



**Fundación para la  
Innovación Agraria**

**Informe complementario de antecedentes del proyecto:**

**“Estudio para el apoyo al manejo productivo  
mediante el control biológico de plagas a través de  
murciélagos insectívoros para una agricultura más  
sostenible y adaptada al Cambio Climático en el  
Centro-Sur de Chile” (PYT-2017-0188).**



**UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA**

— UNIVERSIDAD —  
**ACREDITADA**  
**TODAS LAS ÁREAS**  
**5 AÑOS** DESDE NOVIEMBRE **2013** HASTA NOVIEMBRE **2018**

**Chile**  
Comisión Nacional  
de Acreditación



LABORATORIO DE  
**ECOLOGÍA DEL  
PAISAJE FORESTAL**  
LEPFOR - UFRO



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



### Informe complementario de antecedentes del proyecto:

**“Estudio para el apoyo al manejo productivo mediante el control biológico de plagas a través de murciélagos insectívoros para una agricultura más sostenible y adaptada al Cambio Climático en el Centro-Sur de Chile” (PYT-2017-0188).**

El presente informe complementario pretende aportar mayores antecedentes que fueron planteados por parte de FIA en su carta Ref.: Iniciativa PYT-2017-0188, fechada el 15 de Marzo de 2017.

#### ***Catastro de murciélagos***

Los estudios más recientes publicados (Rodríguez-San Pedro et al. 2016) han revelado que en Chile actualmente se identifican 13 especies de murciélagos de 4 familias diferentes (Tabla 1). Sin embargo, es el grupo de mamíferos menos estudiado en Chile, a pesar de encontrarse protegido por la legislación chilena.

Especie	Distribución	Hábitat	Dieta
<i>Desmodus rotundus</i>	Desde Arica y Parinacota (19°S) hasta Valparaíso (33°S)	Matorral desértico, bosque espinoso, esclerófilo y caducifolio	Hematófaga
<i>Platalina genovensium</i>	Sólo presente en Arica y Parinacota (18°S)	Desierto absoluto y bosque espinoso	Nectarívora y frugívora
<i>Amorphochilus schnablii</i>	Sólo presente en Arica y Parinacota (18°S)	Matorral desértico, bosque espinoso, desierto absoluto	Insectívora



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



<i>Mormopterus kalinowskii</i>	Desde Arica y Parinacota (18°S) hasta Tarapacá (20°S)	Desierto absoluto, matorral desértico y espinoso	Insectívora
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Desde Arica y Parinacota (18°S) hasta Aysen (45°S)	Desierto, matorral, bosque esclerófilo, caducifolio y laurifolio. Plantaciones forestales y agrícolas. Zonas urbanas	Insectívora
<i>Histiopus macrotus</i>	Desde Arica y Parinacota (18°S) hasta BioBío	Matorral espinoso, bosque espinoso, caducifolio y resinoso. Plantaciones forestales y agrícolas.	Insectívora
<i>Histiopus montanus</i>	Desde Arica y Parinacota (18°S) hasta Magallanes (54°S)	Matorral, bosque espinoso, esclerófilo, caducifolio. Plantaciones forestales y agrícolas	Insectívora
<i>Histiopus magellanicus</i>	Desde Maule (35°S) hasta Magallanes (55°S)	Zonas boscosas, matorral y pastos. Plantaciones forestales y agrícolas	Insectívora
<i>Histiopus laephotis</i>	Sólo presente en Tarapacá (20°S)	Bosque espinoso y desierto absoluto	Insectívora
<i>Lasiurus varius</i>	Desde Coquimbo (31°S) hasta Magallanes (50°S)	Matorral y bosques. Plantaciones forestales y agrícolas.	Insectívora
<i>Lasiurus cinereus</i>	Desde Arica y Parinacota (18°S)	Desierto, matorral y bosques.	Insectívora

	hasta los Lagos (41°S)	Plantaciones forestales y agrícolas	
<i>Myotis atacamensis</i>	Desde Arica y Parinacota (18°S) hasta Valparaíso (32°S)	Desierto, matorral y bosque esclerófilo. Zonas agrícolas y urbanas	Insectívora
<i>Myotis chiloensis</i>	Desde Coquimbo (30°S) hasta Magallanes (55°S)	Matorral y bosques. Plantaciones forestales y agrícolas	Insectívora

Tabla 1: Listado de especies de murciélagos presente en Chile y de su ecología, hábitat y dieta.

Los estudios preliminares realizados por el equipo del Laboratorio de Ecología del Paisaje Forestal de la Universidad de La Frontera ha confirmado la presencia de las siguientes especies en la región de La Araucanía: 1) *Tadarida brasiliensis*; 2) *Histiotus montanus*; 3) *Myotis chiloensis*; 4) *Lasiurus cinereus*.



Fotografía 1: Murciélago orejón chico (*Histiotus montanus*) capturado en el predio de Rucamanque.



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación

20  
AÑOS  
DE INNOVACIÓN  
AGRARIA

FIA  
Fundación para la  
Innovación Agraria  
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Fotografía 2: Murciélago oreja de ratón del sur (*Myotis chiloensis*) capturado en el predio de Rucamanque.

Se ha realizado estudios preliminares de la actividad de los murciélagos en campos agrícolas dentro del campo experimental de Maquehue de la Universidad de La Frontera, en el marco de la tesis de magister de Recursos Naturales de Crimilda Lagos y dirigida por el Dr. Fulgencio Lisón.

Los resultados de este estudio preliminar, han mostrado que el número de pasadas por minuto en los campos de frutilla y arándanos es de 2 pasadas/minuto, que puede llegar a 5 pasadas/minuto según el mes de muestreo (Gráfico). Estos resultados preliminares muestran que los murciélagos se alimentan sobre cultivos agrícolas, por encima de otros hábitats como los bosques.



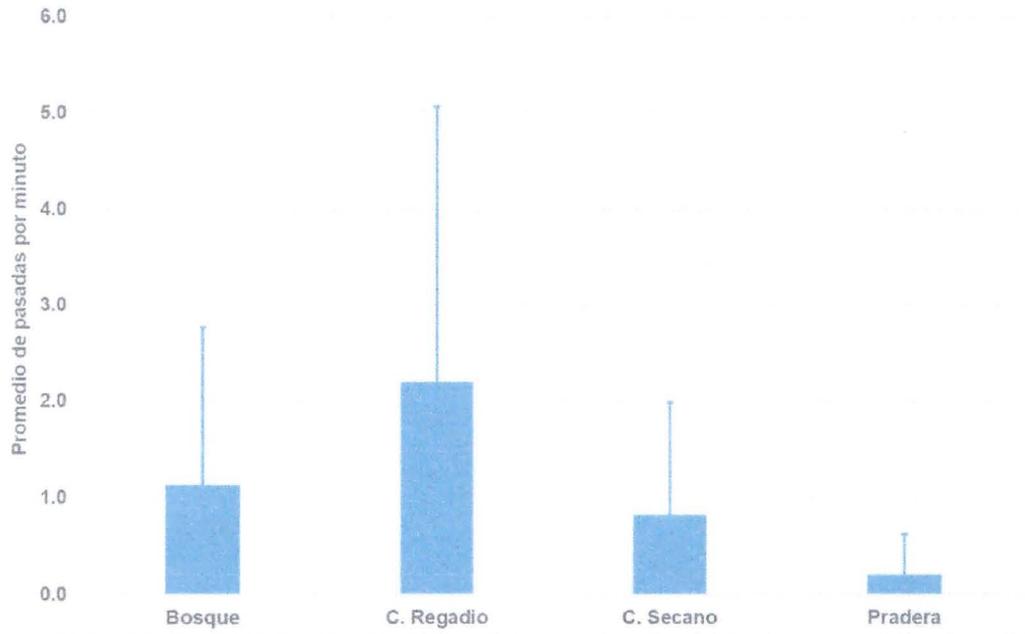
UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



Actividad de los murciélagos en el campo agrícola Maquehue



Además, en Chile se están llevando otras iniciativas donde se emplean los murciélagos para el control de plagas en campos de vides. Recientemente el Ministerio de Medio ambiente ha financiado un proyecto de evaluación del papel de los murciélagos en el control de plagas en viñedos orgánicos de Chile (Proyecto “Determinación del servicio ecosistémico de control biológico de plagas que prestan los murciélagos nativos en agroecosistemas en el área del proyecto GEF Montaña”).



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



Existen multitud de antecedentes de la importancia de los murciélagos en el control de plagas de campos agrícolas. Algunos de estos ejemplos son:

1)Boyles, J.G., Cryan, P.M., McCracken, G.F., Kunz, T.H. 2011. Economic importance of bats in agriculture. *Science* 332: 41–42

- Estimo el valor de los murciélagos para la industria agrícola entorno a los \$22.900 millones de dólares anuales.
- Control de plagas en cultivos de maíz y de algodón.

2)Braun de Torrez, E. 2014. Bats, insects and pecans: habitat use and ecosystem services of insectivorous bats in a pecan agroecosystem in central Texas. Boston University, Boston.

- Estudia la actividad de los murciélagos en cultivos de nueces de pecan en Estados Unidos.
- Establece una relación negativa entre la actividad de los murciélagos (medidas en pasadas por minuto) y la cantidad de polillas y larvas de polillas en las nueces.

3)Brown, V.A., Braun de Torrez, E., McCracken, G.F. 2015. Crop pests eaten by bats in organic pecan orchards. *Crop Protection*, 67: 66-71.

- Estudia la dieta de los murciélagos en cultivos de nueces de pecan en Estados Unidos.
- Los resultados de ADN, muestran que los murciélagos se alimentan activamente de tres plagas producidas por polillas: 1)*Acrobasis nuxvorella* (Lepidoptera: Pyralidae); 2)*Cydia caryana* (Lepidoptera: Tortricidae); 3)*Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae).

4)Librán-Embíd, F., De Coster, G., Metzger, J.P. 2017. Effects of bird and bat exclusion on coffee pest control at multiple spatial scales. *Landscape Ecology*, 32: 1907-1920.

- Estudiaron el efecto de la exclusión en la entrada de murciélagos en cafetales de Brasil.
- Aquellas parcelas donde se excluía la entrada de murciélago tenían una proporción mayor de artrópodos que las zonas donde podían entrar los murciélagos.



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



5) Lisón, F., López-Espinosa, J.A., Calvo, J.F., Jones, G. 2015. Diet of the meridional serotine *Eptesicus isabellinus* in an urban semiarid Mediterranean landscape. *Acta Chiropterologica*, 17: 371-378.

- Estudiaron la variación estacional en la dieta de un murciélago urbano en España.
- Los análisis de dieta, demostraron que la especie se alimentan particularmente durante la primavera-verano de una especie de escarabajo escarabideo (*Melonthota spp.*), cuyas larvas producen daños en cultivos de olivo y otros productos madereros.

6) López-Hoffman, L., Wiederholt, R., Sansone, C., Bagstad, K.J., Cryan, P., Diffendorfer, J.E., Goldstein, J., LaSharr, K., Loomis, J., McCracken, G., Medellín, R.A., Russell, A., Semmens, D. 2014. Market forces and technological substitutes cause fluctuations in the value of bat pest-control services for cotton. *Plos One*, 9(2): e87912

- Exploraron los efectos del control de plagas ejercido por la especie de murciélago *Tadarida brasiliensis* (presente en Chile) en las plantaciones de algodón de México.
- El estudio realizado entre 1990-2008 demostró que el uso de la toxina de *Bacillus thuringiensis* disminuyó su eficacia un 79% en los cultivos de algodón, causando pérdidas por 19.1 millones de dólares.
- Por el contrario, el servicio de control de plagas por murciélagos se mantuvo constante a lo largo de los años, sin disminuir su eficacia.

7) Maine, J., Boyles, J.G. 2016. Bats initiate vital agroecological interactions in corn. *PNAS*, 112: 12438-12443.

- Estudiaron como afectaba la exclusión de la entrada de murciélagos en campos de maíz de Estados Unidos.
- Sus estudios demostraron que la exclusión de los murciélagos en los maizales aumentaba significativamente la presencia de la polilla del maíz (*H. zea*), aumentaba el número de larvas de la misma.
- Así mismo, la exclusión de murciélagos provocaba un aumento en el número de hongos en los maizales.



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



8) McCracken, G.F., Westbrook, J.K., Brown, V.A., Eldridge, M., Federico, P., Kunz, T.H. 2012. Bats track and exploit changes in insect pest populations. PLoS ONE 7:e43839

- Estudiaron la presencia de la polilla del maíz (*H. zea*) en la dieta del murciélago rabudo brasileño (*Tadarida brasiliensis*), presente en Chile.
- Confirmaron la presencia de la polilla del maíz en la dieta de los murciélagos y que su consumo estaba relacionado positivamente con la cantidad de polillas en el ambiente. Es decir, a mayor cantidad de polillas, los murciélagos las capturaban y se alimentaban más de ellas.

9) Puig-Montserrat, X., Torre, I., López-Baucells, A., Guerrieri, E., Monti, M.M., Ràfols-García, R., Ferrer, X., Gisbert, D., Flaquer, C. 2015. Pest control service provided by bats in Mediterranean rice paddies: linking agroecosystems structure to ecological functions. Mammalian Biology, 80: 237-245

- Estudiaron el control de plagas ejercido por una especie de murciélago (*P. pygmaeus*) sobre la polilla del arroz (*Chilo suppressalis*) en España.
- Los datos demostraron que los murciélagos se alimentaban más sobre esta especie de polilla cuando se producía los picos de actividad de la polilla.
- La actividad de los murciélagos era más elevada en aquellos campos donde había más polillas.
- La actividad de los murciélagos estaba relacionado negativamente con la presencia de larvas de la polilla en las plantas de arroz. A mayor actividad de los murciélagos, menor número de larvas.
- Se estimó un valor de 21 euros por hectárea el servicio ecosistémico proporcionado por los murciélagos.

10) Taylor, P.J., Bohmann, K., Steyn, J.N. 2013. Bats eat pest green vegetable stink bugs (*Nezara viridula*): diet analyses of seven insectivorous species of bats roosting and foraging in macadamia orchards. South Afr. Macademia Grow. Assoc. Yearb. 21: 37–43

- Estudiaron la actividad de los murciélagos en cultivos de macadamia y su relación con la presencia de plagas de este cultivo, como hemípteros (*Bathycoelia natalicola* y *Nezara spp.*) y polillas (*Cryptophlebia ombrodelta*).



