

Relación entre *Harmonia axyridis* y sus depredadores en Chile.

Análisis de la relación entre *Harmonia axyridis* y sus depredadores en la zona centro sur de Chile.

Analysis of the relationship of Harmonia axyridis and its predators in the south-central zone of Chile.

ROCIO ARCHILE-AGUILAR¹, MIGUEL CAMILO-HERMOSILLA¹, PAULA DIAZ-DIAZ¹, MARTIN ESCOBAR-SANTORO¹, ANDREA LAISECA-OLAVARRÍA¹ & CAMILA TORO-CAMELIO¹.

¹ Estudiantes de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Resumen

La Chinita Arlequín (*Harmonia axyridis* Pallas) es una especie que se distribuye en Chile entre las regiones de Coquimbo y el Bío-Bío, y que se encuentra catalogada como especie invasora, debido a su efectividad como depredadora. El presente estudio tiene como objetivo comprobar si existe una relación entre la presencia de *H. axyridis* y la presencia de las especies que la depredan, para esto se utilizaron los datos encontrados en la plataforma de ciencia ciudadana *iNaturalist* para las regiones en las que se distribuye *H. axyridis* la Chinita. A partir de estos se realizó una correlación que permitiera hacer un análisis estadístico respecto a esta relación. Luego de realizar una prueba de hipótesis se obtiene de los resultados que existe una asociación significativa entre ambas variables, esto se complementa con el cálculo del coeficiente de correlación lineal de Pearson, que indica que la relación entre ambas es fuerte y directamente proporcional. Se destaca además que las mayores concentraciones de avistamientos para estas especies ocurren en las regiones con mayor densidad de población. Es importante ampliar la base de datos existente para *H. axyridis* y sus depredadores en Chile, pues, por su calidad de invasora y su rápida expansión territorial, presentan variados impactos negativos.

Palabras claves: *Harmonia axyridis*, *iNaturalist*, depredadores, correlación.

Abstract

Harmonia axyridis Pallas is a species that is distributed in Chile from Coquimbo to the Bío-Bío region, and it's classified as an invasive species because of its effectiveness as a predator. The present study has as objective to verify the relationship between the presence of *H. axyridis* and the presence of species that prey on it, for this the data used is from the citizen science's platform *iNaturalist* for the distribution of *H. axyridis*, from this a correlation was made for the statistical analysis of the relationship. Then the hypothesis test's results show that there is a significant association between both variables, this is complemented with the calculation of the Pearson correlation coefficient, which indicates that the relationship between the two variables is strong and directly proportional. Also, it distinguishes the most concentration of these species is in the cities with the most human density. Is important to amplify the existing database for *H. axyridis* and its predators in Chile because the quality of invasive species and the quickness of territorial expansion produces negative impacts.

Key words: *Harmonia axyridis*, *iNaturalist*, predators, correlation.

Comentado [1]: ¿pero qué implicancia tiene este resultado? eso es lo importante

Relación entre *Harmonia axyridis* y sus depredadores en Chile.

Introducción

Harmonia axyridis (Pallas, 1977), comúnmente conocida como Chinita Arlequín, es una especie perteneciente a la familia *Coccinellidae* que “es originaria del sur de Siberia hasta la costa Pacífica, incluyendo Japón y Corea, y hasta el sur de China” (Grez & Zaviezo 2010). Esta es una especie depredadora de áfidos, por lo cual ha sido introducida para controlar plagas de estos en muchos países, expandiéndose fuera de su rango nativo hasta continentes como Europa, América y África (Brown et al 2011). Si bien fue introducida con fines de control de plagas, en muchos países se ha adaptado, transformándose en una especie invasora (Grez et al 2016). Esto se debe al gran tamaño en comparación a otras especies de su familia, a su amplia dieta y a su efectividad como depredadora (Grez et al 2016). Estas capacidades de adaptación y su dispersión han provocado que cause muchos impactos de gran importancia en los ecosistemas, lo cual se ve reflejado en lo mencionado por Grez y Zaviezo (en el año 2010). “Si bien esta especie es muy eficiente en el control biológico de plagas de varias especies de áfidos, ella también causa varios problemas que superan los beneficios de este servicio ecológico” (Majerus et al. 2006).

