



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS ESCUELA DE  
CIENCIAS VETERINARIAS

ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE COCCINÉLIDOS (COLEOPTERA:  
COCCINELLIDAE) PRESENTES EN PRIMAVERA EN COBERTURAS DEL  
PAISAJE AGRÍCOLA DE LA ZONA SUR-PONIENTE DE LA REGIÓN  
METROPOLITANA: RELACIÓN CON LA ABUNDANCIA DE LA ESPECIE DE  
COCCINÉLIDO INVASOR, *HARMONIA AXYRIDIS*

NICOLE ELIZABETH RIVERA HELBIG

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Ciencias  
Biológicas Animales

PROFESOR GUÍA: AUDREY ALEJANDRA GREZ VILLARROEL

PROYECTO FONDECYT 1140662

SANTIAGO, CHILE

2015



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS ESCUELA DE  
CIENCIAS VETERINARIAS

ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE COCCINÉLIDOS (COLEOPTERA:  
COCCINELLIDAE) PRESENTES EN PRIMAVERA EN COBERTURAS DEL  
PAISAJE AGRÍCOLA DE LA ZONA SUR-PONIENTE DE LA REGIÓN  
METROPOLITANA: RELACIÓN CON LA ABUNDANCIA DE LA ESPECIE DE  
COCCINÉLIDO INVASOR, *HARMONIA AXYRIDIS*

NICOLE ELIZABETH RIVERA HELBIG

Memoria para optar al Título

Profesional de Médico Veterinario

Departamento de Ciencias

Biológicas Animales

Nota Final .....

Profesor Guía Audrey Grez Villarroel .....

Profesor Corrector Pedro Cattán Ayala .....

Profesor Corrector Ramiro Bustamante Araya .....

PROYECTO FONDECYT 1140662

SANTIAGO, CHILE

2015

*Mis más sinceros agradecimientos a mi madre Ingrid Helbig, a mi padre Juan Rivera y a mis hermanos Johans y Carol Rivera por su apoyo en este largo camino.*

*A mi pareja Roberto que es mi perfecto compañero de vida, por su paciencia y amor incondicional.*

*Gracias Papi por enseñarme la importancia de soñar tal como lo hacía el Quijote de la Mancha y lo relevante de cuestionarse la vida y cada uno de sus procesos.*

*Agradezco a mi profesora guía Audrey Grez al acogerme en su proyecto y laboratorio, por la confianza entregada y sabiduría compartida.*

*A mis profesores correctores Rigoberto Solís, Pedro Cattán, Eduardo Kessi y Ramiro Bustamante por ayudarme a completar este proceso.*

*A mis amigas y compañeras de carrera Ekatherina, Karina y Constanza por todos los momentos vividos y compartidos.*

*A mis compañeros de labor y de terreno: Mario, Ely, Rodrigo y Sebastián y agradezco a todo el departamento de Ciencias Biológicas Animales por otorgarme el mejor trato y lugar de trabajo.*

*Para finalizar doy las gracias al proyecto FONDECYT 1140662 al permitir la investigación de mi memoria financiándola completamente.*

*“A mi abuelo Carlos Alwyhn Helbig Schaaf”*

## 1. ÍNDICE CAPITULOS

1. Índice de Capítulos.....	i
2. Índice de Tablas.....	ii
3. Índice de Figuras.....	iii
4. Resumen Ejecutivo.....	iv
5. Introducción.....	1
6. Revisión Bibliográfica.....	3
7. Objetivo General y Objetivos Específicos.....	7
8. Material y Métodos.....	8
9. Resultados.....	11
9.1.1. Efecto del tipo de cobertura sobre la abundancia de <i>H. axyridis</i> y de las otras especies de coccinélidos asociadas. ....	13
9.1.2. Relación entre la abundancia total, de especies de coccinélidos nativos y exóticos con la abundancia de <i>H. axyridis</i> en diferentes tipos de coberturas.....	17
9.1.3. Relación entre la riqueza de Especies, Diversidad y Equitabilidad del ensamble de coccinélidos con la abundancia de <i>H. axyridis</i> en diferentes tipos de coberturas.....	22
9.1.4. Relación entre la abundancia de <i>H. axyridis</i> con la abundancia de Áfidos en diferentes tipos de cobertura. ....	23
10. Discusión.....	26
11. Conclusiones.....	31
12. Bibliografía.....	32

## **2. ÍNDICE TABLAS**

Tabla Nro. 1: Abundancia Total y Relativa de Coccinélidos.....	12
--	----

### 3. ÍNDICE FIGURAS

Figura Nro. 1: Mapa de zona de muestreo.....	9
Figura Nro. 2: Abundancia Relativa de Coccinélidos.....	13
Figura Nro. 3: Abundancia Total de Coccinélidos.....	14
Figura Nro. 4: Riqueza Relativa de Coccinélidos. ....	15
Figura Nro. 5: Riqueza Total de Coccinélidos.....	15
Figura Nro. 6: Abundancia Total por Especies.....	16
Figura Nro. 7: Abundancia de <i>H. axyridis</i> y Abundancia Total, de Especies Nativas y Exóticas.....	18
Figura Nro. 8: Abundancia de <i>H. axyridis</i> con <i>H. variegata</i> .....	20
Figura Nro. 9: Abundancia Relativa de Coccinélidos por Cobertura.....	21
Figura Nro. 10: Abundancia de <i>H. axyridis</i> con Riqueza, Diversidad y Equitabilidad.....	22
Figura Nro. 11. Abundancia Total de Áfidos.....	23
Figura Nro. 12: Abundancia de <i>H. axyridis</i> y Abundancia de Áfidos.....	24

#### 4. RESUMEN EJECUTIVO

Los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) son insectos beneficiosos al controlar plagas importantes de la agricultura. Una de las especies que ha sido introducida en diferentes países es *Harmonia axyridis* (Pallas), conocida como “Chinita Arlequín” la cual es un excelente controlador biológico pero que es capaz de generar tres efectos adversos: i) desplazamiento de otros enemigos naturales de plagas, ii) daño a cultivos de frutos blandos y iii) molestias a la población humana al hibernar en hogares. En Chile esta especie ha aumentado su rango de distribución significativamente por lo que en esta memoria de Título se pretende establecer como ha colonizado los distintos hábitats en función de su perturbación y su actual relación con las diferentes especies de coccinélidos presentes en nuestro país enfocándose en la conservación biológica. Con este fin se realizó un estudio en primavera del año 2014 en la zona sur poniente de la Región Metropolitana, seleccionando ocho coberturas en un gradiente de perturbación: Matorral Esclerófilo, Setos Arbóreos, Bosquetes de Eucaliptus, Franjas de Zarzamoras, Viñedos Orgánicos, Frutales, Trigo y Campos de Alfalfa, donde se instalaron trampas amarillas pegajosas para la captura de coccinélidos adultos y áfidos, las trampas se recolectaron luego de dos semanas. Se evaluó el efecto de éstas coberturas sobre las abundancias de los coccinélidos en donde se encontró que las especies exóticas, entre ellas *H. axyridis*, prefirieron las coberturas más perturbadas, en cambio las especies nativas fueron más generalistas. Los resultados de la relación entre las abundancias de especies totales, nativas y exóticas con la abundancia de *H. axyridis* por cobertura indicarían que al menos en Chile central, esta especie no estaría generando los efectos adversos que ha generado en otras partes del mundo. Sin embargo, *H. axyridis* se relacionó negativamente con la especie exótica *H. variegata* en Alfalfa, lo que abre interrogantes sobre posibles interacciones negativas entre ellas. Contrario a lo esperado, los índices comunitarios no disminuyeron por lo que no existiría un empobrecimiento de coccinélidos en presencia de *H. axyridis*. Por último, la abundancia de áfidos podría explicar en parte la presencia de *H. axyridis* en dos de los tres ambientes en donde ella fue más abundante.



*The coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae) have been used for biological control in many environments. The Multicolored Asian Lady Beetle or Harlequin Ladybird, Harmonia axyridis (Pallas) is an effective generalist predator of aphids and other hemipteran pests. However, H. axyridis has had negative effects in other regions of the world, such as: impacts on non-target arthropods, invasions of houses and fruit damage. In our country this species has increased its range of distribution significantly. This work was aimed to determine if H. axyridis has colonized the different habitats depending on their disturbance, and to establish its current relationship with other species of ladybirds and aphids present in our country, focusing on biological conservation. For this purpose, sampling was performed in spring 2014 in the south west of the Metropolitan Region, selecting eight different landcover types showing a gradient of disturbance: Sclerophyllous Matorral, Tree Hedgerows, Eucalyptus Woodlands, Blackberry Strips, Organic Vineyards, Orchards, Wheat and Alfalfa. Adults coccinellids and aphids were captured using sticky traps. Traps were collected after two weeks. Exotic species, including H. axyridis, preferred habitats with high disturbance. In contrast, native species were more generalists. The relation between total, native and exotic coccinellid abundance with H. axyridis abundance on each landcover type indicate that at least in Central Chile, this species currently is not generating the adverse effects occurring in other countries. However, H. axyridis was negatively related with the alien species H. variegata in Alfalfa, suggesting a possible negative interaction between these two exotic species, opening a new research opportunity. Contrary to expected, community indices did not decrease with the abundance of H. axyridis, concluding that so far there is not an impoverishment of coccinellids in the presence of H. axyridis, at least in this landcover types. Finally it was found that the abundance of aphids could explain the abundance of H. axyridis in two of the three habitats where this species was more abundant.*

## 5. INTRODUCCIÓN

Los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) son insectos beneficiosos por cuanto son capaces de controlar poblaciones de áfidos (Hemiptera: Aphididae), plagas importantes de la agricultura. Principalmente son afidófagos, sin embargo su dieta también incluye otros insectos blandos. Además algunas especies son micófagas, fitófagas e incluso pueden alimentarse de polen (González, 2006). Por ésta razón se han utilizado a través de los años como un método de control biológico, basándose en especies nativas y, muy frecuentemente, introduciendo algunas especies que han demostrado ser eficientes en otras latitudes (Obrycki y Kring, 1998).

Una de las especies de coccinélidos que en los últimos años ha sido introducida en distintos países de Europa, Norteamérica, Sudáfrica y Sudamérica es *Harmonia axyridis* (Pallas), conocida como “Chinita Arlequín”. Esta especie, originaria de Asia, es un excelente controlador biológico de áfidos y otros insectos blandos al ser un depredador generalista y muy voraz (Koch *et al.*, 2006). Sin embargo, con el correr de los años se ha evidenciado que ella es capaz de generar principalmente tres efectos adversos: i) desplazamiento de otros enemigos naturales de plagas, ii) daño a cultivos de frutos blandos como uvas y berries, y iii) molestias a la población humana al hibernar en hogares, provocando alergias por mordeduras (Koch *et al.*, 2006; Davis *et al.*, 2006). Por estos efectos negativos sobre la biodiversidad, agricultura y el hombre, y por su gran capacidad de reproducirse y de colonizar rápidamente nuevas áreas, hoy *H. axyridis* es considerada una de las especies invasoras de mayor preocupación a nivel mundial (Van Lenteren *et al.*, 2003).

