



FACULTAD DE AGRONOMÍA
E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

Guía de Campo
**DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO
DE BIODIVERSIDAD FUNCIONAL**
Región Metropolitana



Alejandra E. Muñoz, Tania Zaviezo
y David A. Vásquez
Editores



*Este libro es financiado con recursos de la Provisión FIC del
Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, a través de
CONICYT, en el contexto del proyecto ARII600001.*



Guía de Campo
**DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO
DE BIODIVERSIDAD FUNCIONAL**
Región Metropolitana



Alejandra E. Muñoz, Tania Zaviezo
y David A. Vásquez
Editores

Guía de Campo Diseño y Establecimiento de Biodiversidad Funcional

Región Metropolitana

Editores: Alejandra E. Muñoz, Tania Zaviezo
y David A. Vásquez.

I.S.B.N. 978-956-09038-1-5

Derechos Reservados

Pontificia Universidad Católica de Chile.

Inscripción N° 297.585

Esta iniciativa es financiada con recursos de la Provisión FIC del Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, a través de CONICYT, en el contexto del Proyecto: "Establecimiento de bandas de flores nativas para fomentar poblaciones de artrópodos funcionales en predios frutícolas de la Región Metropolitana." (ARII600001), ejecutado en conjunto con la Exportadora Agricom.



Diseño y Producción Gráfica:

Loyca Comunicación Ltda.

Fotografía:

David A. Vásquez Stuardo

Imprenta:

Asenjo Impresores

Cómo citar este libro: Muñoz, A. E., Zaviezo, T. y Vásquez, D. A. (Editores). 2018. Guía de Campo Diseño y Establecimiento de Biodiversidad Funcional Región Metropolitana. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, 76 pp.

Se agradece la reproducción y divulgación de los contenidos de esta guía (a excepción de las imágenes, propiedad de sus autores) en cualquier tipo de medio, siempre y cuando se cite expresamente la fuente.

ÍNDICE

Autores	4
Prólogo	5
Glosario	6
Capítulo I: Biodiversidad Funcional	9
Biodiversidad en agroecosistemas	15
Biodiversidad funcional y agricultura: un equilibrio en el predio	19
a. Aves rapaces	20
b. Insectos benéficos	26
c. Flora	34
Capítulo II: Metodologías de acción	41
Bandas de flores	42
Casas Anideras, Perchas y Comederos	59
Referencias	70
Editores	76

AUTORES

Aros, Jaime

Estudiante

Universidad Nacional de Colombia

Bonacic, Cristián

Médico Veterinario, MSc, PhD

Pontificia Universidad Católica de Chile

Muñoz, Alejandra E.

Ingeniera Agrónoma, MSc

Pontificia Universidad Católica de Chile

Undurraga, Valentina

Estudiante

Pontificia Universidad Católica de Chile

Vásquez, David A.

Ingeniero Agrónomo

Pontificia Universidad Católica de Chile

Zaviezo, Tania

Ingeniera Agrónoma, MSc, PhD

Pontificia Universidad Católica de Chile

PRÓLOGO

La agricultura nos brinda recursos gracias a muchos procesos e interacciones. Al interior de los sitios productivos los seres vivos interactúan y estas interacciones pueden ser positivas, negativas o indiferentes para las especies cultivadas. El interés de quien maneja estos sitios o agroecosistemas, es lograr que las especies cultivadas manifiesten su mejor desempeño (típicamente en atributos como rendimiento y calidad, entre otros). Hay seres vivos, distintos a las especies cultivadas, que pueden contribuir en aquello: “**la biodiversidad funcional**”.

En este contexto, esta guía busca introducir al lector en el concepto de biodiversidad funcional, su relevancia y utilidad en el agro; además brinda información para diseñar e implementar medidas específicas en dos grupos: flora para favorecer insectos benéficos y rapaces para el control de plagas. Es así también una invitación a mirar los sitios productivos como agroecosistemas, entender su funcionamiento e interacciones entre los seres vivos que albergan y aplicar medidas que modelen dichas interacciones.

GLOSARIO

Abundancia: Número de individuos en un área y momento determinado.

Biodiversidad funcional: Diversidad de organismos que realizan ciertas funciones y/o prestan servicios en ecosistemas.

Cadena trófica: Interrelación que existe entre distintas especies que se alimentan unas de otras con un orden dado.

Ecosistema: Lugar donde confluyen los seres vivos y el ambiente abiótico para formar un sistema interactivo.

Especie Nativa: Especie originaria de una zona determinada.

Especie Exótica: Especie que habita un lugar, pero que no es originaria del mismo.

Especie Endémica: Especie que está presente, de forma natural, solo en un área determinada restringida (región, país, continente, etc.).

Hábitat: Lugar que reúne las condiciones y recursos para la sobrevivencia de una determinada especie.

Input externo: Insumo que proviene de recursos externos a los generados al interior del predio.

Punto caliente (*Hot spot*): Área geográfica delimitada, con un elevado nivel de degradación de los ecosistemas, la cual alberga gran número de especies nativas y endémicas.

Rasgo funcional: Características morfológicas, bioquímicas, fisiológicas, estructurales, fenológicas o de comportamiento de los individuos, que median su interacción con el medio ambiente, con otras especies y con su capacidad de adquirir recursos.

Polinización: Transporte del polen de las anteras de una flor al pistilo de otra flor, gracias a la acción de agentes bióticos (ej: insectos polinizadores, aves como el colibrí) o abióticos (ej: viento).

Riqueza: Número de especies en un área y momento determinado.

Servicios ecosistémicos: Bienes y servicios que proveen los procesos de un ecosistema a los humanos (fibra, alimento, formación de suelo, medicinas, recreación, etc.).



CAPÍTULO I

BIODIVERSIDAD FUNCIONAL

ALEJANDRA E. MUÑOZ, JAIME AROS, VALENTINA UNDURRAGA Y DAVID A. VÁSQUEZ.

El concepto “**Biodiversidad funcional**” el cual está compuesto de dos palabras, por un lado, el sustantivo “**biodiversidad**”, seguido del adjetivo calificativo “**funcional**”.

El Convenio Sobre la Biodiversidad Biológica define a la “**biodiversidad**” como toda la amplia variabilidad de organismos vivos, tanto de ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, así como también los complejos ecológicos de los que forman parte.

En el caso de Chile, la biodiversidad tiene gran relevancia, no solo a nivel nacional, sino que también a nivel mundial, debido a que se caracteriza por poseer un elevado número de especies endémicas (propias sólo de nuestro país), distribuidas en una amplia gama de ecosistemas, tanto marinos como terrestres, comprendiendo alrededor de 30.000 especies de seres vivos.

La zona Centro Sur de nuestro país, donde se concentra la actividad agrícola nacional, es considerada uno de los 35 “**Puntos Calientes**” de biodiversidad a nivel mundial. Esto pues es una zona del país con altísimos

niveles de riqueza y endemismo de su biodiversidad, pero a su vez, con algunos ecosistemas y especies en estado crítico de conservación.

La biodiversidad y las distintas formas que toma tienen un valor intrínseco per se, pero para el ser humano la biodiversidad es fundamental pues nos brinda **“servicios ecosistémicos”**. Con esto nos referimos a aquellos beneficios que los seres humanos obtienen de funciones del ecosistema.



Por ejemplo, en el plano económico nacional, son de suma importancia los servicios que brinda la biodiversidad, ya que Chile es un país que ha basado gran parte de su economía en la exportación de recursos naturales o materias primas.

Este es el caso del sector agropecuario, el cual brinda servicios ecosistémicos de provisión de alimentos, pero a su vez se ve beneficiado por otros servicios. Por ejemplo, ciertos cultivos se benefician de la polinización, del ciclaje de nutrientes, control biológico, etc.



Figura 1. Ejemplo de servicio ecosistémico.

En relación con el adjetivo “**funcional**” éste se refiere a un grupo particular de seres vivos que brindan una(s) determinada(s) función(es). Por ejemplo, los insectos polinizadores, son parte de la biodiversidad funcional de los agroecosistemas, pues brindan el servicio de polinizar las flores de ciertos cultivos que, de otra manera, tendrían nula o muy baja cuaja de sus frutos.

Lo que actualmente se reconoce es que el ecosistema que tenga más especies no necesariamente es el que provee más o mejores servicios. La clave está en los “**rasgos o características funcionales**” que presentan los individuos de una determinada comunidad. Cuando en la comunidad hay individuos que presentan los “**rasgos funcionales**” claves para la provisión del servicio, aquellos servicios se obtienen; y en la medida que las especies presenten mayor variedad de rasgos funcionales, se obtendrán mayores servicios.

Del párrafo anterior se puede desprender que un ecosistema, o aquel lugar donde se unen la comunidad de seres vivos y el ambiente abiótico para formar un sistema interactivo, es un sistema complejo, de múltiples interacciones en las cuales participan una gran cantidad de actores y factores.

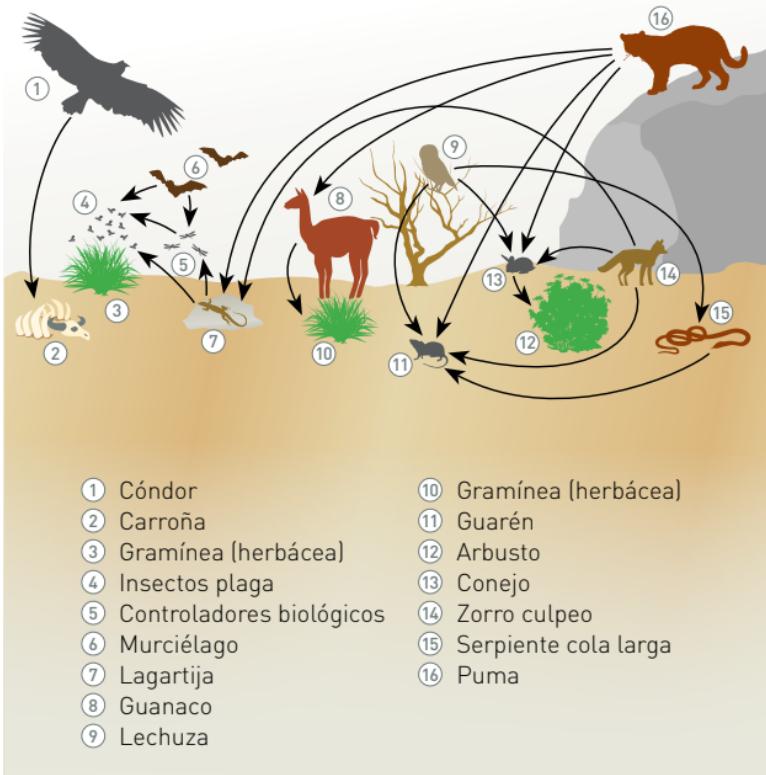


Figura 2. Interacciones ecosistémicas. Las flechas indican interacción entre las especies.