En el caso de Chile, poblaciones de *H. axyridis* se observaron por primera vez en la historia el año 1998 en la Región de Valparaíso, no obstante 12 años después se registra el primer avistamiento de la Chinita Arlequín en la ciudad de Santiago, el cual marca el comienzo de la masificación de esta especie invasora en Chile, logrando así

asentarse también en regiones del norte y sur del país, todo en un periodo de 7 años, poniendo en peligro la biodiversidad de *Coccinellidae* en Chile (Grez et al 2016). Parte importante del éxito de esta especie como invasora tiene que ver con su defensa contra depredadores y parásitos, presentando un reducido número de estos. Es así como, en Chile, solo se registran cuatro depredadores de *H. axyridis*: *Steatoda nobilis* (Thorell, 1875) perteneciente a la clase Arachnida y 3 tipos de insectos los cuales son *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) del orden Hemiptera, *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) del orden Neuroptera y *Dinocampus coccinellae* (Schränk, 1802) del orden Hymenoptera (Ceryngier 2017).

Considerando que el control de las especies invasoras constituye un elemento fundamental para la conservación de la biodiversidad y que en el caso de *H. axyridis*, su éxito como invasora es comúnmente atribuido a su débil control por enemigos naturales (Ceryngier 2017), es que el presente estudio busca probar si existe relación entre el número de avistamientos de depredadores y el número de avistamientos de *H. axyridis* en una extensa área de estudio comprendida entre las regiones de Coquimbo y Bío-Bío - incluyendo a estas 2-.

Así se plantea como predicción, basándose en los estudios citados anteriormente, que el número de avistamientos de enemigos naturales no se relacionará con el número de avistamientos de chinita arlequín.

Materiales y Métodos

Comentado [3]: ¿por qué es relevante responder esta pregunta? ¿qué pasa si se relacionan o no relacionan? Aquí debiera estar la justificación de su estudio

Comentado [2]: evitar las citas textuales

Comentado [4]: Bien!

Relación entre *Harmonia axyridis* y sus depredadores en Chile.

Área de estudio

Se definió como áreas de estudio las regiones desde Coquimbo al Bío-Bío, encontradas en Chile. Todas estas, según la clasificación bioclimática de Luebert y Plischoff (2006), se encuentran bajo la presencia de los Macrobioclimas Mediterráneo y Templado.

La concentración de la distribución de la especie *Harmonia axyridis* está dentro de las regiones nombradas (Grez 2013), la de *Zelus renardii* entre la región de Coquimbo y el Maule (Faundez 2015) y por último la de *Steatoda nobilis* se observó desde la RM hasta la región del Bio Bio (Taucare *et al* 2016). Debido a lo anterior, se eligen estas áreas de estudio, ya que la distribución de las especies estudiadas se describe exclusivamente entre las Regiones del Bío Bío y Coquimbo.

Metodología

En el presente estudio se realizó una ~~investigación no experimental del tipo~~ revisión bibliográfica, en donde se inició buscando información de *H. axyridis* en diferentes plataformas como “Google académico”, “Researchgate”, la “Biblioteca digital Universidad de Chile” y la página web “chinita-arlequín”. ~~y, a~~ partir de este último recurso web se pudo acceder a una gran cantidad de estudios tanto a nivel mundial como nacional sobre esta especie. A partir de estos se decidió poner el foco de la investigación en los depredadores que se han registrado en Chile para *H. axyridis*, para lo cual se realizó una búsqueda de avistamientos de las especies estudiadas a través de la plataforma *www.iNaturalist.org*, proyecto de ciencia ciudadana basada en el concepto de mapeo

e intercambio de observaciones de biodiversidad a través del mundo (Herrero 2021). En esta plataforma se buscaron las especies “*Harmonia axyridis*”, “*Steatoda Nobilis*”, “*Zelus renardii*”, “*Chrysoperla carnea*” y “*Dinocampus coccinellae*” en las áreas de estudio, la plataforma entregaba los avistamientos realizados, junto con la fecha y el lugar -georreferenciado la mayoría de las veces-. Mediante la sistematización del contenido se realizó una planilla en Excel, creando una tabla con ~~dos~~2 columnas diferenciadas: número de avistamientos de *H. axyridis* y número de avistamiento de Depredadores de cada año considerado, los cuales fueron 2018, 2019, 2020 y 2021, para cada región por separado. La tabulación de los datos en la planilla excel se realizó con el objetivo de utilizarlos para un posterior análisis estadístico.