En Chile, *H. axyridis* fue introducida en 1998 para el control biológico de áfidos de invernaderos, sin embargo, estas poblaciones no se establecieron. Desde el año 2003 comenzaron a aparecer poblaciones silvestres cerca de Santiago y hoy ésta es la especie dominante en ciertos cultivos de Chile central y ha expandido su rango, distribuyéndose desde Coquimbo a Valdivia (Grez *et al.*, 2010, Grez *et al.*, 2013; Grez y Cayul, 2014). A pesar del aumento en su abundancia y distribución, en el país los efectos negativos aún no han sido establecidos.

En particular, desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad y del control biológico, preocupa el potencial efecto negativo de *H. axyridis* sobre otras especies de coccinélidos. En EEUU y Europa la llegada de esta especie ha resultado en la desaparición de especies de coccinélidos nativos (Koch *et al.*, 2006; Roy *et al.*, 2012), ya sea por depredación intra-gremio o desplazamiento competitivo, resultando en un ensamble empobrecido en relación a la situación previa, y ensamblajes menos diversos resultan en un control biológico menos eficiente (Straub *et al.*, 2008).

La probabilidad de que *H. axyridis* invada nuevas áreas puede depender del grado de perturbación del hábitat, siendo esta probabilidad mayor en ambientes antrópicos. De hecho, esto se ha corroborado en Chile central a pocos años de haberse registrado las primeras poblaciones silvestres de esta especie (Grez *et al.*, 2013). Sin embargo, por ser generalista, *H. axyridis* podría adaptarse rápidamente a nuevos hábitats y aumentar sus poblaciones en ambientes menos perturbados, incluyendo los nativos, a pesar de que en ellos exista una mayor resistencia biótica la cual indica la capacidad que tienen las especies nativas en una comunidad para reducir el éxito de una invasión biológica (Levine *et al.*, 2004). Así, podría reducir la diversidad y abundancia de especies de coccinélidos nativos.

En esta memoria de título se analizó la relación que existe entre la abundancia de *H. axyridis* y la abundancia, riqueza de especies, diversidad y equitabilidad del ensamble de coccinélidos en diferentes coberturas del paisaje de la zona sur-poniente de la Región Metropolitana de Chile, en periodo primaveral, época en que *H. axyridis* es más abundante.

## 6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Las invasiones biológicas ocurren cuando una especie expande su rango geográfico de distribución, ocupando regiones en que previamente no se encontraba. Estas son facilitadas ya sea directa o indirectamente por el hombre (Jaksic y Castro, 2014). Junto con la pérdida y fragmentación del hábitat, las invasiones biológicas son las principales amenazas a la biodiversidad, por cuanto pueden causar la extinción local o global de especies nativas (Sala *et al.*, 2000; Jaksic y Castro, 2014).

*Harmonia axyridis* o Chinita Arlequín, es un insecto depredador generalista y muy voraz, tanto en su estado adulto como de larva (Grez *et al.*, 2010). Los adultos alcanzan un gran tamaño corporal, de 6,5 a 8 mm de longitud, en relación a la mayor parte de las especies de coccinélidos que en promedio miden menos de 5 mm, y se pueden distinguir por una marca negra en forma de “M” en el pronoto y 9 manchas negras en cada élitro de color amarillo, ocre o rojizo, aunque la especie es bastante polimórfica (Grez y Cayul, 2014). Sus larvas también son de mayor tamaño que el resto de los coccinélidos, están provistas de penachos negros y anaranjados que cubren su cuerpo y presentan un carácter agresivo facilitando la captura de sus presas (Cottrell y Yeorgan, 1998; Koch y Galvan, 2008). Su ciclo de vida es holometábolo, es decir, presenta una metamorfosis completa a través de las siguientes etapas: huevo, cuatro estadios de larvas, prepupa, pupa y adulto o imago. A pesar de ser reconocida como una especie bivoltina, se han reportado hasta 4 o 5 generaciones al año en otras latitudes (Koch, 2003).

Esta especie es un agente eficiente en el control biológico de plagas de áfidos y otros insectos y por ello fue introducida intencionalmente desde Asia a Estados Unidos y varios países de Europa, y luego desde Estados Unidos a Canadá, Sudáfrica y en Sudamérica a Argentina, Brasil y Chile (Koch *et al.*, 2006). Luego de estas introducciones intencionales, *H. axyridis* expandió significativamente su rango de distribución, considerándose hoy una especie invasora y, entre los artrópodos, entre las especies invasoras de mayor preocupación (van Lenteren *et al.*, 2003). En Sudamérica actualmente sólo falta ser registrada en Bolivia, Guayanas y Surinam (González, 2006).

Lo anterior se debe no sólo a su rápida expansión y gran capacidad reproductiva, sino a los efectos adversos que ella provoca sobre la agricultura, el hombre y la biodiversidad, como el daño a cultivos de frutos blandos, molestias a la población humana, hibernando en sus hogares y pudiendo causar alergias por mordeduras, y el desplazamiento de otros enemigos naturales y empobrecimiento de esta fauna (Koch *et al.*, 2006; Davis *et al.*, 2006).

En cuanto al daño a cultivos de frutos blandos, existen reportes en Minnesota de *H. axyridis* alimentándose de frambuesas, uvas, manzanas y zapallos. Sin embargo, esta especie no daña directamente al fruto (salvo la frambuesa), sino más bien se estaría comportando como un depredador oportunista al alimentarse de fruta previamente dañada por otros insectos. Pero, la agrupación de esta especie en vides en la época de cosecha y contaminación de las uvas puede alterar las características organolépticas y la calidad del vino y jugos (Koch *et al.*, 2004; Pervez y Omkar, 2006).

Por otra parte, *H. axyridis* en temporada de otoño suele desplazarse desde los cultivos al interior de hogares y otro tipo de construcciones, formando agrupaciones de cientos o miles de ejemplares para hibernar, causando daños estéticos al dejar manchas en cortinas, muebles, alfombras y paredes (Koch y Galvan, 2008). Asociado a este comportamiento, existen reportes de mordeduras hacia seres humanos, desarrollando incluso cuadros alérgicos como rinoconjuntivitis, asma y urticaria (Goetz, 2007).

En otras zonas del mundo, se ha observado que *H. axyridis* provoca una disminución marcada de coccinélidos nativos y otros insectos afidófagos mediante depredación intra-gremio o el desplazamiento competitivo, interacciones en que *H. axyridis* es relativamente más exitosa que las otras especies de coccinélidos debido a su mayor tamaño corporal, voracidad y por su superioridad en defensas físicas y químicas (Brown *et al.*, 2011; Roy *et al.*, 2012). La disminución de coccinélidos nativos y otros enemigos naturales resulta en un gremio empobrecido, lo que puede llevar a un control biológico menos eficiente. La Hipótesis del Aseguramiento del Servicio Ecológico (Loreau *et al.*, 2001) propone que la diversidad de especies que realizan una misma función dentro del ecosistema provee de un seguro o *buffer* contra las fluctuaciones ambientales debido a que las diferentes especies responden de forma distinta a estas fluctuaciones. Especies que pueden ser o parecer redundantes en un momento dado pueden no serlo en otro y aseguran el funcionamiento

ecosistémico. En el caso de los enemigos naturales de plagas, mientras más diverso sea el gremio, mayor será el control biológico (Straub *et al.*, 2008).

En Chile, *H. axyridis* fue introducida desde Francia en el año 1998, llegando a la Región de Valparaíso para el control biológico de áfidos en invernaderos. Estos ejemplares eran genéticamente seleccionados para no volar, sin embargo, sus poblaciones no se establecieron. En el año 2003 comenzaron a reportarse poblaciones silvestres de individuos voladores, y desde el año 2008 empezaron a encontrarse en mayor frecuencia, con un aumento exponencial en la abundancia, particularmente en la zona central. Un estudio reciente indica que esta especie en Chile es una invasión secundaria proveniente desde el Noreste de Estados Unidos (Lombaert *et al.*, 2014). Entre el año 2008 y 2009 se recolectaron 27 adultos y ya en el año 2010 la cifra aumentó a 1.128 individuos, incluyendo larvas, pupas y adultos, lo que representa un aumento de 80 veces lo observado en los dos años anteriores (Grez *et al.*, 2010). Hoy es posible encontrarla desde Coquimbo a Valdivia, convirtiéndose en la especie dominante en algunos cultivos de Chile central, como la alfalfa (Grez *et al.*, 2010, Grez *et al.*, 2013; Grez y Cayul, 2014). Sus poblaciones son muy abundantes en primavera y otoño, pero en verano prácticamente desaparece de los cultivos, posiblemente estivando a mayores alturas, dado que no es capaz de tolerar altas temperaturas (Barahona, 2014). Estudios preliminares sugieren que otra especie exótica de coccinélido, *Hippodamia variegata* (Goeze), podría estar limitando la población de *H. axyridis* en campos de alfalfa, ya que se ha observado una correlación negativa entre las abundancias de ambas especies (A. Grez, com. pers.), sin embargo, este patrón antagónico debe ser demostrado con más datos de las abundancias de ambas especies y estudios de depredación intragremio y competencia en el laboratorio y en terreno.

El ambiente puede imponer barreras a las especies invasoras, a distintas escalas espaciales. Ellas son barreras geográficas (e.g., topográficas), barreras ambientales en el lugar de introducción, barreras a la reproducción y barreras a la dispersión local y regional (Jaksic y Castro, 2014). Entre estas, el grado de perturbación del hábitat puede determinar la resistencia de un ambiente frente a especies invasoras, en donde un hábitat nativo podría ofrecer mayor resistencia que un hábitat alterado (Grez *et al.*, 2013).

En Chile central, la probabilidad de invasión de *H. axyridis* sería mayor en ambientes antrópicos altamente perturbados (Grez *et al.*, 2013). Sin embargo, dado que esta especie es generalista en el uso del hábitat, siendo descrita como arbórea en otras latitudes (Koch y Galvan, 2008), podría significar que, en la medida que pasa el tiempo y sus poblaciones aumentan, ellas podrían superar estas barreras y colonizar nuevos hábitats, incluidos aquellos menos perturbados.

