversidad de coccinélidos asociados a un determinado tipo de cobertura, además, puede estar condicionado por la oferta de sus presas, los áfidos, al ser los coccinélidos principalmente afidófagos (Bado *et al.* 2002, Aly *et al.* 2011). Por ello, para una mejor comprensión de la estructura del ensamble de coccinélidos en las distintas coberturas del paisaje agrícola de Chile central es necesario también evaluar la abundancia de áfidos en estas coberturas.

Hipótesis

La composición, abundancia y diversidad del ensamble de coccinélidos nativos y exóticos depende del tipo de cobertura de suelo, siendo los coccinélidos nativos más abundantes y diversos en coberturas menos perturbadas y los exóticos en coberturas más

perturbadas. Además, existe una segregación temporal y espacial (en el eje vertical) de las distintas especies y su abundancia en las distintas coberturas se relaciona positivamente con la abundancia de áfidos.

Objetivo General

Analizar, estacionalmente, si la composición, abundancia y diversidad de coccinélidos nativos y exóticos varía en función del tipo de cobertura. Con ello se medirá si existe una segregación espacial y temporal de coccinélidos nativos y exóticos en el paisaje agrícola del sector sur-poniente de la Región Metropolitana.

Objetivos específicos

- Analizar si la composición, abundancia y diversidad de coccinélidos nativos y exóticos varía en función del tipo de cobertura presente en el paisaje agrícola del sector sur-poniente de la Región Metropolitana.
- Analizar si la composición, abundancia y diversidad de coccinélidos nativos y exóticos varía en función de la estación del año.
- Evaluar si la composición, abundancia y diversidad de coccinélidos nativos y exóticos varía en función de la altura de la trampa (0 y 0,8 m).
- Analizar si la abundancia de áfidos varía en función del tipo de cobertura y si ello se relaciona con la abundancia de coccinélidos afidófagos en dichas coberturas.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1. Zona de estudio

La zona de estudio comprendió un área de aproximadamente 425 km², abarcando las comunas de Calera de Tango, San Bernardo, Peñaflor, Maipú y Talagante, al sur poniente de la Región Metropolitana. La zona se caracteriza por presentar áreas de manejo intensivo de agricultura con cultivos anuales, perennes y diferentes tipos de hábitat semi-natural y semiurbanos (Figura 1; Hernández *et al.* 2011¹).

Según un análisis de los tipos de coberturas presentes en esta zona, dominan los cultivos anuales (20,4%), los frutales (18,7%), las áreas semiurbanas (9,6%), los alfalfaes (9,3 %), las viñas (8,7%), las áreas urbanas e industrial (8,6%) y el matorral esclerófilo (8,5%) (Hernández *et al.* 2011¹).

1.4.2. Tipos de coberturas

Se seleccionaron 10 tipos de coberturas donde se muestrearon los coccinélidos en la temporada 2011-2012, en primavera (20 septiembre a 25 noviembre), verano (21 diciembre a 1 febrero) y otoño (11 abril a 18 mayo), cubriendo la época en que estos insectos están activos. Se contemplaron coberturas con distinto grado de perturbación, desde coberturas nativas hasta otras altamente intervenidas, incluyendo desde cobertura leñosas a herbáceas (el detalle de cómo se estimó el nivel de perturbación de la mayoría de estas coberturas se encuentra en Grez *et al.* 2013). Estas coberturas fueron: matorral esclerófilo, eucalipto,

¹ Hernández J., Acuña M.P. y Rodríguez C. 2011. Análisis y caracterización de la estructura del paisaje en los agrosistemas del sector sur de la Región Metropolitana, Chile. Informe para Proyecto FONDECYT 1100159.

zarzamora, viñas, nogal, áreas semi-urbanas, alfalfa y cultivos anuales (trigo, maíz y papa). La disposición espacial de estas coberturas (y sus réplicas) se muestra en Figura 1.

Matorral esclerófilo

La Región Metropolitana se encuentra inmersa en las formaciones vegetacionales del matorral y del bosque esclerófilo. Las zonas de matorral esclerófilo muestreadas fueron cinco. De estas, dos estuvieron en el Cerro Chena y corresponden a laderas distintas por exposición oriente y sur, otras dos en el Cerro Calera de Tango, y una en el Cerro Lepanto. Las especies vegetales dominantes en las zonas muestreadas fueron *Acacia caven* (Mol.) Molina, *Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz, *Quillaja saponaria* Molina y *Lithraea caustica* (Mol.) Hook & Arn (Figura 2).



Figura 1. Imagen satelital tomada de Google Earth (10 de agosto de 2012) que muestra el área de estudio (Calera de Tango y alrededores). Los círculos de diferentes colores indican los tipos de coberturas y los lugares en que se muestrearon los insectos.

Eucalipto

Las zonas de eucalipto (*Eucalyptus nitens* Deane & Maiden) muestreadas fueron cinco. Principalmente, estaban formadas por varias hileras de eucaliptos, utilizados como barreras o como cultivos. El eucalipto se introdujo en Chile alrededor del año 1960, en el marco de un programa de ensayo de especies exóticas forestales. Las plantaciones industriales de esta especie se iniciaron a principios de la década de los '90 (Valencia 2007) (Figura 2).

Zarzamora

Las zonas de zarzamora (*Rubus ulmifolius* Schott) muestreadas fueron cinco. Estas estaban conformadas principalmente por hileras ya que son comúnmente utilizadas como barreras o cercos entre predios. Se evitó la presencia de árboles en las hileras, para evitar la presencia de especies de coccinélidos asociadas a este tipo de plantas (Figura 2). La zarzamora es un arbusto perenne originario de Europa, introducido a mediados del siglo XIX a la provincia de Linares para ser usado como cerco vivo. Esta especie tiene la capacidad de invadir vastas áreas en muy poco tiempo. Al alcanzar altas abundancias, su erradicación es muy difícil e impide el crecimiento de especies nativas (Quiroz *et al.* 2009).

Viñas

Las viñas (*Vitis vinifera* L.) muestreadas fueron cinco, todas de aproximadamente la misma edad y con condiciones similares en cuanto a cobertura de suelo y se utilizaron dos variedades cabernet sauvignon y merlot (Figura 2). Dos de estas viñas solo se trataron con herbicidas y aceites orgánicos para el control de sus plagas en las tres temporadas

muestreadas, las otras tres viñas se trataron con insecticidas, herbicidas y funguicidas en al menos dos de las tres temporadas muestreadas. Las trampas para la colecta de insectos se colocaron antes o al menos una semana después de las aplicaciones. Sin embargo, de los pesticidas utilizados, él que tiene una vida media mayor fue Gusathion, con 21 días.

Frutales

Los frutales elegidos fueron de la especie *Juglans regia* L. (nogal) ya que es muy abundante en la zona central destinado principalmente a la exportación (Lemus 2004), muestreándose cinco zonas. Todos fueron aproximadamente de la misma edad y con condiciones similares en cuanto a cobertura de suelo (Figura 2). Cuatro de estas zonas tuvieron aplicaciones con algún tipo de insecticida (principalmente Gusathion) desde octubre hasta fines de febrero cada tres semanas. Las trampas fueron colocadas en el intervalo de no aplicación.

Hábitats Semi -urbanos

Los hábitats semi urbanos muestreados fueron cinco, y correspondieron a parcelas de agrado con jardines abundantes y diversos en vegetación, con árboles de diferentes especies, rosales, muchos arbustos, y flores de tipo ornamental (Figura 2). Ninguno tuvo aplicaciones de pesticidas.

Maíz

Los maizales (*Zea mays* L.) muestreados en total fueron siete (Figura 2). De ellos, en cada temporada solo se muestrearon cinco, pero por problemas logísticos (ya sea por corte,

cosecha o problemas con el cultivo), en verano y otoño se tuvieron que buscar nuevos lugares para completar las cinco réplicas. En cuanto a las aplicaciones de pesticidas, todos los maíces eran semilleros para exportar, por lo que las aplicaciones fueron mínimas, solo algunos funguicidas antes de la cosecha.

Trigo

Los trigales (*Triticum aestivum* L.) muestreados fueron cinco (Figura 2) y todos ellos fueron aplicados con insecticidas, herbicidas y funguicidas a principios de primavera. Las trampas fueron colocadas una semana después de la aplicación.

Papa

Los cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.) muestreados en total fueron 10 (Figura 2). De estos, en cada temporada solo se muestrearon cinco, pero al igual que con los maizales, por problemas logísticos (ya sea por corte, cosecha o problemas con el cultivo) se tuvieron que buscar nuevos lugares para completar las cinco réplicas. Todos estos cultivos fueron aplicados con insecticidas, funguicidas y herbicidas, en todas las temporadas. Las trampas fueron colocadas una semana después de la aplicación.

Alfalfa

Los cultivos de alfalfa (*Medicago sativa* L.) muestreados fueron cinco (Figura 2). Estos cultivos no fueron intervenidos con pesticidas.

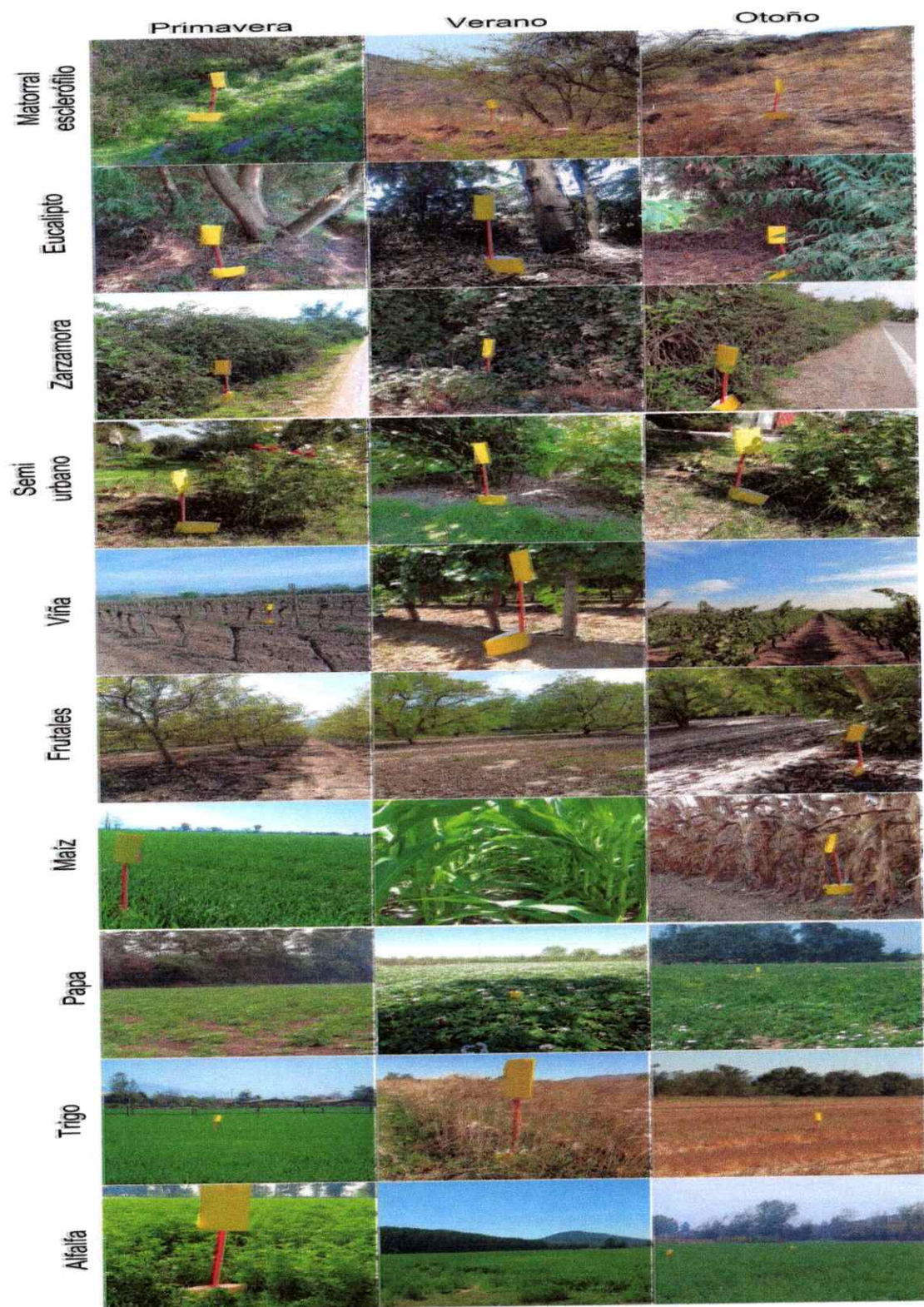


Figura 2. Imágenes de las distintas coberturas muestreadas en las tres temporadas de muestreo.