No obstante, un ecosistema artificializado, como lo es un agroecosistema, en algunos casos dista mucho de la complejidad de un ecosistema natural. La transformación del paisaje, la simplificación de la vegetación, el empobrecimiento y erosión de los suelos, entre otras consecuencias de la intensificación de la agricultura, han llevado a una simplificación de la red de interacciones entre seres vivos y así un empobrecimiento de algunas funciones que podrían obtenerse de dicho agroecosistema.

La complejidad y la estabilidad de los agroecosistemas, se basa en la variedad de elementos que lo constituyen y como éstos se relacionan. Para poder restituir ciertas funciones o servicios al interior de agroecosistemas se hace necesario primero, conocer el tipo de biodiversidad que alberga, los servicios que requiere y las problemáticas que enfrenta; para luego realizar manejos tendientes a restituir biodiversidad funcional y sus servicios asociados.

BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS

Un predio puede ser considerado como un sistema, un “**agroecosistema**”. En este agroecosistema, la producción agropecuaria está relacionada, de forma íntegra, con la biodiversidad, debido a que depende del desempeño de las especies productivas (las que se comercializan), pero también de especies polinizadoras, variabilidad genética (plantas y animales), las redes tróficas, etc. es decir, del funcionamiento del agroecosistema.

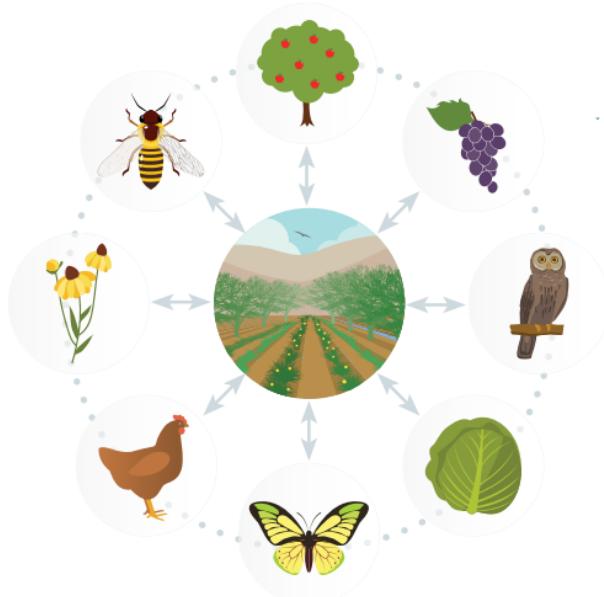


Figura 3. Biodiversidad en Agroecosistemas.

Ciertos seres vivos en un agroecosistema se pueden clasificar en grandes categorías de acuerdo con el rol que desempeñan.

BIODIVERSIDAD PRODUCTIVA

Cultivos, árboles y animales que son elegidos por el o la agricultor/a y que constituyen el nivel básico de diversidad útil en el sistema.

BIODIVERSIDAD FUNCIONAL

Organismos que contribuyen a la productividad a través de la polinización, control biológico, descomposición, etc.

BIODIVERSIDAD DESTRUCTIVA

Malezas, insectos plaga y patógenos que son capaces de reducir la productividad cuando alcanzan elevados niveles poblacionales.

Figura 4. Clasificación de agrobiodiversidad. Fuente: Altieri 2002.

En esta clasificación se hace énfasis en tres tipos de biodiversidad, las cuales a su vez están relacionadas entre sí, siendo dependientes una de las otras. Un ejemplo de este tipo de interacción es la acción de insectos depredadores (**Biodiversidad funcional**) sobre insectos plaga (**Biodiversidad destructiva**),

que, a su vez, de no realizarse un control poblacional, pueden afectar el rendimiento del cultivo (**Biodiversidad productiva**).

Hay que tener en cuenta que no todos los seres vivos dentro del agroecosistema estarán dentro de algunas de estas categorías. No obstante, ser capaz de identificar y entender las interacciones entre los componentes de estos grupos de biodiversidad, que afectan positiva o negativamente al cultivo, permite realizar manejos tendientes a modelar estas interacciones. Y así, propender a agroecosistemas sanos y equilibrados, y que requieren de una menor cantidad de “**inputs externos**”.

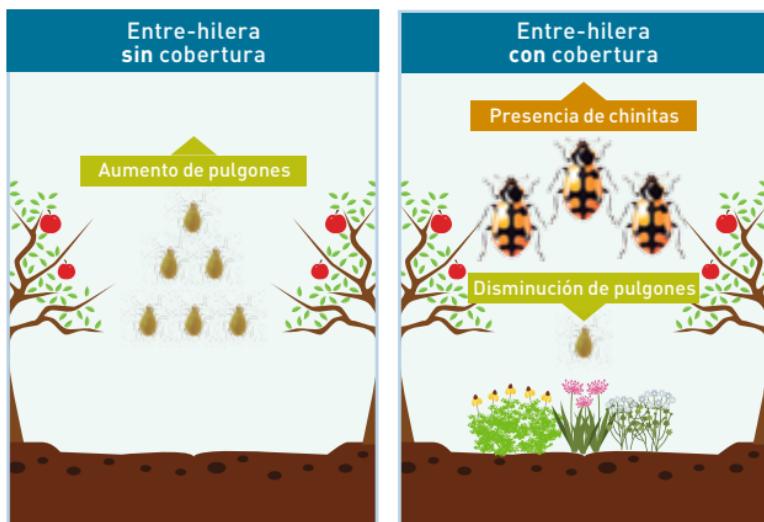


Figura 5. Interacción de agrobiodiversidad.

Para lograr esto, se debe abordar desde el diseño intra-predial, cuya combinación de plantas y animales, en el tiempo y en el espacio, potencien la biodiversidad funcional, a su vez favoreciendo la biodiversidad productiva, en desmedro de la biodiversidad destructiva.

Por lo tanto, el desafío es lograr un diseño intra-predial en el cual se favorezca tanto la biodiversidad productiva como la biodiversidad funcional.



Figura 6. Diseño intra-predial con características favorables para el desarrollo de biodiversidad funcional.

BIODIVERSIDAD FUNCIONAL Y AGRICULTURA: UN EQUILIBRIO EN EL PREDIO

Como se ha expuesto, la biodiversidad funcional en los agroecosistemas posee tal calificación debido a que brinda servicios que benefician al agricultor, ya sea favoreciendo directamente la biodiversidad productiva o regulando la biodiversidad destructiva.

Además, el fomento de mayor biodiversidad en los predios es un aporte para la sociedad actual y futura, las cuales podrán percibir y ver como los campos recuperan los colores (flora) y sonidos (fauna) deprimidos, junto a un paisaje diversificado, más conectado, más complejo y, como consecuencia, lleno de vida.

Aunque la biodiversidad funcional en la agricultura abarca una amplia gama de especies pertenecientes a distintos grupos o taxa, aquí nos enfocaremos en tres categorías particulares, haciendo especial énfasis en las características de estos grupos, que los hacen tan benéficos para la agricultura y, además, en experiencias nacionales e internacionales sobre los resultados de incorporar este tipo de biodiversidad a los manejos agrícolas.

a. Aves Rapaces

Las aves rapaces, o también conocidas como aves de presa, son un grupo de especies que poseen características morfológicas y fisiológicas (rasgos funcionales) que les permiten capturar a otros animales. Dentro de éstas, destacan el perfeccionamiento de un pico fuerte, garras poderosas, que le permiten capturar a su presa, además de una vista y oído muy desarrollados.

Dadas estas características, pueden cumplir funciones de gran importancia en el sector agrícola, dentro de las cuales destaca la depredación de especies que, por su elevada abundancia, pueden llegar a ser consideradas como plaga.



Figura 7. Morfología de aves rapaces. Águila (*Geranoaetus melanoleucus*).

Tal es el caso de los roedores; especies que, por poseer una amplia dieta a base de granos, frutas, insectos, etc. y una elevada tasa de reproducción, son descritos como plagas complejas de controlar en un agroecosistema y centros de acopio de alimentos, generando importantes pérdidas económicas al mermar

los rendimientos de los cultivos.

En Chile en frutales como palto, el descarte de fruta por mordedura de ratones puede llegar al 10% del volumen total producido. Si bien se ha documentado daño de roedores nativos en cultivos de grano, los principales roedores plagas en agroecosistemas son las introducidas ratas comensales (que acompañan al hombre) o **"ratas del viejo mundo"** del género *Rattus*: en particular el guarén (*Rattus norvegicus*) y la rata negra (*Rattus rattus*).

Actualmente, el control de estas especies se basa principalmente en el control químico, aunque los venenos para el control de roedores pueden afectar a otros animales, como por ejemplo mamíferos y aves de mayor tamaño.



Figura 8. Morfología de aves rapaces. Tucúquere (*Bubo magellanicus*).



Figura 9. Morfología de aves rapaces. Peuco (*Parabuteo unicinctus*).