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
**ACREDITADA**  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

**AChile**  
Comisión Nacional  
de Acreditación



- La actividad de los murciélagos tenía una relación significativamente positiva en los cultivos de macadamia y la presencia de plagas de insectos.

11) Toffoli, R., Ruggetti, M. 2017. Bat activity in rice paddies: Organic and conventional farms compared to unmanaged habitat. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 249: 123-129.

- Estimó la actividad de murciélagos en arrozales orgánicos y tradicionales en un área del norte de Italia.
- La actividad y riqueza de especies de murciélagos era mayor en los campos orgánicos que en los tradicionales.
- La actividad de los murciélagos estaba relacionada con el control de plagas en campos orgánicos, haciéndolos rentables y sostenibles.



### Plagas agrícolas en Chile por regiones

Las principales plagas agrícolas por zona geográficas de Chile según Klein y Waterhouse (2000) en su obra *Distribución e importancia de los artrópodos asociados a la agricultura y silvicultura en Chile*.

Tipo de cultivo	Número de especies de artrópodos plaga										
	Hemiptera	Lepidoptera	Coleoptera	Orthoptera	Thysanoptera	Diptera	Collembola	Homoptera	Hymenoptera	Dermoptera	Acari
Trigo	12	10	10	4	4	4	1	0	0	0	1
Cereales (excepto trigo)	10	8	6	5	4	1	1	1	0	0	0
Hortalizas (hojas, flores, frutos y tallos)	15	25	6	0	3	5	0	0	0	0	2
Hortalizas (bulbos, cormos, tubérculos, turiones)	9	18	5	0	2	4	0	0	0	0	2
Cucurbitáceas	9	10	2	0	2	2	0	0	0	0	3
Tomate	6	18	5	0	2	4	0	0	0	0	1
Papa	13	16	8	0	1	4	0	0	0	0	1
Maíz y sorgo	5	17	4	1	2	3	0	0	0	1	1
Leguminosas Tipo I	11	19	9	1	1	5	0	0	0	0	4
Leguminosas Tipo II y gramíneas	19	33	10	5	5	4	0	0	0	0	0
Cultivos industriales	9	19	8	1	1	0	1	0	0	0	1
Vid	16	7	6	1	5	1	0	0	1	0	5
Frutales de pepita	26	10	11	0	2	1	0	0	0	0	9
Frutales de carozo	21	11	5	0	0	0	0	0	0	0	7
Frutales menores y otros	24	15	15	0	3	3	0	0	1	0	5
Frutales de nuez	9	4	8	0	1	0	0	0	0	0	3
Frutas tropicales y subtropicales	24	6	5	0	3	1	0	0	0	0	3
Cítricos	26	2	4	1	4	1	0	0	2	0	7



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

**A**Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación

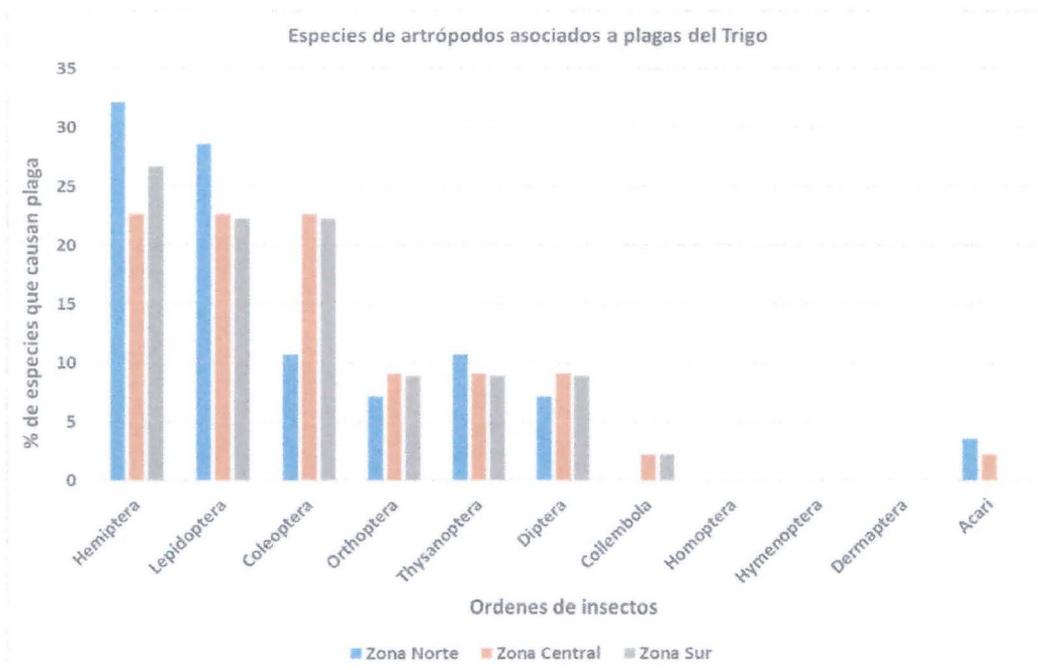
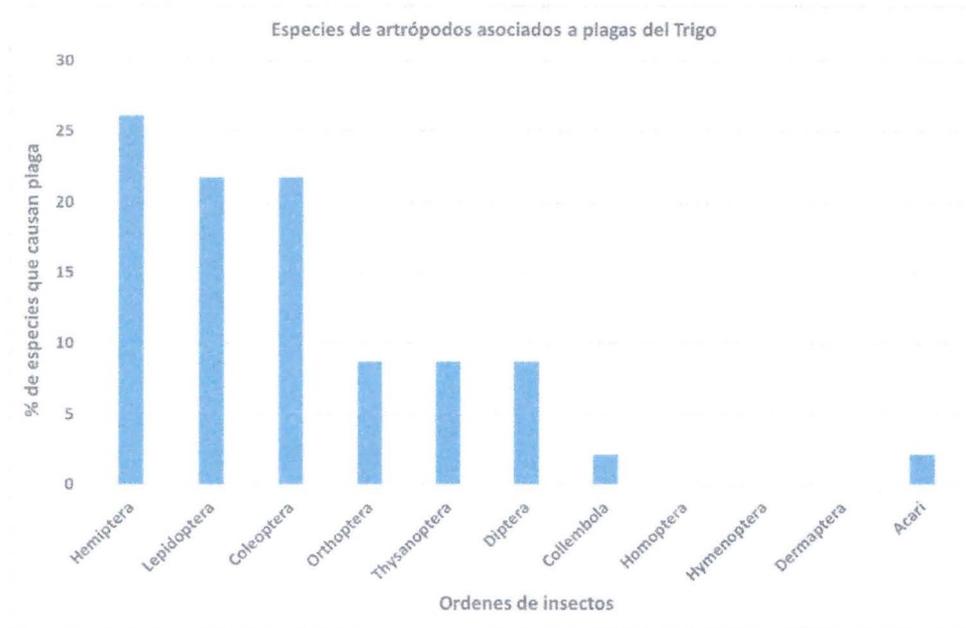


A continuación se ofrece un resumen a través de una serie de gráficos de los principales grupos de artrópodos que causan plagas en los cultivos de Chile y el número de especies de cada grupo taxonómico que las ocasionan.

También se hace un resumen según diferentes zonas de Chile: **Zona norte:** Desde Tarapaca hasta Coquimbo; **Zona Central:** Desde Valparaiso hasta Biobío; **Zona Sur:** Desde La Araucanía hasta Magallanes.



Artrópodos plaga asociados al trigo





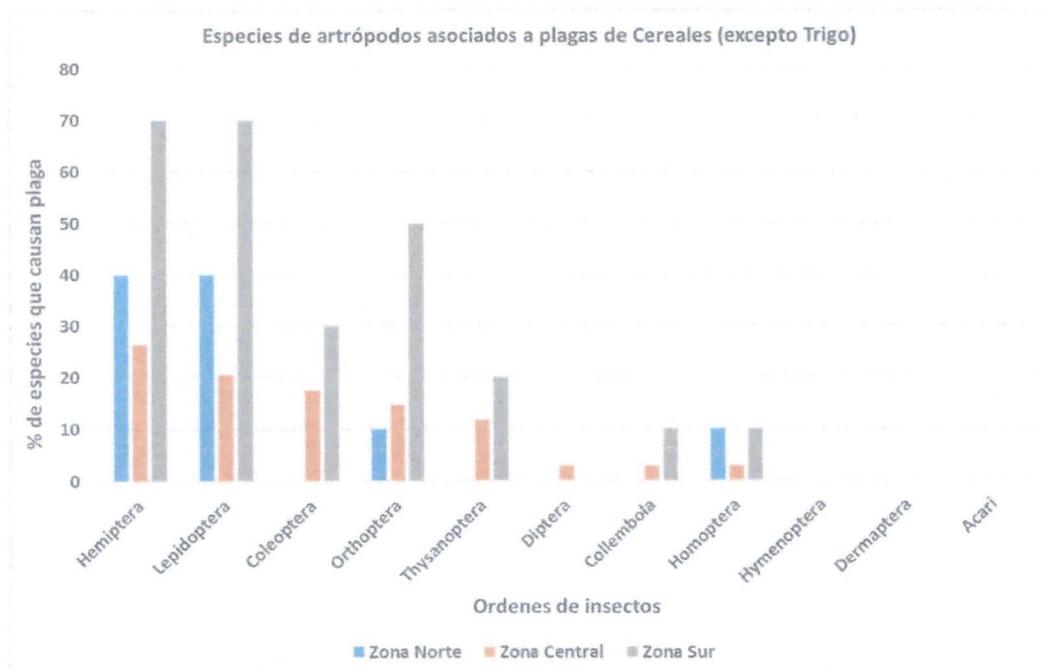
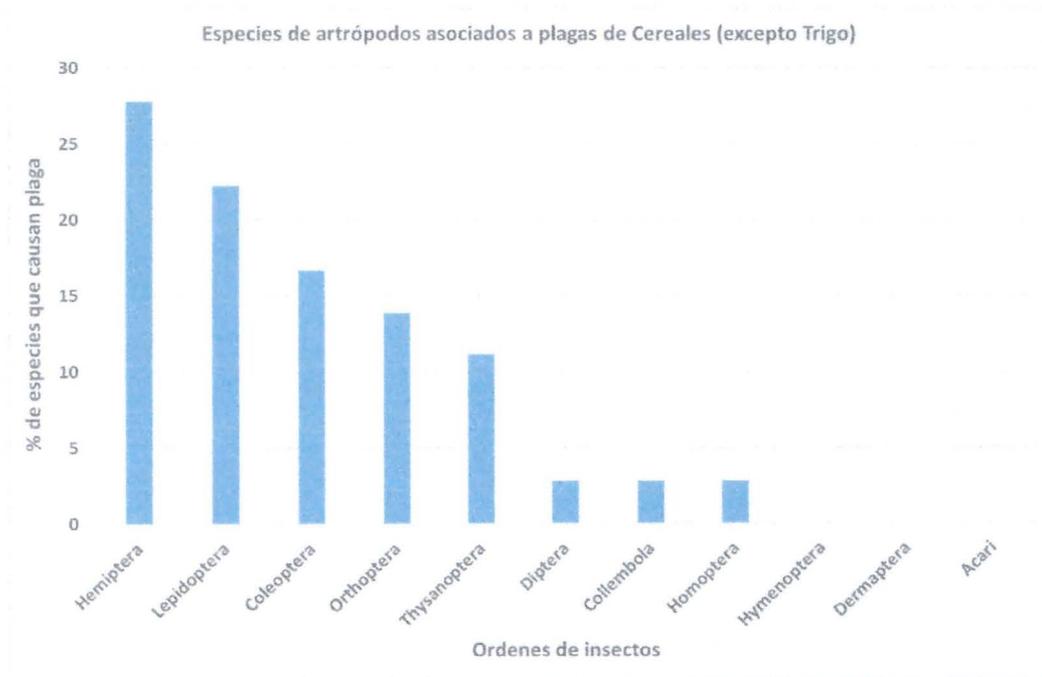
UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a cereales (excepto Trigo) como avena, cebada, quinoa, arroz y centeno.