La invasión de *H. axyridis* en Chile es un evento relativamente nuevo y por ello hay aún un gran desconocimiento del proceso de invasión y sus consecuencias. La realización del presente proyecto contribuyó a evaluar cómo ha evolucionado la colonización de *H. axyridis* en distintas coberturas, más o menos perturbadas, del paisaje agrícola de Chile central, y desde el punto de vista de la conservación biológica, permitió establecer la relación entre su abundancia con la diversidad del ensamble y con la abundancia de otras especies de coccinélidos, incluyendo las nativas, como un paso previo a la evaluación de los otros efectos adversos descritos en otras latitudes.

## **7. OBJETIVO GENERAL**

Analizar la relación entre la abundancia de *H. axyridis* y la abundancia, riqueza, equitabilidad y diversidad de especies de coccinélidos nativos y exóticos asociados a diferentes coberturas del paisaje agrícola de la zona sur-poniente de la Región Metropolitana de Chile, en primavera.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

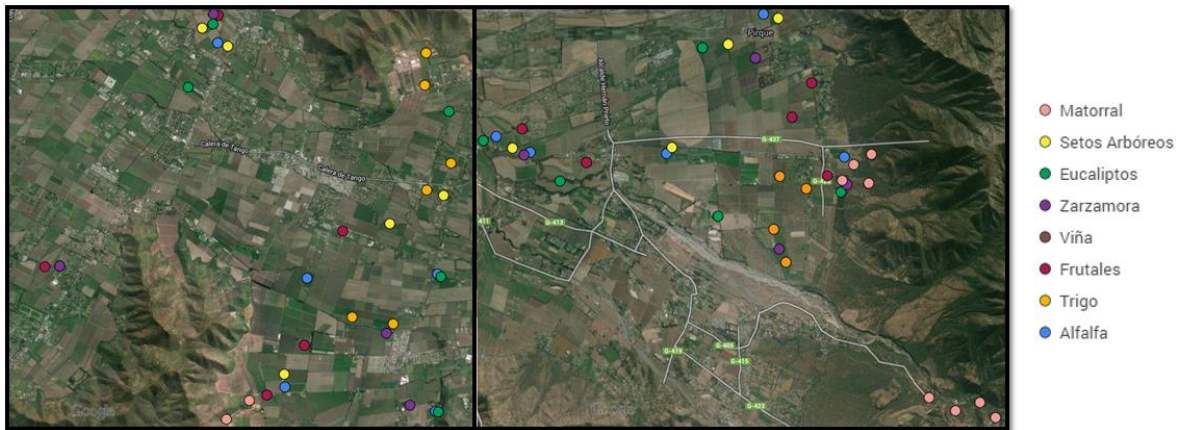
1. Examinar el efecto del tipo de cobertura sobre la abundancia de *H. axyridis* y de las otras especies de coccinélidos asociadas.
2. Examinar si la abundancia total, de especies de coccinélidos nativos y exóticos varía en función de la abundancia de *H. axyridis* en diferentes tipos de coberturas.
3. Examinar si la riqueza de especies, diversidad y equitabilidad del ensamble de coccinélidos varía en función de la abundancia de *H. axyridis* en diferentes tipos de cobertura.
4. Examinar si la abundancia de *H. axyridis* se relaciona con la abundancia de áfidos en diferentes tipos de cobertura.



## 8. MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con los objetivos y que los resultados sean comparables con investigaciones anteriores, para los muestreos de coccinélidos se utilizó la metodología de Grez *et al.* (2013). En primavera del año 2014, en las comunas de Pirque, Calera de Tango y alrededores, se seleccionaron ocho tipos de coberturas, cubriendo un gradiente de perturbación antropogénica descrito por Grez *et al.* (2013), el cual se elaboró considerando parámetros como la cosecha, la aplicación de pesticidas y la dominancia de vegetación exótica, entre otros. Desde las coberturas más perturbadas a las menos perturbadas estas fueron: Campos de Alfalfa, Cultivos Anuales (trigo), Frutales (ciruelos), Viñedos Orgánicos, Franjas de Zarzamoras, Bosquetes de Eucaliptus, Setos Arbóreos y Matorral Esclerófilo. Estas son las coberturas dominantes en el paisaje agrícola de Chile central y son hábitats importantes para diferentes especies de coccinélidos (Grez *et al.*, 2013).

Cada tipo de cobertura se replicó 10 veces, repartiendo las réplicas en ambas comunas y entremezclando las coberturas en el espacio. Cada réplica se georreferenció con GPS y se distanciaron por al menos 700 m. (Figura 1). Para capturar coccinélidos adultos, en cada réplica se dispusieron cinco trampas amarillas pegajosas de 15 x 25 cm, recubiertas en ambos lados con el pegamento para insectos Tangle-Trap (The Tanglefoot Company®, Estados Unidos). El área total de captura de cada trampa fue de 750 cm<sup>2</sup>. Las trampas se instalaron sobre un tubo de PVC a 80 cm de altura y se separaron por al menos 10 m, dispuestas en un transecto lineal al centro de los cultivos, al menos a 50 m del borde en el matorral, o a 1 a 2 m al interior de algunas coberturas lineales como los setos arbóreos o franjas de zarzamoras. En total, considerando los 8 tipos de cobertura y las 10 réplicas se instalaron un total de 400 trampas amarillas.



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

Luego de dos semanas activas en cada lugar, las trampas se retiraron y se llevaron al laboratorio donde se contabilizaron e identificaron las especies de coccinélidos, siguiendo a González (2006). El número de coccinélidos capturados por trampa se promedió para cada réplica de cada cobertura muestreada. Con los antecedentes recopilados se formó una base de datos en formato Excel con una clasificación según la cobertura de origen. Con esta información, se calculó la abundancia promedio por trampa del total de coccinélidos y de coccinélidos nativos y exóticos, la abundancia por especie, la riqueza de especies, la diversidad y la equitabilidad (variables respuestas).

Adicionalmente, y para evaluar si la abundancia de coccinélidos en cada cobertura se relaciona con la abundancia de sus presas, se contaron los áfidos totales, sin identificarlos a nivel de especie, dividiendo en ocho secciones cada trampa amarilla y contando en cuatro de ellas las cuales componen dos diagonales formando una “V”.

Se graficaron las abundancias relativas de las distintas especies en cada réplica y tipo de cobertura. Los cálculos del índice de diversidad de Shannon-Wiener, de la riqueza y la equitabilidad se hicieron usando el programa Past 2.16. Para evaluar el efecto del tipo de cobertura sobre las variables respuestas se hizo un análisis de varianza de una vía en el programa Statistica 7.0, luego de la comprobación de los supuestos y transformación  $\log(x + 1)$ . En los casos que hubo efectos significativos, se utilizó la prueba Tukey como prueba

*a posteriori* para comparar los promedios. Además, se realizaron correlaciones no paramétricas de Spearman entre la abundancia de *H. axyridis* en cada tipo de cobertura y la abundancia de los otros coccinélidos, de los coccinélidos nativos y exóticos, de la riqueza de especies, diversidad y equitabilidad y de la abundancia de áfidos, utilizando el programa Statística 7.0.

## 9. RESULTADOS

En total se colectaron 2534 coccinélidos de 17 especies, 11 nativas y 6 exóticas (Tabla 1).

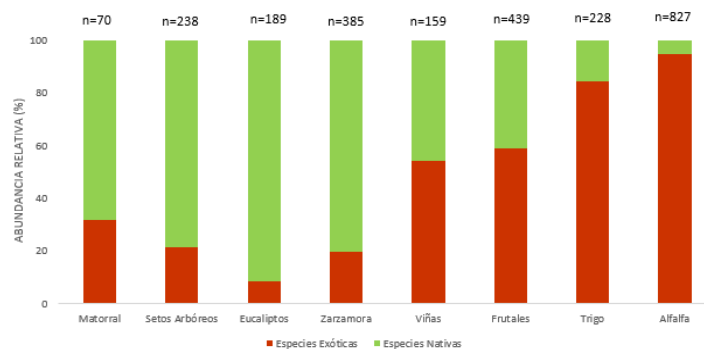
En total, considerando todas las coberturas muestreadas, el 41,5% de los individuos fueron nativos y el 58,5% exóticos. Las especies más abundantes fueron la exótica *H. variegata* (31%) y la nativa *P. picta* (25,4%), representando el 56% del total de coccinélidos capturados. Entre las nativas, siguieron en abundancia *A. deficiens* (5,9%), *A. angulifera* (3.6%) y *S. bicolor* (3.6%) y entre las exóticas *H. axyridis* (24.7%) y *P. histrio* (2%) (Tabla 1).

**Tabla Nro. 1:** Abundancia total y relativa (%) de coccinélidos nativos y exóticos capturados en trampas amarillas pegajosas durante todo el periodo de muestreo (primavera 2014). Las especies se ordenaron según su abundancia. El porcentaje se calculó sobre el total de coccinélidos capturados (n = 2534).

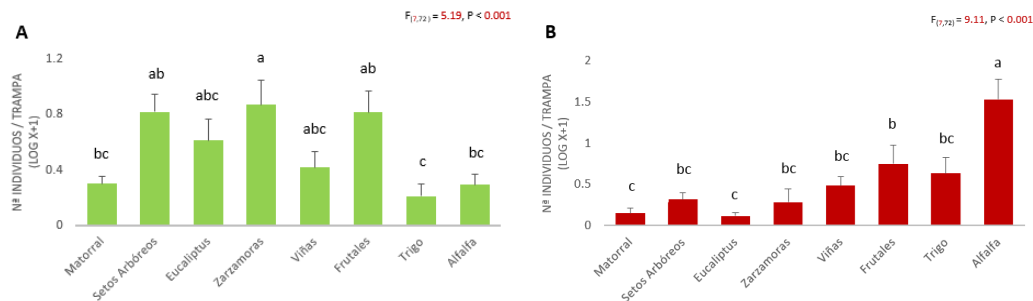
	<b>Total</b>	<b>%</b>
<b>Especies Exóticas</b>		
<i>Hippodamia variegata</i>	786	31,0
<i>Harmonia axyridis</i>	625	24,73
<i>Parastethorus histrio</i>	50	1,97
<i>Hippodamia convergens</i>	12	0,47
<i>Scymnus loewii</i>	8	0,3
<i>Adalia bipunctata</i>	1	0,03
<b>Total especies Exóticas</b>	<b>1482</b>	<b>58,5</b>
<b>Especies Nativas</b>		
<i>Psyllobora picta</i>	643	25,38
<i>Adalia deficiens</i>	149	5,88
<i>Adalia angulifera</i>	91	3,59
<i>Scymnus bicolor</i>	91	3,59
<i>Eriopis chilensis</i>	45	1,78
<i>Hyperaspis funesta</i>	11	0,44
<i>Cycloneda sanguinea</i>	8	0,31
<i>Eriopis eschscholtzi</i>	6	0,23
<i>Hyperaspis sphaeridioides</i>	5	0,19
<i>Cycloneda fulvipennis</i>	2	0,07
<i>Hyperaspis nana</i>	1	0,03
<b>Total especies Nativas</b>	<b>1052</b>	<b>41,5</b>

### 9.1.1. Efecto del tipo de cobertura sobre la abundancia de *H. axyridis* y de las otras especies de coccinélidos asociadas.