Para poder determinar si existe una asociación entre el número de avistamientos de depredadores y *H. axyridis* se realizó una correlación ~~mediante el coeficiente de~~ correlación lineal de Pearson, para ~~lo~~ ~~cual~~ ~~este~~ se utilizó el programa *R studio*, utilizando el paquete “corrplot” para las funciones “cor.” y “cor.test”, con las cuales fue posible obtener el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson, expresado como “r”. Además, se realiza una prueba de hipótesis para determinar si la asociación que existe es significativa o no, esta se realizó con un nivel de significancia del 5% y se planteó como hipótesis nula que $p=0$ e hipótesis alternativa $p \neq 0$. El análisis de los valores obtenidos en los procedimientos anteriormente explicados se realizaron en base al libro estadístico “Estadística y

Comentado [5]: Ojo con repetir conectores

Relación entre *Harmonia axyridis* y sus depredadores en Chile.

Biometría: Ilustraciones del Uso de *InfoStat* en Problemas de Agronomía” (Balzarini *et al.* 2011).

Adicionalmente, se calculó la estadística descriptiva de cada variable estudiada a través del programa R, utilizando la librería “*tidyverse*” y se calculó la media, varianza, desviación estándar, mínimo, máximo, rango.

A partir de la plataforma iNaturalist se obtuvo que el número de avistamientos de *H. axyridis* y de las especies *Steatoda Nobilis* y *Zelus renardii*, estas últimas dos fueron consideradas como un conjunto, denominándose “Depredadores”. Cabe destacar que en las Regiones que se consideraron no se encontraron registros de las especies *Chrysoperla carnea* y *Dinocampus coccinellae*, por lo cual no fueron consideradas.

La siguiente Tabla 1 muestra los resultados obtenidos a través de la plataforma iNaturalist para las regiones consideradas en el área de estudio:

Resultados

Tabla 1. Número de avistamientos por Región
Table 1. Number of sightings by region

Región	Año	Depredadores	<i>H. axyridis</i>
Coquimbo	2018	0	2
	2019	0	0
	2020	2	1
	2021	2	3
Valparaíso	2018	0	5
	2019	3	7
	2020	5	23
	2021	9	3
R.M	2018	6	23
	2019	11	47
	2020	30	61
	2021	35	18
O'Higgins	2018	1	1
	2019	4	2
	2020	7	2
	2021	0	2
Maule	2018	1	3
	2019	4	5

Comentado [6]: esto habría quedado mejor en Apéndice y una figura en resultados para ver la distribución de los datos y la correlación lineal

Relación entre *Harmonia axyridis* y sus depredadores en Chile.

Ñuble	2020	6	7
	2021	11	3
	2018	0	2
	2019	0	4
	2020	3	2
Bío- Bío	2021	5	1
	2018	1	4
	2019	5	15
	2020	12	25
	2021	7	9

El coeficiente de correlación lineal de Pearson que se obtiene a partir de los números de avistamientos de *H. axyridis* y “Depredadores” que se presenta en la tabla 1 es $r = 0.762670$ y para la prueba de hipótesis se obtiene un $t = 2.039513$ y $p\text{-value} = 3.899\text{e-}07$.

A partir de los resultados expuestos en las Tablas 1 y 2 se evidencia que el máximo número de avistamientos de depredadores

se registró en la Región Metropolitana durante el año 2021 y el menor número de avistamientos se registró en la Región de Ñuble y Coquimbo. Por otra parte, la media de los avistamientos en todas las regiones de estudio correspondió a 6.07 con una desviación estándar de 8.31.

Tabla 2. Estadística Descriptiva para avistamientos de depredadores por año?
Table 2. Descriptive Statistics for predators' sightings.

Media	Varianza	Desviación	Mínimo	Máximo	Rango
6.07	69.1	8.31	0	35	35

A partir de los resultados expuestos en la tabla 3 se evidencia que el máximo número de avistamientos de depredadores se registró en la Región Metropolitana durante el año

2020 y el menor número de avistamientos se registró en la Región de Coquimbo. Por otra parte, la media de los avistamientos en toda la región correspondió a 10 con una desviación estándar de 14.5.

Tabla 3. Estadística Descriptiva para avistamientos de *Harmonia axyridis*.
Table 3. Descriptive Statistics for *Harmonia axyridis*'s sightings.

Media	Varianza	Desviación	Mínimo	Máximo	Rango
10	211	14.5	0	61	61

Comentado [7]: Mejor habría sido juntarla con la Tabla 2

Relación entre *Harmonia axyridis* y sus depredadores en Chile.