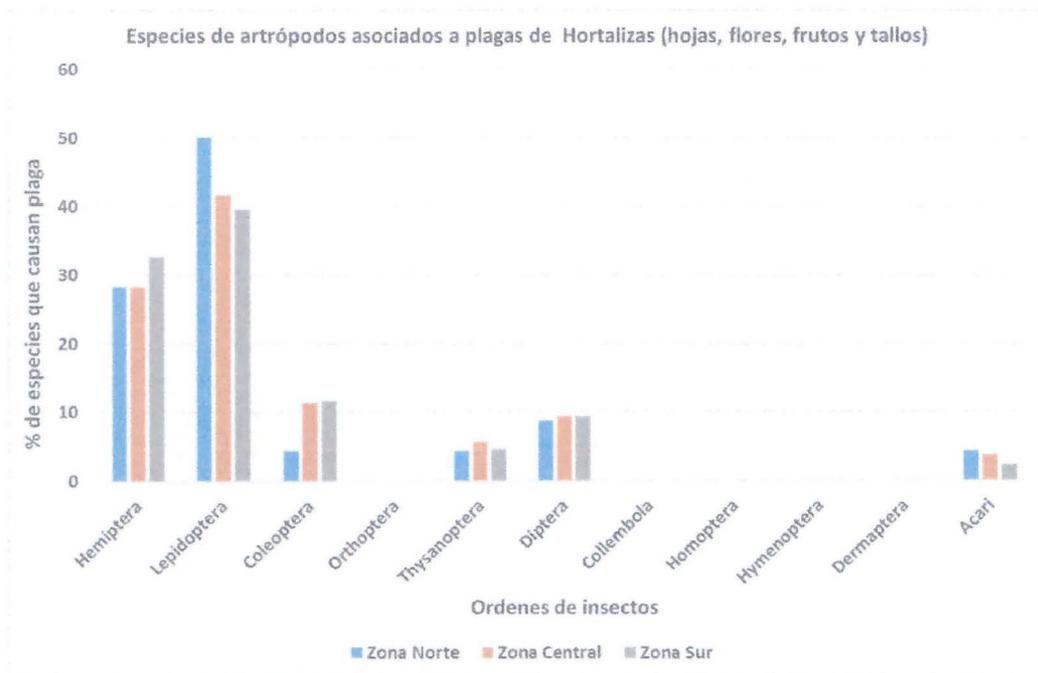
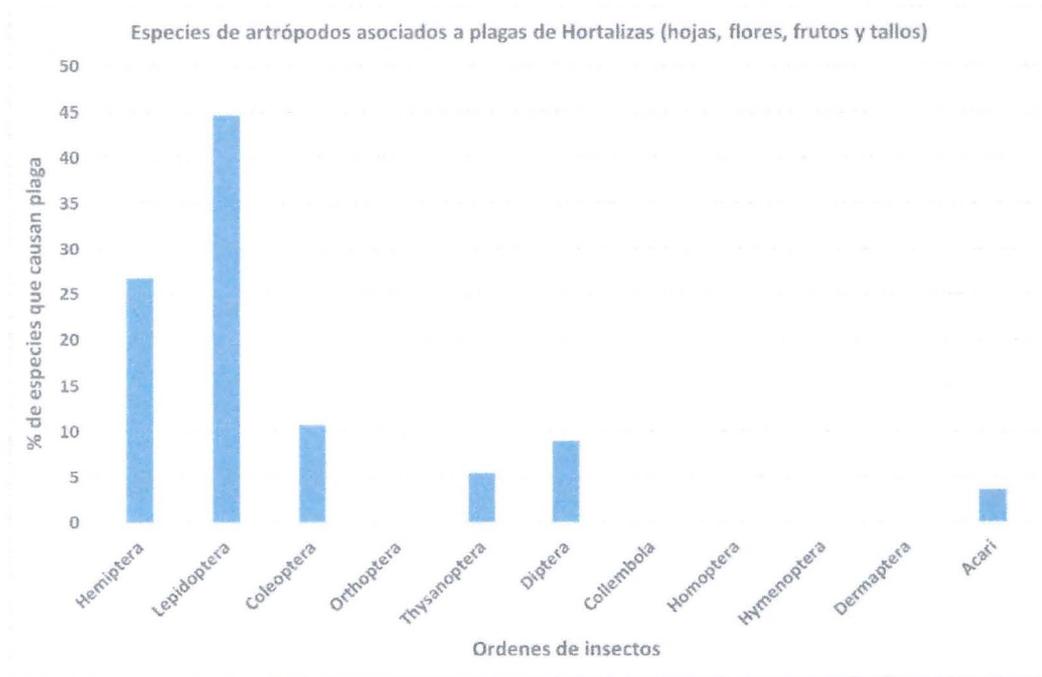
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018

Chile Comisión Nacional de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a hortalizas (hojas, flores, frutos y tallos): acelga, achicoria, ají, alcachofa, apio, berenjena, col, coliflor, espinaca, lechuga, pimentón, repollo.





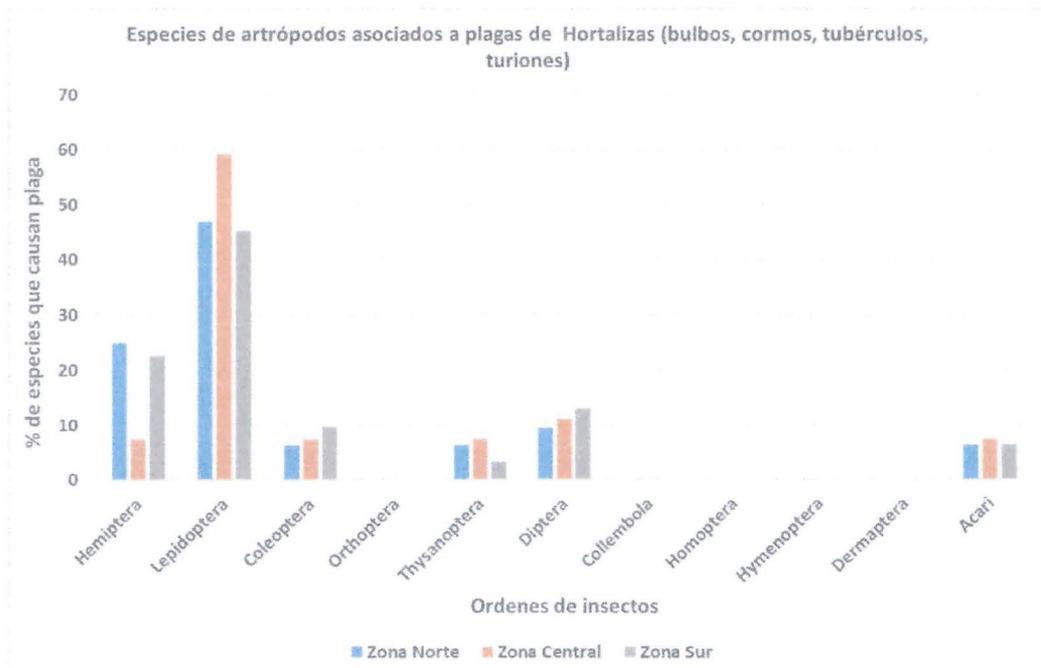
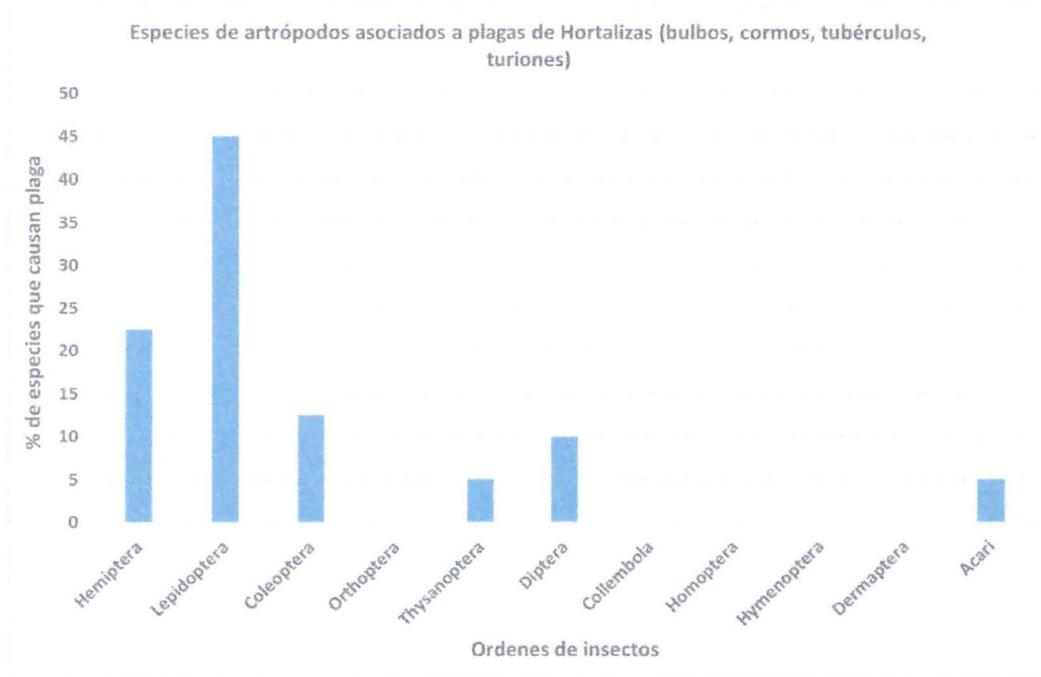
UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a hortalizas (bulbos, cormos, tubérculos, turiones): ajo, betarraga, cebolla, espárrago, rábano, zanahoria.





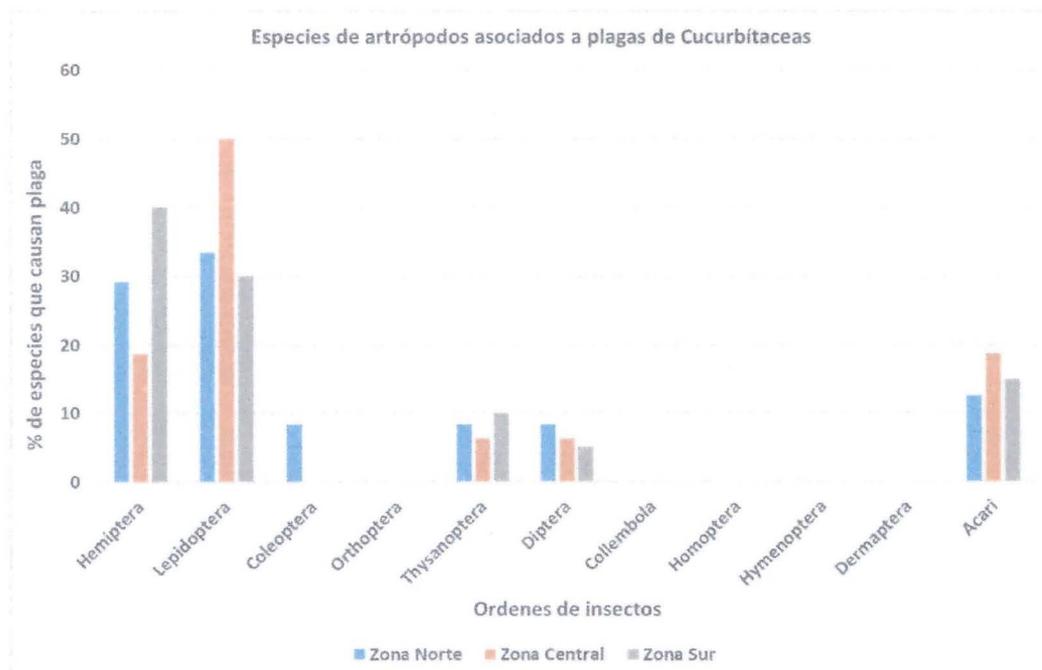
UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

MChile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a Cucurbitáceas: alcayota, melón, pepino, sandía, zapallo, zapallo italiano.





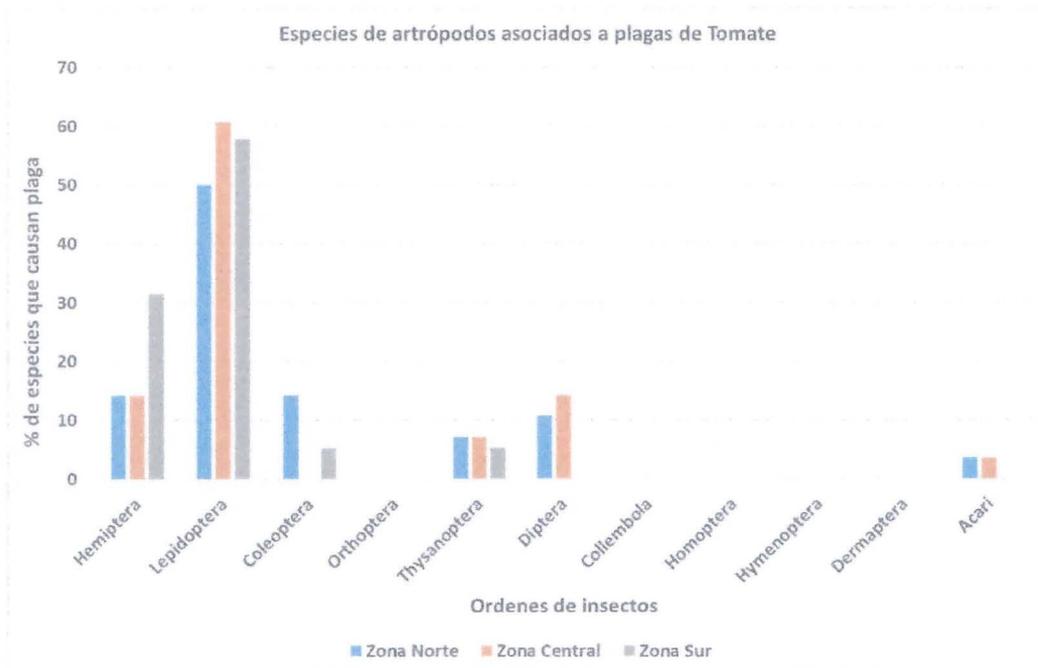
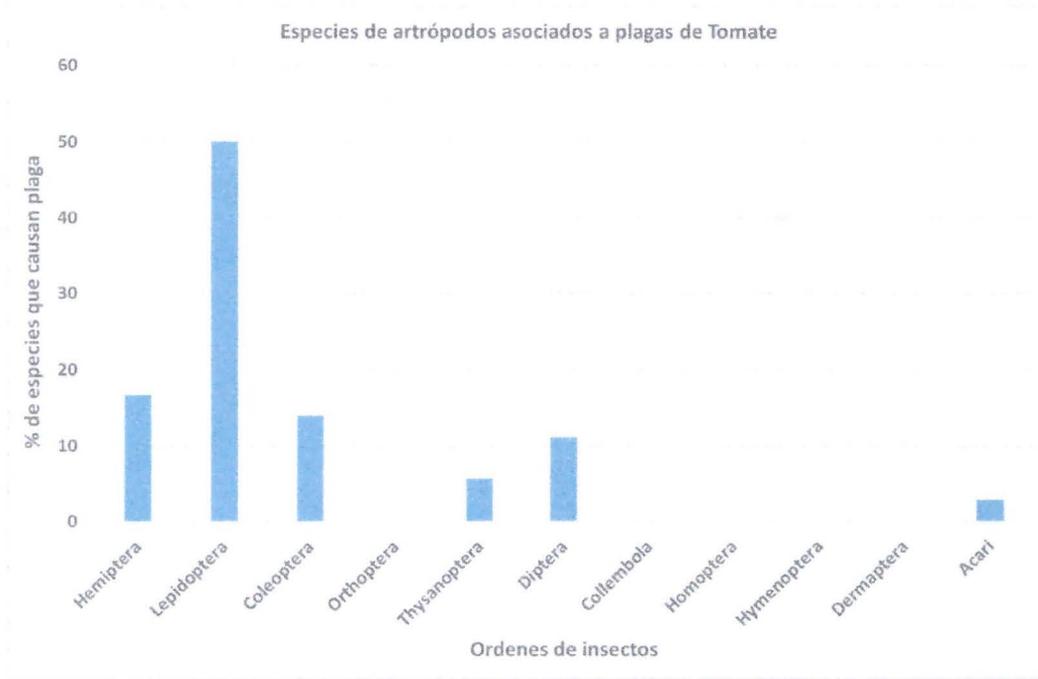
UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a tomate.