En términos de abundancia relativa, se observó que las especies nativas tendieron a dominar los ambientes menos perturbados, destacando su presencia en Eucaliptos (91,5%), Zarzamora (80,5%), Setos arbóreos (78,5%) y Matorral (68,5%). Además, las especies exóticas tendieron a dominar los ambientes más perturbados, destacando Alfalfa (94,5%), Trigo (84,2%), Frutales (58,9%) y Viñas (54%) (Figura 2). Sin embargo, en términos de abundancia total, las especies nativas predominaron en Zarzamorras, Frutales y Setos arbóreos (Figura 3A) y las especies exóticas predominaron en Alfalfa y Frutales (Figura 3B), demostrándose la preferencia de las especies exóticas hacia ambientes con mayor grado de perturbación (Grez *et al.* 2013). Las especies nativas, en cambio, fueron más generalistas en el uso de las coberturas, prefiriendo las coberturas más perennes, y, contrario a lo esperado, fueron poco abundantes en el matorral esclerófilo que es el único hábitat nativo muestreado. Al observar la abundancia de coccinélidos, en general esta fue mayor en cultivos que en matorral, en donde sólo se capturaron 70 individuos en contraste de los 827 colectados en Alfalfa (Figura 2).



**Figura Nro. 2:** Abundancia relativa de coccinélidos nativos y exóticos capturados en trampas amarillas en ocho tipos de cobertura en Chile Central, en primavera 2014. El porcentaje se calculó sobre el total de coccinélidos capturados por cobertura. Las coberturas se ordenaron desde las menos a las más perturbadas.

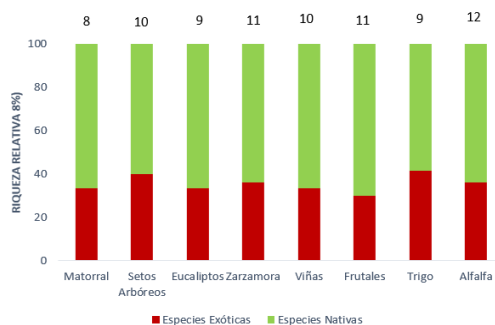


**Figura Nro. 3:** Abundancia total de coccinélidos nativos (A) y exóticos (B) por cobertura. Los datos son Log (x+1) de los promedios/trampa  $\pm$  1ee. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según Tukey ( $P < 0,05$ ).

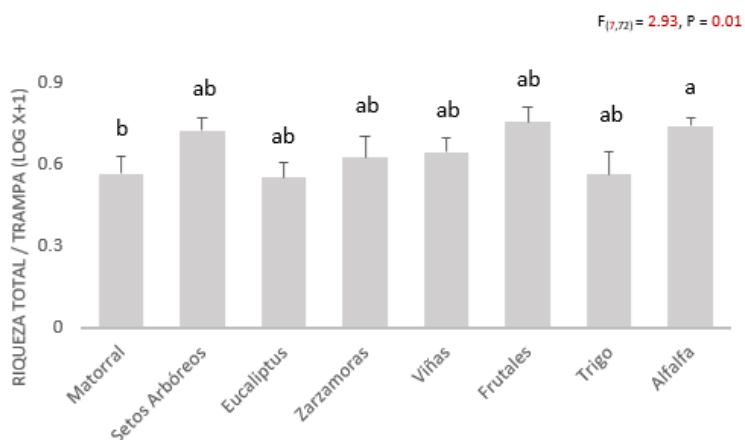
Las especies nativas más abundantes según cobertura fueron: *A. deficiens* en Matorral, *P. picta* en Setos arbóreos, Eucaliptus, Zarzamoras, Frutales y Trigo, *S. bicolor* en Viñas y *E. chilensis* en Alfalfa. Por su parte, las especies exóticas más abundantes según cobertura fueron: *H. axyridis* en Matorral, Setos Arbóreos, Eucalipto y Frutales e *H. variegata* en Zarzamora, Viñas, Trigo y Alfalfa.

En todas las coberturas muestreadas la riqueza de especies nativas fue mayor que la de especies exóticas, siendo los Frutales los que tuvieron una mayor riqueza de especies nativas (70%) y el Trigo el que tuvo la menor riqueza de especies nativas (58%). Lo anterior sugiere que el grado de perturbación de la cobertura no influyó en la riqueza de especies nativas (Figura 4).

La riqueza total de especies fue mayor en Alfalfa y menor en Matorral, pero sin disminuir en un gradiente según el grado de perturbación del hábitat ya que el resto de las coberturas tuvieron igual riqueza de especies (Figura 5).



**Figura Nro. 4:** Riqueza relativa de Coccinélidos nativos y exóticos según cobertura. El porcentaje se calculó sobre el total de especies capturadas por cobertura.



**Figura Nro. 5:** Riqueza total de coccinélidos según cobertura. Los datos son Log (x+1) de los promedios/trampa ( $\pm 1$  ee). Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según Tukey ( $P < 0,05$ ).

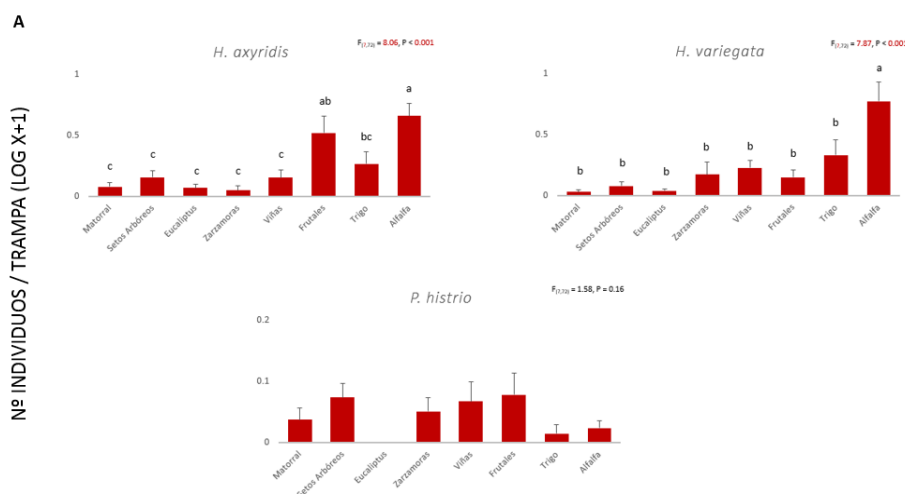
El efecto del tipo de cobertura sobre la abundancia de coccinélidos se analizó para las especies más abundantes (sobre 45 individuos colectados en total, ver Tabla 1), siendo éstas: *H. variegata*, *H. axyridis* y *P. histrio* como representantes de las especies exóticas (Figura 6A) y *P. picta*, *A. deficiens*, *A. angulifera*, *S. bicolor* y *E. chilensis* como representantes de las especies nativas (Figura 6B), pues el resto de las especies tuvo una abundancia relativa menor a 0.47%.

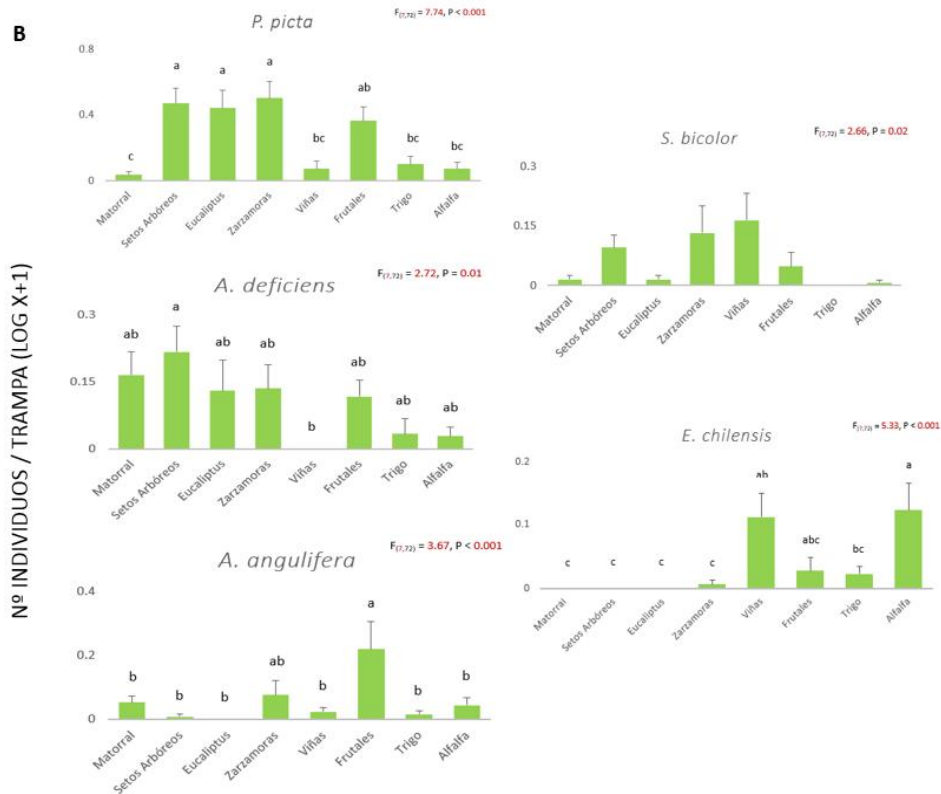
Entre las exóticas, *H. axyridis* fue más abundante en Alfalfa, Frutales y Trigo e igual de poco abundante en el resto de las coberturas. Si bien su abundancia es baja en las



coberturas menos perturbadas, es interesante notar que esta especie invasora ya ha colonizado estas coberturas, incluyendo el matorral esclerófilo. Es también destacable que *H. axyridis* no fue abundante en Viñas, cultivo en el cual provoca daños en otras latitudes del mundo. Sin embargo, este daño usualmente ocurre en otoño. *Hippodamia variegata* fue significativamente más abundante en Alfalfa, siendo su abundancia igual para el resto de las coberturas. *Parastethorus histrio* no varió significativamente su abundancia entre los diferentes tipos de coberturas.