Las réplicas de cada una de estas coberturas estuvieron separadas por al menos 700 m. En cada una de ellas se colocaron 10 trampas amarillas pegajosas de un área total de captura de 750 cm² (dos caras de 15 x 25 cm), puestas la mitad a ras de suelo 0,0 m y la otra mitad a 0,8 m de altura sobre un tubo de PVC. Las trampas fueron recubiertas con el pegamento Tangle-Trap (The Tanglefoot Company, USA) y se dejaron en el campo durante dos semanas, en primavera, verano y otoño. Luego de esas dos semanas, las trampas fueron llevadas al laboratorio, donde se contaron e identificaron los coccinélidos a nivel de especie, siguiendo a González (2006).

Con estos datos se obtuvo la abundancia total y por especie, la abundancia y proporción de especies nativas y exóticas, y la riqueza y diversidad (Índice de Shannon) de especies de coccinélidos por trampa. Adicionalmente, se contaron los áfidos capturados en las trampas. Para ello, cada trampa se dividió en 16 secciones y se contaron los áfidos en cuatro de ellas, en una diagonal, sin identificarlos a nivel de especie.

1.4.3. Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) factorial, con tipo de cobertura, altura desde el suelo y estación como factores y abundancia total, riqueza, diversidad de Shannon, abundancia de especies nativas y exóticas, proporción de especies nativas, abundancia de las especies más colectadas y la abundancia de áfidos como variables respuestas. Los datos fueron previamente transformados ($\text{Log}(x) + 1$) para cumplir con los supuestos del ANDEVA. En los casos que hubo efectos significativos, se utilizó la prueba LSD-Fisher como prueba *a posteriori* para comparar los promedios. Para evaluar si la abundancia de

coccinélidos/trampa se relacionaba con la de áfidos/trampa, se calculó el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman (McDonald 2009) entre ambas variables, ya que los datos no fueron normales. Además, se calculó el mismo coeficiente, para la relación entre las cuatro especies de coccinélidos más importantes, dos nativas y dos exóticas con la abundancia de áfidos/trampa. Todos los análisis se realizaron con el programa Statistica 7.0.

1.5 RESULTADOS

En total se capturaron 5057 coccinélidos de 23 especies, 13 nativas y 10 exóticas (Tabla 1).

En total, considerando todas las coberturas muestreadas, el 45,9 % de los individuos fueron nativos y el 54,1 % exóticos. Las especies más abundantes fueron la exótica *H. variegata* 27,3% y la nativa *P. picta* 25,8%, representando más del 50% del total de coccinélidos capturados. Entre las nativas, le siguen en abundancia *S. bicolor* (5,7%), *H. marchali* (3,4%), *E. connexa* (3,2%) y *C. sanguinea* (2,9%) y entre las exóticas *S. loewei* (19%), *H. axyridis* (4,2%) e *H. convergens* (2,2%). El resto de las especies alcanzó abundancias relativas inferiores al 2% (Tabla 1).

De estas 23 especies, se consideraron para el análisis solo las que tuvieron más de 30 individuos en el total de las capturas. Para las especies nativas, sólo se consideraron las ocho primeras de la Tabla 1, desde *P. picta* hasta *A. angulifera*, y para las exóticas sólo las cinco primeras, desde *H. variegata* hasta *A. bipunctata*.

Tabla 1. Abundancia total y relativa (%) y riqueza de especies de coccinélidos nativos y exóticos capturados durante todo el periodo de muestreo (primavera, verano y otoño 2011-2012). Las especies se ordenaron según su abundancia. El porcentaje se calculó sobre el total de coccinélidos capturados (n = 5057)

	Total	%
Especies Nativas		
<i>Psyllobora picta</i> Germain	1301	25,8
<i>Scymnus bicolor</i> Germain	287	5,7
<i>Cycloneda sanguinea</i> Linnaeus	148	2,9
<i>Heterodiomus marchali</i> Brèthes	171	3,4
<i>Eriopis connexa</i> Germain	160	3,2
<i>Adalia deficiens</i> Mulsant	71	1,4
<i>Hyperaspis sphaeridioides</i> Mulsant	61	1,2
<i>Adalia angulifera</i> Mulsant	59	1,2
<i>Hyperaspis funesta</i> Germain	29	0,6
<i>Eriopis eschscholtzi</i> Mulsant	15	0,3
<i>Hyperaspis nana</i> Mader	9	0,2
<i>Cycloneda eryngii</i> Mulsant	5	0,1
<i>Cycloneda fulvipennis</i> Mulsant	3	0,1
Riqueza de especies nativas	13	56,5
Total coccinélidos nativos	2319	45,9
Especies Exóticas		
<i>Hippodamia variegata</i> Goeze	1379	27,3
<i>Scymnus loewii</i> Mulsant	963	19,0
<i>Harmonia axyridis</i> Pallas	214	4,2
<i>Hippodamia convergens</i> Guerin-Meneville	111	2,2
<i>Adalia bipunctata</i> Linnaeus	42	0,8
<i>Parastethorus histrio</i> Chauzeau	11	0,2
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Mulsant	9	0,2
<i>Clitostethus arcuatus</i> Rossi	4	0,1
<i>Olla v-nigrum</i> Mulsant	4	0,1
<i>Harmonia quadripunctata</i> Pontoppidan	1	0,02
Riqueza de especies exóticas	10	43,5
Total coccinélidos exóticos	2738	54,1
Total coccinélidos	5057	100

1.5.1. Composición, abundancia y diversidad de coccinélidos en función del tipo de cobertura y estación del año presente en el paisaje

La abundancia de coccinélidos varió significativamente con el tipo de cobertura y estación (Anexo 1, Tabla I), siendo entre 4 a 5 veces mayor en alfalfa, zarzamora y maíz que en las coberturas con menor abundancia (viña y frutales) (Figura 3A). Además, la abundancia fue mayor en primavera y verano (Figura 3B). En este caso hubo una interacción significativa cobertura * estación (Tabla 1, Anexo I), siendo la abundancia mayor en zarzamora durante verano, en alfalfa durante primavera, y menor en frutales durante otoño.

La riqueza de especies de coccinélidos también fue afectada significativamente por el tipo de cobertura y estación (Anexo 1, Tabla I), siendo mayor en alfalfa, seguida por las coberturas semi-urbanas, zarzamora y matorral y menor en viñas (Figura 3C); además fue mayor durante primavera y verano que en otoño (Figura 3D). En este caso no hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I).

La diversidad de Shannon varió con la cobertura y estación (Anexo I, Tabla I), siendo el ensamble de coccinélidos más diverso en las coberturas semi-urbanas, seguidas por matorral, zarzamora y alfalfa y fue menor en frutales (Figura 3E); además fue mayor durante primavera y verano que en otoño (Figura 3F). No hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I).

En términos de abundancia relativa, la proporción de coccinélidos nativos sobre el total de coccinélidos capturados por trampa varió con el tipo de cobertura y estación (Anexo 1, Tabla I), siendo los coccinélidos nativos relativamente más abundantes en eucalipto, con sobre un 80% del ensamble, seguido por matorral y zarzamora, y menor en trigo, papa y alfalfa, con menos del 20% de los coccinélidos capturados (Figura 4A); además ellos fueron relativamente más abundantes durante verano que en primavera y otoño (Figura 4B). No hubo una interacción significativa cobertura * estación para esta variable (Anexo 1, Tabla I).

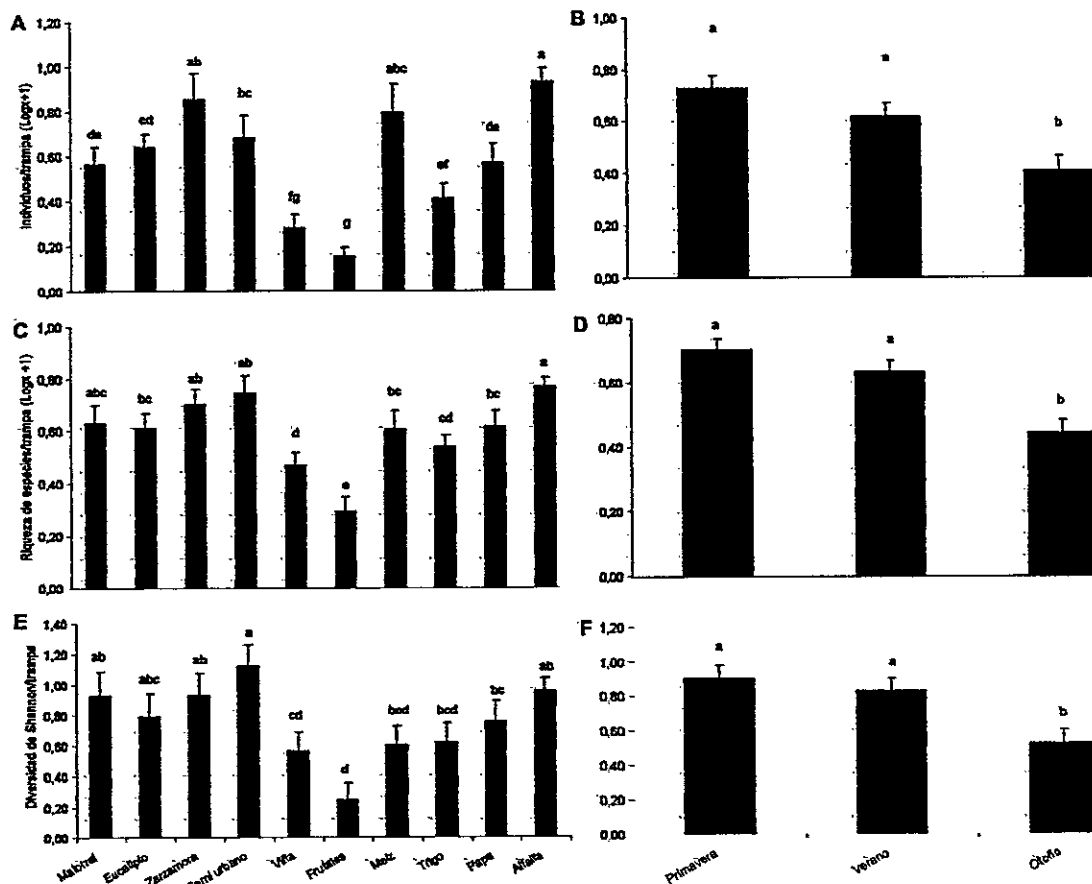


Figura 3. Abundancia, riqueza de especies y diversidad de coccinélidos por trampa, según tipo de cobertura (A, C y E, respectivamente) y estación (B, D y F, respectivamente). Los datos son promedios \pm 1 error estándar. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según LSD-Fisher ($P < 0,05$).

La abundancia de coccinélidos nativos y exóticos varió con el tipo de cobertura (Anexo 1, Tabla I). Los nativos fueron más abundantes en zarzamora y menos abundantes en viña, frutales, maíz, trigo, papa y alfalfa (Figura 4C), en tanto los exóticos fueron más abundantes en maíz y alfalfa y menos abundantes en frutales, eucalipto, matorral y viña (Figura 4C). Tanto los coccinélidos nativos como los exóticos variaron con la estación del año (Anexo 1, Tabla I) siendo las nativas más abundantes durante primavera y verano que en otoño (Figura 4D), en tanto los exóticos fueron más abundantes durante primavera que en verano y otoño (Figura 4D). Solo para los coccinélidos exóticos hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I), siendo más abundantes en maíz en primavera y en alfalfa en otoño, y menor en frutales en verano, en eucalipto en otoño y en frutales en otoño.