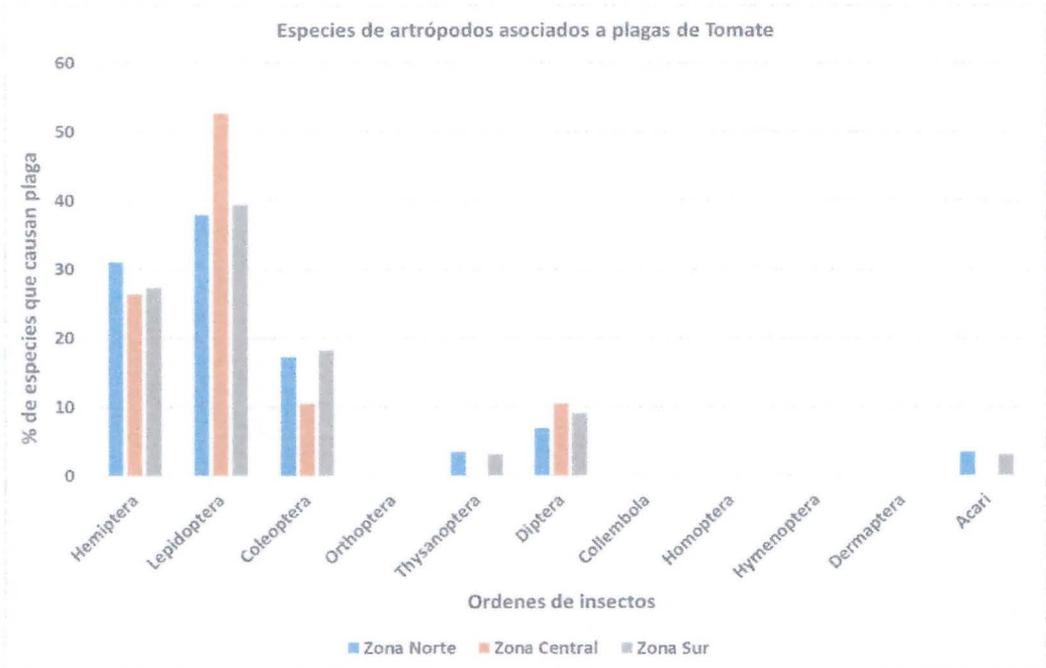
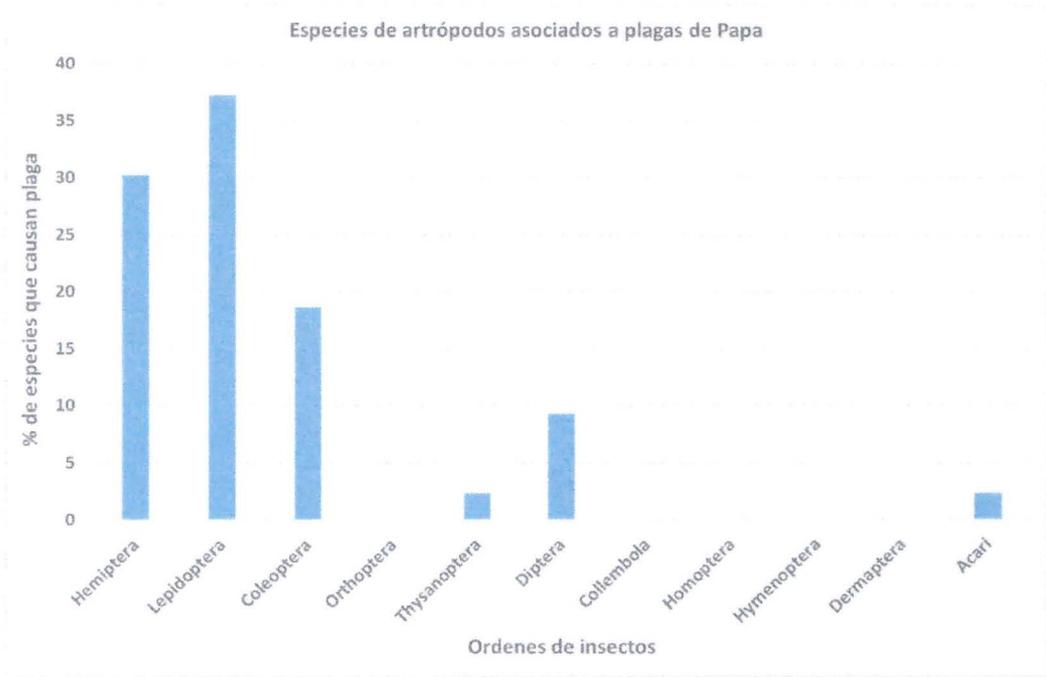
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018

Chile Comisión Nacional de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a papa





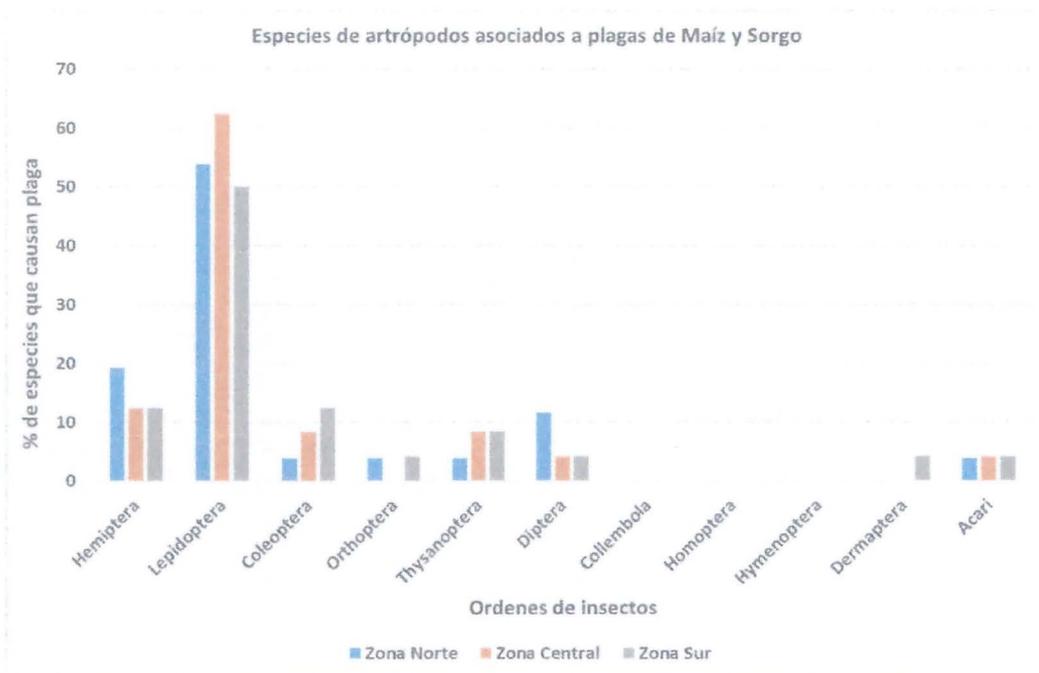
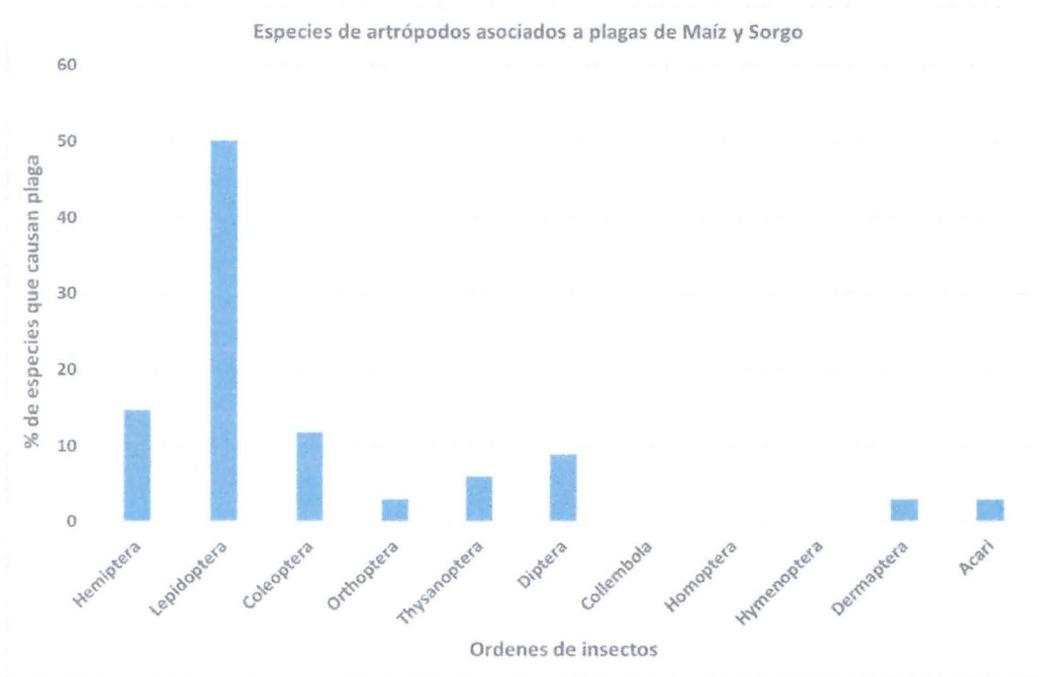
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018

Chile Comisión Nacional de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a maíz y sorgo.





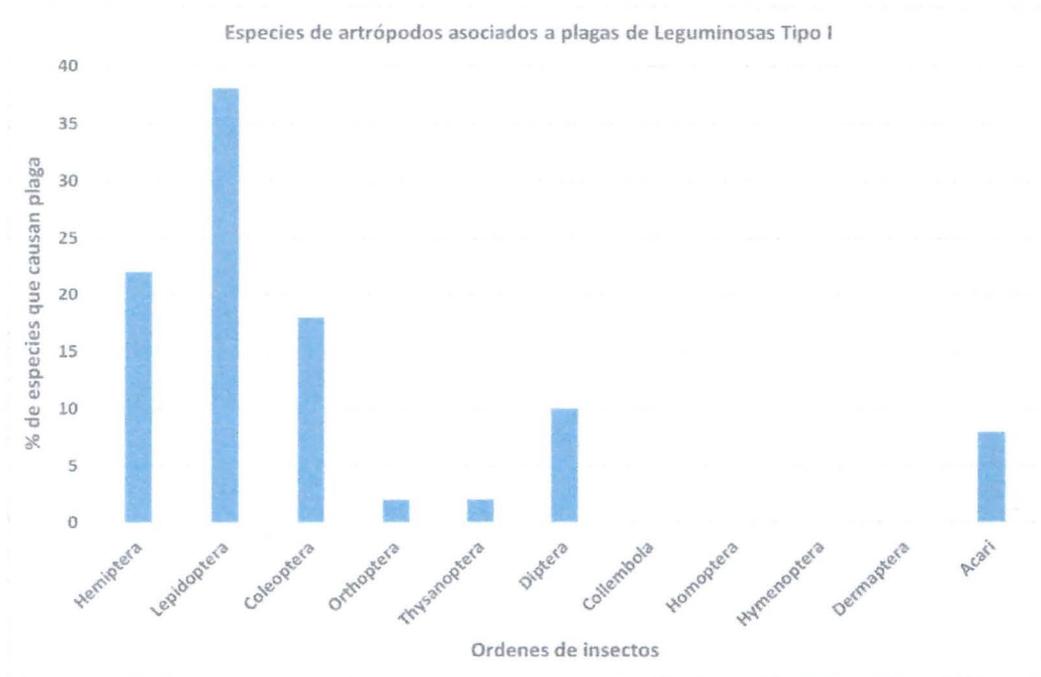
UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a leguminosas de tipo I: frejol, haba, garbanzo, lenteja, lupino, arveja, frejol pallar, maní.





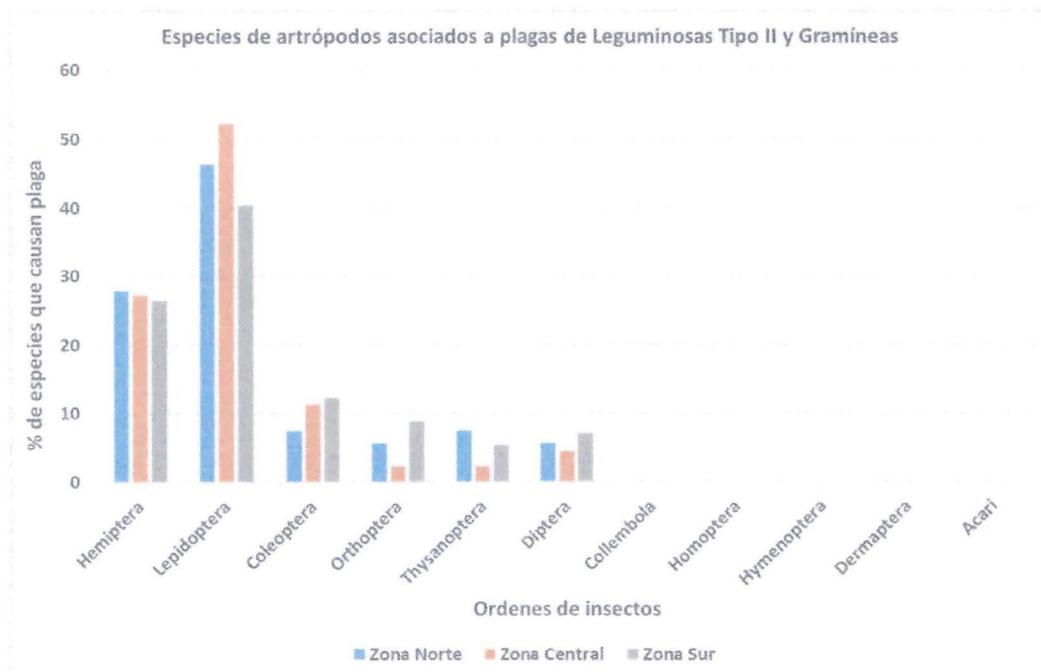
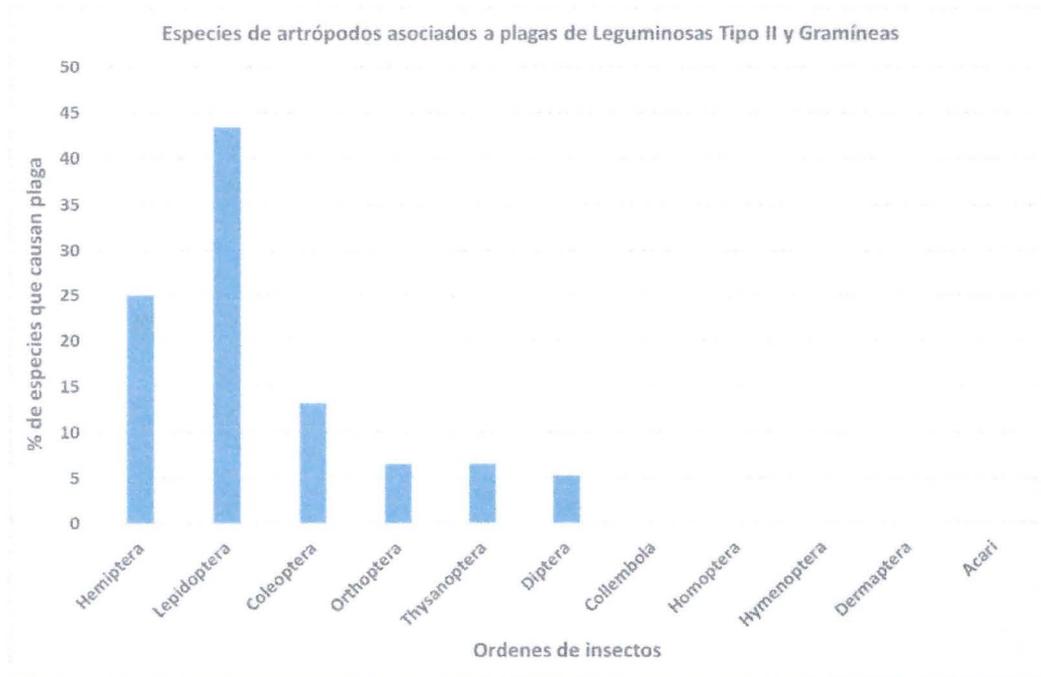
UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a leguminosas de tipo II y gramíneas: alfalfa, trébol, pasto ovillo, festuca, ballica.