Dentro de las especies nativas, *P. picta* fue más abundante en Zarzamora, Eucalipto y Setos arbóreos y menos abundante en Matorral, *A. deficiens* lo fue en Setos arbóreos y fue menos abundante en Viñas, en tanto *A. angulifera* fue más abundante en Frutales y Zarzamora, siendo igual de abundante para el resto de las coberturas. *Scymnus bicolor* no varió significativamente su abundancia entre los diferentes tipos de coberturas y *E. chilensis* fue más abundante en Alfalfa y Viñas y menos abundante en Zarzamora, Eucaliptos, Setos Arbóreos y Matorral.



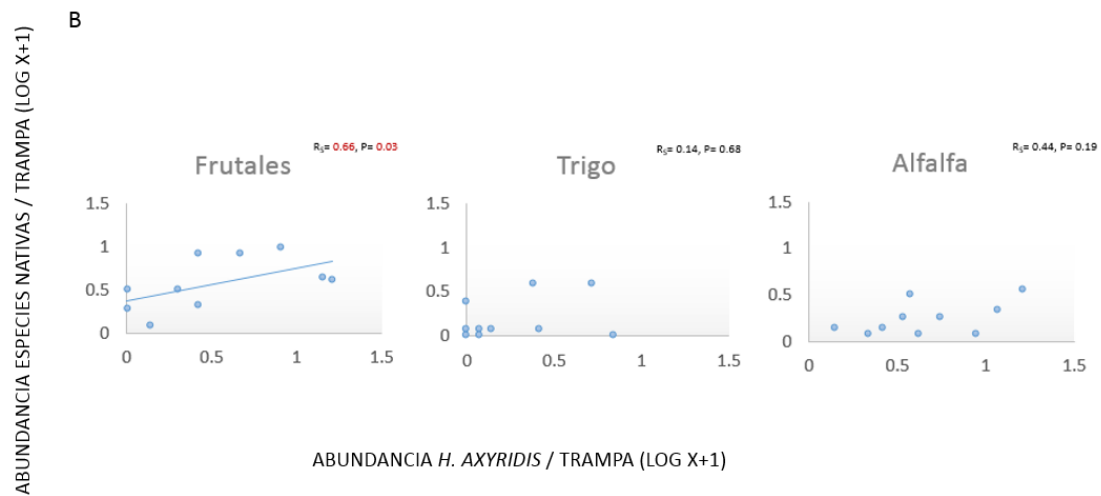
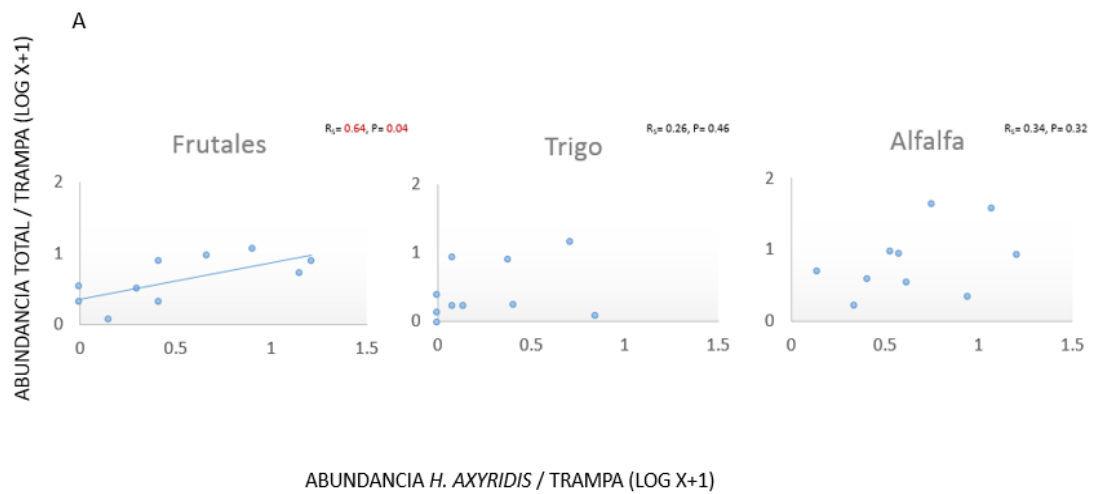


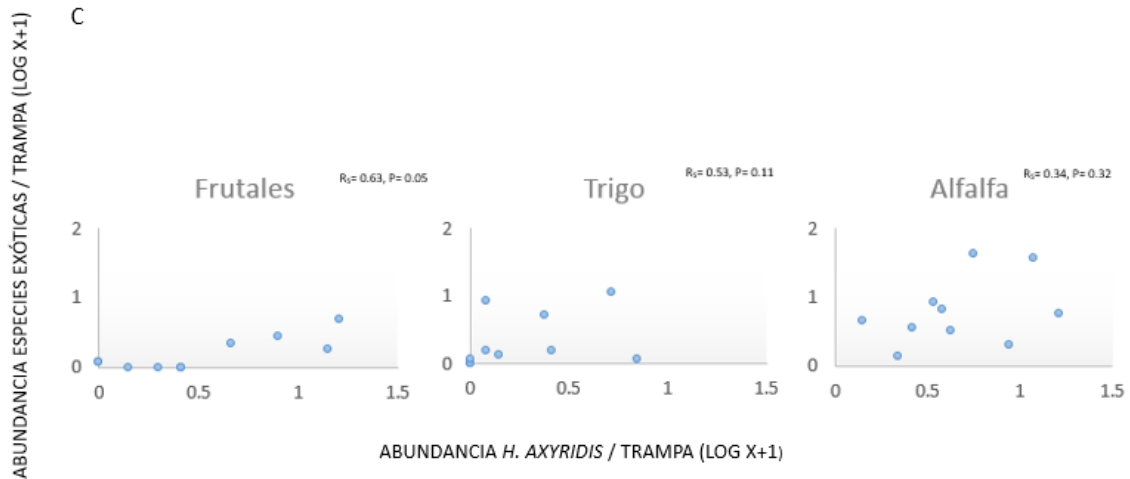
**Figura Nro. 6:** Abundancia total por especies. Abundancia total de coccinélidos exóticos (A) y nativos (B) por cobertura. Los datos son Log (x+1) de los promedios/trampa ( $\pm 1$  ee). Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según Tukey ( $P < 0,05$ ).

9.1.2. Relación entre la abundancia total y de especies de coccinélidos nativos y exóticos con la abundancia de *H. axyridis* en diferentes tipos de coberturas.

Se analizaron sólo las coberturas en las cuales hubo mayor abundancia de *H. axyridis*. Sólo en Frutales, la abundancia total de coccinélidos (sin considerar *H. axyridis*) se relacionó positiva y significativamente con la abundancia de *H. axyridis* (Figura 7A). Lo mismo ocurrió con la abundancia de especie nativas (Figura 7B). Para la abundancia de especies exóticas no hubo relaciones significativas (Figura 7C). Este resultado fue contrario a lo esperado, ya que uno de los principales efectos negativos de la introducción de *H. axyridis* es la disminución de la abundancia de otras especies de coccinélidos ya sea por depredación intra-gremio o desplazamiento competitivo, por lo tanto hasta el momento esta especie no

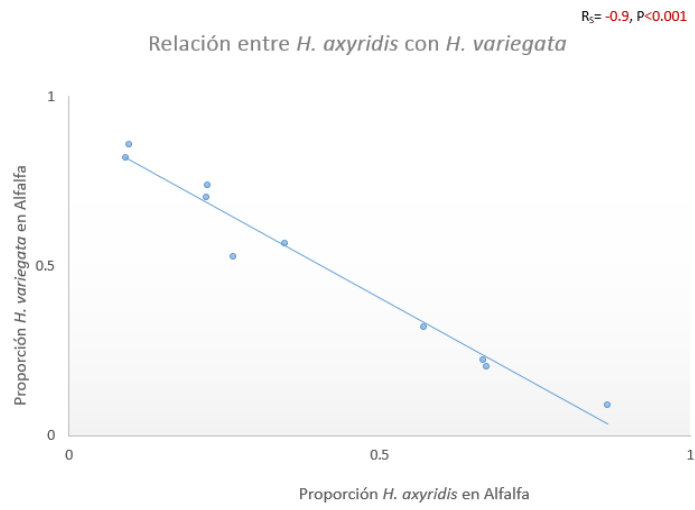
estaría, al menos en Chile central, generando los efectos negativos que ha generado en otras partes del mundo.