No obstante, existe otra alternativa de control que cada vez toma más fuerza: el control biológico de roedores por aves rapaces. En efecto, el uso de aves rapaces se ha identificado como la mejor forma de controlar roedores plaga en agroecosistemas. Este tipo de control constituye un método natural, el cual se considera eficiente, al mismo tiempo que disminuye los costos asociados a un control químico o físico de las plagas.



Además, debido a la creciente demanda de los consumidores por una producción más respetuosa con el medio ambiente, constituye una potente alternativa para aminorar el impacto ambiental de los manejos agrícolas.

En la **Tabla 1**, se presenta una lista de aves rapaces y sus características, comúnmente vistas en predios agrícolas de la zona central y las cuales consumen roedores como parte de sus dietas. Tal es el caso de especies como el **tucúquere** (*Bubo magellanicus*), el **bailarín** (*Elanus leucurus*) y la **lechuza blanca** (*Tyto alba*), las que se han reportado como consumidores importantes de roedores, dentro de los que se encuentran especies del género *Rattus*.

Tabla 1. Enemigos naturales (aves rapaces) del guarén (*Rattus norvegicus*) descritos en la zona central de Chile, y sus características (extraído de Alvarado et al., 2013).

 Fotografía José Infante	<p>Lechuza (<i>Tyto alba</i>)</p> <p>Tamaño: 34-36 cm.</p> <p>Hábitat: Casi todos.</p> <p>Alimentación: Roedores.</p> <p>Reproducción: 4 a 7 huevos. 33 días.</p> <p>Nidificación: Aprovecha agujeros de tronco, roquerías, edificios.</p>
	<p>Cernícalo (<i>Falco sparverius</i>)</p> <p>Tamaño: 25 cm.</p> <p>Hábitat: Ambientes abiertos.</p> <p>Alimentación: Pequeños roedores e insectos.</p> <p>Reproducción: 3 a 5 huevos. 30 días.</p> <p>Nidificación: Aprovecha huecos de edificios, árboles, rocas.</p>
	<p>Águila (<i>Geranoaetus melanoleucus</i>)</p> <p>Tamaño: 60-76 cm</p> <p>Hábitat: Áreas despejadas, cerros.</p> <p>Alimentación: Mamíferos (roedores, conejos, liebres).</p> <p>Reproducción: 1 a 3 huevos. 33 días.</p> <p>Nidificación: Una pareja en un nido sobre árboles comparte un territorio</p>



Fotografía Fernando Novoa

Aguilucho (*Geranoaetus polyosoma polyosoma*)

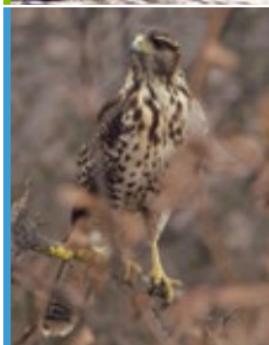
Tamaño: 45-62 cm.

Hábitat: Variado, principalmente sitios abiertos.

Alimentación: Roedores, aves, reptiles.

Reproducción: 1 a 3 huevos.
28 días.

Nidificación: Grandes nidos sobre árboles, arbustos, cactus.



Peuco (*Parabuteo unicinctus*)

Tamaño: 45-49 cm.

Hábitat: Todos hasta 1800 msnm.

Alimentación: Aves, reptiles, roedores, conejos.

Reproducción: 2 a 4 huevos.
25 días.

Nidificación: Pequeño nido de palitos en árboles frondosos.

La **lechuza** (*T. alba*), ha sido una de las especies más estudiadas de este grupo, en parte debido a su amplia distribución mundial y a que su dieta se basa principalmente en roedores. En la época de reproducción, una pareja puede depredar aproximadamente 1.000 roedores en el período de cría.

Revisiones de diversos trabajos alrededor del mundo, mostraron que la presencia de aves rapaces permitió reducir entre 1,3 a 1,7 veces la población de roedores

en agroecosistemas. Hay experiencias en Sudáfrica, en donde se pudo concluir que aquellos predios con aves rapaces lograban reducir el daño de los roedores hasta porcentajes inferiores al 5%, lo que implicó llegar a un umbral de no daño económico o no relevante.

En el caso de Chile, los estudios relacionados al control de roedores en predios agrícolas, mediante el fomento de esta especie, son escasos. No obstante, se ha visto que la dieta de la lechuza en sectores donde se desarrolla agricultura, ubicados en la zona centro sur del país, se corresponde con las experiencias internacionales (**Figura 10**).

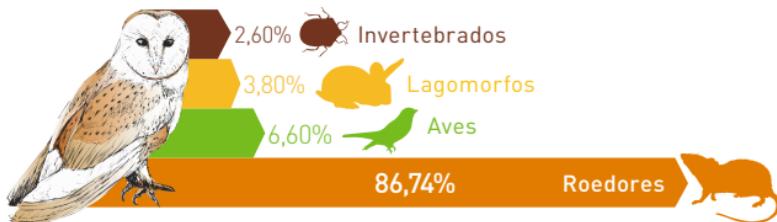


Figura 10. Proporción de presas de la Lechuza en zonas agrícolas del centro-sur de Chile. Elaboración propia, modificado de Zúñiga, Fuenzalida, & Sandoval (2018)

Así como la presencia de estas aves al interior de un agroecosistema puede traer múltiples beneficios, en particular el control de roedores, la ausencia de este grupo puede provocar un aumento poblacional de estos roedores que, en un agroecosistema, pueden llegar a considerarse como plaga en niveles poblacionales elevados.

b. Insectos benéficos

En general, la abundancia y el tipo de diversidad de insectos que existe en los agroecosistemas depende de cuatro características principales:

- I. La vegetación que existe dentro y alrededor del predio.
- II. La duración total del cultivo presente.
- III. La intensidad de los manejos agrícolas
- IV. La cercanía del predio a alguna zona natural.

Por lo que, un predio con mayor cantidad de especies, que tenga un cultivo de ciclos más largos, que se encuentre cerca de parches con vegetación natural y que tenga una baja intensidad de laboreos, es capaz de albergar un mayor número de especies, debido a la mayor complejidad del sistema.

Por ejemplo, el mantener áreas con vegetación diversa al interior de un predio provee de un mayor número de enemigos naturales y, potencialmente, un control biológico de insectos plaga más eficaz.

La importancia de estos hábitats naturales o no manejados es proveer a enemigos naturales de

Ilustración David A. Vásquez



alimento en épocas donde las plagas disminuyen, y también les proporcionan refugio y sitios de anidación.

En el caso de polinizadores, el establecimiento de parches de vegetación con floración vistosa y variada ha mostrado muy buenos resultados para aumentar el número de polinizadores, ya que proveen de condiciones propicias para el desarrollo de las poblaciones de polinizadores, en particular de abejas.

Los principales tipos de insectos benéficos son aquellos que prestan el servicio de controlar las poblaciones de insectos plaga (depredadores y parasitoides) y

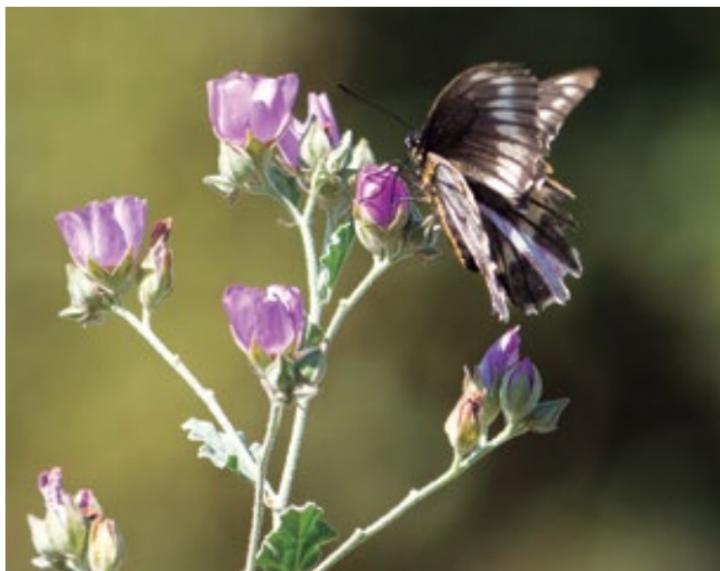


Figura 11. Mariposa alimentándose en flor de Malva.

aquellos que prestan el servicio de polinizar flores (transportar el polen de una flor al pistilo de otra flor) y así lograr la cuaja de los frutos. En las **Tablas 2, 3** y **4** se muestran algunos de sus principales recursos y características, además de los típicos órdenes con representantes en estos grupos.

Para que estos insectos benéficos o funcionales presten sus servicios, hay algunos rasgos funcionales claves a tener en cuenta y considerar cuando se busca promoverlos. Por ejemplo, el tamaño del insecto, el tipo de aparato bucal (ver tipos en **Tabla 5**), la época de su ciclo de vida en que necesita el recurso floral y que ésta coincida a su vez con flores abiertas en el agroecosistema.

A su vez, en la vegetación son importantes características como tamaño y arquitectura de la flor (y en particular su corola), y época de floración, las que deben ser concordantes con los requerimientos de los insectos benéficos o funcionales que se busca favorecer.

Tabla 2. Algunas características de **insectos depredadores** “controladores naturales de plagas”

Categoría: Controladores	
Tipo/Órdenes con clásicos representantes:	Depredadores/Coleoptera, Neuroptera, Diptera, entre otros.
Descripción:	Dependiendo de la especie, tanto larvas como adultos pueden consumir insectos.
Requerimiento floral:	Algunos controladores consumen polen y néctar cuando sus presas escasean.



Larva de coccinélido depredando áfidos.