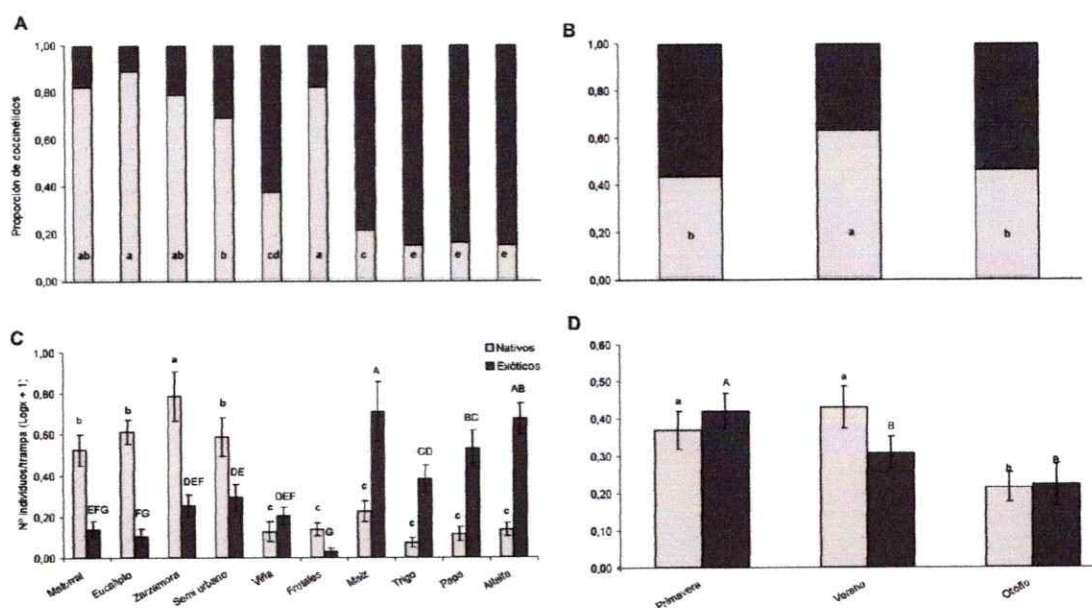


Figura 4. Proporción y abundancia de coccinélidos nativos y exóticos por trampa, según tipo de cobertura (A y C, respectivamente) y estación (B y D, respectivamente). Los datos son promedios ± 1 error estándar. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según LSD-Fisher ($P < 0,05$).

A nivel específico, la especie nativa *Adalia angulifera* fue más abundante en matorral y escasa en el resto de las coberturas (Figura 5A); además fue más abundante durante primavera y ausente en otoño (Figura 5a). Hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I), siendo *A. angulifera* más abundante en matorral sólo durante primavera.

Adalia deficiens fue más abundante en eucalipto, seguida por zarzamora y semi urbano, y escasa en el resto de las coberturas (Figura 5B). Su abundancia no varió significativamente con la estación, pero sí hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I), siendo *A. deficiens* más abundante en eucalipto durante primavera y verano y en zarzamora sólo durante verano.

Cycloneda sanguinea fue más abundante en zarzamora, seguida por eucalipto y semi urbano y escasa en el resto de las coberturas (Figura 5C); además fue más abundante durante verano que en primavera y otoño (Figura 5c). No hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I).

Eriopsis connexa fue más abundante en maíz, seguido por alfalfa y papa, y menor en matorral y eucalipto (Figura 5D); además fue más abundante durante primavera y verano que en otoño (Figura 5d). En este caso hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I), siendo *E. connexa* más abundante en maíz durante verano y en papa durante primavera.

Heterodiomus marchali fue significativamente más abundante en matorral, seguida por eucalipto y escasa en el resto de las coberturas (Figura 5E); además fue más abundante durante verano que en primavera y otoño (Figura 5e). En este caso hubo una interacción significativa cobertura * temporada (Anexo 1, Tabla I), siendo *H. marchali* más abundante en el matorral durante verano y en otoño, pero no en primavera.

Hyperaspis sphaeridioides fue más abundante en la cobertura semi urbana, seguida por alfalfa y zarzamora y escasa en el resto de las coberturas (Figura 5F) y su abundancia no varió significativamente con la estación (Figura 5f). Tampoco hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I).

Psyllobora picta fue más abundante en zarzamora, eucalipto y en las coberturas semi urbanas y escasa en el resto de las coberturas (Figura 5G), sin diferencias significativas entre estaciones del año (Figura 5g). Tampoco hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I).

Finalmente, *Scymnus bicolor* fue más abundante en zarzamora, seguida por matorral y semi urbano y escasa en el resto de las coberturas (Figura 5H) y no fue afectada por la estación del año (Figura 5h). No hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I).

Entre las especies exóticas, *Adalia bipunctata* fue más abundante en alfalfa y escasa en el resto de las coberturas (Figura 6A); además fue más abundante durante primavera que en verano y otoño (Figura 6a). En este caso hubo una interacción significativa cobertura *

estación (Anexo 1, Tabla I), siendo *A. bipunctata* más abundante en alfalfa sólo durante primavera.

Harmonia axyridis fue más abundante en alfalfa, seguida por papa y escasa en el resto de las coberturas (Figura 6B); además fue mayor durante primavera y otoño que en verano (Figura 6b). En este caso hubo no una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I).

Hippodamia convergens fue más abundante en alfalfa, papa y maíz y escasa en el resto de las coberturas (Figura 6C); además fue más abundante durante primavera que en verano y otoño (Figura 6c) y mostró una interacción significativa cobertura * estación (Tabla 1 anexo), siendo más abundante en alfalfa sólo durante primavera.

Hippodamia variegata fue más abundante en alfalfa, papa y maíz y menos abundante en frutales (Figura 6D); además su abundancia fue mayor durante primavera que en verano y otoño (Figura 6d). En este caso hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I), siendo más abundante en maíz alfalfa y papa durante primavera, y en alfalfa durante otoño y menos abundante en maíz en otoño y en frutales durante verano.

Scymnus loewii fue más abundante en maíz y trigo y menos abundante en frutales y eucalipto (Figura 6E). Su abundancia no varió con la estación, pero hubo una interacción significativa cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I), siendo más abundante en maíz durante otoño y en trigo durante verano.

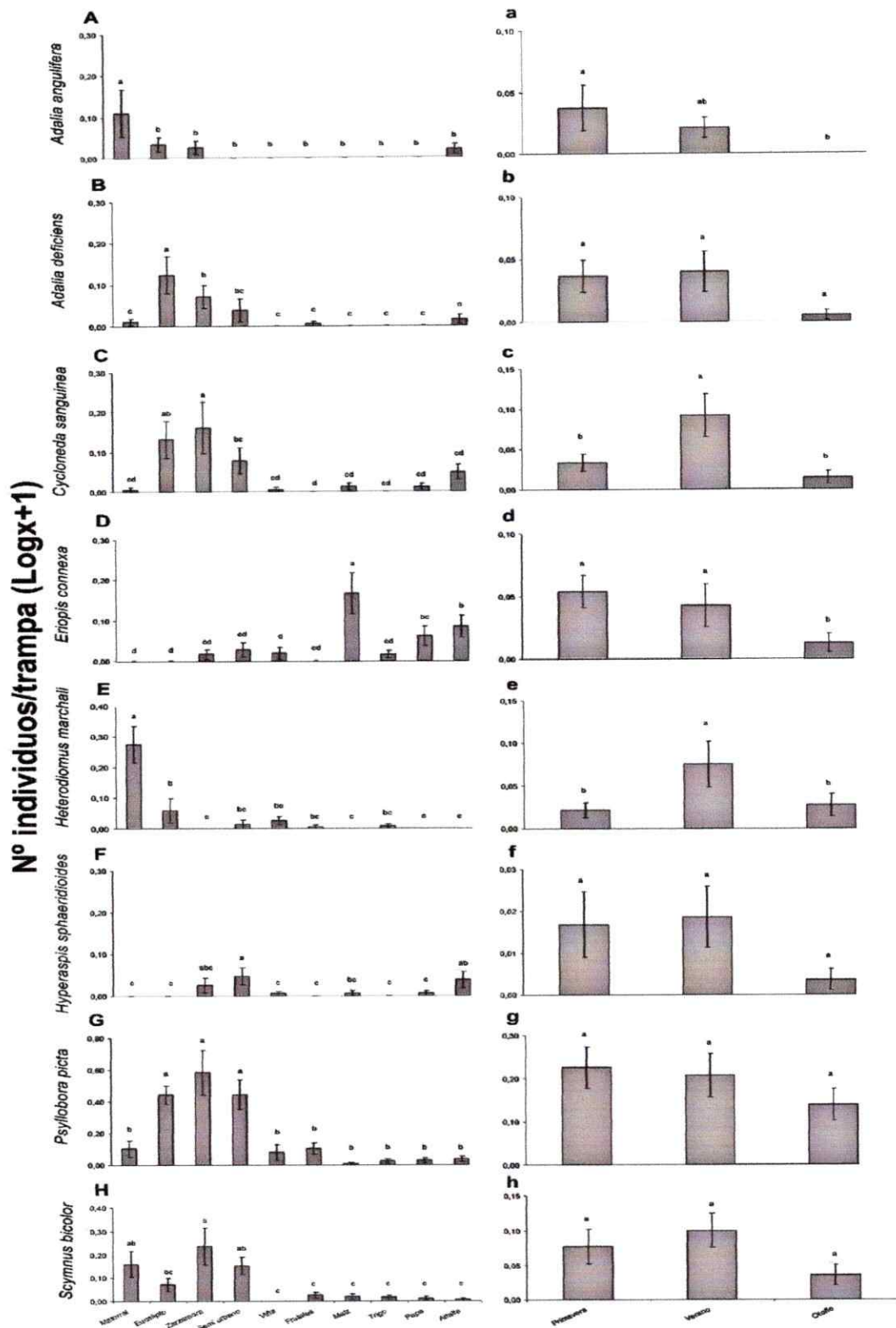


Figura 5. Abundancia de ocho especies nativas más abundantes, en cada tipo de cobertura (A - H) y temporada (a - h). Los datos son promedios \pm 1 error estándar. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según LSD-Fisher ($P < 0,05$).

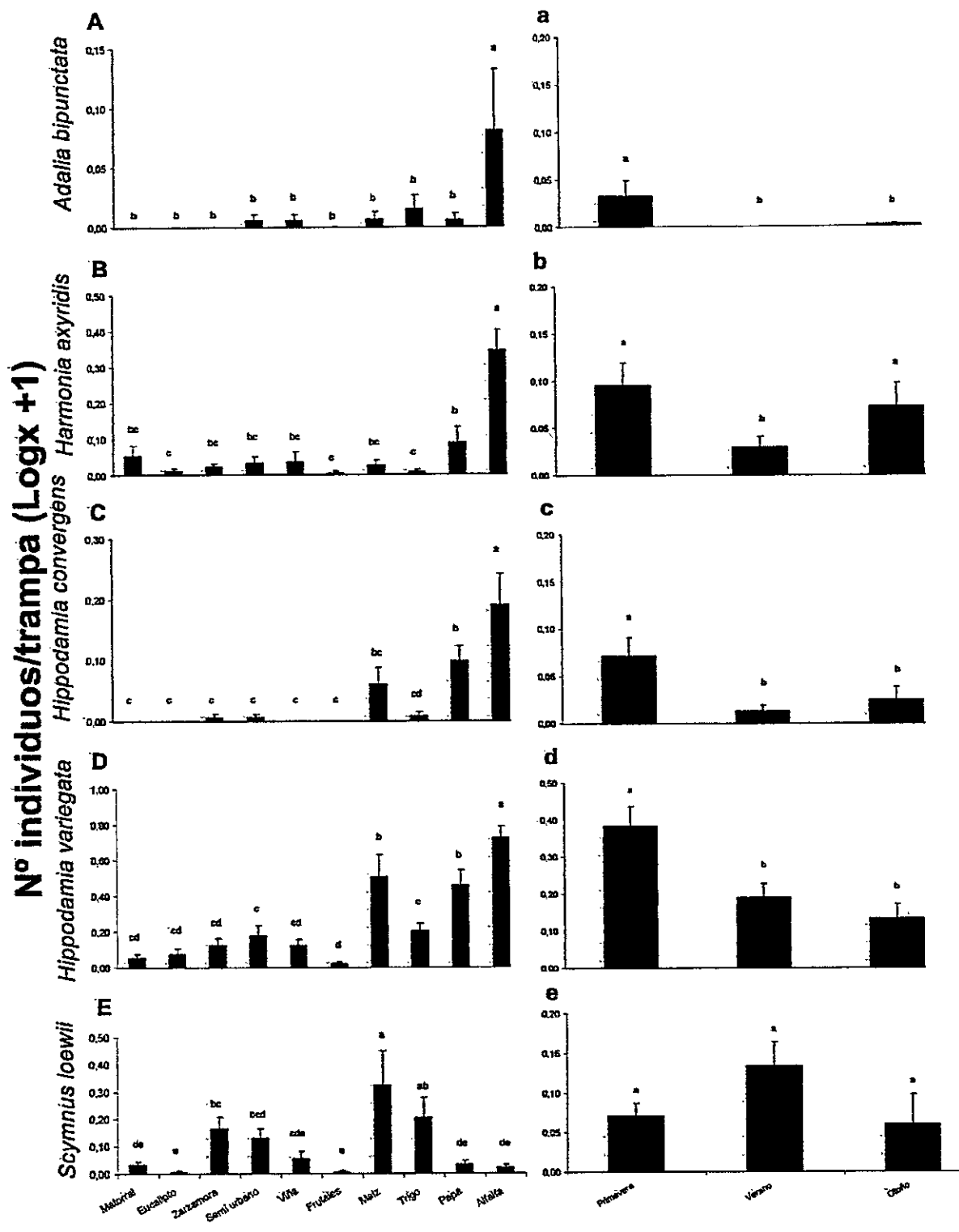


Figura 6. Abundancia de las cinco especies exóticas más abundantes, en cada tipo de cobertura (A -E) y estación del año (a - e). Los datos son promedios \pm 1 error estándar. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según LSD-Fisher ($P < 0,05$).