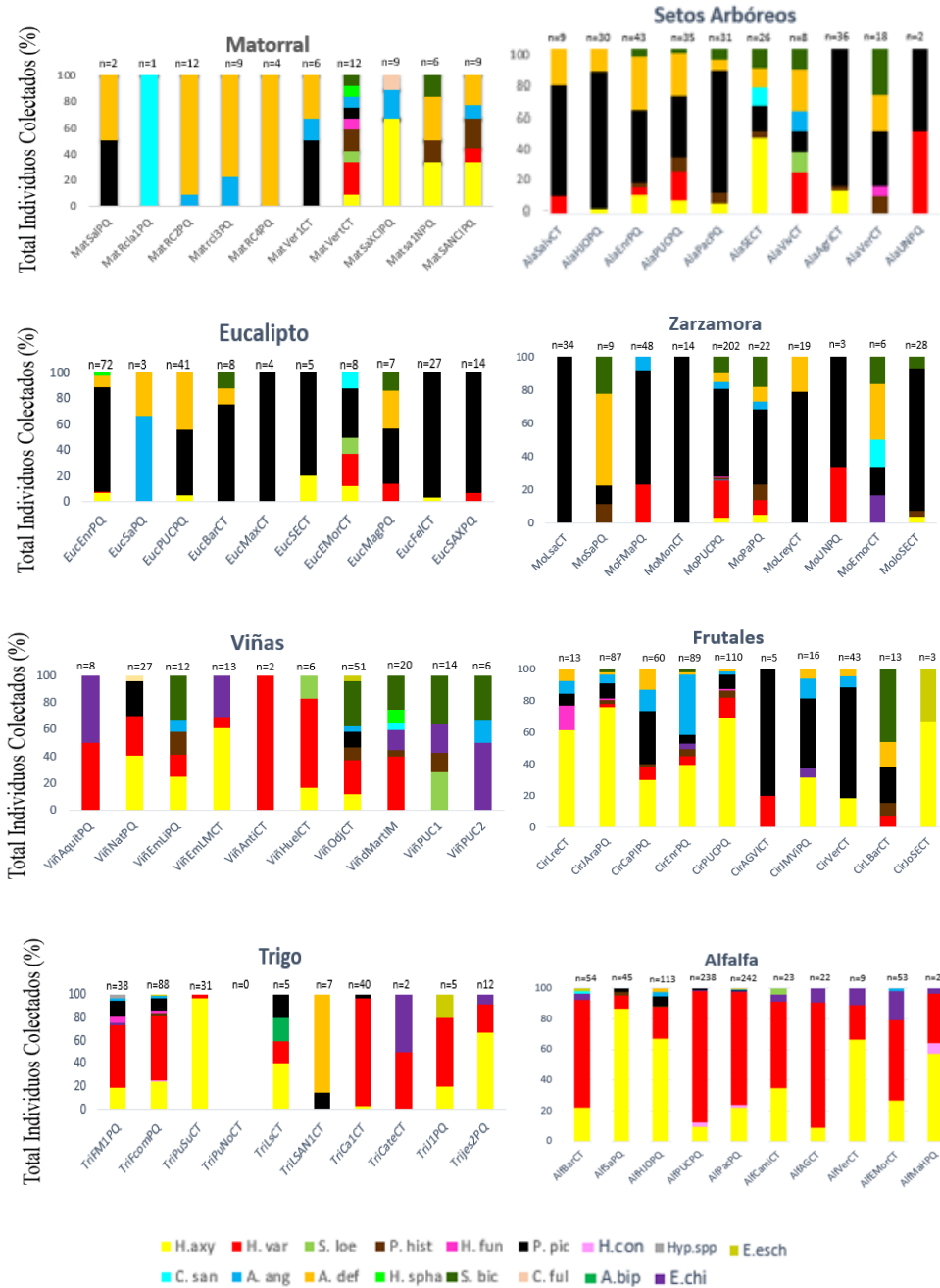


**Figura Nro. 7:** Abundancia de *H. axyridis* y abundancia total, de especies nativas y exóticas. Resultados de las correlaciones no paramétricas de Spearman entre la abundancia total (A), de especies de coccinélidos nativos (B) y exóticos (C) con la abundancia de *H. axyridis*.

Como en Alfalfa las dos especies más abundantes fueron *H. axyridis* y *H. variegata* se relacionaron sus abundancias relativas (proporción de cada una de ellas sobre el total del ensamble de coccinélidos colectados en cada alfalfa). Se encontró que la abundancia relativa de ambas especies se relacionó negativa y muy significativamente (Figura 8). Esto se observa más claramente en la Figura 9, donde se ve que en los alfalfaes donde domina una de estas especies la otra es muy poco abundante en términos relativos. Esto indicaría que existe alguna interacción negativa entre ambas especies lo que se ha repetido consistentemente en las primaveras pasadas, en alfalfaes de Pirque y Calera de Tango, lo que sugiere que se podría estar limitando la población de *H. axyridis* en campos de alfalfa por parte de esta especie exótica, lo que debe comprobarse abriendo un paso para la investigación.



**Figura Nro. 8:** Correlación no paramétrica de Spearman entre las abundancias relativas de *H. variegata* y *H. axyridis* en Alfalfa.

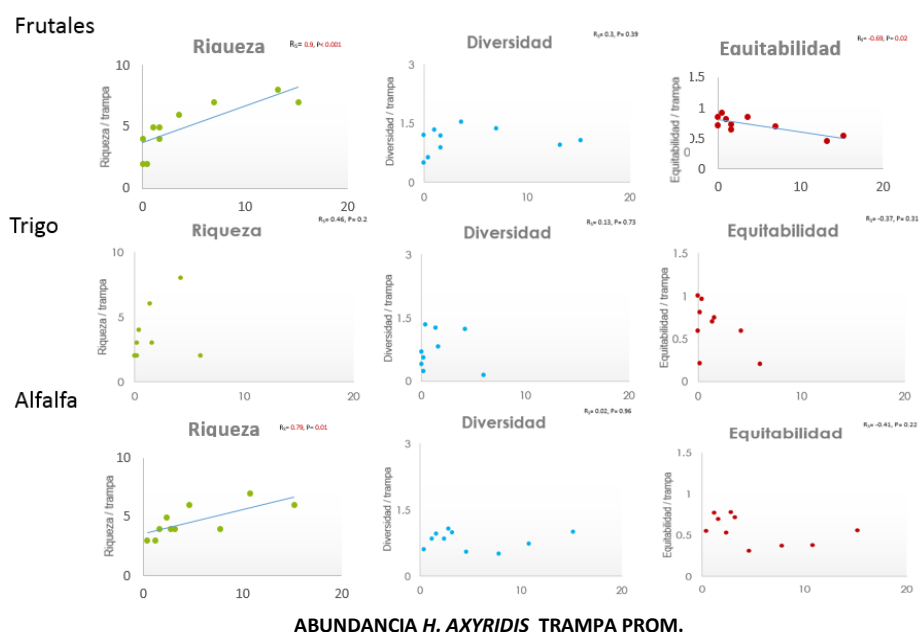


**Figura Nro. 9:** Abundancia relativa de las distintas especies de coccinélidos por cobertura. El porcentaje se calculó sobre el total de especies capturadas por réplica.

A nivel de cobertura, los mayores niveles de riqueza se encontraron en Setos arbóreas, Frutales y Alfalfa y el menor valor se observó en Matorral, el cual además presentó la diversidad más baja, al contrario de Setos arbóreas, Viñas y Frutales. En equitabilidad, la cobertura que mostró el valor más alto fue Viña (0.8) y la que obtuvo el valor más bajo fue Alfalfa (0.5) (Figura 9).

### 9.1.3. Relación entre la riqueza de especies, diversidad y equitabilidad del ensamble de coccinélidos con la abundancia de *H. axyridis* en diferentes tipos de cobertura.

Se analizaron sólo las coberturas en donde *H. axyridis* fue más abundante, su abundancia se relacionó significativamente con la riqueza de especies del resto de los coccinélidos solamente en Frutales y Alfalfa. Contrario a lo esperado, esta relación fue positiva. La diversidad de especies no se relacionó significativamente con la abundancia de *H. axyridis*, en tanto la equitabilidad se relacionó negativamente con la abundancia de *H. axyridis* sólo en Frutales (Figura 10). Esto sugiere que por el momento, al menos en estas coberturas no habría un empobrecimiento de la fauna de coccinélidos con el incremento de la abundancia de *H. axyridis*.

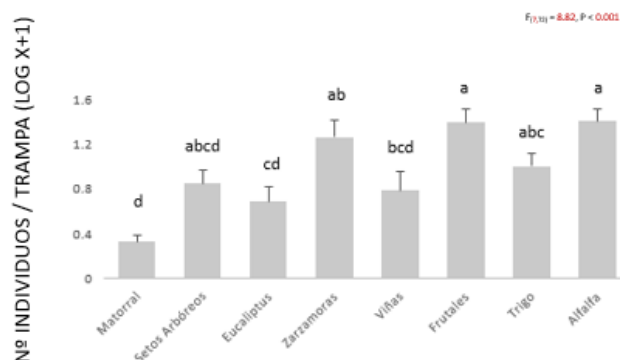


**Figura Nro. 10:** Correlación no paramétrica de Spearman entre la Riqueza, Diversidad de Shannon y Equitabilidad con la abundancia de *H. axyridis* según cobertura, ordenadas desde las menos a las más perturbadas.

9.1.4. Relación entre la abundancia de *H. axyridis* con la abundancia de áfidos en diferentes tipos de cobertura.

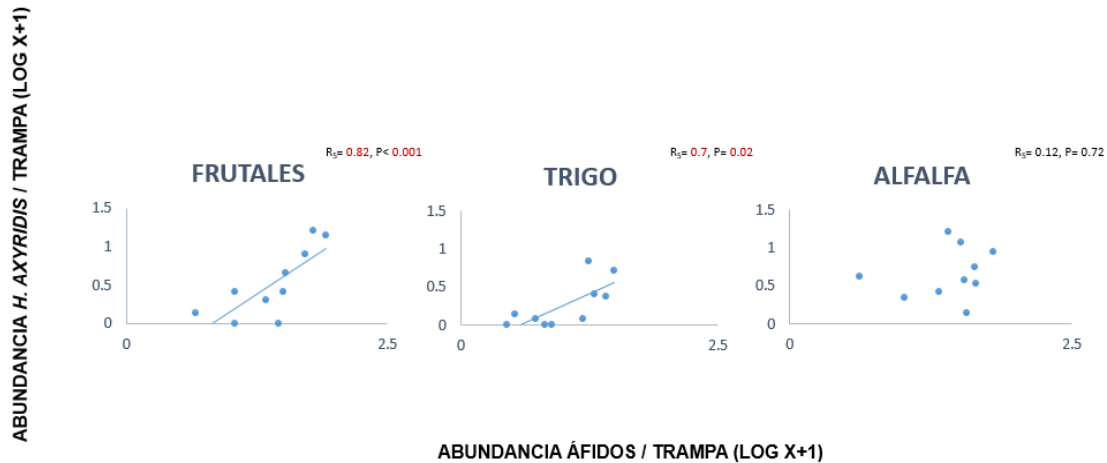
La abundancia de áfidos fue significativamente mayor en Alfalfa, Frutales y Zorzamoras y menor en Matorral y Eucaliptus (Figura 11).

Se analizaron las coberturas en donde *H. axyridis* fue más abundante, de las cuales en Frutales y Trigo se encontró una relación positiva y significativa entre la abundancia de *H. axyridis* y la abundancia de áfidos, lo que en parte podría explicar su presencia en estos ambientes (Figura 12).



**Figura Nro. 11.** Abundancia total de áfidos por cobertura. Los datos son Log (x+1) de los promedios/trampa ( $\pm 1$  ee). Las letras sobre las barras indican diferencias significativas según Tukey (P < 0,05).





**Figura Nro. 12:** Correlación no paramétrica de Spearman entre la abundancia de *H. axyridis* con la abundancia de áfidos por cobertura.

Como primeras conclusiones, se observó preferencia de coberturas por parte de los coccinélidos, en donde las especies exóticas, entre ellas *H. axyridis*, dominaron los ambientes más perturbados. Sin embargo, las especies nativas fueron más generalistas al contrario de lo esperado.

En general no se encontraron relaciones entre abundancias de otros coccinélidos, particularmente las nativas, con la abundancia de *H. axyridis*, y las que hubo fueron positivas, por lo tanto hasta el momento esta especie no estaría, al menos en Chile central, generando los efectos negativos que ha generado en otras partes del mundo. Sin embargo si hubo una relación negativa con la otra especie exótica más abundante particularmente en Alfalfa, *H. variegata*, lo que abre interrogantes sobre posibles interacciones negativas entre ambas especies, abriendo paso para la investigación.