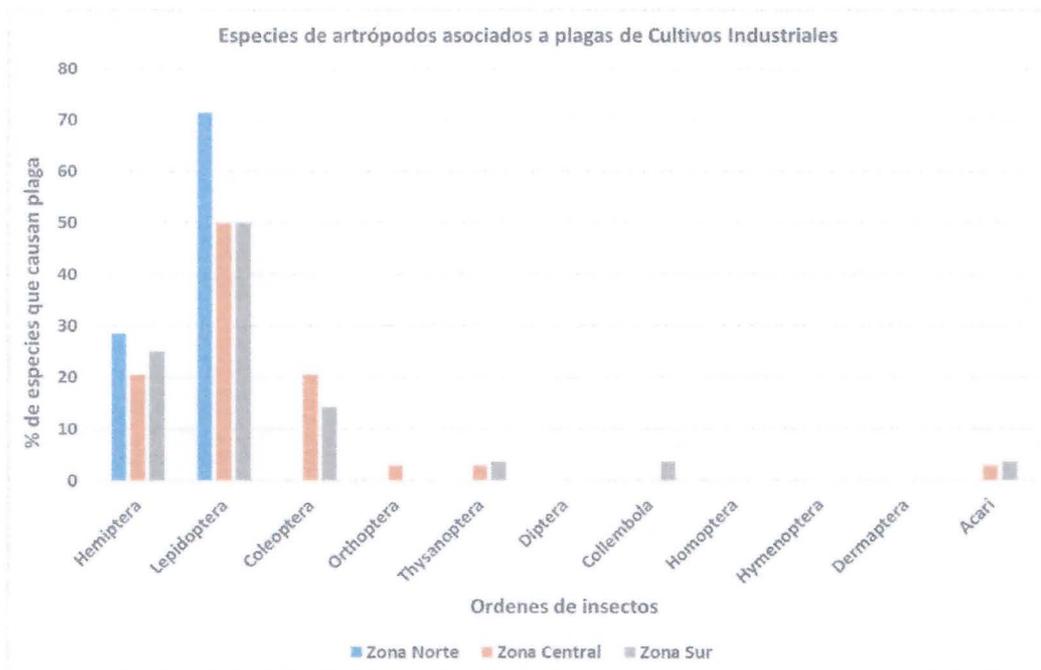
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018

MChile Comisión Nacional de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a cultivos industriales: cáñamo, lino, remolacha azucarera y tabaco.





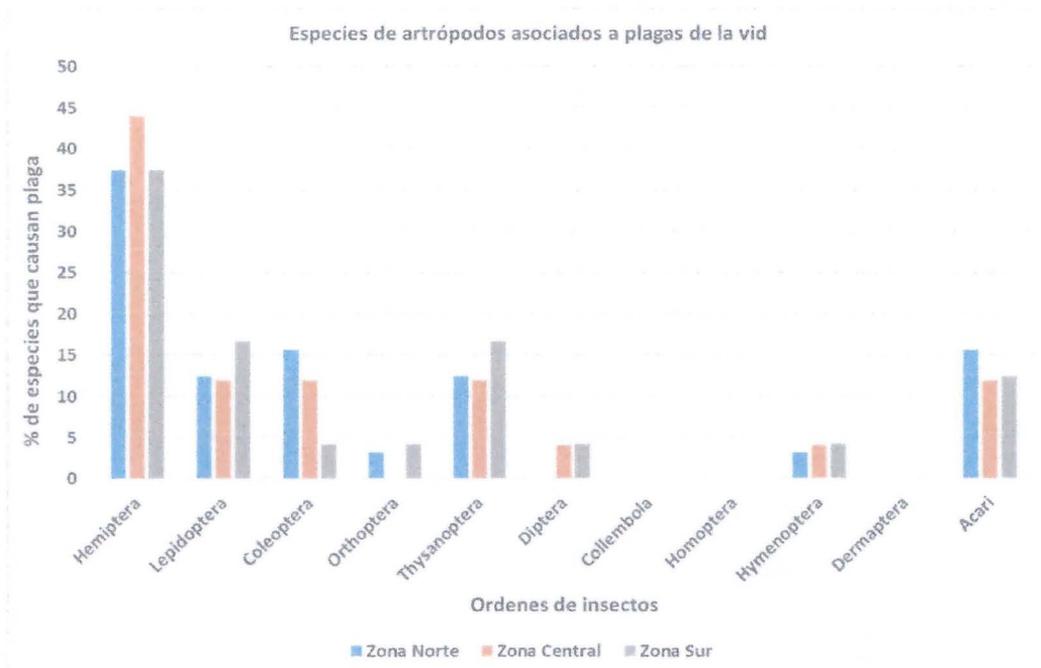
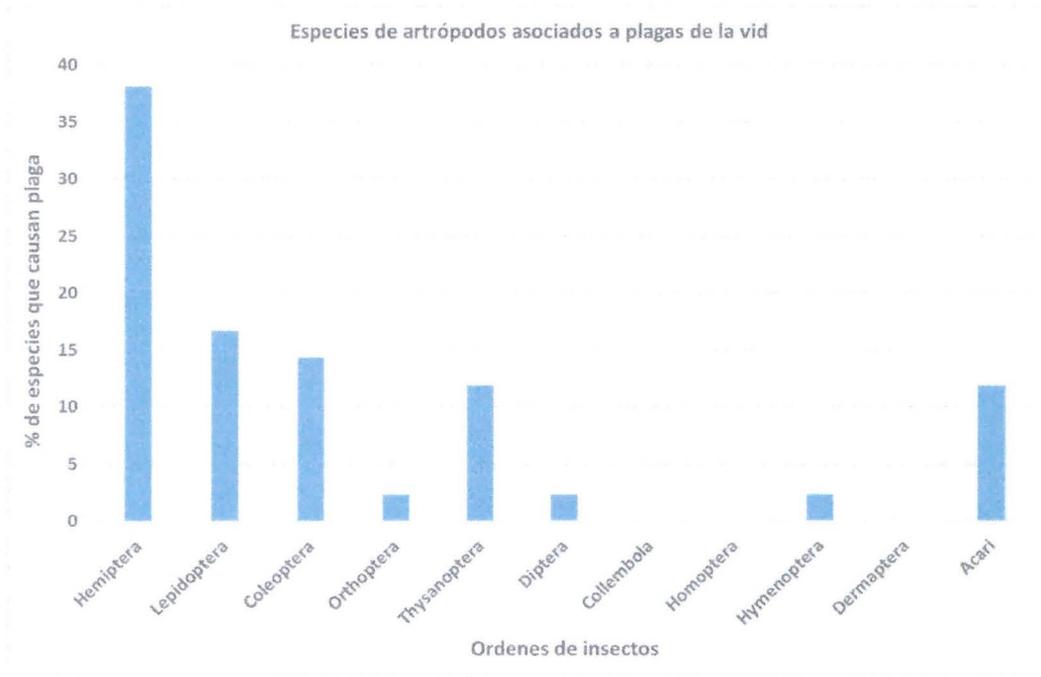
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018

Chile Comisión Nacional de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a la vid.





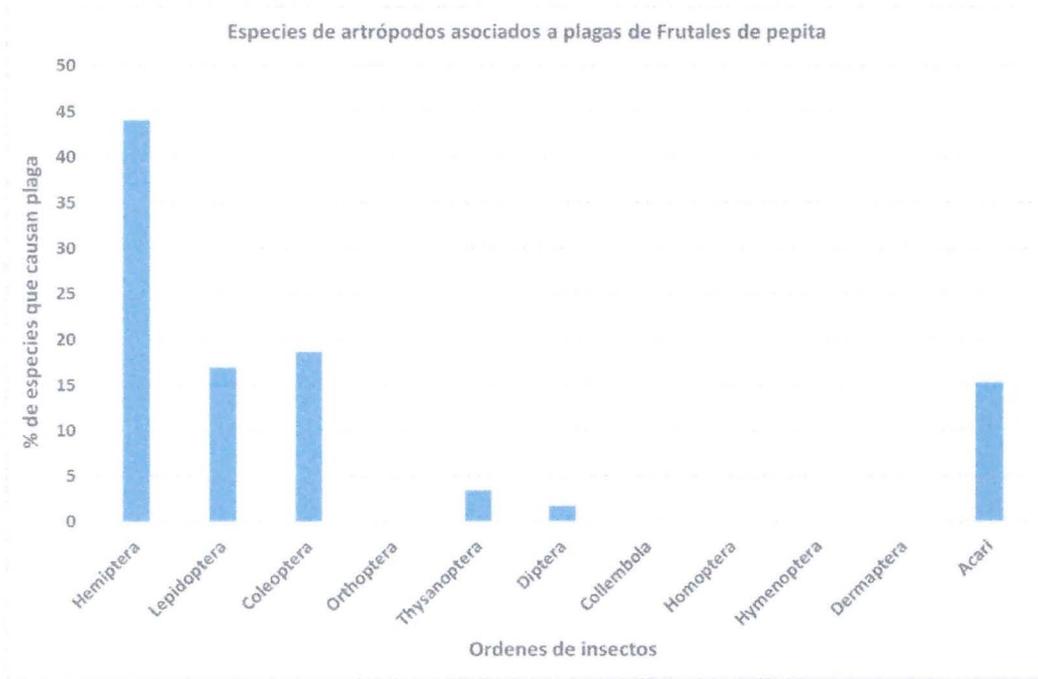
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018

Chile Comisión Nacional de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a frutales de pepita: manzano, membrillero, níspero, peral.





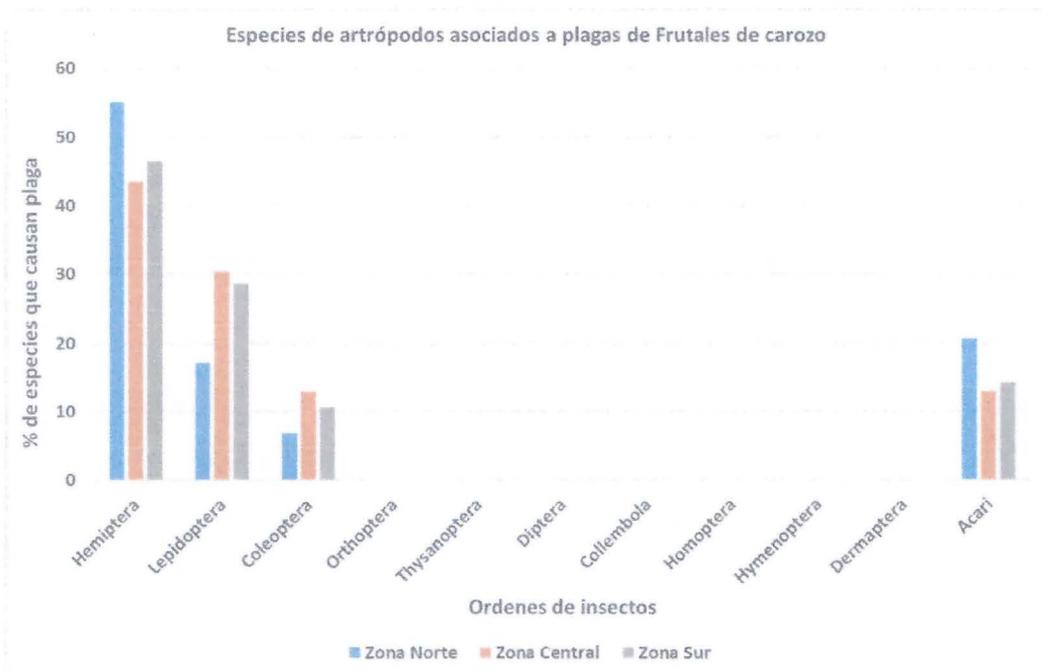
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018

MChile Comisión Nacional de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a frutales de carozo: cerezo, ciruelo japonés y europeo, damasco, duraznero, guindo.