1.5.2. Composición, abundancia y diversidad de coccinélidos en función de la altura de la trampa (0,0 m y 0,8 m).

Del total de coccinélidos capturados ($n = 5057$), el 68,2% fue colectado en trampas a 0,8 m del suelo y el 31,8% restante en trampas a 0,0 (Tabla 2). Entre los colectados a 0,8 m, 33,4 % fueron nativos y 34,8% exóticos, en tanto entre los colectados a 0,0 estos números fueron 12,5% y 19,3 %, respectivamente (Tabla 2). A nivel de especies, del total de especies capturadas ($n = 23$), el 100 % estuvo presente en el follaje y el 88,3 % en el suelo. En general, todas las especies fueron más abundantes en el follaje, salvo *E. connexa*, *H. sphaeridioides* y *Scymnus loewii* que tuvieron abundancias levemente superiores en el suelo (Tabla 2). Entre las especies nativas, la más abundante a ambas alturas fue *P. picta*, con un 19,4 % y 6,3 % a los 0,8 m y 0,0 m respectivamente. Entre las exóticas, la más abundante fue *H. variegata*, con 20,2 % a 0,8 m y 7,1 % a 0,0 (Tabla 2).

Al analizar estos resultados por trampa y considerando el tipo de cobertura y la estación del año, la abundancia, riqueza y diversidad de coccinélidos variaron significativamente con la altura de la trampa (Anexo 1, Tabla II), siendo 2 (abundancia) o 1,5 (riqueza y diversidad) veces mayor en trampas a 0,8 m que a 0,0 m del suelo (Figura 7A). Adicionalmente, para la abundancia de coccinélidos hubo una interacción significativa cobertura * altura (Anexo 2, Tabla II), siendo los coccinélidos capturados en trampas a 0,8 m más abundantes en alfalfa, seguidos por zarzamora y maíz, y menor en frutales (Figura 8); en trampas a 0,0 fueron más abundantes en maíz y menos abundantes en frutales (Figura 8). Para esta variable, no hubo una interacción significativa estación * altura ni tampoco cobertura* estación * altura (Anexo 1, Tabla II). Ni para la riqueza de especies ni para la

diversidad de Shannon hubo una interacción significativa cobertura* altura, estación * altura y cobertura* estación * altura (Anexo 1, Tabla II).

En cuanto al origen de las especies, la abundancia de coccinélidos nativos varió significativamente con la altura de la trampa (Anexo 1, Tabla II), siendo 2 veces mayor en trampas a 0,8 m. del suelo (Figura 8A). También hubo una interacción significativa cobertura * altura (Anexo 1, Tabla II), siendo los nativos a 0,8 m más abundantes en zarzamora y menos abundantes en frutales; en trampas a 0,0 fueron más abundantes en eucalipto, seguidos por zarzamora y semi urbano y menor en frutales. No hubo una interacción significativa estación * altura, ni tampoco cobertura* estación * altura (Anexo 1, Tabla II).

Por otra parte, la abundancia de coccinélidos exóticos también varió significativamente con la altura de la trampa (Anexo 1, Tabla II), siendo 1,5 veces mayor en trampas a 0,8 m del suelo (Figura 8A). También hubo una interacción significativa cobertura * altura (Anexo 1, Tabla II), siendo los exóticos en trampas a 0,8 m más abundantes en maíz, seguidos por alfalfa y menor en frutales; en tanto en trampas a 0,0 fueron más abundantes en maíz y menos abundantes en frutales. No hubo una interacción significativa estación * altura ni cobertura* estación * altura (Anexo 1, Tabla II).

Tabla 2. Abundancia y riqueza total y relativa (%) de coccinélidos, según su origen (nativas o exóticas) y por especie, durante todo el muestreo (3 estaciones) capturados en trampas a 0,8 y 0,0 del suelo. Las especies se ordenaron en función de su abundancia. Los porcentajes se calcularon sobre el total de individuos (5057) o especies (23) colectados.

	0,8 m		0,0	
	Total	%	Total	%
Especies Nativas				
<i>Psyllobora picta</i>	983	19,4	318	6,3
<i>Scymnus bicolor</i>	187	3,7	100	2,0
<i>Cycloneda sanguinea</i>	125	2,5	23	0,5
<i>Heterodiomus marchali</i>	116	2,3	55	1,1
<i>Eriopis connexa</i>	83	1,6	77	1,5
<i>Adalia deficiens</i>	65	1,3	6	0,1
<i>Adalia angulifera</i>	55	1,1	4	0,1
<i>Hyperaspis sphaeridioides</i>	26	0,5	35	0,7
<i>Hyperaspis funesta</i>	23	0,5	6	0,1
<i>Eriopis eschscholtzi</i>	11	0,2	4	0,1
<i>Hyperaspis nana</i>	9	0,2	0	0,0
<i>Cycloneda fulvipennis</i>	3	0,1	0	0,0
<i>Cycloneda eryngii</i>	2	0,0	3	0,1
Riqueza especies nativas (S)	13	56,5	11	47,8
Total coccinélidos nativos	1688	33,4	631	12,5
Especies Exóticas				
<i>Hippodamia variegata</i>	1020	20,2	359	7,1
<i>Scymnus loewii</i>	416	8,2	547	10,8
<i>Harmonia axyridis</i>	181	3,6	33	0,7
<i>Hippodamia convergens</i>	87	1,7	24	0,5
<i>Adalia bipunctata</i>	36	0,7	6	0,1
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	8	0,2	1	0,0
<i>Parastethorus histrio</i>	6	0,1	5	0,1
<i>Clitostethus arcuatus</i>	4	0,1	0	0,0
<i>Olla v-nigrum</i>	3	0,1	1	0,0

<i>Harmonia quadripunctata</i>	1	0,0	0	0,0
Riqueza especies exóticas (S)	10	43,5	8	34,8
Total coccinélidos exóticos	1762	34,8	976	19,3
Riqueza total especies	23	100	19	88,3
Total coccinélidos	3450	68,2	1607	31,8

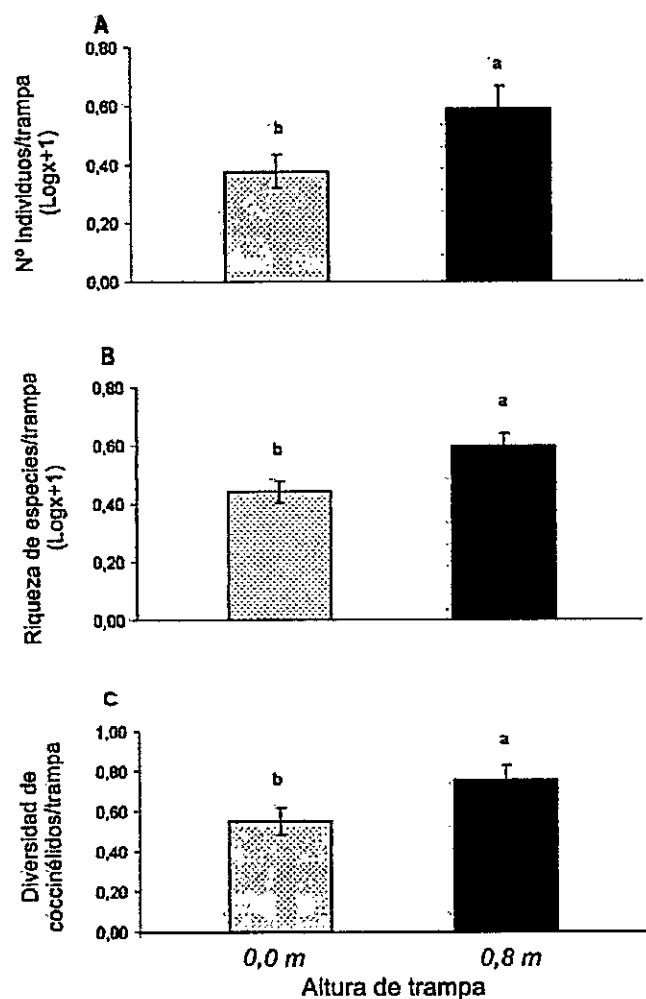


Figura 7. Abundancia (A), riqueza de especies (B) y diversidad (C) de coccinélidos según altura de la trampa. Los datos son promedios/trampa \pm 1 error estándar. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según LSD-Fisher ($P < 0,05$).

La proporción de coccinélidos nativos y exóticos no varió con la altura de la trampa, ni con cobertura* altura, ni con estación* altura, ni tampoco con cobertura* estación * altura (Figura 8B; Anexo 1, Tabla II).

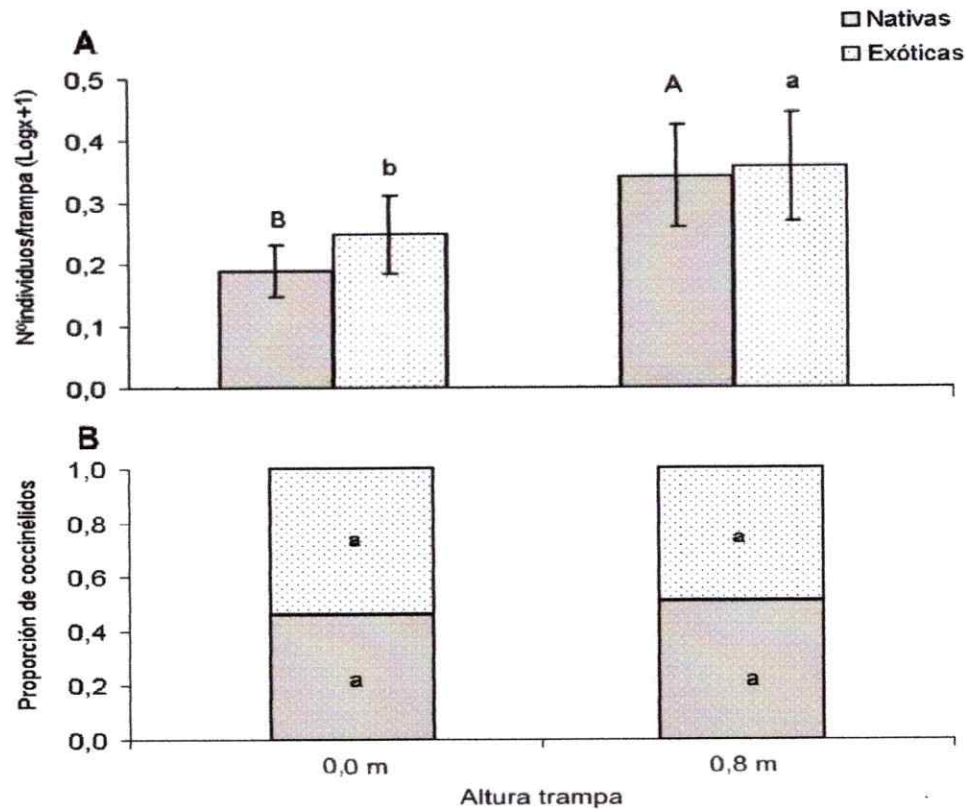


Figura 8. Abundancia (A) y proporción (B) de coccinélidos nativos y exóticos por trampa, según altura de la trampa. Los datos son promedios \pm 1 error estándar. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas entre la altura de la trampa y su origen nativo o exótico según LSD-Fisher ($P < 0,05$).

Entre las especies nativas, *A. angulifera*, *A. deficiens*, *C. sanguinea*, *H. marchali* y *P. picta* variaron significativamente con la altura de la trampa (Anexo 1, Tabla II), siendo más abundantes en trampas a 0,8 m (Figura 9A). Tanto *E. connexa*, *H. sphaeridioides* y *S. bicolor* no variaron significativamente con ninguna interacción (Anexo 1, Tabla II).

Entre las especies exóticas, *H. axyridis*, *H. convergens* y *H. variegata* variaron significativamente con la altura de la trampa (Anexo 1, Tabla II), siendo más abundantes en trampas a 0,8 m (Figura 10B). Tanto *A. bipunctata* y *S. loewii* (Anexo 1, Tabla II), no variaron significativamente con la altura de la trampa (Anexo 1, Tabla II).