A nivel comunitario, en aquellas coberturas donde *H. axyridis* fue abundante en general no se observó una disminución en la riqueza de especies, diversidad y equitabilidad, sugiriendo que en estas coberturas no habría un empobrecimiento de la fauna de coccinélidos con el incremento de la abundancia de *H. axyridis*.

En dos de las tres coberturas en donde *H. axyridis* fue abundante se observó una relación positiva de su abundancia con la abundancia de áfidos, lo que en parte podría explicar su presencia en estos ambientes.

## 10. DISCUSIÓN

El paisaje agrícola de la zona sur-poniente de la Región Metropolitana está compuesto por diferentes tipos de hábitats que se ven afectados en distinta medida por la acción del ser humano (Grez *et al.*, 2013). Debido a que estos ambientes albergan a diferentes especies de coccinélidos, en este trabajo se escogieron ocho tipos de coberturas, cubriendo un gradiente de perturbación (Grez *et al.*, 2013).

Tal como se esperaba, *H. axyridis* y el resto de las especies exóticas mostraron una preferencia en términos de abundancia relativa y total hacia ambientes con mayor grado de perturbación, en cambio las especies nativas sólo prefirieron los ambientes menos perturbados en términos de abundancia relativa. El hecho de que las especies exóticas dominaran los ambientes más perturbados ocurrió probablemente debido a la reducción de la resistencia biótica de la comunidad en aquellas coberturas (Levine *et al.*, 2004) y a que los ambientes nativos ejercen mayor resistencia en contra de las invasiones biológicas, siendo más probable la colonización por parte de éstas especies en ambientes más perturbados (Grez *et al.*, 2013; Jaksic y Castro, 2014). Más precisamente, *H. axyridis* fue significativamente más abundante en Alfalfa y Frutales, seguidos por Trigo. En los muestreos realizados en las temporadas 2011 y 2012, *H. axyridis* fue significativamente más abundante en Alfalfa que en cualquier otro tipo de cobertura perturbada (Grez *et al.*, 2013) por lo que los resultados de esta memoria sugieren que esta especie está intensificando el uso de estas otras coberturas antropogénicas. Es relevante destacar que en viñas *H. axyridis* estuvo presente pero fue poco abundante, sin embargo este muestreo se realizó en primavera por lo que se debe esperar el resultado del próximo muestreo a realizarse en otoño, periodo de cosecha en el que esta especie podría contaminar las uvas, pudiendo alterar las características organolépticas y la calidad del vino y jugos (Koch *et al.*, 2004; Pervez y Omkar, 2006).

Se esperaba que al examinar la variación de las abundancias de coccinélidos en función de la abundancia de *H. axyridis*, en las coberturas donde esta especie fue más abundante, se encontraran relaciones negativas debido a que uno de los principales efectos que produce

*H. axyridis* en otros países es la disminución de la abundancia de otros coccinélidos mediante depredación intra-gremio (afidófagos) o desplazamiento competitivo (Koch *et al.*, 2006; Majerus *et al.*, 2006; Pell *et al.*, 2007; Brown *et al.*, 2007; Brown *et al.*, 2011; Roy *et al.*, 2012). Sin embargo, sólo en Frutales se encontraron relaciones significativas entre la abundancia de *H. axyridis* con el total de coccinélidos ( $R_s=0,64$ ,  $P=0,04$ ) y con la abundancia de especies nativas ( $R_s=0,66$ ,  $P=0,03$ ), siendo estas positivas, indicando que no estarían ocurriendo los efectos mencionados previamente hacia otras especies en estas coberturas, quizás debido a que no habría una escasez de recursos para desencadenar interacciones negativas. De hecho, los áfidos, que son las principales presas de *H. axyridis*, fueron más abundantes en las coberturas más perturbadas, como se verá más adelante.

En Alfalfa, las dos especies más abundantes fueron las exóticas *H. axyridis* e *H. variegata*, las que representaron el 30% y 62% del total de coccinélidos colectados en esta cobertura, respectivamente. Al examinar la relación entre las abundancias relativas de estas dos especies en este cultivo se encontró una relación negativa muy significativa ( $R_s= -0,9$ ,  $P<0,001$ ), lo que implica que al dominar una de estas especies la otra mostró una abundancia relativa mucho menor. Esto sugiere que existiría alguna interacción negativa entre ambas especies, lo cual ha sido observado consistentemente en temporadas pasadas en alfalfaes de la misma región (AA Grez, datos no publicados). Esto hace necesario investigar los mecanismos que podrían explicar esta relación negativa, mediante experimentos de competencia y depredación intra-gremio en terreno y laboratorio que evalúen si ambas especies exóticas podrían ser un freno para el desarrollo poblacional de la otra. Cabe destacar que previo a la colonización de *H. axyridis* en Chile, *H. variegata* era la especie exótica más abundante en Alfalfaes, habiéndose propuesto que en los últimos años ella habría sido la responsable de la disminución de las poblaciones de la especie nativa más común en cultivos, *E. chilensis* (Grez *et al.*, 2012). La Hipótesis de la Resistencia Biótica plantea que las especies residentes, usualmente nativas, pueden actuar como un freno a la invasión de especies invasoras (Levine *et al.*, 2004; Gruner, 2005). Por ello, la relación negativa entre las abundancias de *H. axyridis* e *H. variegata* es un fenómeno muy interesante de investigar, ya que podría corresponder a un caso excepcional en donde sería una especie exótica la que estaría ejerciendo algún tipo de resistencia a otra especie exótica invasora.

A nivel comunitario, se esperaba que la riqueza de especies, diversidad y equitabilidad del ensamble de coccinélidos en las coberturas donde *H. axyridis* fuera más abundante (i.e., Alfalfa, Trigo y Frutales), se relacionaran negativamente con la abundancia de esta especie, empobreciéndose el ensamble de coccinélidos tanto en el número de especies como en sus abundancias relativas. Esto ha sido descrito como uno de los principales efectos adversos de *H. axyridis* tanto en EEUU como en Europa (Koch *et al.*, 2006; Majerus *et al.*, 2006; Pell *et al.*, 2007; Brown *et al.*, 2007; Brown *et al.*, 2011; Roy *et al.*, 2012). En este estudio, por el contrario, la riqueza de especies se correlacionó significativa y positivamente con la abundancia de *H. axyridis* en Frutales ( $R_s=0,9$ ,  $P<0,001$ ) y Alfalfa ( $R_s=0,79$ ,  $P=0,01$ ), no existiendo una relación significativa en Trigo. Tampoco se observó una relación negativa de la abundancia de *H. axyridis* con la diversidad en ninguno de estos tres cultivos y la equitabilidad en cambio, si tuvo una relación negativa, pero sólo en Frutales ( $R_s= -0,69$ ,  $P=0,02$ ), donde *H. axyridis* tendió a dominar sobre los otros coccinélidos presentes. Lo anterior sugiere que, al menos en estas coberturas, *H. axyridis* no estaría desplazando a las otras especies de coccinélidos ni empobreciendo el ensamble. Ello implicaría que la eficiencia del control biológico no se vería afectada negativamente pues se mantendría la variedad de depredadores de áfidos, lo que según la Hipótesis del Aseguramiento del Servicio Ecológico, favorecería la eliminación de plagas (Loreau *et al.*, 2001).

En cuanto a los áfidos, su abundancia fue mayor en Alfalfa, Frutales, Trigo y Zarzamoras y menor en Matorral y Eucaliptos. Dado que *H. axyridis* es principalmente afidófaga (Koch *et al.*, 2004), se esperaba que, en las coberturas con más áfidos, en los parches donde ellos fueran más abundantes *H. axyridis* también lo fuera. Esto sólo fue observado en Frutales ( $R_s=0,82$ ,  $P<0,001$ ) y Trigo ( $R_s=0,7$ ,  $P=0,02$ ) pero no en Alfalfa, donde incluso en parches con baja abundancia de áfidos *H. axyridis* fue abundante. Estos resultados sugieren que la abundancia de áfidos podría explicar en parte la abundancia de *H. axyridis*, al menos en Frutales y Trigo, pero más interesantemente, que en Alfalfa algún otro factor (e.g., otro tipo de presa) podría estar modulando la abundancia de *H. axyridis*. Se sabe que la dieta de *H. axyridis* se compone por más recursos además de los áfidos, incluyendo polen, otros insectos blandos y otras especies de coccinélidos, recursos que el Alfalfa son muy abundantes (González 2006; Katsanis *et al.*, 2013).

Los resultados de esta memoria de título pudieron verse afectados ya que la colecta de coccinélidos dentro de cada cobertura podría haber estado influenciada por el tamaño del parche o por su forma. Se ha descrito que, por ejemplo, parches más pequeños pueden albergar una mayor biodiversidad que parches más grandes (Fahrig *et al.*, 2015) y que parches más irregulares, con mayor relación Perímetro/Área pueden favorecer la inmigración de individuos desde los parches vecinos en comparación con parches más regulares (Grez y Prado, 2000). Efectivamente, en este trabajo los distintos tipos de coberturas muestreados tuvieron distintos tamaños y forma. Los Alfalfaes, Trigo o Viñas son usualmente parches rectangulares o cuadrados de gran tamaño (4 a 10 ha), en cambio los Setos Arbóreos o Zarzamoras son más bien parches alargados (franjas lineales) que ocupan una superficie mucho menor. Si bien en esta memoria no se tiene información con respecto a las dimensiones y forma de cada parche muestreado, una estimación previa de las áreas totales cubiertas por estas mismas coberturas en Pirque y Calera de Tango muestra que los Viñedos, Frutales, Trigo y Alfalfa representan aproximadamente el 60% del área del paisaje, el Matorral Esclerófilo un 10% y los Setos arbóreos, Zarzamoras y Eucaliptos un área no mayor al 6% (Grez *et al.*, 2013; Grez *et al.*, 2014). Al hacer una correlación del total de coccinélidos capturados en esta memoria con dichos porcentajes de coberturas, no se encontró una relación significativa ( $R_s=0,17$ ,  $P=0,7$ ). Esta falta de correlación puede ejemplificarse con el hecho que en Trigo, cultivo dominante en la zona, distribuido en parches de grandes dimensiones, las abundancias totales de coccinélidos son bastante menores (9% del total colectado) que en Zarzamora (15%), cobertura de pequeñas dimensiones. Por otra parte, los Setos Arbóreos, que representan menos del 6% del área del paisaje, abarcaron el 9% de los coccinélidos colectados. Ello indica que los resultados de este estudio no estarían modulados por el área cubierta en el paisaje por cada cobertura, coincidiendo con Grez *et al* (2013). En cuanto a la forma y el posible efecto mayor del contexto en la captura de coccinélidos en parches lineales que en parches con menor relación Perímetro/Área, ello no fue evaluado en esta memoria de título, considerándose la variabilidad de las coberturas que rodeaban a cada parche como parte del error experimental. Sin embargo, es un tema de Ecología del paisaje que debería evaluarse a futuro.