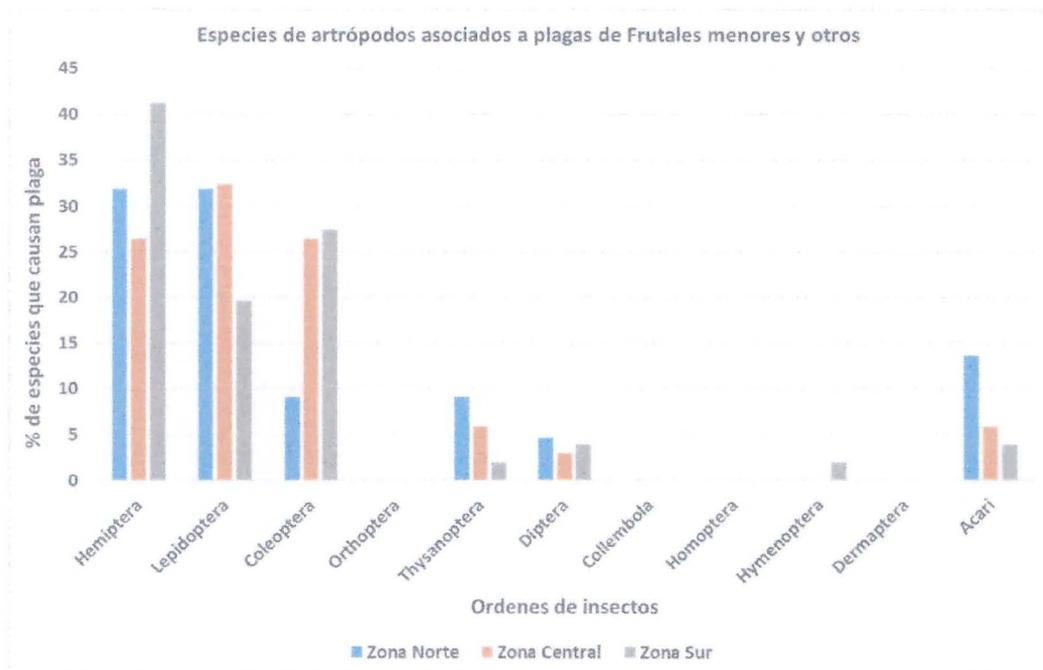
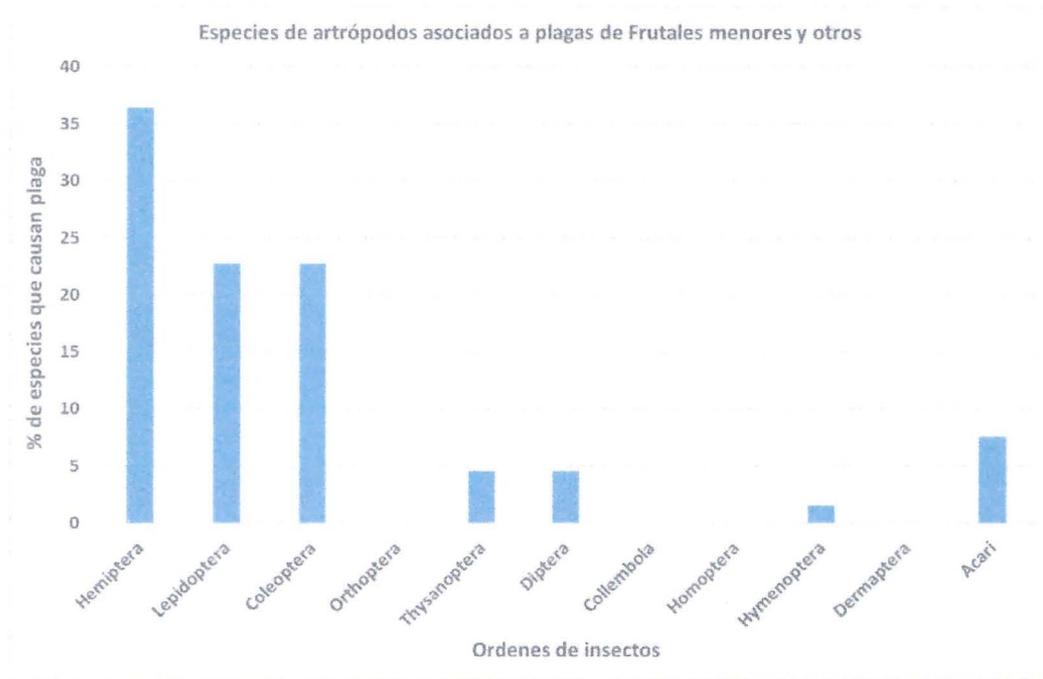


UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018



Artrópodos plaga asociados a frutales menores y otros: arándano, arándana o cranberry, frambueso, frutilla, grosellero, kiwi, higuera, mora, pepino dulce, tuna, zarparrilla.





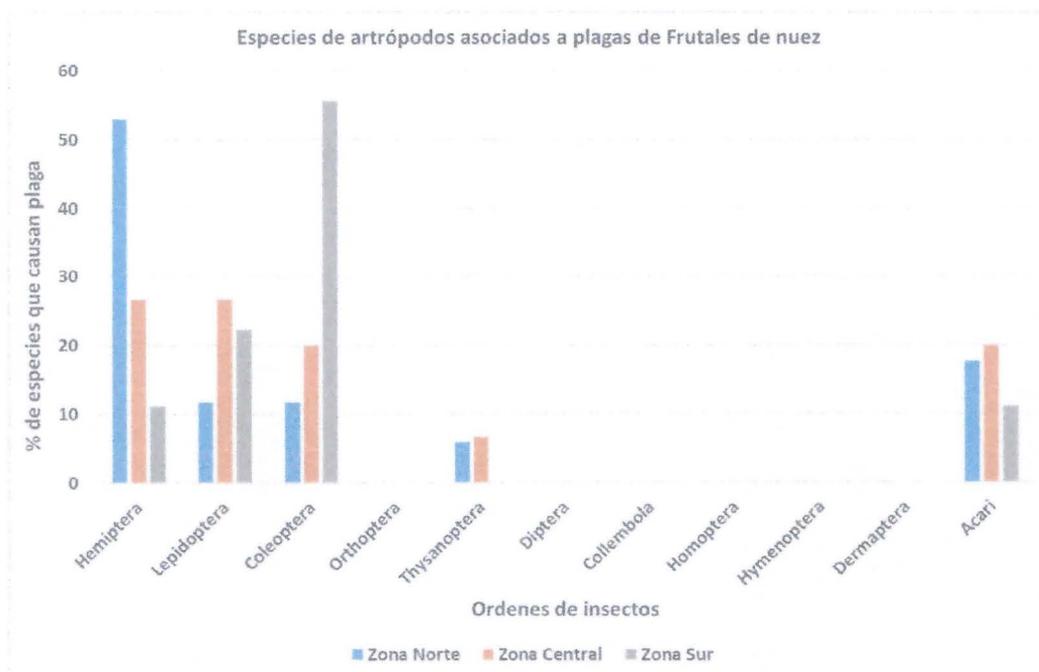
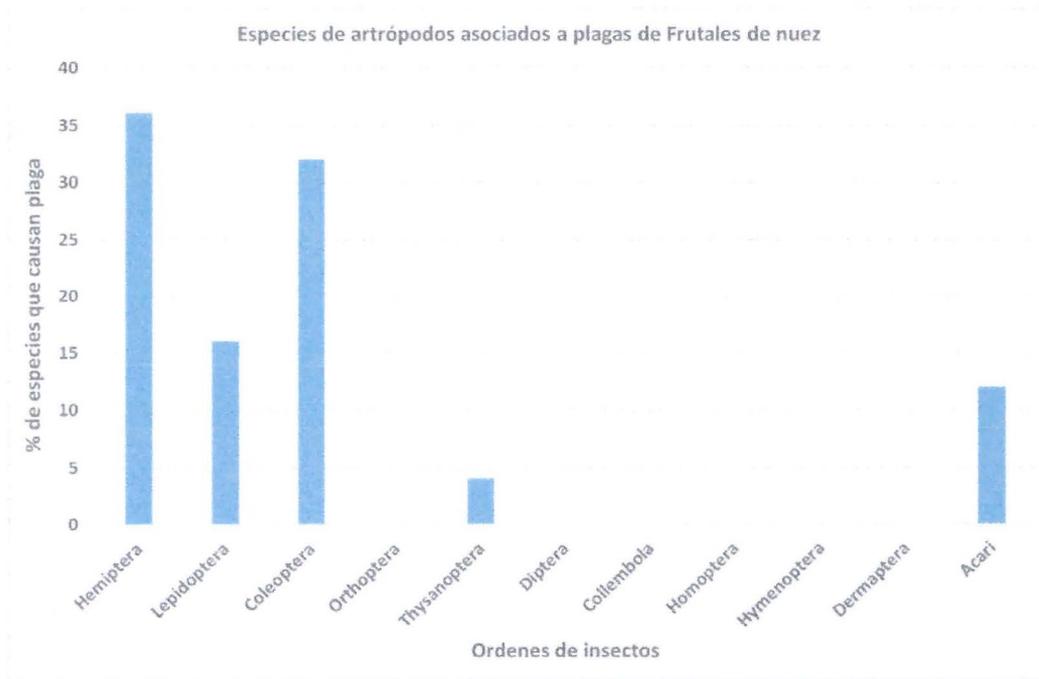
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018

Chile Comisión Nacional de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a frutales de nuez: almendro, avellano europeo, castaño y nogal.





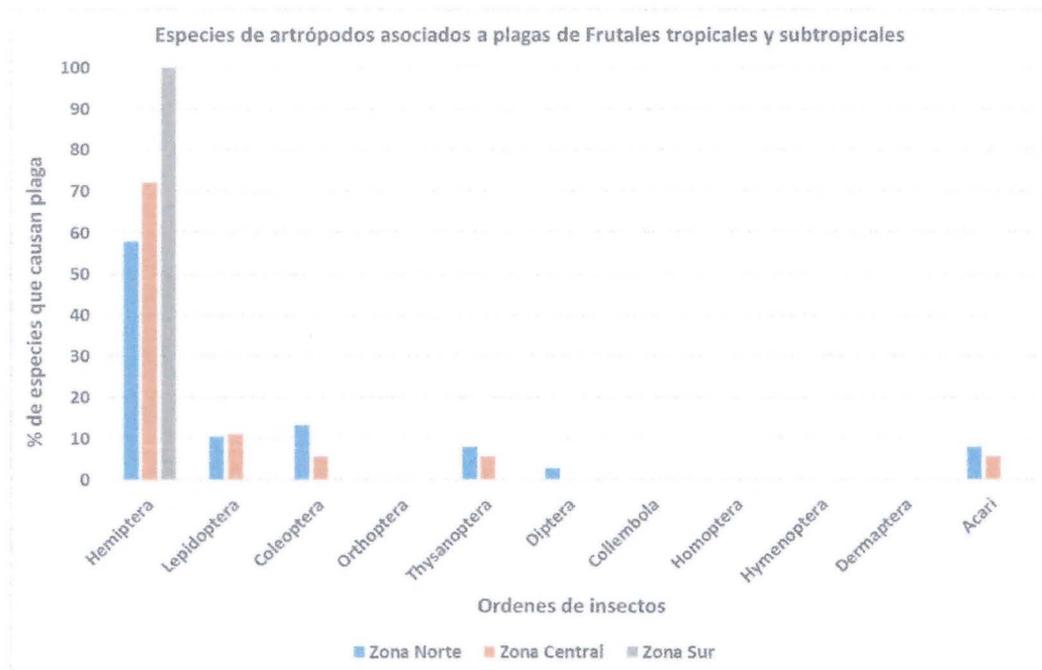
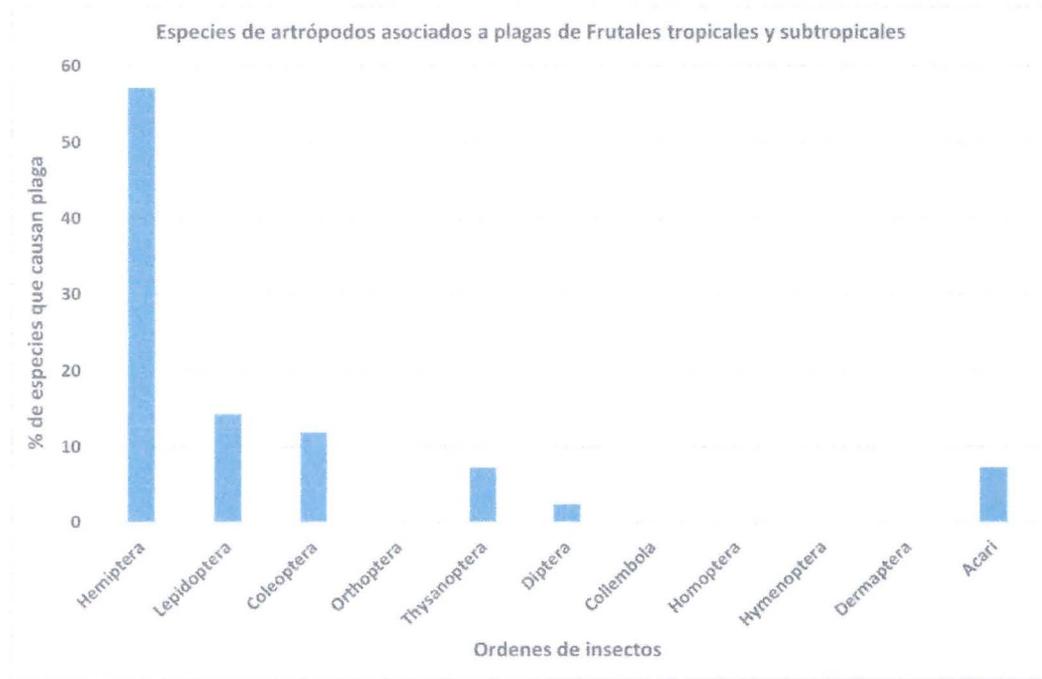
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018

Chile Comisión Nacional de Acreditación



Artrópodos plaga asociados a frutales tropicales y subtropicales: caqui, chirimoyo, granado, guayabo, lúcumo, mango, palto, papayo, piña, platanero, olivo.





UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

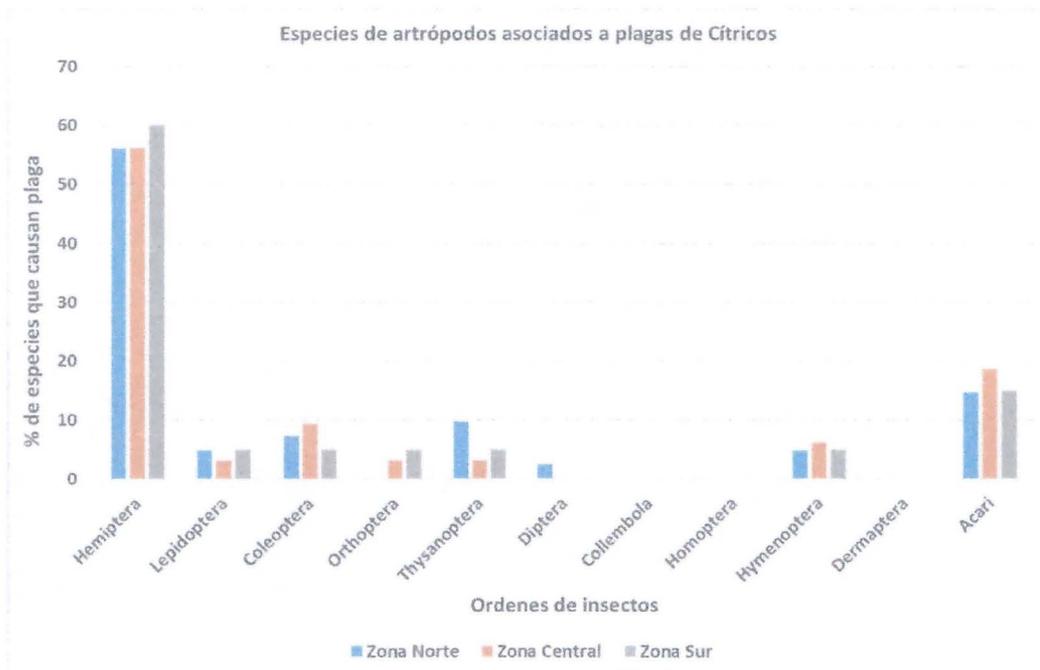
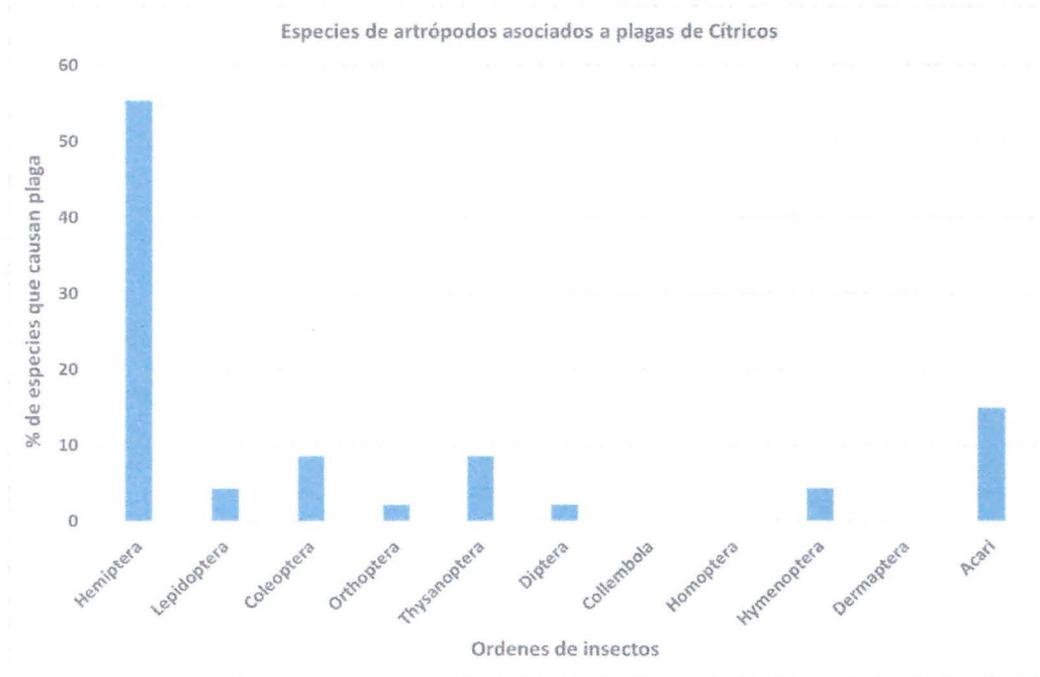
UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación

20  
AÑOS  
DE INNOVACIÓN  
AGRARIA

FIA  
Fundación para la  
Innovación Agraria

Artrópodos plaga asociados a cítricos: limoneros, mandarino, naranjo, pomelo.





UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



### Plagas que inicialmente se controlarán

Las pruebas de nuestro estudio se van a iniciar en primer lugar en campos de maíz y campos de berries.

Las plagas que se pretenden controlar son:

Cultivo	Especie	Plaga
Maíz	<i>Agrotis ipsilon</i>	Gusano cortador de las chacras
	<i>Agrotis lutescens</i>	Cuncunilla granulosa
	<i>Agrotis malefida</i>	Cuncunilla áspera
	<i>Helicoverpa zea</i>	Gusano del choclo
	<i>Heliothis sp.</i>	Gusano Elotero
	<i>Leucania impuncta</i>	Cuncunilla de las hortalizas
	<i>Peridroma saucia</i>	Cuncunilla veteada
	<i>Phyllophaga sp.</i>	Chicharra
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Gusano cogollero del sorgo y maíz
Berries	<i>Aegorhinus superciliosus</i>	Cabrillo de la frambuesa
	<i>Asynonychus cervinus</i>	Capachito de los frutales
	<i>Dalaca chiliensis</i>	Cuncunilla parda de los pastos
	<i>Dalaca pallens</i>	Cuncunilla negra del trébol
	<i>Hylamorpha elegans</i>	Pololo verde
	<i>Orgyia antiqua</i>	Gusano de los penachos
	<i>Otiorhynchus sulcatus</i>	Gorgojo de la frutilla
	<i>Peridroma saucia</i>	Cuncunilla veteada
	<i>Phytoloema hermanii</i>	Pololo café
	<i>Pseudaletia punctulata</i>	Gusano cortador de las praderas
	<i>Pseudoleucania bilitura</i>	Cuncunilla cortadora de la papa
	<i>Ribautiana tenerrima</i>	Langostino de la frambuesa
	<i>Sericoides viridis</i>	Pololo dorado



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018

Chile Comisión Nacional de Acreditación

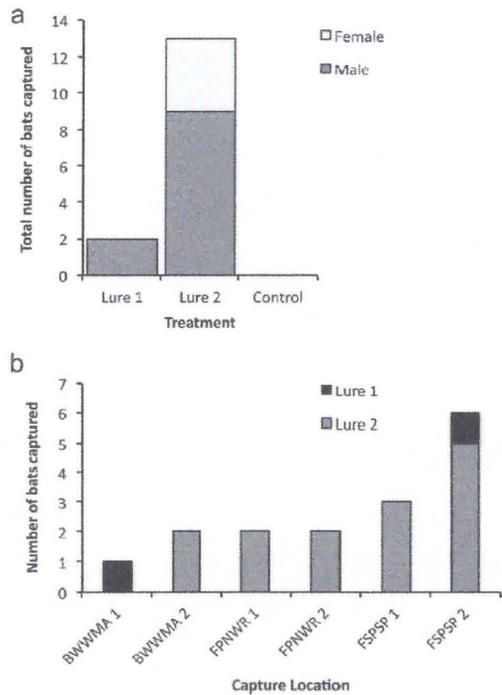


### Antecedentes del uso de señuelos para murciélagos

A continuación se ponen antecedentes de estudios científicos que evalúan la efectividad el uso de señuelos para murciélagos para atraer a estos mamíferos.

1) Braun de Torrez, E.C., Samoray, S.T., Silas, K.A., Wallrichs, M.A., Gumbert, M.W., Ober, H.K., McCleery, R.A. 2017. Acoustic lure allows for capture of a high-flying, endangered bat. Wildlife Society Bulletin, doi: 10.1002/wsb.778.

- El uso de señuelos para los murciélagos aumentaba el número de capturas de individuos de murciélagos.





UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



Brokaw, A.F. 2015. Assessing the use of social calls to attract bats to artificial roost sites. Thesis Master of Science in Biology. Faculty of Humboldt State University.

- Analiza cómo afecta los diferentes tipos de llamadas de ecolocación de los murciélagos en la aproximación de los murciélagos al micrófono.
- Los resultados muestran que aproximadamente 90 murciélagos se aproximaban a los señuelos según el tipo de llamada emitida.

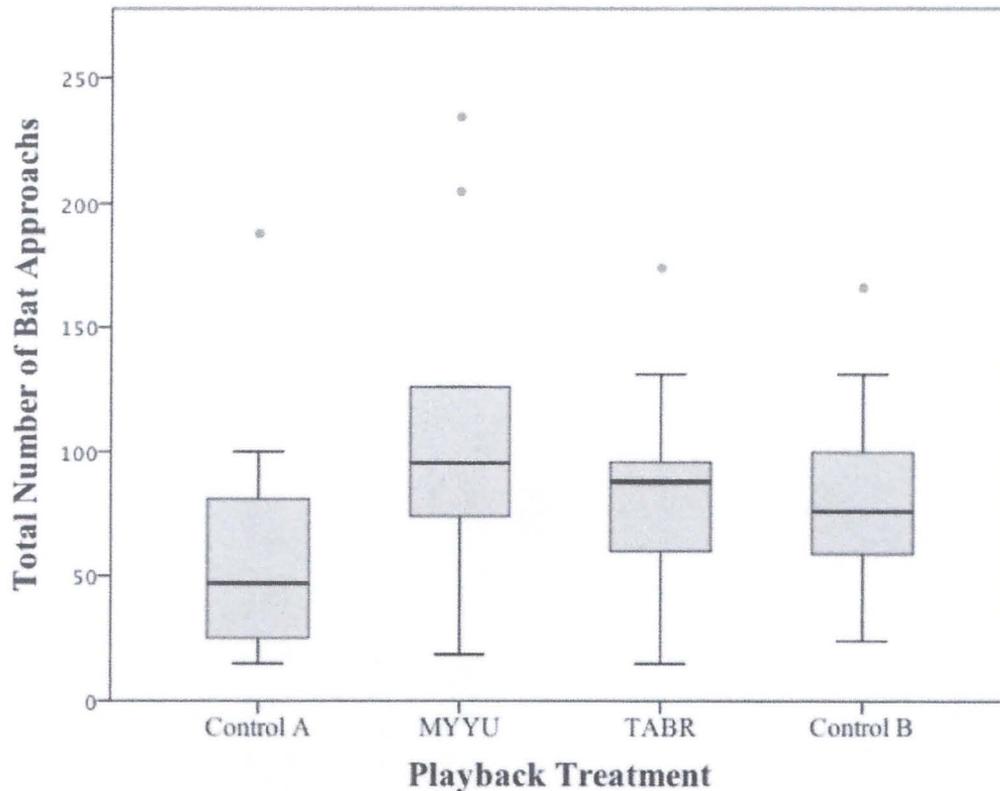


Figure 7. Number of bats approaching experimental boxes summed up over all 9 replicates, combining MYYU playback treatments. Friedman tests indicate significant differences between numbers of bats approaches across all treatments ( $Q = 9.61$ ,  $df = 3$ ,  $P = 0.02$ ,  $N = 9$ ).

Lintott, P.R., Fuentes-Montemayor, E., Goulson, D., Park, K.J. 2014. Testing the effectiveness of surveying techniques in determining bat community composition within woodland. *Wildlife Research*, 40: 675-684.

- Estudia los efectos de los señuelos acústicos en la atracción de diferentes especies de murciélagos.
- Los resultados muestran que cuando los señuelos están activos, la presencia de murciélagos es mayor.

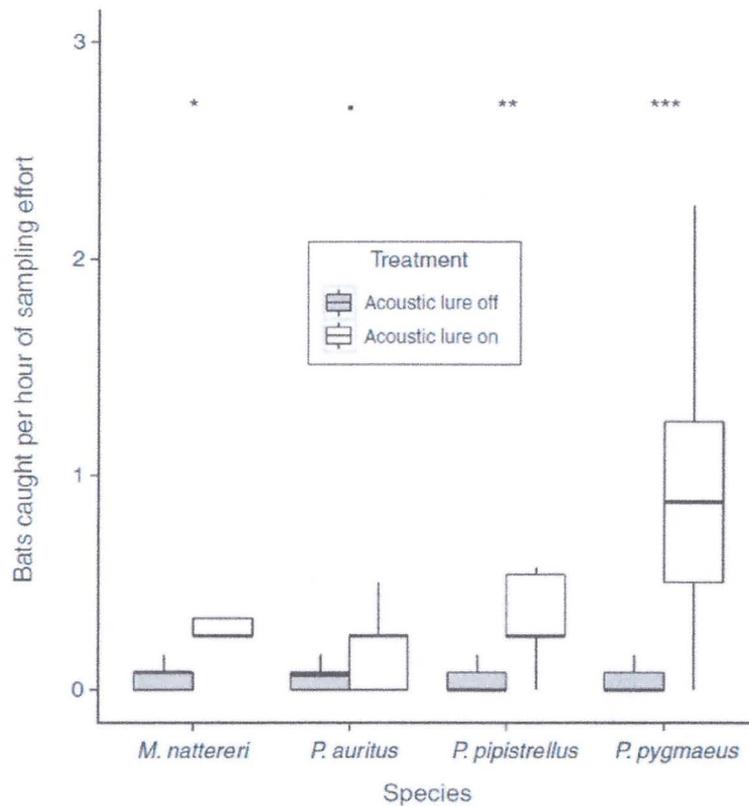


Fig. 2. Bat captures per hour for four species, with and without the lure. The upper and lower hinges correspond to the first and third quartiles, whereas the upper and lower whiskers extend to the value that is within 1.5 times of the interquartile range of the hinge (Wickham 2009). Outliers are excluded from this graph. \*\*\* $P \leq 0.001$ , \*\* $P \leq 0.01$ , \* $P \leq 0.05$ , ■  $P \leq 0.1$ .

Luo, B., Lu, G., Chen, K., Guo, D., Huang, X., Liu, Y., Feng, J. 2017. Social calls honestly signal female competitive ability in Asian particoloured bats. *Animal Behaviour*, 127: 101-108.

- Se estudia el efecto del uso de determinadas vocalizaciones para atraer a murciélagos.