Discusión y Conclusiones

Con los valores obtenidos para la prueba de hipótesis, $t = 2.039513$ y $p\text{-value} = 3.899e-07$, se rechaza la hipótesis nula, lo cual indica que existe una asociación significativa entre las variables “Número de avistamientos de *H. axyridis*” y “Número de avistamientos de Depredadores”.

Con el coeficiente de correlación lineal de Pearson, $r = 0.762670$, se puede determinar que la correlación existente entre las dos variables es fuerte y directamente proporcional, lo cual no significa que una de estas variables puede predecir a la otra.

A partir de los resultados se puede inferir que la correlación positiva entre los avistamientos de chinilla y depredadores demuestra la existencia de una interacción entre estas y que posiblemente los depredadores no ejercen un fuerte control biológico sobre las poblaciones de *H. axyridis*, ya que el número de avistamientos de esta no se ve disminuido ante el incremento en el número de avistamientos de depredadores. También cabe mencionar que la mayor cantidad de avistamientos en la Región Metropolitana, tanto para *H. axyridis* como para los depredadores puede deberse a que la mayor cantidad de población en Chile reside en esa región (INE 2018), seguido de esto, se concentran los mayores números de avistamientos en las regiones que tienen mayor densidad poblacional -menor que la R. metropolitana-.

La base de datos utilizada, la cual fue obtenida a través de la plataforma *iNaturalist*, si bien, sirve como una

herramienta de aproximación a la distribución que tienen las especies en el territorio nacional, a través de los resultados obtenidos fue posible dar cuenta de que no presenta la consistencia ideal que deben tener los datos para realizar un análisis estadístico, debido a que la cantidad de avistamientos que se obtienen a partir de la plataforma son bajas, esto se observó en los resultados, obteniendo una media entre 6 y 10 avistamientos, lo cual podría no ser muy representativo de la abundancia real de las especies estudiadas, por lo tanto se asume que lo obtenido en esta investigación podría tener un alto índice de error. Lo anterior tiene explicación en que al utilizar una plataforma de ciencia ciudadana que no tiene mucha antigüedad ni masificación se obtienen datos no precisos, sin embargo, cuando esta plataforma llegue a más personas y se reporten más avistamientos, se cree que esta sería una base más representativa de la realidad, ya que actualmente no hay mucha información de las especies estudiadas, no hay censos realizados en Chile de las especies, los cuales ya deberían estar disponibles, debido a que *H. axyridis* es una especie invasora que se está expandiendo aceleradamente en el territorio nacional, causando impactos negativos a nivel ecosistémico - biodiversidad-, lo que repercute directamente en las actividades agrícolas, afectando así la economía del país (Grez *et al.* 2010).

Los impactos anteriormente descritos justifican la importancia del estudio debido a su rápida masificación en el país. Si bien, la plataforma *iNaturalist* es una herramienta

Comentado [8]: solo dos citas, pero no discuten qué implica que exista relación. Ustedes esperaban que no existiera relación y tampoco lo discuten

Comentado [10]: esto es cierto, pero ustedes no buscaban obtener la abundancia real, sino que la relación entre las especies

Comentado [11]: Exacto

Comentado [9]: esto no se puede asegurar totalmente. Es normal que ambas poblaciones estén relacionadas, ya que los depredadores están donde hay presas. Por otro lado, faltaría saber si estos depredadores son especialistas o generalistas

Relación entre *Harmonia axyridis* y sus depredadores en Chile.

útil ante la desinformación, dado su contexto actual, se concluye que no es la más adecuada para utilizarla como fuente exclusiva en una investigación.