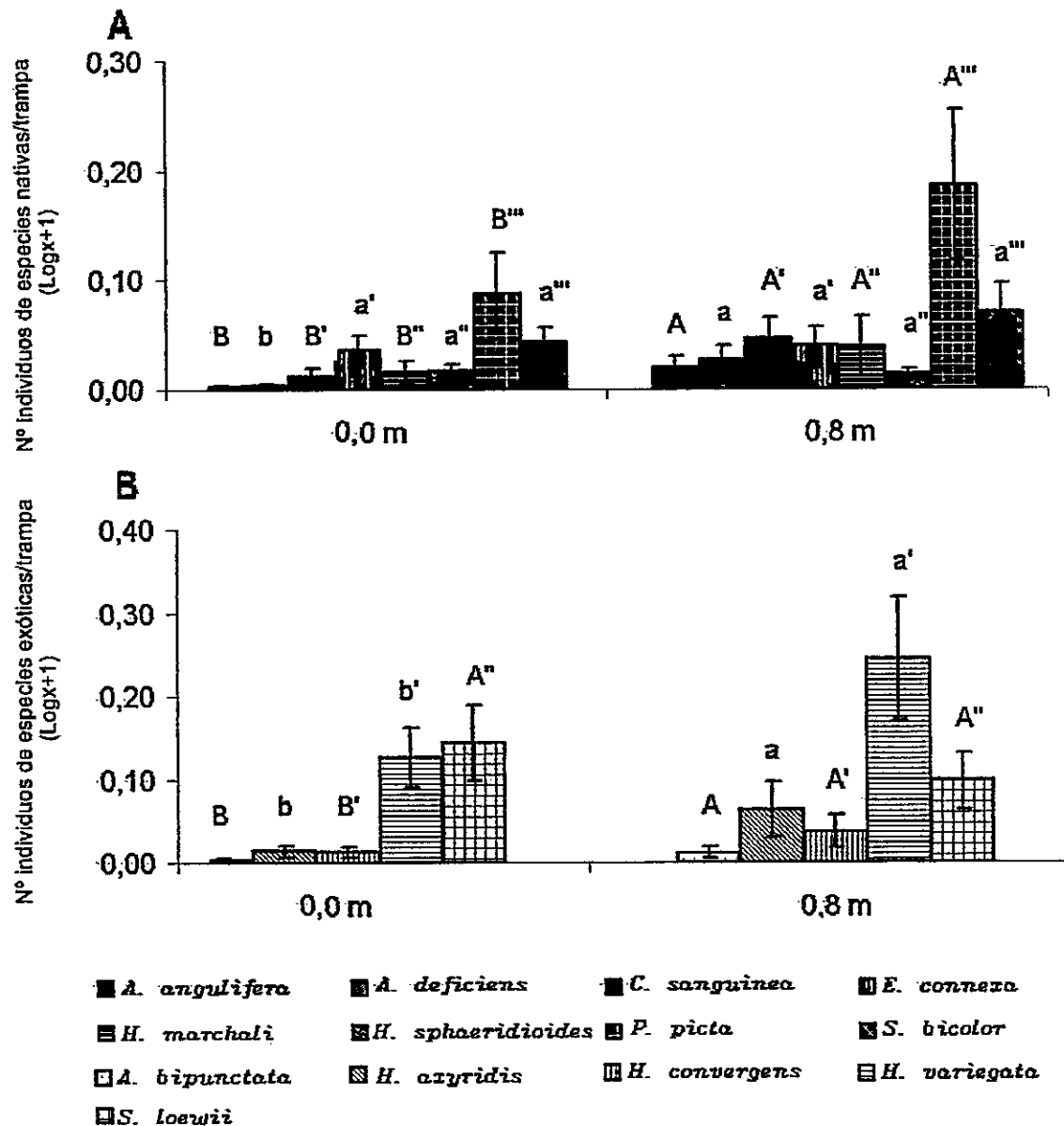


Figura 9. Abundancia de A) ocho especies nativas y B) cinco exóticas en trampas a diferentes alturas. Los datos son promedios \pm 1 error estándar. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas entre la altura de la trampa según LSD-Fisher ($P < 0,05$).

1.5.3. Abundancia de áfidos en función del tipo de cobertura y su relación con la abundancia de coccinélidos afidófagos en dichas coberturas

La abundancia de áfidos varió significativamente con el tipo de cobertura (Anexo 1, Tabla I), siendo más abundante en alfalfa, zarzamora, semi urbano y papa y menos abundante en frutales (Figura 10A). Además varió significativamente con la estación (Anexo 1, Tabla I), siendo más abundante durante primavera y menos abundante durante otoño (Figura 10B). También fue significativa la interacción cobertura * estación (Anexo 1, Tabla I), siendo más abundante en alfalfa durante primavera y menos abundante en viña durante otoño.

La abundancia total de coccinélidos y de áfidos se correlacionaron positiva y significativamente ($R = 0,46$, $p < 0,001$) (Anexo 1, Tabla III), (Figura 11). La alfalfa (color naranja) fue el tipo de cobertura que posee la mayor abundancia de áfidos y coccinélidos (Figura 11) y, en el otro extremo, los frutales fueron los que poseen las menores abundancias de ambos tipos de insectos (Figura 11). Sin embargo, al correlacionar por separado las especies nativas y exóticas con la abundancia de áfidos, sólo las especies exóticas se correlacionaron significativamente con los áfidos ($R = 0,52$, $p < 0,0001$) (Anexo 1, Tabla III).

A nivel de especies, al considerar las cuatro especies de coccinélidos afidófagas más abundantes en las coberturas (las nativas *C. sanguinea* y *E. connexa* y las exóticas *H. axyridis* y *H. variegata*), sólo las especies exóticas se correlacionaron positiva y significativamente (Anexo 1, Tabla III) con la abundancia de áfidos (Figura 12), en tanto, las

especies nativas, que en general fueron poco abundantes, no se correlacionaron ni positiva ni negativamente (Anexo 1, Tabla III) con la abundancia de áfidos (Figura 12).

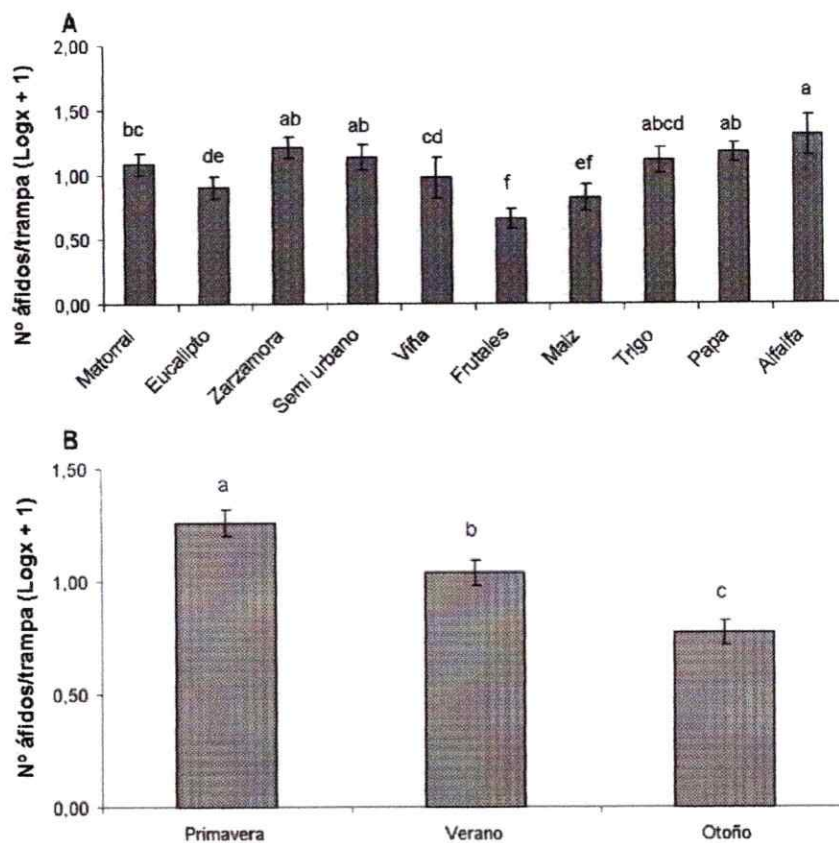


Figura 10. Abundancia de áfidos según A) tipo de cobertura y B) temporada. Los datos son promedios \pm 1 error estándar. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según LSD-Fisher ($P < 0,05$).

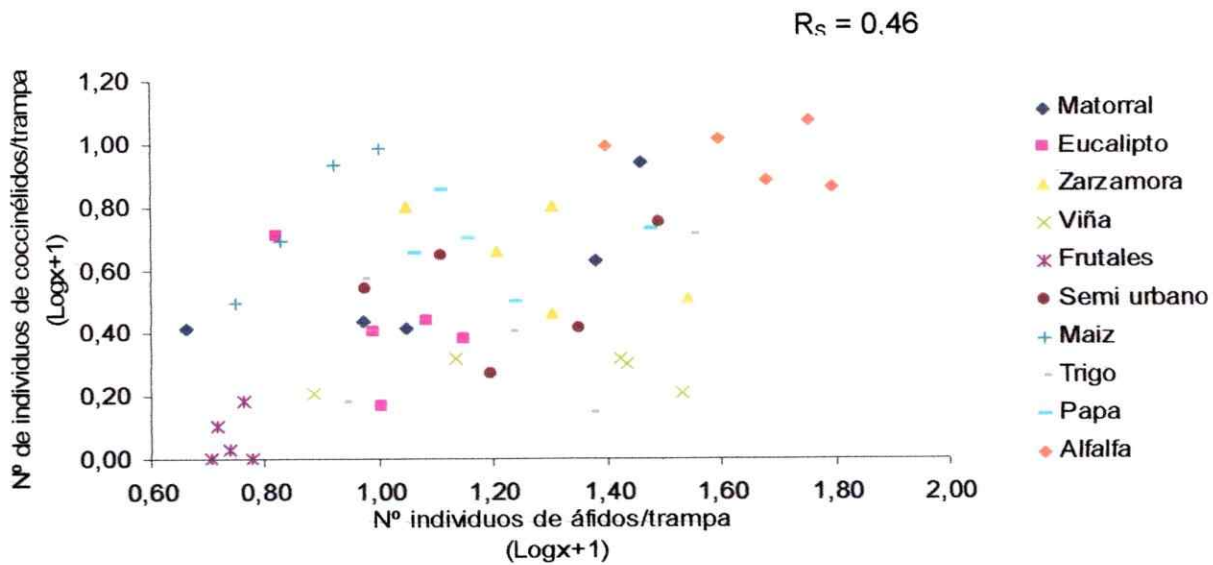


Figura 11. Correlación no paramétrica de Spearman entre la abundancia de coccinélidos y la abundancia de áfidos.

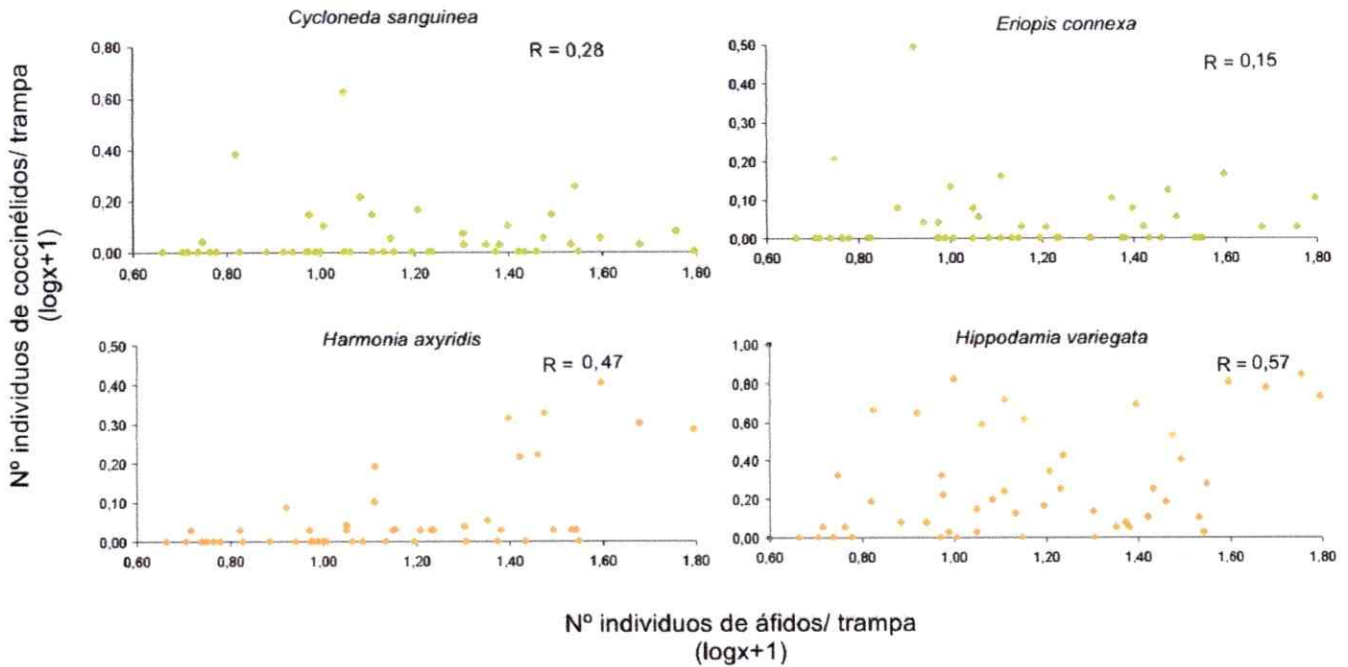


Figura 12. Correlación no paramétrica de Spearman entre la abundancia de coccinélidos afidófagos nativos (*C. sanguinea* y *E. connexa*) y exóticos (*H. axyridis* y *H. variegata*) y la abundancia de áfidos.