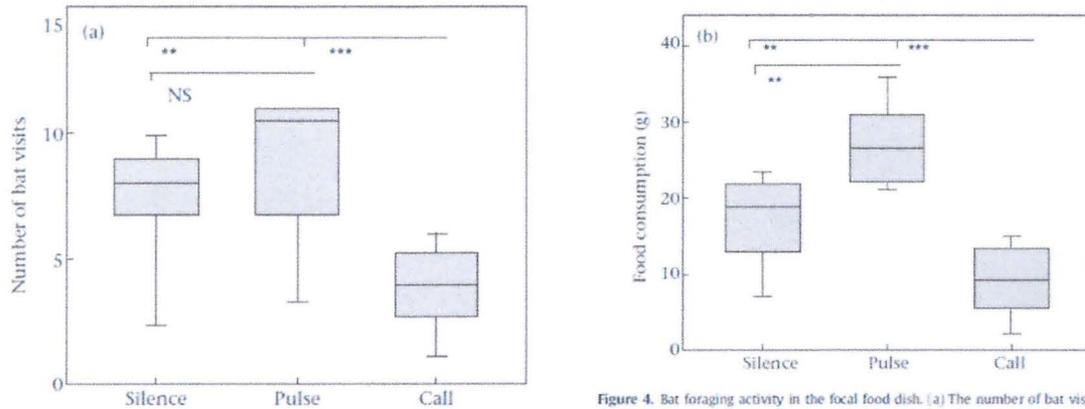


Figure 4. Bat foraging activity in the focal food dish. (a) The number of bat visits, (b) Food consumption. Silence: silent control. Pulse: echolocation pulses. Call: social calls. Statistical significance is based on post hoc Tukey's test. \*\* $P < 0.01$ ; \*\*\* $P < 0.0001$ .

Quackenbush, H., D'Acunto, L.E., Flaherty, E.A., Zollner, P.A. 2016. Testing the efficacy of an acoustic lure on bat mist-netting success in North American central hardwood forests. *Journal of Mammalogy*, 97: 1617-1622.

- Utilizaron señuelos acústicos para capturar murciélagos.
- Los resultados muestran que el uso de señuelos atraen y mejoran las capturas de especies, aunque si bien las diferentes especies tienen diferencias.

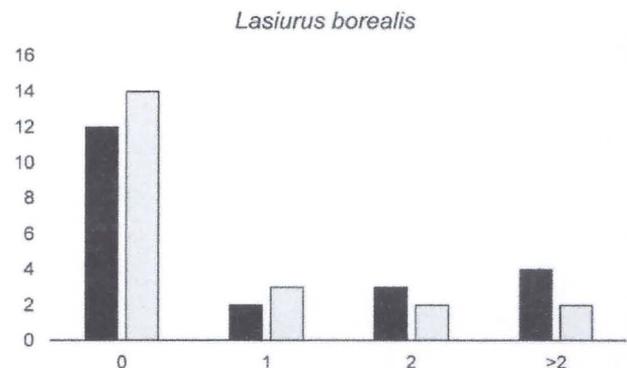
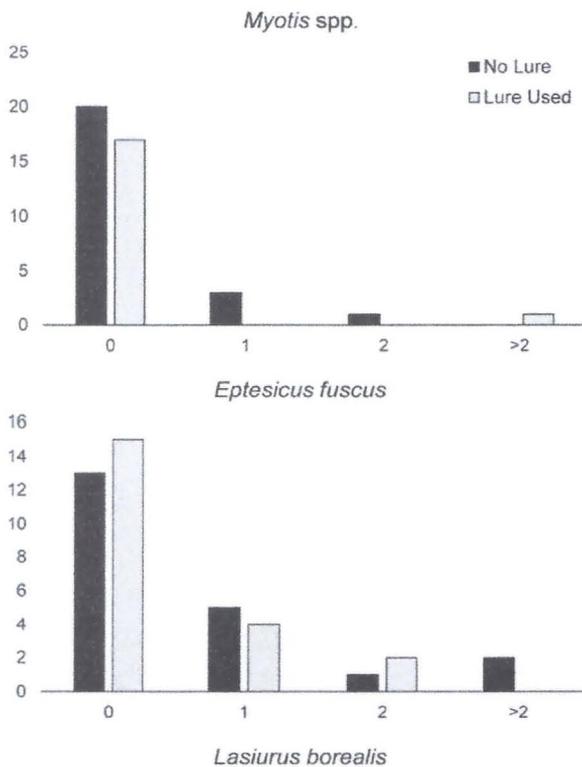


Fig. 2.—Number of net nights where 0, 1, 2, or > 2 bats were captured with and without the use of a lure during mist-net surveys in southern Indiana (May–August 2014). *Myotis* spp. include captures of *Myotis lucifugus*, *Myotis septentrionalis*, and *Myotis sodalis*.



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



**Indicar cuál y cómo sería la relación de este método de control de plagas en un contexto de MIP.**

Dentro un contexto de Manejo Integral de Plagas (MIP), el uso de los murciélagos como controladores de plagas ofrece las siguientes ventajas.

1. **Coste de mantenimiento bajo:** El desarrollo de este método de control de plagas tiene un coste muy bajo en relación con otros métodos, ya que sólo se requiere una inversión inicial en la adquisición de los señuelos y un posterior mantenimiento. Las baterías de estos aparatos pueden funcionar de forma convencional (pilas) o bien es posible desarrollar un sistema de alimentación autónomo a través de paneles solares o mini-turbinas eólicas. Estos componentes ya están muy desarrollados y están a disposición del público en multitud de opciones de bajo precio (ej. en linternas solares).

Además, los murciélagos realizan el control de plagas sin coste alguno para el propietario. Cuando se utilizan métodos como tóxicos para orugas o trampas de feromonas, el propietario debe invertir anualmente en la compra de estos productos. Sin embargo, nuestro método no requiere la compra de productos anualmente, lo que representa un considerable ahorro de costes para el agricultor. Nuestra solución es muy rentable a medio y largo plazo, ya que sólo necesita del desembolso inicial y una pequeña cantidad anual por mantenimiento o reemplazo de equipos estropeados.

2. **Método complementario a otros:** Nuestro sistema utiliza depredadores naturales nocturnos, y por lo tanto no interfiere con otros métodos de control de plagas usados por el agricultor como pueden ser toxinas para orugas o feromonas. Nuestro método ataca a la fase adulta de la plaga, y por lo tanto no interfiere con los otros métodos que atacan a la fase larvaria de la plaga. Además, nuestro método al atacar a la fase adulta (primavera-verano; Octubre-Febrero) es complementario en el tiempo con los tratamiento de toxinas o feromonas (Otoño-Invierno; Marzo-Abril).

Al atacar a la fase adulta de la plaga, nuestro método previene la puesta de huevos y el desarrollo de larvas, las cuales pueden haber causado daño a la fruta incluso aunque se hayan usado toxinas o feromonas. Esto tiene un efecto multiplicativo, ya que previene el desarrollo de larvas y por lo tanto la presencia



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
**ACREDITADA**  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

**Chile**  
Comisión Nacional  
de Acreditación



de adultos al año siguiente, rompiendo el ciclo de la especie. Pensemos que un solo adulto de polilla es capaz de poner 1.000 huevos en cada puesta.

Por otro lado, los murciélagos al ser nocturnos no interfieren con otros controladores de plagas como podrían ser los insectos diurnos o las aves.

3. Al contrario de lo que ocurre con el uso de métodos basados en las toxinas, los insectos plaga no desarrollan resistencia contra el ataque de los murciélagos, mientras que se ha visto como cada vez es menos eficaz el uso de toxinas contra las orugas.
4. Nuestro método es mucho más sostenible que otras metodologías, ya que el impacto sobre el medioambiente se produce en la fabricación de los componentes de los aparatos y en su mantenimiento. Sin embargo, a la larga nuestro equipo es más sostenible, ya que no requiere desplazamientos en automóvil para proporcionárselo al agricultor, o el mantenimiento de costosos equipos industriales para la producción química de feromonas o toxinas. Así que nuestro producto es más sostenible y ecológico.
5. Al contrario que otros tratamientos, el uso de murciélagos es mucho más versátil y flexible, ya que puede aplicarse a la práctica totalidad de cultivos y en todas las regiones, no sólo de Chile, sino de otros países. En todos los continentes, existen murciélagos insectívoros y como se observa en el listado de plagas de los diferentes cultivos, los principales causantes siempre son lepidópteros, coleópteros y hemípteros, las principales presas de los murciélagos. Los otros tratamientos son mucho más específicos.



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



AÑOS  
DE INNOVACIÓN  
AGRARIA



Fundación para la  
Innovación Agraria

### *Impacto ambiental de nuestra propuesta sobre la población natural de murciélagos y otras especies del ecosistema.*

Con respecto al impacto ambiental de nuestra propuesta sobre la población natural de murciélagos se estima que este impacto será nulo o positivo por las siguientes razones:

1. Es un sistema de atracción por señuelos que no opera de manera continua, lo que evita la habituación de las especies al sonido.
2. Las poblaciones naturales de murciélagos no verán alterada o sufrirá molestias en sus refugios. El proyecto sólo pretende que los animales se sientan atraídos por determinadas zonas.
3. Se utilizarán sonidos o grabaciones de especies de murciélagos nativas y que hayan sido grabadas previamente en la misma zona donde se realiza el ensayo. No se introducirán elementos de especies no nativas.
4. El proyecto no altera las poblaciones, ya que sólo estimula a través de sonidos el comportamiento de curiosidad o inspección que todos los mamíferos tienen.
5. El alcance de las llamadas de los señuelos es restringido, por lo que sólo se verán atraídos aquellos murciélagos que estén volando por la zona aledaña. El impacto de los señuelos es local (<5 km<sup>2</sup>).
6. El proyecto mejorará la imagen social de los murciélagos, lo que favorecerá su conservación.
7. Los aparatos emiten llamadas de ultrasonidos, las cuales son inaudibles para otras especies diferentes a los murciélagos. Además, los señuelos emitirán llamadas de especies de murciélagos nativas, por lo que en la práctica la fauna circundante escucharía algo similar a la pasada de un murciélago nativo.
8. Los aparatos están programados y sólo emiten llamadas durante 1 minuto y medio y por la noche. Por lo que no afecta a la fauna diurna del lugar.



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD  
ACREDITADA  
TODAS LAS ÁREAS  
5 AÑOS 2013 2018

Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación



### ***Análisis del impacto social que podría generar la propuesta en la población que habita el sector rural***

Durante el proyecto se está realizando un estudio social para conocer la imagen de los murciélagos en el control de plagas.

No obstante, el impacto social de la propuesta en la población se considera nulo o positivo por las siguientes razones:

1. Chile acaba de firma un acuerdo con la Unión Europea (<http://www.minagri.gob.cl/chile-y-la-union-europea-firman-historicoacuerdo-sobre-comercio-de-productos-organicos/>) que supone que los agricultores orgánicos chilenos van a contar con un nicho de exportación que alcanza el 40% del mercado mundial de productos orgánicos, con una tasa de crecimiento anual del 6% y ventas por más de US\$ 24.000 millones anuales. Esto supone un importante impulso económico para la creación de puestos de trabajo y economías en zonas rurales. Sin embargo, debido a los estándares que exige la UE, estas plantaciones necesitarán de controladores biológicos de plagas como los murciélagos.
2. El proyecto proporciona un método complementario de control de plagas de bajo costo y fácil mantenimiento a los agricultores, facilitando la conversión de sus plantaciones desde la agricultura tradicional a la orgánica.
3. La población rural no percibirá la presencia de murciélagos, ya que estos salen durante la noche y no pueden ser vistos.
4. Los aparatos emiten llamadas de ultrasonidos durante un periodo corto y al tratarse de ultrasonidos no son percibidos por las personas.
5. Los murciélagos tienen buena percepción social en mercados altamente competitivos como Estados Unidos o Europa, lo que permitiría a las poblaciones rurales el desarrollo de marcas corporativas que pueden ser incluidas en la comercialización de productos con valor añadido.
6. Estudios de percepción social de los murciélagos como controladores de plagas en agricultores de Estados Unidos muestran que la mayoría de los agricultores orgánicos perciben a las aves y los murciélagos como animales beneficiosos en el control de plagas (Kross, S.M., Ingram, K.P., Long, R.F., Niles, M.T. 2017.



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

UNIVERSIDAD ACREDITADA TODAS LAS ÁREAS 5 AÑOS 2013 2018

Chile Comisión Nacional de Acreditación



Farmer perceptions and behaviors related to wildlife and on-farm conservation actions. Conservation Letters, doi: 10.1111/conl.12364.

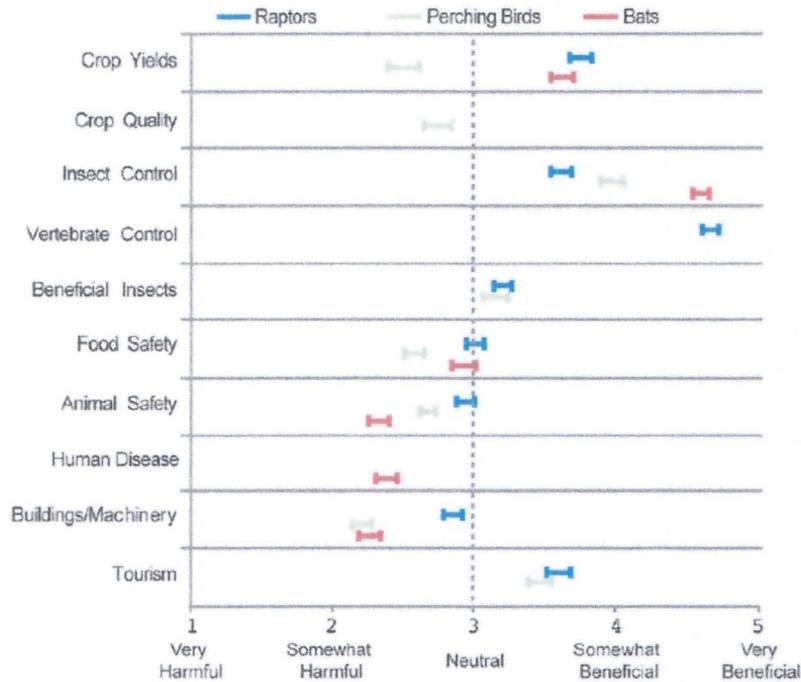


Figure 1 Overall opinions of all survey participants toward the effects of perching birds, bats, and raptors on farm operations. Lines show  $\pm 1$  standard error of the mean.

- Ya existen otras iniciativas de control de plagas con murciélagos en regiones rurales y con apoyo del Ministerio de Medio Ambiente de Chile, por lo que se estima que esta iniciativa sigue una política continuista auspiciada por el Gobierno de Chile.