En resumen, en este estudio se encontró que *H. axyridis* y el resto de las especies exóticas dominaron los ambientes más perturbados probablemente debido a la reducción de la resistencia biótica de la comunidad en aquellas coberturas en comparación con ambientes nativos (Levine *et al.*, 2004; Grez *et al.*, 2013; Jaksic y Castro, 2014). Además se observó que *H. axyridis* estaría intensificando el uso de otras coberturas antropogénicas en comparación a investigaciones previas (Grez *et al.*, 2013). Sin embargo, no se observaron relaciones negativas entre la abundancia de *H. axyridis* con la de otros coccinélidos ni tampoco con la riqueza o diversidad de los ensambles por lo que no estarían ocurriendo los efectos adversos que ejerce esta especie hacia otros coccinélidos en otras partes del mundo. La abundancia de áfidos podría explicar en parte la abundancia de *H. axyridis* sólo en algunas coberturas siendo estas no necesariamente en las cuales hubo una mayor abundancia de áfidos, como en Alfalfa por ejemplo, en donde algún otro factor (e.g., otro tipo de presa) podría estar modulando su abundancia. Debido a que la invasión de *H. axyridis* en Chile es un evento relativamente nuevo y por ello existe aún un gran desconocimiento del proceso de invasión y sus consecuencias, se hace relevante continuar la investigación acerca de esta especie considerando los efectos adversos que representa en otras latitudes.

## 11. CONCLUSIONES

Los resultados encontrados permiten concluir que las especies exóticas, entre ellas *H. axyridis*, prefirieron las coberturas más perturbadas, en cambio las especies nativas fueron más generalistas. La relación entre la abundancia de especies de coccinélidos totales, nativas y exóticas con la abundancia de *H. axyridis* indicaría que al menos en Chile central, esta especie no estaría generando los efectos adversos que ha generado en otras partes del mundo. Sin embargo, *H. axyridis* se relacionó negativamente con la especie exótica *H. variegata* en Alfalfa, lo que abre interrogantes sobre posibles interacciones negativas entre ellas. Contrario a lo esperado, los índices comunitarios no disminuyeron por lo que no existiría un empobrecimiento de coccinélidos en presencia de *H. axyridis*. Finalmente, la abundancia de áfidos podría explicar en parte la presencia de *H. axyridis* en dos de los tres ambientes en donde ella fue más abundante.



## 12. BIBLIOGRAFÍA

**BARAHONA, R.** 2014. Impacto del incremento de la temperatura ambiental sobre la tolerancia fisiológica y adecuación biológica en especies de coccinélidos exóticos y nativos. Tesis Magister en Ciencias. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Ciencias.

**BROWN, P.; ROY, H.; ROTHERY, P.; ROY, D.; WARE, R.; MAJERUS, M.** 2007. *Harmonia axyridis* in Great Britain: analysis of the spread and distribution of a non-native coccinellid. *BioControl* 53:55-67.

**BROWN, P.M.J.; FROST, R.; DOBERSKI, J.; SPARKS, T.; HARRINGTON, R.; ROY, H.** 2011. Decline in native ladybirds in response to the arrival of *Harmonia axyridis*: early evidence from England. *Ecol. Entomol.* 36(2):231–240.

**COTTRELL, T.; YEARGAN, T.** 1998. Intraguild predation between an introduced lady beetle, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), and a native lady beetle, *Coleomegilla maculate* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 71(2):159-163.

**DAVIS, R.; VANDEWALKER, M.; HUTCHESON, P.; SLAVIN, R.** 2006. Facial angioedema in children due to ladybug (*Harmonia axyridis*) contact: 2 case reports. *97(4):440-442.*

**FAHRIG, L.; GIRARD, J.; DURO, D.; PASHER, J.; SMITH, A.; JAVOREK, S.; KING, D.; FREEMARK, K.; MITCHELL, S.; TISCHENDORF, L.** 2015. Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity. *Agric Ecosyst Environ.* 219-234.

**GOETZ, D.** 2007. *Harmonia axyridis* ladybug hypersensitivity in clinical allergy practice. *Allergy Asthma Proc* 28(1):50-57.

**GONZÁLEZ, G.** 2006. Los Coccinellidae de Chile. [en línea]. <<http://www.coccinellidae.cl>> [consulta: 03-06-2014].

**GREZ, A.; CAYUL, I.** 2014. *Harmonia axyridis* en Chile. [en línea]. <<http://www.chinita-arlequin.uchile.cl>> [consulta: 03-06-2014].

**GREZ, A.; PRADO, E.** 2000. Effect of Plant Patch Shape and Surrounding Vegetation on the Dynamics of Predatory Coccinellids and Their Prey *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). *Environ. Entomol.* 29(6):1244-1250.

**GREZ, A.; RAND, T.; ZAVIEZO, T.; CASTILLO, F.** 2013. Land use intensification differentially benefits alien over native predators in agricultural landscape mosaics. *Diversity Distrib.* 19(7):749-759.

- GREZ, A.; VIERA, B.; SOARES, A.** 2012. Biotic interactions between *Eriopis connexa* and *Hippodamia variegata*, a native and an exotic coccinellid species associated with alfalfa fields in Chile. *Entomol. Exp. Appl.* 142:36-44.
- GREZ, A.; ZAVIEZO, T.; GONZÁLEZ, G.; ROTHMANN, S.** 2010. *Harmonia axyridis* in Chile: a new threat. *Cien. Inv. Agr.* 37(3):145-149.
- GREZ, A.; ZAVIEZO, T.; HERNÁNDEZ, J.; RODRÍGUEZ, A.; ACUÑA, P.** 2014. The heterogeneity and composition of agricultural landscapes influence native and exotic coccinellids in alfalfa fields. *Agric. Forest Entomol.* 16:382-390.
- GRUNER, D.** 2005. Biotic resistance to an invasive spider conferred by generalist insectivorous birds on Hawai'i Island. *Biol Invasions.* 7:541-546.
- JAKSIC, F.; CASTRO, S.** 2014. Introducción al fenómeno de las invasiones biológicas. **In:** *Invasiones Biológicas en Chile: Causas globales e impactos locales.* Ediciones UC. Santiago, Chile. pp. 19-36.
- KATSANIS, A.; BABENDREIER, D.; NENTWIG, W.; KENIS, M.** 2013. Intraguild predation between the invasive ladybird *Harmonia axyridis* and non-target European coccinellid species. *BioControl* 58:73-83.
- KOCH, R.** 2003. The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *J. Insect. Sci.* 32(3):1-16.
- KOCH, R.; BURKNESS, E.; BURKNESS, S.; HUTCHISON, W.** 2004. Phytophagous Preferences of the Multicolored Asian Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) for Autumn-Ripening Fruit. *J. Econ. Entomol.* 97(2):539-544.
- KOCH, R.; VENETTE, R.; HUTCHISON, W.** 2006. Invasions by *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in the Western Hemisphere: Implications for South America. *Neotrop. Entomol.* 35(4):421-434.
- KOCH, R.; GALVAN, T.** 2008. Bad side of a good beetle: the North American experience with *Harmonia axyridis*. *BioControl* 53(1):23-35.
- LEVINE, J.; ADLER, P.; YELENIK, S.** 2004. A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. *Ecol Lett.* 7:975-989.
- LOMBAERT, E.; GUILLEMAUD, T.; LUNDGREN, J.; KOCH, R.; BENOÎT, F.; GREZ, A.; LOOMANS, A.; MALAUSA, T.; NEDVED, O.; RHULE, E.; STAVERLOKK, A.; STEENBERG, T.; ESTOUP, A.** 2014. Complementarity of statistical treatments to reconstruct worldwide routes of invasion: the case of the Asian ladybird *Harmonia axyridis*. *Mol Ecol.* doi:10.1111/mec.12989.
- LOREAU, M.; NAEEM, S.; INCHAUSTI, P.; BENGTSSON, J.; GRIME, J.; HECTOR, A.; HOOPER, D.; HUSTON, M.; RAFFAELLI, D.; SCHMID, B.; TILMAN, D.; WARDLE, D.** 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294(5543):804-808.

**MAJERUS, M.; STRAWSON, V.; ROY, H.** 2006. The potential impacts of the arrival of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), in Britain. *Ecological Entomology* 31:207-215.

**OBRYCKI, J.; KRING, T.** 1998. Predaceous Coccinellidae in Biological Control. *Annu.Rev. Entomol.* 43:295-321.

**PELL, J.; BAVERSTOCK, J.; ROY, H.; WARE, R.; MAJERUS, M.** 2007. Intraguild predation involving *Harmonia axyridis*: a review of current knowledge and future perspectives. *BioControl* 147-168.

**PERVEZ, A.; OMKAR.** 2006. Ecology and biological control application of multicoloured Asian ladybird, *Harmonia axyridis*: A review. *BioControl Science and Technology* 16 (2):111-128.

**ROY, H.; ADRIAENS, T.; ISAAC, N.; KENIS, M.; ONKELINX, T.; SAN MARTIN, G.; BROWN, P.; HAUTIER, L.; POLAND, R.; ROY, D.; COMONT, R.; ESCHEN, R.; FROST, R.; ZINDEL, R.; VAN VLAENDEREN, J.; NEDVED, O.; PETER, H.; GREGOIRE, J.; DE BISEAU, J.; MAES, D.** 2012. Invasive alien predator causes rapid declines of native European ladybirds. *Diversity Distrib.* 18(7):717-725.

**SALA, O.; CHAPIN, F.; ARMESTO, J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L.; JACKSON, R.; KINGZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D.; MOONEY, H.; OESTERHELD, M.; POFF, L.; SYKES, M.; WALKER, B.; WALKER, M.; WALL, D.** 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287(5459):1770-1774.

**STRAUB, C.; FINKE, D.; SNYDER, W.** 2008. Are the conservation of natural enemy biodiversity and biological control compatible goals? *BioControl* 45(2):225-237.

**VAN LENTEREN, J.; BABENDREIER, D.; BIGLER, F.; BURGIO, G.; HOKKANEN, H.; KUSKE, S.; LOOMANS, A.; MENZLER-HOKKANEN, I.; VAN RIJN, P.; THOMAS, M.; TOMMASINI, M.; ZENG, Q.** 2003. Environmental risk assessment of exotic natural enemies used in inundative biological control. *BioControl* 48(1):3-38.