1.6 DISCUSIÓN

Los paisajes agrícolas están conformados por un conjunto de diferentes tipos de hábitat, incluyendo cultivos anuales, cultivos perennes altamente perturbados y otra vegetación natural o semi-natural menos perturbada. Estos hábitats pueden ser, en mayor o menor medida, refugio para numerosas especies, incluyendo los coccinélidos que son importantes enemigos naturales de plaga. En este trabajo se esperaba que aquellas coberturas menos perturbadas sostuviesen una mayor dominancia de especies nativas que aquellas altamente perturbadas. Además, se esperaba que ello variara según la estación del año y según la altura de la planta. Los resultados de este Seminario de Título, realizado con la fauna de coccinélidos asociada a los principales tipos de coberturas presentes en el paisaje agrícola de la zona sur de Santiago, apoyan estas predicciones.

En Chile, existe un ensamble diverso de coccinélidos, con cinco de las siete subfamilias presentes, incluyendo especies tanto nativas como exóticas (González 2006). De estas cinco subfamilias, en este estudio se encontraron solo dos, Coccinellinae y Scymninae, representadas por 23 especies. Los Coccinellinae son especies preferentemente afidófagas, entre las cuales hay varias especies nativas. Otras han sido introducidas al país para ser empleadas en el control biológico clásico de plagas (Franzmann 2002). Las especies nativas encontradas en esta subfamilia fueron ocho. *Adalia angulifera* y *A. deficiens* son nativas del cono sur de América, ambas siguen patrones de diseños muy parecidos pero *A. angulifera* es de menor tamaño (González 2006). Según González (2006), ambas especies son de carácter arbustivo y mayormente abundante en primavera y verano. Las especies del género *Cycloneda*, todas nativas, son comunes a lo largo de América. Las tres especies colectadas en

este estudio son abundantes a lo largo de Chile y se le suelen asociar a un hábito arbóreo (González 2006). Las especies del género *Eriopis* son nativas de América del Sur. La especie nativa más común a lo largo de Chile es *E. connexa*. Es común a lo largo de todo el año, es una excelente afidófaga por lo que ha sido reproducida activamente en nuestro país y ha sido exportada a otros países para el control biológico de áfidos. Se le suele asociar a estratos herbáceos (González 2006, Rebolledo *et al.* 2007). *Eriopis eschscholtzi*, es una especie poco abundante y por su aspecto es comúnmente confundida con *E. connexa*. Se le suele asociar a estratos herbáceos y en las cercanías de lagos del sur de Chile (González 2006, Rebolledo *et al.* 2007). *Psyllobora picta*, otra especie nativa, se suele encontrar en colonias, oculta en el follaje. Su alimentación es poco habitual entre los Coccinellinae, pues tanto las larvas como los adultos se alimentan de hongos presentes principalmente en árboles, por lo que se les suele encontrar en este tipo de coberturas (González 2006).

Las especies exóticas encontradas en esta subfamilia fueron seis. *Adalia bipunctata* fue introducida en 1941, es altamente adaptable y una excelente afidófaga. Esta especie muestra una tendencia a hibernar en estructuras construidas por el hombre (González 2006). *Hippodamia variegata*, introducida en 1975 se ha vuelto la especie más común y abundante en la zona norte-centro, es una excelente afidófaga utilizada para control biológico y suele encontrarse donde haya suficientes áfidos (Rojas 2005, González 2006, Grez *et al.* 2012). *Hippodamia convergens* fue introducida varias veces durante los años 1965 y 1970, sin éxito (Rebolledo *et al.* 2002). Sin embargo, se cree que se estableció en Chile por migraciones naturales desde Perú y Argentina (Rebolledo *et al.* 2002). Esta especie actualmente está establecida a lo largo de todo el país, es una excelente depredadora de áfidos y suele encontrarse donde haya suficientes áfidos (Rojas 2005, González 2006). Otras especies

introducidas a Chile, como *O. v-nigrum* (en el año 2000), *H. axyridis* (2009) y *H. quadripunctata* (2010), son de coloraciones muy variables, eficientes afidófagas y distribuidas a lo largo de América y en otras latitudes (González 2006). *Olla v-nigrum* y *H. quadripunctata* fueron escasamente capturadas en este estudio; por el contrario, *H. axyridis*, a pesar de haber sido introducida recientemente, fue muy abundante. Esto es preocupante pues es considerada una especie invasora, muy agresiva, que daña cultivos, es molesta para el hombre y además desplaza a las otras especies de coccinélidos nativos (Russell 2007, Brown *et al.* 2011, Grez *et al.* 2010b).

La subfamilia Scymninae es abundante en todos los continentes pero en Chile la diversidad es pobre, encontrándose pocos representantes de cada género. Son coccinélidos pequeños comparados con los de la subfamilia Coccinellinae, y sus larvas son cubiertas de una secreción blanca (González 2006). En esta subfamilia su alimentación es muy variada, incluyendo chanchitos blancos (Hemiptera: Pseudococcidae), conchuelas (Hemiptera: Coccidae) y arañitas rojas (Acari: Tetranychidae). Además, en otras latitudes, especies del género *Scymnus* son consumidoras de áfidos, aunque ello no se ha comprobado en Chile (González 2006). Las especies nativas encontradas de esta subfamilia fueron cinco. *Scymnus bicolor* es la especie más abundante de los Coccinellidae en Chile, abundante en la zona central, aunque por su pequeño tamaño y su coloración oscura, pasa muchas veces desapercibidas (González 2006). *Heterodiomus marchali* es bastante común en la zona central, sin embargo no se conoce nada acerca de su biología (González 2006). El género *Hyperaspis* es uno de los más ricos en especies en el mundo, alcanzando alrededor de trescientas especies, la mayoría de ellas en América. *Hyperaspis sphaeridioides*, *H. nana* y

H. funesta son especies endémicas de nuestro país, principalmente arbustivas y arbóreas, pudiendo encontrarse en matorrales (González 2006). Las especies exóticas de Scymninae encontradas en este estudio fueron cuatro. *Scymnus loewii* es una especie accidentalmente introducida desde Norte América y muy abundante de la zona central (González 2006). *Criptolaemus arcuatus*, nativa de Europa, fue introducida para el control de la mosca del fresno (Rojas 2005). *Criptolaemus montrouzieri* es de origen australiano, introducida a Chile en el año 1931 como depredador de chanchitos blancos y *Parastethorus histrio* es una especie relativamente abundante en Chile, introducida también desde Australia. Se alimenta de arañitas rojas (González 2006).

En general, la abundancia total y relativa por especie de coccinélidos varió según el tipo de cobertura. Las coberturas con mayor abundancia fueron alfalfa, zarzamora y maíz y las con menor abundancia frutales y viñas. La abundancia total de coccinélidos en las distintas coberturas no depende de su perturbación, pues tanto en coberturas altamente perturbadas como es la alfalfa y en las escasamente perturbadas como es la zarzamora, la abundancia de coccinélidos fue alta. Por otra parte, tanto la riqueza de especies como la diversidad de coccinélidos, fue similar para todas las coberturas, excepto para viña y frutales donde, al igual que para la abundancia, la riqueza y diversidad fue más baja. Cabe destacar que las coberturas con menor abundancia, riqueza y diversidad de coccinélidos fueron las con mayor aplicación de pesticidas (Anexo 1, Tabla IV). De hecho, en todos los frutales se aplicó pesticidas y lo mismo ocurrió en 3 de las 5 réplicas de viñas, donde se aplicó en algún momento de las tres estaciones. Los enemigos naturales como los coccinélidos, en condiciones adecuadas, pueden regular las poblaciones de las plagas. Sin embargo, el control

biológico puede verse amenazado por la alta aplicación de pesticidas dado que estos no sólo estarían afectando negativamente a la población plaga sino también a sus enemigos naturales (Robinson-Vargas y Ubillo 2001), lo que en este caso pudo haber ocurrido con los coccinélidos asociados a frutales y viñas.

En este estudio no solo hubo una variabilidad en la abundancia de coccinélidos según tipo de cobertura sino además existió una variación temporal. En general, la abundancia de coccinélidos fue mayor durante primavera y verano que durante otoño, lo cual es consistente con lo observado en estudios previos en la misma zona (Grez *et al.* 2010a). Esta dinámica temporal pudo deberse a la disponibilidad de presas en el ambiente. Se ha documentado que en cultivos, los áfidos (principales presas de la mayor parte de los coccinélidos, particularmente los Coccinellinae), son significativamente más abundantes durante primavera, luego decaen durante verano hasta casi desaparecer y sus poblaciones vuelven a aumentar durante otoño, aunque en menor medida que en primavera (Apablaza y Stevenson 1995, Grez *et al.* 2010a). Hasta este estudio, se conocía muy poco sobre la abundancia y dinámica de áfidos en otras coberturas del paisaje agrícola de Chile central, incluyendo hábitats con distinto grado de perturbación. Un estudio previo mostró que algunas malezas como los cardos son capaces de albergar áfidos (Castillo-Serey 2011). En el presente trabajo, al considerar los áfidos capturados en todas las coberturas, se observó que al igual que los coccinélidos, su abundancia era mayor durante primavera, seguida por verano y otoño. Así, la dinámica temporal de coccinélidos podría haber respondido a la abundancia de los áfidos. Además, en el otoño, la menor abundancia de coccinélidos podría ser el resultado de que, en

esta época, estos insectos comienzan a abandonar los cultivos, bajan su actividad y se preparan para la hibernación (González 2006, Hodek 2012).

A nivel específico, también hubo una variabilidad temporal de los coccinélidos, siendo algunas especies más primaverales (e.g., *A. angulifera*, *A. bipunctata*, *H. convergens*, *H. variegata*), otras más veraniegas (*C. sanguinea*, *H. marchali*) y otras igualmente abundantes en todas las estaciones (*H. sphaeridioides*, *P. picta*, *S. bicolor*). Ninguna lo fue en otoño. *Harmonia axyridis* fue más abundante durante primavera y otoño y muy poco abundante durante verano, posiblemente adoptando una estrategia de estivación ya que datos preliminares indican que es poco tolerante a altas temperaturas (R. Barahona, datos no publicados²).

Por otra parte, la abundancia en el tiempo varió según la cobertura, siendo la abundancia total de coccinélidos mayor en zarzamora durante verano, en alfalfa durante primavera, y menor en frutales durante otoño. A nivel de especies, ocurrió lo mismo. Por ejemplo, *A. deficiens* fue más abundante en eucalipto durante primavera y verano y en zarzamora sólo durante verano, en tanto *E. connexa* fue más abundante en maíz durante verano y en papa durante primavera. Todo esto indica que los ensambles de coccinélidos son muy dinámicos en el tiempo y espacio.