Bibliografía

- Aguayo M, Pauchard A, Azócar G & Parra O (2009) Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX. Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. URL: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2009000300004. (Accedido el 8 de mayo de 2021).
- Balzarini M, Bruno C, Casanoves F, Córdoba M, Di Rienzo J, Robledo W & Tablada M (2015). Estadística y biometría ilustraciones del uso de Infostat en problemas de agronomía. 265 - pp. URL: https://www.researchgate.net/publication/293811237_Estadística_y_biometría_a_ilustraciones_del_uso_de_InfoStat_en_problemas_de_agronomía. (Accedido el 12 de julio del 2021).
- Brown P, Bizama G, Grez A, Roy H & Zaviezo T (2016). Rápida propagación de *Harmonia axyridis* en Chile y sus efectos en la biodiversidad local de coccinélidos. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ddi.12455>. (Accedido el 4 día de mayo del 2021).
- Brown P, Estoup A, Handley L, Jeffries D, Lombaert E & Thomas C (2011). La propagación global de *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae): distribución, dispersión y rutas de invasión. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-011-9379-1>. (Accedido el día 4 de mayo del 2021).
- Cayul I (2013). Difusión del fenómeno *Harmonia axyridis* en Chile y recopilación de información sobre su distribución mediante un sitio de internet. URL: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131541/Difusion-del-fenomeno-Harmonia-axyridis-en-Chile-y-recopilacion-de-informacion-sobre-su-distribucion-mediante-un-sitio-en-internet.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (Accedido el 9 de julio del 2021).
- Ceryngier P, Grez A, Healewaters D, Nedved O, Roy H, Riddick E, San Martín G, Steenberg T, Vesely P, Zaviezo T & Zuñiga-Reinoso A (2017). Predators and parasitoids of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*, in its native range and invaded areas. 2 - 18 pp. URL: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/150099>. (Accedido el 2 de mayo del 2021).
- CONABIO (2016). Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México *Harmonia axyridis* Pallas, 1773. 2 - 3 pp. URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/221674/Harmonia_axyridis.pdf. (Accedido el 4 de mayo del 2021).
- Eduardo F (2015). La chinche asesina *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) (Heteroptera: Reduviidae) en Chile: Comentarios después de 15 años de su llegada al país. URL: https://www.researchgate.net/publication/293811237_Estadística_y_biometría_a_ilustraciones_del_uso_de_InfoStat_en_problemas_de_agronomía

Relación entre *Harmonia axyridis* y sus depredadores en Chile.

- ation/288668378 La chinche asesina Z elus renardii Kolenati 1856 Heteropter a Reduviidae en Chile Comentarios de spues de 15 anos de su llegada al pai s#pf1. (Accedido el 9 de julio del 2021).
- Greze A & Zaviezo T (2010). *Harmonia axyridis* (Pallas): un nuevo intruso en el país. 1 - 3 pp. URL: <https://auroradechile.uchile.cl/index.php/RT/article/view/15943/16432>. (Accedido el 3 de mayo del 2021).
- Greze A, Zaviezo T, González G & Rothmann S (2010). *Harmonia axyridis* in Chile: a new threat. 2 - 4 pp. URL: <https://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v37n3/art13.pdf>. (Accedido el 13 de julio del 2021).
- Herrero J (2021). iNaturalist Chile. URL: <https://inaturalist.mma.gob.cl/pages/inaturalist-chile>. (Accedido el 3 de mayo del 2021).
- INE (2017). Síntesis de resultados censo 2017. URL: https://www.ine.cl/docs/default-source/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-y-anuarios/2017/publicaci%C3%B3n-de-resultados/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf?sfvrsn=1b2dfb06_6. (Accedido el 13 de julio del 2021).
- Koch R & Galvan T (2008). Bad side of a good beetle: the North American experience with *Harmonia axyridis*. 1 - 3 pp. URL: https://www.researchgate.net/publication/280038783_Bad_side_of_a_good_beetle_The_North_American_experience_with_Harmonia_axyridis. (Accedido el 3 de mayo del 2021).
- Luebert F & Plischoff P (2006) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. 68-71 pp. URL: <https://books.google.cl/books?id=Q6TQdIb6bEwC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=true>. (Accedido el 2 de abril de 2021).
- Mardones D, Taucare A & Zúñiga A (2016). *Steatoda nobilis* (Araneae: Theridiidae) in South America: a new alien species for Chile. URL: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/141865/Steatoda-nobilis-Araneae-Theridiidae.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (Accedido el 9 de julio del 2021).
- Majerus M, Roy H & Strawson V (2006). The potential impacts of the arrival of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera:Coccinellidae), in Britain. 1 - 4 pp. URL: https://www.researchgate.net/publication/227740027_The_potential_impacts_of_the_arrival_of_the_harlequin_ladybird_Harmonia_axyridis_Pallas_Coleoptera_Coccinellidae_in_Britain. (Accedido el 3 de mayo del 2021).

Relación entre *Harmonia axyridis* y sus depredadores en Chile.

Introducción (1) Antecedentes, hipótesis y predicciones	Materiales y métodos (1) sitio de estudio, métodos	Resultados (1,5)	Discusión (1,5)	Formato (0.5) resumen-abstract, bibliografía	Redacción y ortografía (0.5)	Nota
---	---	---------------------	--------------------	--	------------------------------	------

0,65	0,93	1,09	0,94	0,48	0,40	5,5
------	------	------	------	------	------	-----