Tabla 3. Algunas características de insectos parasitoides “controladores naturales de plagas”

Categoría: Controladores	
Tipo/Órdenes con clásicos representantes:	Parasitoides/principalmente Hymenoptera.
Descripción:	Las hembras adultas depositan sus huevos (adentro o sobre) en el insecto que alimentará a sus larvas.
Requerimiento floral:	Las hembras suelen requerir fuentes de azúcares, como el néctar, para aumentar su sobrevivencia, desplazamiento y reproducción. A las micro-avispas las favorecen flores de corola corta.



Micro-avispa parasitando áfido.

Tabla 4. Algunas características de insectos polinizadores.

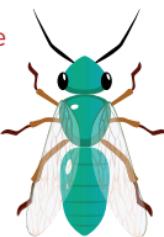
Categoría: Polinizadores	
Tipo/Órdenes con clásicos representantes:	Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera y Diptera, entre otros.
Descripción:	Los adultos consumen néctar y polen de flores de distintas plantas, polinizando sus flores en este proceso.
Requerimiento floral:	Abejas y abejorros (Hymenoptera) suelen preferir corolas largas mientras sírfidos (Diptera) suelen preferir corolas cortas.



Mariposas:
Mariposa de la tarde
(*Vanessa carye*).

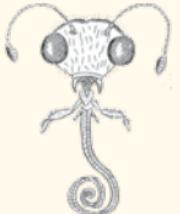
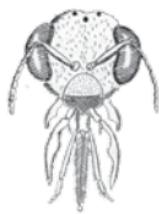


Moscas.



Abejas y Abejorros:
Abeja Nativa (*Corynura chloris*).

Tabla 5. Algunas características de insectos polinizadores.

Tipo	Aparato bucal	Ejemplo
Chupador (Lepidoptera)		 Mariposa
Mordedor chupador (Hymenoptera)		 Abeja
Chupador (Diptera)		 Mosca
Masticador (Coleoptera)		 Chinita



c. Flora

La vegetación no productiva al interior de un predio muchas veces es considerada como un componente negativo, en otras palabras, considerada como maleza. No obstante, no todas las especies de plantas entran en esa categoría, mientras no compitan con los cultivos o los afecten negativamente de otra manera. Al contrario, algunas plantas brindan beneficios directos o indirectos a las especies cultivadas (la biodiversidad productiva) del agroecosistema, vale decir, son parte de la biodiversidad funcional.

Lo anterior se puede reflejar, tanto en mejoras medioambientales, como en una mejora de los rendimientos del cultivo.

Mantener o fomentar la biodiversidad florística funcional a un agroecosistema, además proporciona múltiples servicios ecosistémicos relacionados, tales como:



Polinización y control de plagas.



Fijación de nitrógeno, obteniendo mejoras en la fertilización.



Producción de alimentos y otros recursos.

Por lo tanto, el diseño y establecimiento de flora funcional en el paisaje agrícola es un manejo que se ha ido implementando cada vez más. En el caso particular de la incidencia de plagas, se conoce que agroecosistemas más diversos en vegetación suelen tener menos problemas de plagas. Eso porque la comunidad de herbívoros (plagas) suele no estar dominada por unas pocas especies especialistas y porque además hay mayores poblaciones de enemigos naturales de dichas plagas.

Paisajes agrícolas con flores son necesarios y la mejor estrategia para enfrentar la crisis de polinizadores manejados (principalmente, abeja melífera) y silvestres, que afecta a Chile y el mundo. El monocultivo y la industrialización de la agricultura han resultado en paisajes agrícolas de pocas especies, con floraciones concentradas y escasa diversidad vegetal. Esto afecta también a otras especies de fauna, como las aves.

El fomento de la flora funcional no sólo contribuye a mejorar la productividad agrícola, sino que aumenta la complejidad del agroecosistema (y sus posibles servicios), la seguridad alimentaria en algunos casos, la calidad de vida del productor(a) y la conservación de especies de flora, entre otros beneficios.

Por ejemplo, en Colombia, sistemas con un manejo de biodiversidad de flora funcional (árboles de sombra, principalmente) han sido promovidos

por las asociaciones de cafeteros quienes ven en estos sistemas de producción un valor agregado a su producto final. Lo anterior les ha permitido diversificar los productos que obtienen, conservar la biodiversidad vegetal y mantener formas tradicionales de cultivo, identidad cultural y organización social.

En el caso de Chile el desarrollo de una agricultura intensiva ha traído consigo consecuencias poco

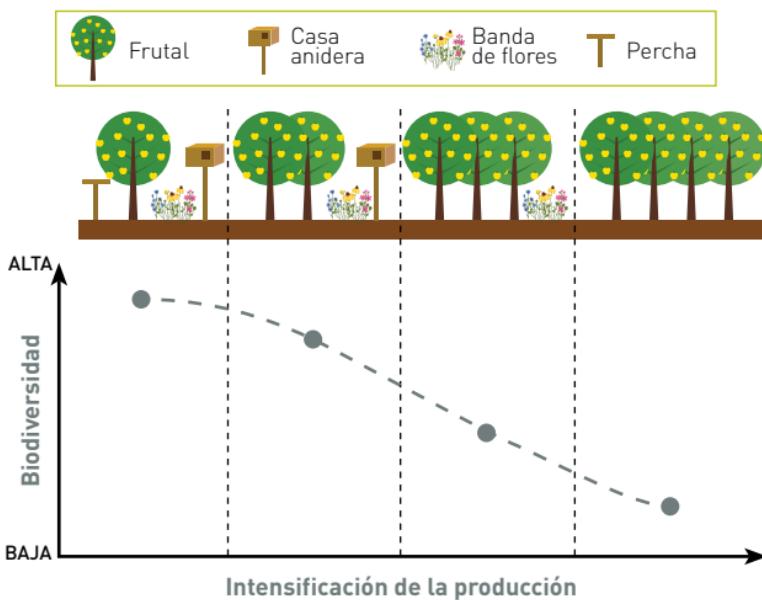


Figura 12. Relación entre biodiversidad e intensificación de la producción.

favorables para la biodiversidad y los ecosistemas, llegando, en algunos casos, a un deterioro del medio ambiente.

No obstante, en los últimos años, se ha impulsado desde las instituciones gubernamentales, las universidades y empresas privadas, la promoción de la biodiversidad funcional al interior de los predios. Estas medidas han sido impulsadas, en parte, por la demanda del mercado internacional, el cual cada vez exige productos con menor impacto ambiental.

Entre las medidas promovidas, destacan el establecer áreas no cultivadas con plantas nativas y el restaurar ambientes naturales en zonas de bordes de cultivo y otras áreas no cultivadas, con vegetación nativa e introducida.

Como se busca obtener servicios, se puede trabajar tanto con especies nativas como con especies introducidas que se conoce que son útiles, por experiencias en otros lugares del mundo. No obstante, el trabajar con especies de flora nativa puede conllevar otros beneficios.

Primeramente, al trabajar con plantas nativas se promueve el conocimiento, uso y conservación de flora nativa. Lo anterior es muy importante en Chile pues la flora del mediterráneo chileno (donde principalmente se realiza agricultura) es muy rica en especies endémicas (propias sólo de esta zonal), pero

hay muchas especies y comunidades amenazadas y poco representadas en áreas silvestres protegidas. Lo segundo es que la flora nativa puede favorecer a insectos también nativos.

Se han implementado actividades específicas como la revegetación de bordes, el establecimiento de corredores biológicos, el uso de cultivos de cobertura en la entre-hilera de frutales y el establecimiento de bandas de flores. Esto ayuda tanto a conservar biodiversidad como a obtener servicios para el agroecosistema. En su mayoría estas propuestas han sido implementadas por grandes agricultores entre los que destacan los productores de paltas y las viñas, en parte motivados por las certificaciones de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), exigidas por el

mercado internacional.

Pero aún faltan más experiencias en producción hortícola y cultivos, y en productores de menor tamaño.

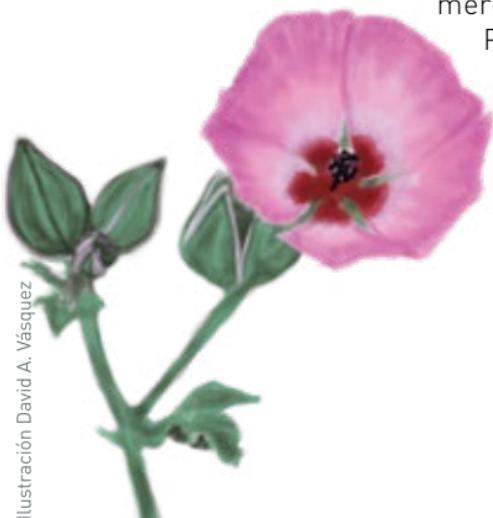


Ilustración David A. Vásquez

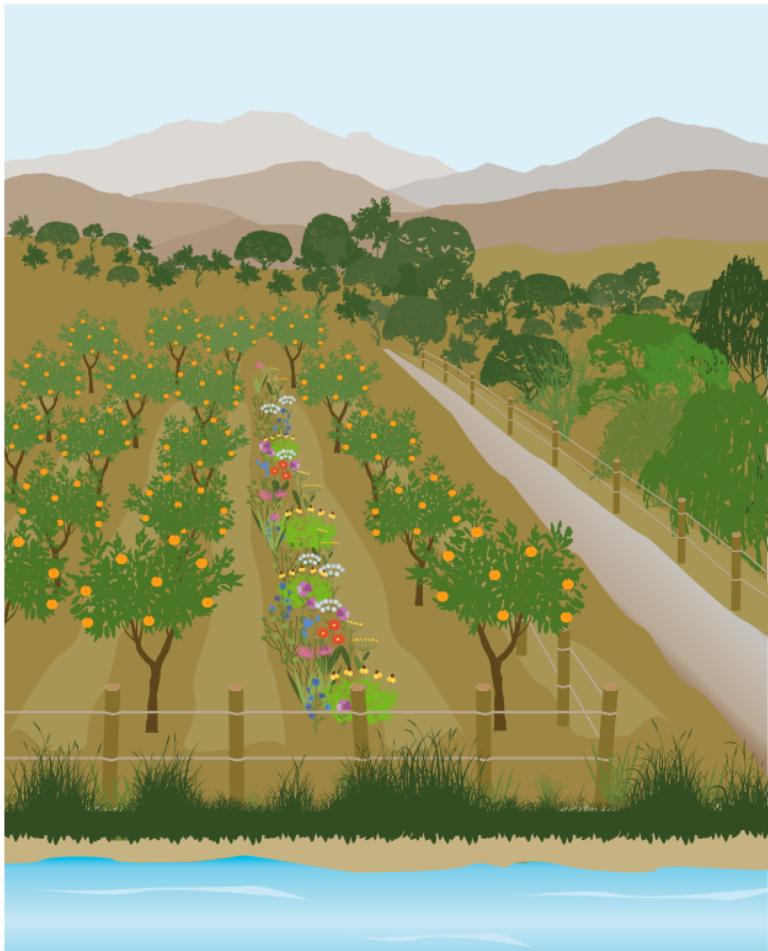


Figura 13. Medidas de fomento de biodiversidad florística.