² Barahona R (2013) Mecanismos fisiológicos implicados en la adecuación biológica de especies de coccinélidos invasoras y nativas. Tesis, Magister en Ciencias Biológicas con mención en Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

En relación a la abundancia relativa de coccinélidos nativos y exóticos en las distintas coberturas, la mayor proporción de especies nativas se encontró en el matorral, eucalipto, frutales y zarzamora. Sin embargo, los frutales tuvieron una baja abundancia tanto total como de coccinélidos nativos (38 individuos total / 84% nativos) y zarzamora la mayor (710 individuos total / 90% nativos). Por el contrario, maíz, trigo, papa y alfalfa tuvieron la menor proporción de coccinélidos nativos, donde también fueron poco abundantes. En estas coberturas dominaron los coccinélidos exóticos. A nivel de especies, la mayoría de las especies nativas fueron más abundantes en coberturas menos perturbadas como matorral, eucalipto, zarzamora y semi urbano, aunque su abundancia varió entre estos hábitat. Por ejemplo, *A. angulifera* y *H. marchali* fueron más abundantes en el matorral esclerófilo y *A. deficiens* en eucalipto; *C. sanguinea* fue colectada principalmente en zarzamora y eucalipto al igual que *P. picta*, confirmando lo descrito anteriormente para estas especies en cuanto a su hábito arbustivo o arbóreo (González 2006). Contraria y sorprendentemente, *E. connexa* fue más abundante en maíz y alfalfa, cultivos altamente perturbados (Grez *et al.* 2013). Esta especie ha sido descrita asociada preferentemente a hábitats herbáceos, de manera que su mayor abundancia en estos cultivos puede deberse a las adecuadas condiciones de hábitat para esta especie, a pesar de su perturbación. Como fue predicho, las especies exóticas fueron más abundantemente en coberturas perturbadas como alfalfa, maíz, papa y trigo. *Adalia bipunctata*, *H. variegata*, *H. convergens* y *H. axyridis* fueron más abundantes en alfalfa, confirmando su hábito más bien herbáceo. Sólo *S. loewii*, fue más abundante en trigo y maíz. Estos resultados coinciden con lo observado en Pirque en la temporada anterior, indicando que los patrones observados representan un patrón más global (Grez *et al.* 2013).

De estos resultados se desprende que no sólo las coberturas vegetacionales nativas son capaces de albergar especies nativas de coccinélidos sino también una gran variedad de coberturas exóticas. Un ejemplo notable es la zarzamora, cobertura exótica e invasora frecuentemente utilizada como cerco natural (Quiroz *et al.* 2009), que alberga la mayor cantidad de coccinélidos nativos, como *C. sanguinea*, *P. picta* y *S. bicolor*. Este tipo de arbusto puede estar dando refugio y/o proporcionando alimento a estas especies, ya que es un tipo de vegetación poco perturbada. Otro ejemplo de cobertura que mantiene una gran diversidad de coccinélidos nativos es el hábitat semi urbano, que posee una gran diversidad vegetal en espacios acotados, pudiendo ofrecer refugio o alimento para ciertos tipos de coccinélidos en lugares con una intervención y fragmentación alta, como lo es el lugar de estudio.

En cuanto al efecto de la altura de la trampa, la mayor parte de los coccinélidos fueron capturados en trampas a 0,8 m de altura, lo que demuestra que este estrato es el más utilizado por estos depredadores probablemente porque es allí donde están sus presas, los áfidos. Esto sugiere que la mayor probabilidad de interacciones entre estas especies, como competencia o depredación intra-gremio, ocurriría en el follaje. Sin embargo, una proporción importante de coccinélidos fue capturada a 0,0 (1/3 del total). A nivel de especies, cuatro tuvieron similares abundancia en trampas a 0,8 y 0,0, las nativas *E. connexa*, *H. sphaeridioides* y *S. bicolor* y la exótica *S. loewii*. Ello indica que al menos en algún momento de día, el suelo es visitado por algunas especies de coccinélidos, ampliando el potencial rango de interacciones intra-gremio, incorporando también a otros insectos afidófagos, como son los carábidos (Coleoptera: Carabidae) y algunas especies de arañas, que forrajean

principalmente en el suelo (González 2010, Grez *et al.* 2011). Una de las técnicas más frecuentemente utilizada para coleccionar coccinélidos es la red entomológica (Elliot y Michels 1997), la que captura principalmente individuos en el follaje. Los resultados de este estudio indican que una visión más completa del ensamble de coccinélidos se lograría al considerar al suelo también en los muestreos.

La abundancia de áfidos se correlacionó significativa y positivamente con la abundancia total de coccinélidos, sin embargo, el coeficiente de correlación de Spearman, R_s , explicó sólo el 46% de los datos. Esto es de esperar, dado que sólo el 54% (7 de 13) de las especies nativas y el 50% (5 de 10) de las exóticas son consideradas afidófagas; y algunas no afidófagas fueron muy abundantes, como *P. picta*. En general, todos los alfalfaes tuvieron más coccinélidos y áfidos y lo opuesto se observó en todos los frutales. Las otras coberturas tuvieron abundancias intermedias de estos insectos y además fueron más variables.

Al correlacionar por separado la abundancia de coccinélidos nativos y exóticos con la abundancia de áfidos, solo las especies exóticas se relacionaron positiva y significativamente con la abundancia de áfidos, explicando el 52 % de la varianza. Esta relación fue aún mayor (57 %) cuando se relacionó la abundancia de áfidos con la de la especie más abundante de todas, la exótica *H. variegata*. Lo anterior sugiere que las especies nativas no dependen de la densidad de áfidos en el ambiente, y quienes estarían efectuando mayoritariamente el control biológico de áfidos serían las exóticas, las cuales tendrían una relación denso-dependiente con los áfidos. Probablemente, esto sea consecuencia de una historia evolutiva común entre las especies exóticas de coccinélidos y los áfidos, los cuales en su mayoría son también exóticos,

al menos en la alfalfa donde fueron más abundantes. Estos resultados resaltan el desafío de conservar especies nativas en un paisaje agrícola, cuando estas no ofrecen de manera eficiente un servicio ecológico tan importante en los cultivos como lo es control biológico.

En resumen, este estudio muestra que la abundancia de las distintas especies de coccinélidos nativos y exóticos varía en función del tipo de cobertura, estación del año, altura de la planta y presencia de alimento. Por otra parte, el hecho que los coccinélidos particionen el nicho temporal y espacial puede estar asociado a una partición de sus presas, lo cual las vuelve más eficientes en su función como controladores biológicos de plagas (*Insurance hypothesis*, Tscharrntke *et al.* 2007). La información recopilada en este seminario de título es un primer paso para entender de mejor manera los mecanismos que determinan la conformación de los ensambles de coccinélidos nativos y exóticos en el paisaje agrícola de Chile Central, el control biológico y la conservación.

1.7 CONCLUSIONES

En general, los resultados obtenidos apoyan la hipótesis de este trabajo, respecto a que la composición, abundancia y diversidad del ensamble de coccinélidos nativos y exóticos depende del tipo de cobertura de suelo; siendo los coccinélidos nativos más abundantes y diversos en coberturas menos perturbadas y los exóticos en coberturas más perturbadas. Además, se corroboró una variabilidad temporal en la abundancia de los coccinélidos, siendo las especies en su mayoría más abundantes durante primavera y verano que en otoño, aunque gran parte de ellas coexisten en todas las estaciones.

Si bien la mayor parte de los coccinélidos fueron más abundantes a la altura del follaje, ellos también ocupan el suelo, lo que permitiría interacciones intra-gremio con especies de suelo poco estudiadas. Por último, los resultados de este trabajo sugieren que las especies exóticas, y no las nativas, sostendrían relaciones denso-dependientes con los áfidos y por lo tanto, serían las principales responsables de su control.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

- Aly M., Khaled O., Ibrahim M. y Nahla W. 2011. The relationship between some insect predators and aphid insects in Qena Governorate. *Egyptian Academic Journal of Biological Science* **4**: 131-144.
- Apablaza J. y Stevenson T. 1995. Fluctuaciones poblacionales de áfidos y de otros artrópodos en el follaje de alfalfa cultivada en la Región Metropolitana. *Ciencia e Investigación Agraria* **22**: 115-121.
- Bado S., Rodríguez S. y Folcia A. 2002. Variación de la abundancia de pulgones (Homoptera: Aphididae) y de vaquitas predadoras (Coleoptera: Coccinellidae) en un cultivo de cebada con distintas prácticas de fertilización. *IDESIA* **20**: 35-42.
- Brown M.J., Frost R., Doberski J., Sparks T., Harrington R. y Roy H. 2011. Decline in native ladybirds in response to the arrival of *Harmonia axyridis*: early evidence from England. *Ecological Entomology* **36**: 231-240.
- Castillo F. 2011. Coexistencia entre especies nativas y exóticas de coccinélidos en el paisaje agrícola: ¿Varía en función de la vegetación? Unidad de Investigación, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, 18 pp.
- Concepción E., Díaz M. y Baquero R. 2008. Effects of landscape complexity on the ecological effectiveness of agri-environment schemes. *Landscape Ecology* **23**: 135-148.
- Echeverría C., Coomes D., Salas J., Rey-Benayas J.M., Lara A. y Newton A. 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biological Conservation* **130**: 481-494.
- Elliot N.C. y Michels G.J. Jr. 1997. Estimating aphidophagous coccinellid populations in alfalfa. *Biological Control* **8**: 43-51.
- Franzmann B.A. 2002. *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), a predacious ladybird new in Australia. *Australian Journal of Entomology* **41**: 375-377.
- Gardiner M.M., Landis D.A., Gratton C., Schmidt N., O'Neal M., Mueller E., Chacon J., Heimpel G.E. y Di Fonzo C.D. 2009. Landscape composition influences patterns of native and exotic lady beetle abundance. *Diversity and Distributions* **15**: 554-564.
- González G. 2006. Los Coccinellidae de Chile [online]. Disponible en World Wide Web: <http://www.coccinellidae.cl>. [consultado 20-12-2012].
- González M. 2010. Segregación espacio-temporal de la actividad depredadora sobre *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) en alfalfa en la zona central de Chile. Tesis de Agronomía, Escuela Técnica Superior de Ingenieros agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, España.

Grez A.A., Torres C., Zaviezo T., Lavandero B. y Ramírez M. 2010a. Migration of coccinellids to alfalfa fields varying in adjacent vegetation in central Chile. *Ciencia e Investigación Agraria* 37: 111-121.

Grez A., Zaviezo T., González G. y Rothmann S. 2010b. *Harmonia axyridis* in Chile: a new threat. *Ciencia e Investigación Agraria* 37: 145-149.

Grez A.A., Rand T.A., Zaviezo T., Castillo-Serey F. 2013. Land use intensification differentially benefits alien over native predators in agricultural landscape mosaics. *Diversity and Distributions*. doi: 10.1111/ddi.12027.

Lemus G. 2004 (ed). El cultivo del nogal. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina. Fundación para la Innovación Agraria. Proyecto FIA N° C.96-I-1-025. 47p.

Hodek I. 2012. Diapause/Dormancy In: Hodek I., van Emden H.F. y Honek A., Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae). Wiley-Blackwell Publishing, Sussex, UK, pp. 276-333.

Koch RL. 2003. The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *Journal of Insect Science* 3: 1-16.

McDonald J.H. Tests for multiple measurement variables. In: McDonald, J.H. 2009. Handbook of biological statistic, 2ª ed. Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland, pp. 190-204.

Leather S., Cooke R., Fellowes M. y Rombe R. 1999. Distribution and abundance of ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) in non-crop habitats. *European Journal of Entomology* 96: 23-27.

Lucas E., Gagné I. y Coderre D. 2002. Impact of the arrival of *Harmonia axyridis* on adults of *Coccinella septempunctata* and *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology* 99: 457-463.

Quiroz C.L., Pauchard A., Marticorena A. y Cavieres L.A. 2009. Manual de plantas invasoras del centro-sur de Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción. 47 pp.

Rand T.A., Tylianakis J.M. y Tscharrntke T. 2006. Spillover edge effects: the dispersal of agriculturally subsidized insect natural enemies into adjacent natural habitats. *Ecology Letters* 9: 603-614.

Rebolledo R., Aguilera A. y Klein C. 2002. Prospección de la distribución de *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) en la región sur de Chile. *Agro Sur* 30: 91-95.

Rebolledo R., Palma R., Klein C. y Aguilera A. 2007. Coccinellini (Col. Coccinellidae) presentes en diferentes estratos vegetales en la IX región de la Araucanía (Chile). *IDESIA* 25: 63-71.

Rojas S. 2005. Control biológico de plagas en Chile. Historia y avances. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. 123 p.

Russell M. 2007. Impact of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on native arthropod predators in pecan and crape myrtle. *Florida Entomologist* 90: 524-536.

Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., Poff N.L., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M. y Wall D.H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.

Tscharntke T., Bommarco R., Clough Y., Crist T.O., Klein D., Rand T.A., Tylianakis J.M., van Nouhuys S. y Vidal S. 2007. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. *Biological Control* 43: 294-309.

Valencia J.C. y Cabrera J. 2007. Análisis económico de opciones productivas para plantaciones de *Eucalyptus nitens* en el sur de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal* 13: 23-42.

Robinson-Vargas M. y Ubillo A. 2001. Toxicidad de pesticidas sobre enemigos naturales de plaga agrícolas. *Agricultura Técnica* 61: 35-45.