CAPÍTULO II

METODOLOGÍAS DE ACCIÓN

ALEJANDRA E. MUÑOZ, CRISTIÁN BONACIC,
TANIA ZAVIEZO Y DAVID A. VÁSQUEZ.

En los predios agrícolas suelen haber en forma natural especies benéficas o funcionales como insectos benéficos y aves rapaces. No obstante, su abundancia suele ser baja por lo cual se requiere implementar ciertas medidas para darles un mejor hábitat (vale decir condiciones ambientales y recursos) de modo de fomentar su presencia y una mayor abundancia. De este modo podrán cumplir de mejor forma su rol al interior del agroecosistema y, además, se podrá obtener el servicio ecosistémico que brindan.

A continuación, se detallan medidas de manipulación de hábitat para favorecer ciertos grupos de biodiversidad funcional al interior de predios agrícolas, con el objetivo de lograr un sistema estable y resiliente ante la presión generada por la biodiversidad destructiva.

BANDAS DE FLORES

Entre los insectos que habitan los predios algunos son considerados benéficos o funcionales. Ellos prestan servicios a la agricultura como control de plagas agrícolas y polinización de cultivos que lo requieren para aumentar cuaja de frutos.

La mayoría de estos insectos benéficos necesitan o se favorecen por recursos florales, polen y/o néctar, en alguna de las etapas de su ciclo de vida. El disponer de estos recursos florales les permite brindar de mejor forma su servicio, pues el polen y néctar de las flores les da energía y/o nutrientes.

¿Qué son las bandas de flores?

Las bandas de flores constituyen parches de especies vegetales herbáceas y/o arbustivas de floración vistosa, utilizadas para aumentar la población de polinizadores y enemigos naturales de plagas y, en general, para incrementar la diversidad de flora y fauna en cultivos tanto anuales como perennes. Son típicamente de formas alargadas, aunque pueden variar en forma y tamaño.



Debido a lo anterior, una de las medidas que más se ha utilizado para fomentar mayor presencia y abundancia de estos insectos benéficos al interior de predios agrícolas es el establecimiento de bandas de flores.

¿Cómo escoger las plantas que conformarán la banda?

Existen algunos factores y criterios claves a considerar para establecer bandas de flores y escoger las plantas que la van a componer.

Lo primero es conocer los insectos que se quiere favorecer, en particular, su morfometría (forma y tamaño) y en qué época del año necesita recursos florales. Así, se deben escoger plantas cuyas flores estén abiertas cuando el insecto necesita el recurso floral y que el tamaño y forma del insecto no sean un impedimento para acceder a los recursos (néctar y/o polen) de la flor.

Por ejemplo, hay parasitoides de plagas que necesitan néctar en etapa adulta, pero miden escasos milímetros, por lo que no son capaces de acceder al néctar en una flor de corola larga (**mayor o igual a 1 cm**) y estrecha. Entonces, para favorecer una amplia gama de insectos, es recomendable incluir varias especies de plantas (**al menos tres**) con distintas épocas de floración, pero que en conjunto, haya plantas que tengan flor abierta la mayor parte del año y por supuesto, en la época en que los insectos a favorecer lo necesitan.

Tabla 6. Ejemplo de época y color de floración de especies de flora utilizadas en bandas de flores.

Nombre científico	Familia	Época y color de floración											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Especie 1	Familia A												
Especie 2	Familia A												
Especie 3	Familia A												
Especie 4	Familia B												
Especie 5	Familia B												
Especie 6	Familia C												
Especie 7	Familia D												
Especie 8	Familia A												
Especie 9	Familia D												
Especie 10	Familia B												
Especie 11	Familia B												
Especie 12	Familia C												
Especie 13	Familia E												
Especie 14	Familia E												

Así, también se recomienda escoger flores de distintos tamaños, formas y colores. Por último, se recomienda escoger plantas nativas pues es más probable que atraigan a polinizadores nativos.

En general, abejas y abejorros suelen verse atraídos por flores de corola profunda que tienen más néctar que flores de corola corta. Por otra parte, plantas con flores de corola corta agrupadas en inflorescencias, como es el caso de plantas de las familias Asteraceae y Apiaceae, favorecen a una mayor gama de insectos (incluyendo los de menor tamaño). Hay distintos tipos de inflorescencias (plantas cuyas flores se desarrollan en grupos); en las **figuras 14 y 15** se representan las de estas familias de plantas. Además, los tiempos y costos de viaje son menores si las flores están agrupadas en inflorescencias, permitiendo a los visitantes florales moverse entre flores caminando más que volando. Las plantas de la familia Apiaceae además presentan la ventaja de tener nectarios extra-florales, es decir, estructuras que secretan néctar, pero no como parte de una flor.

Figura 14. Esquema de una flor solitaria.

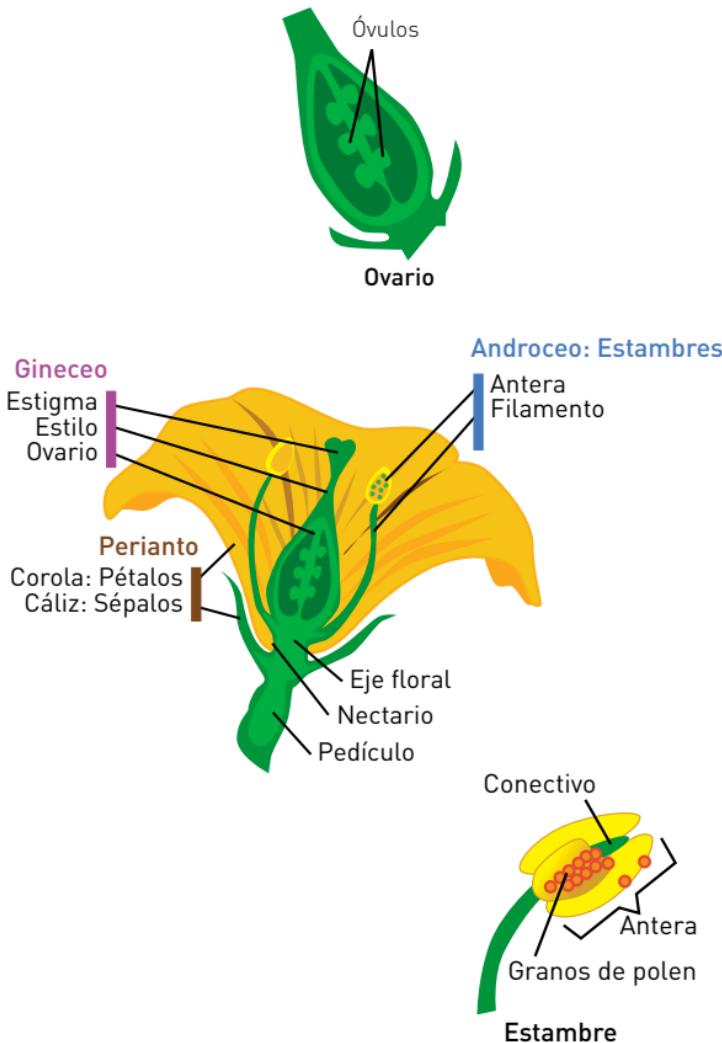


Figura 15. Esquema de un capítulo floral (inflorescencia de las Asteráceas).

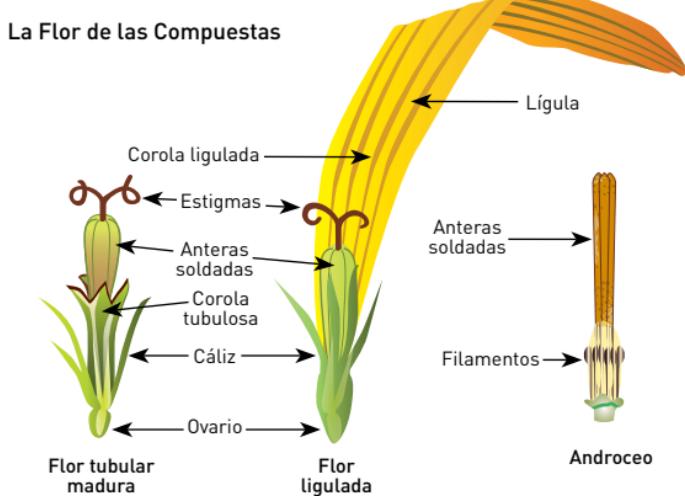
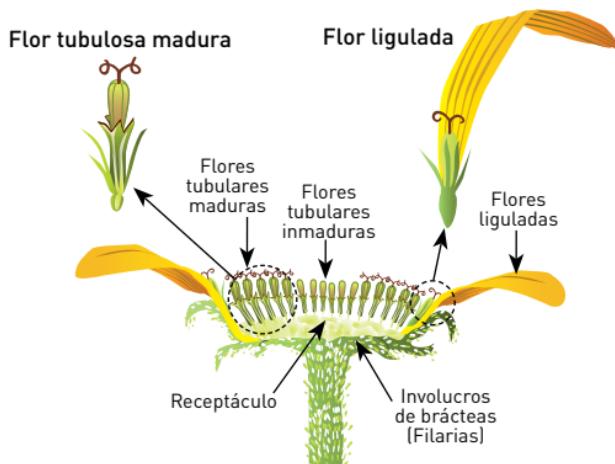


Figura 16. Tipos de inflorescencia.



Espiga



Cima



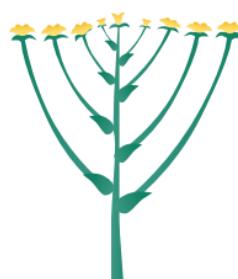
Amento



Capítulo



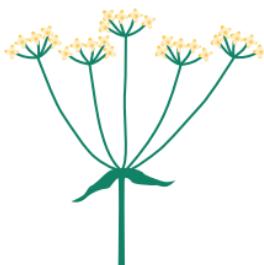
Racimo



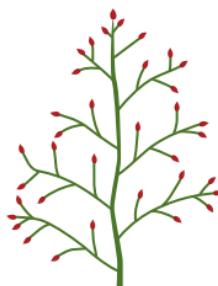
Corimbo



Umbela



Umbela compuesta



Panícula

Alguna especies recomendadas

Algunas plantas herbáceas introducidas en Chile han sido identificadas como promotoras de insectos benéficos, entre ellas están: **Alyssum** (*Lobularia maritima*, Brassicaceae), **alforfón** (*Fagopyrum esculentum*, Polygonaceae), **cilantro** (*Coriandrum sativum*, Apiaceae) y **facelia** (*Phacelia tanacetifolia*, Boraginaceae).

En un ensayo de campo se establecieron arbustos nativos en huertos frutales para evaluar su efectividad en atraer insectos benéficos (**Figura 17**). Los arbustos **malva de cerro** (*Sphaeralcea obtusiloba*, Malvaceae) y **coralillo** (*Lycium chilense*, Solanaceae) fueron excelentes promotores de abejas silvestres y abeja melífera; mientras que la **chupalla** (*Eryngium paniculatum*, Apiaceae), la **escabiosa** (*Erigeron luxurians*, Asteraceae), la **corona de fraile** (*Encelia canescens*) y el **incienco de campo** (*Flourensia thurifera*), favorecieron insectos benéficos en general (polinizadores y controladores biológicos).



Figura 17. Artrópodos al interior de bandas de flores.

Imágenes de flora recomendada para bandas.



Escabiosa



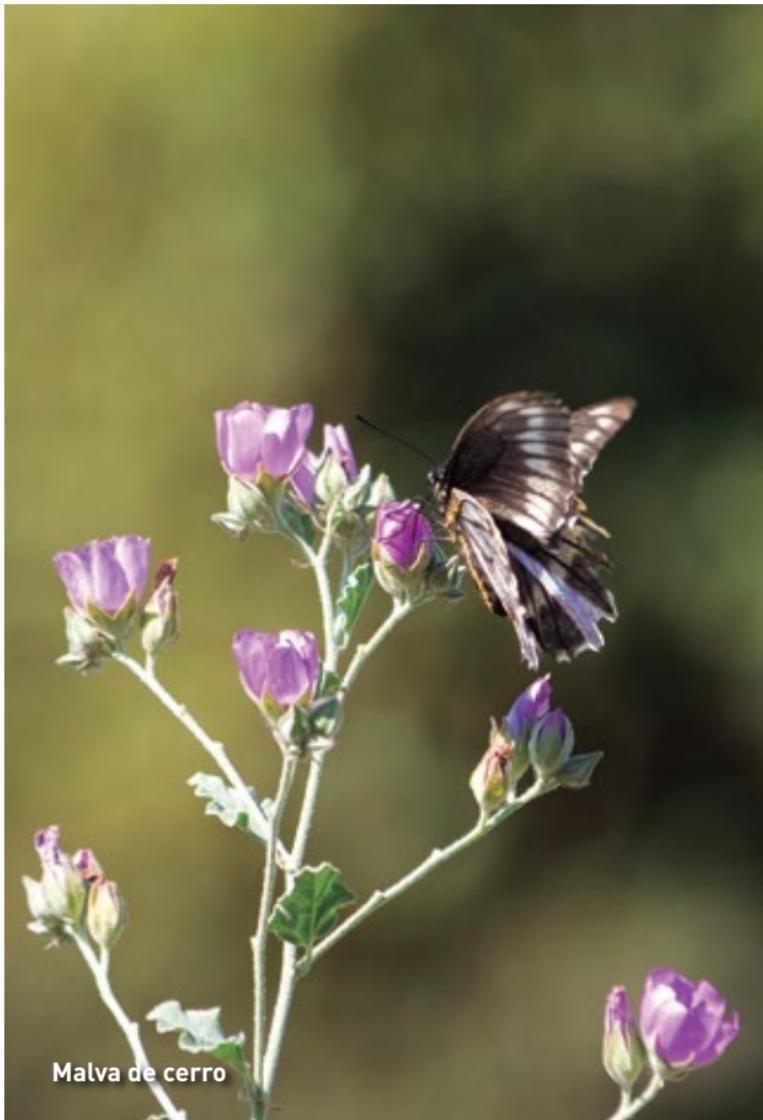
Incienso de campo



Corona de fraile



Chupalla



Malva de cerro



Coralillo

¿Dónde establecer las bandas?

Lo ideal es establecer las bandas al centro del cultivo donde se espera recibir los servicios de los insectos benéficos, de modo que el potencial efecto de penetración se obtenga desde todos sus bordes.

El mayor provecho se obtiene cuando las bandas se establecen en zonas del huerto donde no hay naturalmente disponibilidad de recursos florales a lo largo del año. Hay zonas de vegetación espontánea en los predios que florecen en primavera y aportan estos recursos; el criterio es poner las bandas en áreas carentes de este tipo de zonas.

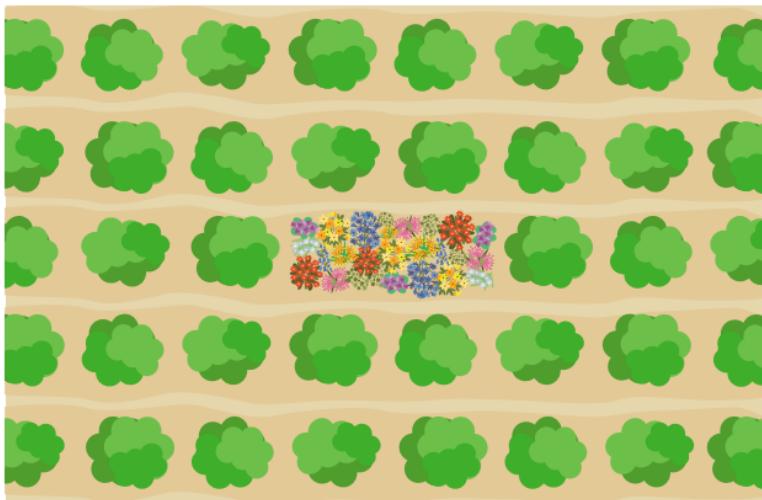


Figura 18. Ubicación de banda floral en un parche de frutales.

¿Cuándo establecer las bandas?

Las especies herbáceas introducidas mencionadas anteriormente, se pueden sembrar desde inicios de primavera, excepto el trigo sarraceno, el cual es mejor sembrarlo a principios de verano.

En el caso de los arbustos nativos, la mejor época para su trasplante es el otoño, cuando los individuos están entrando en receso vegetativo y hay menor riesgo de dañar raicillas nuevas al manejarlas.

Manejos y cuidados

En general el manejo básico luego de que la banda se establece es riego y desmalezado manual. El riego debe brindarse cuando falta humedad en el suelo, vale decir, desde fin de primavera hasta las primeras lluvias de otoño.

Tabla 7. Período de riego en bandas florales.

Tipo de crecimiento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
												

En arbustos nativos se recomienda no más allá de 8 L/semana por individuo, idealmente de una sola vez para que la humedad infiltre y permita que las raíces exploren en profundidad.



El desmalezado es manual en torno a las plantas establecidas pues no se deben aplicar herbicidas u otro tipo de agroquímico, para no perjudicar a las plantas o a los insectos benéficos. En el caso de arbustos nativos se pueden realizar podas de rebaje ante un crecimiento muy vigoroso en especies como la malva de cerro, corona de fraile y la escabiosa. Además de rebajar, se puede eliminar las ramas secas o dañadas.



CASAS ANIDERAS, PERCHAS Y COMEDEROS

En muchos agroecosistemas los roedores son plagas importantes, tanto en el mismo huerto como en centros de acopio. Entre los roedores identificados como plagas en agroecosistemas, el **guarén** (*Rattus norvegicus*) (**Figura 18**) ha sido reconocido como la especie más problemática en Chile.

El guarén suele construir sus madrigueras en zonas con vegetación natural, cercano a las quebradas, a zarzamoras y también en zonas cercanas a cursos o cuerpos de agua como tranques y canales de regadío. Típicamente el principal daño se observa en las primeras hileras de cultivo desde estas zonas y en centros de acopio.

Como medidas preventivas, en frutales se recomienda que la poda se enfoque en evitar que las ramas toquen el suelo y tampoco debiesen quedar frutos en el suelo, principalmente en las zonas señaladas como de mayor riesgo.



Figura 18. Características físicas del guarén.

También se deben mantener en buenas condiciones los circuitos de riego y evitar que se formen zonas de anegamiento.