Zaviezo T., Grez A.A. y Donoso D. 2004. Dinámica temporal de coleópteros asociados a alfalfa. *Ciencia e Investigación Agraria* 31: 29-38.

Zaviezo T., Grez A.A., Estades C.F. y Pérez A. 2006. Effects of habitat loss, habitat fragmentation and isolation on the density, species richness and distribution of ladybeetles in manipulated alfalfa landscapes. *Ecological Entomology* 31: 646-656.

1. 9 ANEXO 1

Tabla I. Resultados del ANDEVA para el efecto del tipo de cobertura, estación y de la interacción entre estas variables sobre los coccinélidos. Para las respuestas a nivel de especie sólo se consideraron aquellas que en total superaron los 30 individuos. Los grados de libertad del error fueron 110 en todos los casos, excepto para la proporción de especies nativas y exóticas en cuyo caso los grados de libertad fueron 101, ya que se eliminaron las réplicas con 0 individuos.

Variable respuesta	Factor	g.l.	F	p
Abundancia Total	Cobertura	9	9,00	< 0,001
	Estación	2	13,69	< 0,001
	Cobertura* Estación	18	1,90	0,02
Riqueza	Cobertura	9	6,85	< 0,001
	Estación	2	19,75	< 0,001
	Cobertura* Estación	18	1,09	0,37
Diversidad de Shannon	Cobertura	9	4,18	< 0,001
	Estación	2	8,04	< 0,001
	Cobertura* Estación	18	1,22	0,26
Abundancia Nativas	Cobertura	9	13,81	< 0,001
	Estación	2	10,66	< 0,001
	Cobertura* Estación	18	1,51	0,10
Abundancia Exóticas	Cobertura	9	15,69	< 0,001
	Estación	2	5,73	< 0,001
	Cobertura* Estación	18	3,03	< 0,001
Proporción de Nativas	Cobertura	9	28,43	< 0,001
	Estación	2	3,54	0,03
	Cobertura* Estación	18	1,09	0,37
Proporción de Exóticas	Cobertura	9	28,43	< 0,001
	Estación	2	3,54	0,03
	Cobertura* Estación	18	1,09	0,37
Especies Nativas				
<i>Adalia angulifera</i>	Cobertura	9	3,65	< 0,001
	Estación	2	3,11	0,05
	Cobertura* Estación	18	2,83	< 0,001
<i>Adalia deficiens</i>	Cobertura	9	4,78	< 0,001
	Estación	2	2,90	0,06
	Cobertura* Estación	18	1,94	0,02
<i>Cycloneda sanguinea</i>	Cobertura	9	4,47	< 0,001
	Estación	2	6,10	< 0,001
	Cobertura* Estación	18	1,56	0,08
<i>Eriopis connexa</i>	Cobertura	9	4,44	< 0,001
	Estación	2	3,35	0,04
	Cobertura* Estación	18	2,35	< 0,001
<i>Heterodiomus marchali</i>	Cobertura	9	17,50	< 0,001
	Estación	2	5,67	< 0,001
	Cobertura* Estación	18	3,55	< 0,001
<i>Hyperaspis sphaeridioides</i>	Cobertura	9	2,41	0,02
	Estación	2	1,45	0,24
	Cobertura* Estación	18	0,97	0,49

	Cobertura* Estación	18	0,97	0,49
<i>Psyllobora picta</i>	Cobertura	9	11,35	< 0,001
	Estación	2	2,15	0,12
	Cobertura* Estación	18	1,25	0,23
<i>Scymnus bicolor</i>	Cobertura	9	5,74	< 0,001
	Estación	2	2,79	0,07
	Cobertura* Estación	18	1,03	0,43
Especies Exóticas				
<i>Adalia bipunctata</i>	Cobertura	9	2,33	0,02
	Estación	2	3,86	0,02
	Cobertura* Estación	18	1,89	0,02
<i>Harmonia axyridis</i>	Cobertura	9	14,44	< 0,001
	Estación	2	4,67	0,01
	Cobertura* Estación	18	1,12	0,34
<i>Hippodamia convergens</i>	Cobertura	9	13,01	< 0,001
	Estación	2	9,98	< 0,001
	Cobertura* Estación	18	3,09	< 0,001
<i>Hippodamia variegata</i>	Cobertura	9	20,72	< 0,001
	Estación	2	23,32	< 0,001
	Cobertura* Estación	18	2,45	< 0,001
<i>Scymnus loewii</i>	Cobertura	9	8,08	< 0,001
	Estación	2	2,89	0,06
	Cobertura* Estación	18	3,29	< 0,001

Tabla II. Resultados del ANDEVA para el efecto de la altura de la trampa, tipo de cobertura, estación y de la interacción con cobertura y estación sobre los coccinélidos. Para las respuestas a nivel de especie sólo se consideraron aquellas que en total superaron los 30 individuos. Los grados de libertad del error fueron 221 en todos los casos, excepto la proporción de especies nativas y exóticas en cuyo caso los grados de libertad fueron 185, ya que se eliminaron las réplicas con 0 individuos.

Variable respuesta	Factor	g.l.	F	p
Abundancia Total	Altura	1	41,97	< 0,001
	Cobertura* Altura	9	2,56	0,01
	Estación * Altura	2	0,45	0,63
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,45	0,97
Riqueza	Altura	1	36,31	< 0,001
	Cobertura* Altura	9	1,18	0,30
	Estación * Altura	2	0,11	0,89
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,47	0,97
Diversidad de Shannon	Altura	1	11,47	< 0,001
	Cobertura* Altura	9	0,90	0,53
	Estación * Altura	2	0,06	0,94
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,72	0,78
Abundancia Nativas	Altura	1	35,46	< 0,001
	Cobertura* Altura	9	3,70	< 0,001
	Estación * Altura	2	1,09	0,34
	Cobertura* Temporada* Altura	18	0,61	0,89
Abundancia Exóticas	Altura	1	16,12	< 0,001
	Cobertura* Altura	9	3,50	< 0,001
	Estación * Altura	2	0,49	0,61
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,26	0,99
Proporción de Nativas	Altura	1	0,50	0,48
	Cobertura* Altura	9	1,40	0,19
	Estación * Altura	2	0,03	0,97
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,94	0,53
Proporción de Exóticas	Altura	1	0,50	0,48
	Cobertura* Altura	9	1,40	0,19
	Estación * Altura	2	0,02	0,97
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,94	0,53
Especies Nativas				
<i>Adalia angulifera</i>	Altura	1	7,65	0,01
	Cobertura* Altura	9	3,25	< 0,001
	Estación * Altura	2	2,77	0,06
	Cobertura* Estación * Altura	18	2,38	< 0,001
<i>Adalia deficiens</i>	Altura	1	13,28	< 0,001
	Cobertura* Altura	9	3,64	< 0,001
	Estación * Altura	2	2,46	0,09
	Cobertura* Estación * Altura	18	1,54	0,08
<i>Cycloneda sanguinea</i>	Altura	1	12,13	< 0,001
	Cobertura* Altura	9	2,10	0,03
	Estación * Altura	2	3,44	0,03
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,75	0,76

<i>Eriopis connexa</i>	Altura	1	0,16	0,69
	Cobertura* Altura	9	0,58	0,81
	Estación * Altura	2	0,29	0,74
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,34	0,99
<i>Heterodiomus marchali</i>	Altura	1	5,55	0,02
	Cobertura* Altura	9	3,70	< 0,001
	Estación * Altura	2	0,62	0,54
	Cobertura* Estación * Altura	18	1,27	0,21
<i>Hyperaspis sphaeridioides</i>	Altura	1	0,48	0,50
	Cobertura* Altura	9	0,34	0,96
	Estación * Altura	2	0,08	0,92
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,26	0,99
<i>Psyllobora picta</i>	Altura	1	15,04	< 0,001
	Cobertura* Altura	9	2,04	0,03
	Estación * Altura	2	0,65	0,52
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,34	0,99
<i>Scymnus bicolor</i>	Altura	1	3,82	0,05
	Cobertura* Altura	9	1,57	0,12
	Estación * Altura	2	0,99	0,37
	Cobertura* Estación * Altura	18	1,07	0,37
Especies Exóticas				
<i>Adalia bipunctata</i>	Altura	1	2,10	0,15
	Cobertura* Altura	9	1,29	0,24
	Estación * Altura	2	1,83	0,16
	Cobertura* Estación * Altura	18	1,00	0,46
<i>Harmonia axyridis</i>	Altura	1	21,63	< 0,001
	Cobertura* Altura	9	7,11	< 0,001
	Estación * Altura	2	1,41	0,25
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,38	0,99
<i>Hippodamia convergens</i>	Altura	1	11,23	< 0,001
	Cobertura* Altura	9	5,57	< 0,001
	Estación * Altura	2	3,44	0,03
	Cobertura* Estación * Altura	18	1,61	0,06
<i>Hippodamia variegata</i>	Altura	1	34,41	< 0,001
	Cobertura* Altura	9	5,56	< 0,001
	Estación * Altura	2	1,39	0,25
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,59	0,90
<i>Scymnus loewii</i>	Altura	1	2,60	0,11
	Cobertura* Altura	9	0,86	0,56
	Estación * Altura	2	1,37	0,26
	Cobertura* Estación * Altura	18	0,45	0,98

Tabla III. Coeficientes de correlación “no paramétrica” de Spearman (R). N = 49.

Variables	Abundancia total de pulgones	
	Spearman (R)	p
Abundancia total de coccinélidos	0,46	0,001
Abundancia de especies exóticas	0,52	< 0,001
Abundancia de especies nativas	0,07	0,64
<i>Cycloneda sanguinea</i>	0,28	0,06
<i>Eriopis connexa</i>	0,15	0,31
<i>Harmonia axyridis</i>	0,57	< 0,001
<i>Hippodamia variegata</i>	0,41	0,004

Tabla IV. Aplicación de pesticidas en cada réplica de cada cobertura durante primavera, verano y otoño. Ins: Insecticida; Hr: Herbicida; Fn: Funguicida; Ac: Acaricida; Bes: Bioestimulante; Po: Productos orgánicos; Sn: Sin aplicación.

	Primavera	Verano	Otoño
Eucalipto	Sn	Sn	Sn
Eucalipto	Sn	Sn	Sn
Eucalipto	Sn	Sn	Sn
Eucalipto	Sn	Sn	Sn
Eucalipto	Sn	Sn	Sn
Frutales	Po	Ins	Sn
Frutales	Ins; Po	Sn	Sn
Frutales	Ins	Ins	Sn
Frutales	Ac; Po	Ins	Sn
Frutales	Ins	Ins	Sn
Maíz	Hr	Sn	Fn
Maíz	Hr	Sn	Fn
Maíz	Hr	Sn	Fn
Maíz	Hr	Sn	Fn
Maíz	Hr	Sn	Fn
Maíz	Hr	Sn	Fn
Maíz	Hr	Sn	Fn
Maíz	Hr	Sn	Fn
Matorral esclerófilo	Sn	Sn	Sn
Matorral esclerófilo	Sn	Sn	Sn
Matorral esclerófilo	Sn	Sn	Sn
Matorral esclerófilo	Sn	Sn	Sn
Matorral esclerófilo	Sn	Sn	Sn
Papa	Ins; Fn; Hr	Sn	Sn
Papa	Ins	Sn	Sn
Papa	Sn	Sn	Sn
Papa	Ins; Hr; Fn	Ins; Hr; Fn	-
Papa	Ins; Hr; Fn	Ins; Hr; Fn	Ins; Hr; Fn
Papa	-	-	Ins; Hr; Fn
Papa	-	-	Ins; Hr; Fn
Papa	-	-	Ins; Hr; Fn
Papa	-	-	Ins; Hr; Fn
Semi urbano	Sn	Sn	Sn
Semi urbano	Sn	Sn	Sn
Semi urbano	Sn	Sn	Sn
Semi urbano	Sn	Sn	Sn
Semi urbano	Sn	Sn	Sn
Trigo	Ins; Fn	Ins; Fn	-
Trigo	Ins; Fn	Ins; Fn	-
Trigo	-	Ins; Fn	Ins; Fn
Trigo	Ins; Hr	Ins; Hr	Ins; Hr
Trigo	Ins; Hr	Ins; Hr	-
Viña	Hr	Sn	Sn

Viña	Po	Po	Po
Viña	Ac; Ins; Hr; Fn;	Ins	Sn
Viña	Ins; Fn; Ac	Po	Sn
Viña	Ins	Ins	Ins
Zarzamora	Sn	Sn	Sn
Zarzamora	Sn	Sn	Sn
Zarzamora	Sn	Sn	Sn
Zarzamora	Sn	Sn	Sn
Zarzamora	Sn	Sn	Sn