Entre las distintas especies de aves rapaces controladoras de roedores, la lechuza ha sido la más estudiada pues se distribuye prácticamente en todo el mundo y, así también, en todo el territorio chileno. Los roedores son su principal dieta y sus poblaciones responden rápidamente ante variaciones en las poblaciones de sus presas. Además, tiene hábitos principalmente nocturnos al igual que los guarenes.

Otra especie atractiva es el cernícalo pues, complementa la acción de la lechuza al tener hábito diurno y, además, es un ave más pequeña con alta maniobrabilidad de vuelo, lo cual le permite cazar en zonas con vegetación más densa.

Para fomentar la población de aves rapaces, el método más utilizado es la instalación de casas anideras. Los predios agrícolas modifican la vegetación existente, simplificándola y reduciendo así los sitios de reproducción para aves. Las lechuzas, en particular, no son migratorias y se conoce que cazan cercano a su sitio reproductivo. Luego las casas anideras, las cuales brindan refugios y sitios de reproducción, son una medida efectiva para favorecer el control de roedores que ellas brindan. Además, se recomienda acompañarlas de perchas y comederos, para promover sitios aptos desde donde identificar la presa y luego

consumirla. Las perchas también pueden servir a las rapaces para monitorear el área antes de entrar en sus casas anideras; mientras que los comederos permiten ofrecer un espacio tranquilo en altura para alimentarse.

¿Dónde poner las casas anideras, perchas y comederos?

Las casas anideras se ponen donde faltan estos recursos para las aves, los cuales naturalmente los satisfacen los árboles grandes con ramas gruesas; por lo cual se deben ubicar en zonas de los predios carentes de ellos. Si se conoce las áreas con mayor presencia y problemas con roedores, éstas debiesen ser privilegiadas. De lo contrario, se recomienda poner las casas cerca de quebradas, en zonas entre vegetación silvestre y cultivos, mientras que las perchas y comederos deben instalarse al interior de los cuarteles.

¿Cuántas casas anideras, perchas y comederos poner?

Experiencias previas en Chile señalan que, si la densidad de roedores es muy alta, se recomienda instalar cinco casas anideras por hectárea, mientras que, si la densidad es baja, dos casas anideras por hectárea serían suficientes, siempre procurando distanciarlas al menos a 70 m entre ellas. Un par de perchas y/o comederos por hectárea pueden ser suficientes.

¿Cómo construir casas anideras, perchas y comederos?

A continuación, se presentan las indicaciones para la construcción de casas anideras de lechuza y cernícalo. También se detallan materiales y formas de construir perchas y comederos.

Tabla 8. Materiales para la elaboración de una casa anidera para lechuza o cernícalo.

Material	Unidad	Tamaño o peso	Cantidad
Terciado estructural pino 12 mm	Panel	1.2 x 2.4 m	1
Tornillos volcanita	Bolsa 250 unidades	12 mm	1
Tornillos volcanita	Bolsa 10 unidades	6 x 2 1/ pulgadas	1
Cola fría profesional	Botella	0,5 kg	1
Barniz incoloro	Tarro	1/4 galón	1
Bisagra pequeña	Bisagra	2 pulgadas	2
Listón de pino	Listón	2x2''x3,20 m	1

Importante: El barniz debe ser usado únicamente en las paredes externas de la casa anidera.

Figura 19. Partes casa anidera para lechuza. Elaboración propia a partir de Figueroa et al. (2005).

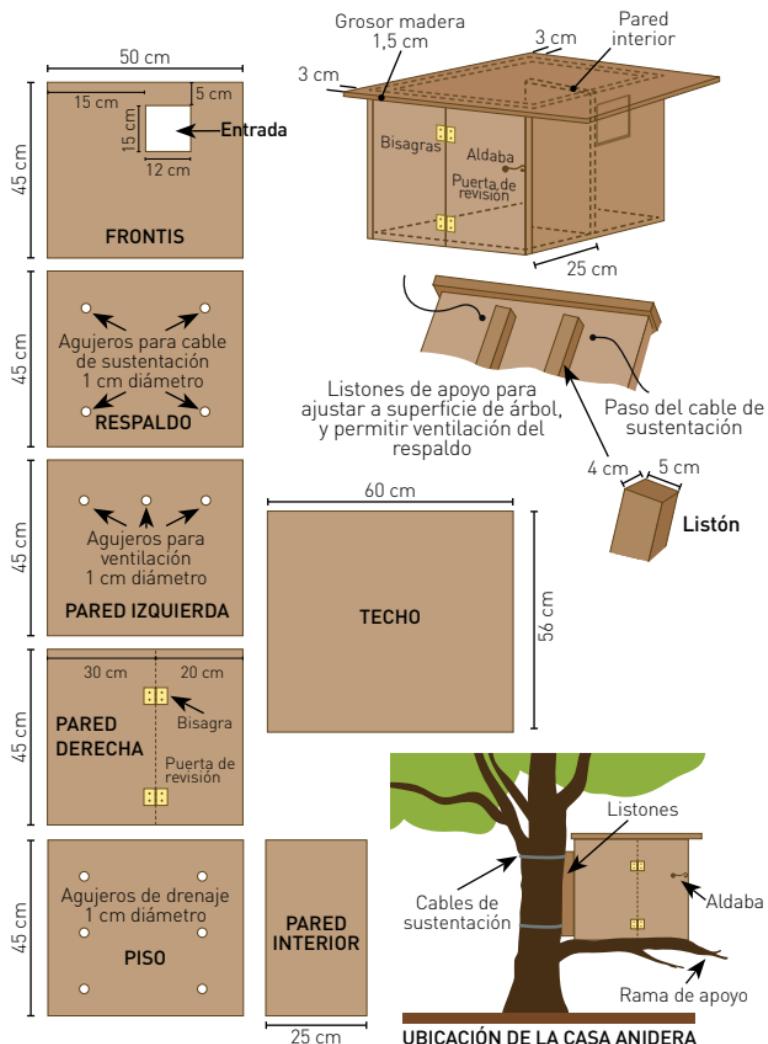
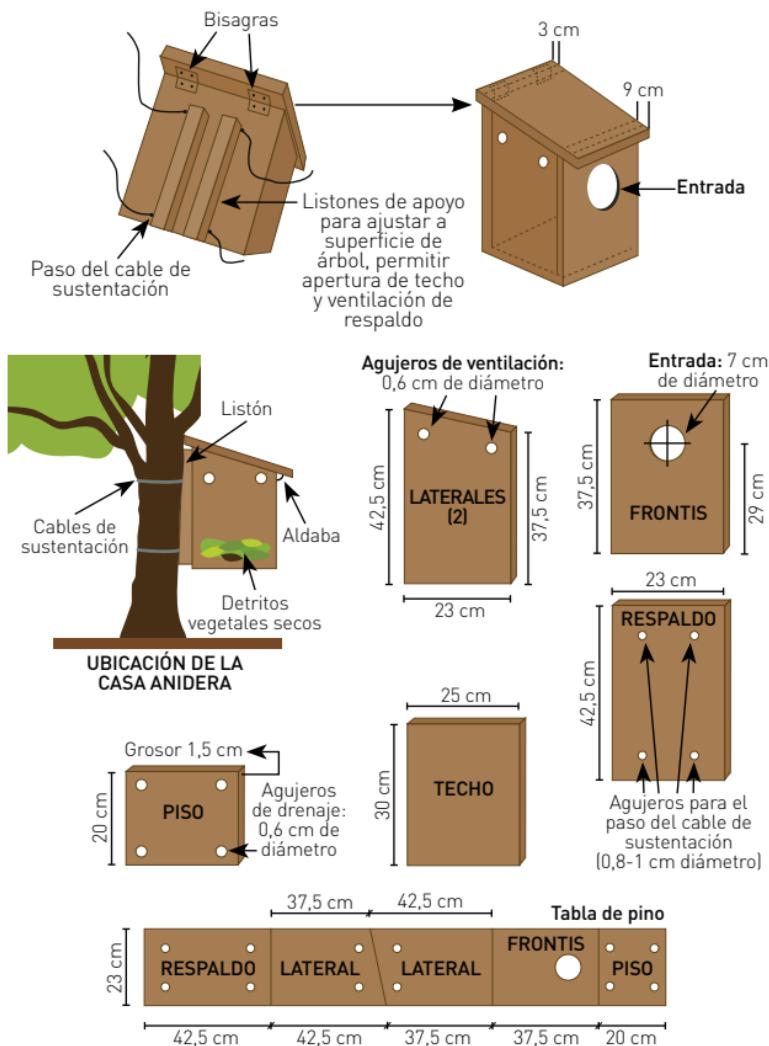


Figura 20. Partes casa anidera para cernícalo. Elaboración propia a partir de Figueroa et al. (2005).



Instalación y monitoreo de casas anideras:

1 PERÍODO

La instalación debe realizarse en agosto.

2 UBICACIÓN

Debe ser instalada en árboles adultos, evitando árboles con muchas ramas secas, a una altura de 4 a 6 metros sobre el nivel del suelo.

3 POSICIÓN

Debe ser posicionada de forma horizontal sobre una o más ramas, con el orificio de entrada apuntando hacia la salida del sol, pero no expuesta a rayos directos, en sectores relativamente sombreados.

4 INSTALACIÓN

Debe ser instalado por 2 o más personas, con el equipo de seguridad correspondiente.

5 SOPORTE

Afirmar el artificio al tronco del árbol mediante el uso de alambres.

6 PRECAUCIÓN

Confirmar que la ventanilla de limpieza y observación quede bien cerrada.

7



NATURALIZACIÓN

No visite casas anideras en un período de 4 semanas. Así las aves no asociarán el artificio con presencia humana.

8



MONITOREO

Revise periódicamente el estado de los artificios. Realice reparaciones o limpieza en caso de ser necesario, evitando épocas de reproducción.

9



PROHIBIDO

Extraer pichones.

Construcción de una percha

Para la elaboración de una percha se emplean dos polines de madera de eucalipto de distintos diámetros (**Tabla 9**). Los polines deben ser unidos formando una figura similar a la letra “T”, para esto se recomienda el uso de tres clavos corrientes de 4 pulgadas de largo, para lograr una unión firme.



Tabla 9. Materiales para la elaboración de una percha.

Material	Unidad	Tamaño o peso	Cantidad
Polín de eucalipto (poste)	Polín	5 m x 5"	1
Polín de eucalipto (travesaño)	Polín	1 m x 2,44"	1
Clavos corrientes	Clavo	4" x 8 mm	3

Construcción de un comedero

Para la elaboración de un comedero se emplea un polín de madera de eucalipto y un panel de madera de pino insigne sin cepillar (**Tabla 10**). El polín debe ser ubicado al centro del panel, luego para fijar el panel al polín se recomienda el uso de tres clavos corrientes de dos pulgadas de largo, para lograr una unión firme.



Una vez definida la ubicación de la perchta o el comedero, se recomienda realizar una perforación de un diámetro similar al del Polín que será utilizado como “*poste*”, con un metro de profundidad para evitar posibles oscilaciones por efecto del viento.

Además, se recomienda tratar la madera con aceite quemado o carbolineo, para prolongar la vida útil del material.

Tabla 10. Materiales para la elaboración de un comedero.

Material	Unidad	Tamaño o peso	Cantidad
Polín de eucalipto (poste)	Polín	5 m x 5"	1
Panel de madera sin cepillar	Panel pino insigne	1 m ² x 20 mm	1
Clavos corrientes	Clavo	2" x 12 mm	3



REFERENCIAS

- Alvarado, S. A., Figueroa, R. R., Valladares, P., Carrasco-Lagos, P., & Moreno, R. A. [2013]. Aves rapaces de la región Metropolitana de Santiago, Chile. *Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile*, Vol. 53. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Blake, E. J., Westbury, D. B., Woodcock, B. A., Sutton, P., & Potts, S. G. (2012). Enhancement of buffer strips can improve provision of multiple ecosystem services. *Outlooks Pest Manage*, Vol. 23. Pag. 258-262.
- Braman, S. K., Pendley, A. F., & Corley, W. (2002). Influence of commercially available wildflower mixes on beneficial arthropod abundance and predation in turfgrass Environ. *Entomol*, Vol. 31. Pag. 564-572.
- Campbell, A. J., Biesmeijer, J. C., Varma, V., & Wäckers, F. L. (2012). Realising multiple ecosystem services based on the response of three beneficial insect groups to floral traits and trait diversity. *Basic and Applied Ecology*, 13(4), 363-370.
- Casanoves, F., Pla, L., & Di Rienzo, J. A. (2011). Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. *Serie técnica, Informe técnico*, 384.
- Castillo, E., Priotto, J., Ambrosio, A. M., Provensal, M. C., Pini, N., Morales, M. A., & Polop, J. J. (2003). Commensal and wild rodents in an urban area of Argentina. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 52(3), 135-141.

CEA Chile. (10 de agosto de 2018). *Programa Conservación de aves rapaces y control biológico*. Obtenido de CEA: <http://www.ceachile.cl/lechuzablanca>

Cordeau, S., Petit, S., Reboud, X., & Chauvel, B. (2012). Sown grass strips harbor high weed diversity but decrease weed richness in adjacent crops. *Weed Res*, Vol. 52. Pag. 88-97.

Franco, J. [2013]. The concept of biodiversity and the history of conservation biology: from wilderness preservation to biodiversity conservation. *História (São Paulo)*, 32(2), 21-48.

Glowka, L. [1996]. *Guía del convenio sobre la diversidad biológica N° 30*. UICN Gland y Cambridge, 179 pp.

GREFA. [2015]. *Aliados en la agricultura Cómo combatir las plagas de forma natural*. WWF España.

Grez, A. A., Torres, C., Zaviezo, T., & Ramírez, M. (2010). Migration of coccinellids to alfalfa fields with varying adjacent vegetation in Central Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 37(2), 111-121.

Halfpter, G. (1995). ¿Qué es la biodiversidad? *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 5-14.

INIA. (2005). *Control Biológico de Plagas en Chile*. La Cruz, Chile: instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA.

Karunaratna, M., & Wilson, K. (2017). Agricultural biodiversity and farm level technical efficiency: An

empirical investigation. *Journal of Forest Economics*, Vol. 29. Pag. 38-46.

Koohafkan, P., Altieri, M. A., & Holt-Gimenez, E. (2012). Green Agriculture: Foundations for Biodiverse, Resilient and Productive Agricultural Systems. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 10(1): 61-75.

Labuschagne, L., Swanepoel, L. H., Taylor, P. J., Belmain, S. R., & Keith, M. [2016]. Are avian predators effective biological control agents for rodent pest management in agricultural systems? *Biological Control*, 101, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.07.003>.

Littrell, E. (1990). Effects of field vertebrate pest control on nontarget wildlife (with emphasis on bird and rodent control). *Proceedings of the Fourteenth Vertebrate Pest Conference 1990*, 3-6.

Martín-López, B., González, J. A., Díaz, S., Castro, I., & García-Llorente, M. (2007). Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Revista ecosistemas*, 16(3).

Ministerio de Medio Ambiente. (2014). *Quinto informe de Biodiversidad de Chile ante el convenio de Diversidad Biológica (CBD)*. Santiago, Chile: Ministerio de Medio Ambiente, 140 pp.

Muñoz, A. E., Arellano, E., & Bonacic, C. (2016). *Manual de Conservación de Biodiversidad en Predios Agrícolas de Chile Central*. Santiago, Chile: Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

-
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2013). Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(2), 257–274.
- Nicholls, C., & Altieri, M. (2002b). Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 65, 50-64.
- Norris, K. (2008). Agriculture and biodiversity conservation: opportunity knocks. *Conservation Letters*, Vol. 1. Pag. 2-11.
- Nuñez, I., González-Gaudiano, E., & Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387-393.
- Olivares, P., Smith-Ramiréz, C., Zenteno, V., & Fernández, X. (2009). *Manual diseño de planes integrales Prediales Compatibilizando las prácticas productivas y la biodiversidad, en el valle central de la Región de los Ríos*. Puerto Montt.
- Orellana, S. A., Faúndez, P. V., Carrasco-Lagos, P., & Moreno, R. A. (2015). *Aves rapaces de la Región Metropolitana de Santiago, Chile*. Santiago: Laboratorio de Ecología de Vida Silvestre (LEVS), Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile.
- Pfiffner, L., & Wiss, E. (2004). Use of wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. En G. M. Gurr, S. D. Wratten, & M. A. Altieri, *Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods* (pág. 225 pp). Australia: CSIRO Publishing.

Prado, M. M., García, D. G., & Sastre , R. M. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad. *Revista Ecosistemas*, 27 (2), 81-90.

Root, R. B. (1973). Organization of a Plant-Arthropod Association in Simple and Diverse Habitats: The Fauna of Collards (*Brassica Oleracea*). *Ecological Monographs*, 43(1), 95-124. <https://doi.org/10.2307/1942161>.

Sans, F. X. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Revista ecosistemas*, 16(1).

Sarandon, S. J. (2002). Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. En M. A. Altieri, *Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables* (págs. 49 - 56). Buenos Aires - La Plata.

Stupino, S., Iermanó, M. J., Gargoloff, N. A., & Bonicatto, M. M. (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. En *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables* (págs. Capítulo, 5, 131-158). Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.

Tilman, D. (2001). Functional diversity. *Encyclopedia of biodiversity*, 3(1), 109-120.

Zúñiga, A. H., Fuenzalida, V., & Sandoval, R. (2018). Hábitos alimentarios de la lechuza blanca (*Tyto alba*) en un agroecosistema del centro-sur de Chile. *Ecología en Bolivia*, 53 (1): 7-15.

EDITORES

Alejandra Muñoz

Ingeniera Agrónoma, Magíster en Ecología y Biología Evolutiva y actual alumna de Doctorado en Ciencias de la Agricultura, ha trabajado con conflictos entre actividades silvoagropecuarias y vida silvestre, y ha evaluado biodiversidad en ecosistemas silvestres y manejados. Busca fomentar el conocimiento, valorización y uso de especies nativas funcionales en agroecosistemas y así también promover una agricultura de menor impacto ambiental. Actualmente es académica de la Pontificia Universidad Católica de Chile.



David Vásquez

Ingeniero Agrónomo, ha participado en líneas de investigación asociadas al estudio de servicios ecosistémicos presentes en agroecosistemas, y en la evaluación y fomento de biodiversidad en sistemas frutícolas. Además, ha enfocado parte de su trabajo, y pasión, a la elaboración de material sobre educación y manejos sustentables.



Tania Zaviezo

Ingeniera Agrónoma, Doctorado en Entomología, especialista en biología y ecología de plagas y enemigos naturales. Su investigación se enfoca en generar conocimiento que permita un manejo más sustentable de plagas, incluyendo control biológico, feromonas, especies invasoras, ecología de comunidades y de paisaje. Se desempeña como profesora e investigadora en la Pontificia Universidad Católica de Chile.





Agradecimientos al gran equipo profesional
que participó de este proyecto:

José Alcalde
Paul Amouroux
Nicolás Arcos
Jaime Aros
Carolina Ballesteros
Fernando Barreau
Cristian Bonacic
Bernardita Contreras
María José Díaz
Gabriel Follin
Joaquín Lledo
Camilo Lopez
Marcelo Miranda
Alejandra Muñoz
Mónica Musalem
Gonzalo Ossa
Mariangela Paratori
Franco Perona
María José Sandoval
Valentina Undurraga
Romina Urra
David Vásquez
Emmanuel Vergara
Tania Zaviezo



stgo.
GOBIERNO REGIONAL
METROPOLITANO DE
SANTIAGO

AGRICOM

ISBN: 978-956-09038-1-5

A standard linear barcode representing the ISBN 978-956-09038-1-5.

9 789560 903815