



Servicio de
Biodiversidad y
Áreas Protegidas

INTENSIFICACIÓN ECOLÓGICA

Conservación y fomento de
Servicios Ecosistémicos en
sistemas productivos

David A. Vásquez Stuardo
Ing. Agrónomo. MSc. RRNN



¿Cuál es el contexto del sistema agrícola moderno?

El contexto del sistema agrícola moderno

- Alta productividad
- Alta dependencia externa
- Vulnerabilidad creciente
- Costos crecientes de insumos
- Fragilidad frente a perturbaciones



Article | [Open access](#) | Published: 09 November 2023

Agricultural input shocks affect crop yields more in the high-yielding areas of the world

[Aino Ahvo](#), [Matias Heino](#), [Vilma Sandström](#), [Daniel Chrisendo](#), [Mika Jalava](#) & [Matti Kummu](#)

Nature Food **4**, 1037–1046 (2023) | [Cite this article](#)

[Save article](#)

Agronomy for Sustainable Development (2024) 44:44
<https://doi.org/10.1007/s13593-024-00978-0>

39k Accesses | 67

RESEARCH ARTICLE



Fertilizer dependency: a new indicator for assessing the sustainability of agrosystems beyond nitrogen use efficiency

Miguel Quemada¹ · Luis Lassaletta¹

Article | [Open access](#) | Published: 06 March 2024

Biodiversity–production feedback effects lead to intensification traps in agricultural landscapes

[Alfred Burian](#) , [Claire Kremen](#), [James Shyan-Tau Wu](#), [Michael Beckmann](#), [Mark Bulling](#), [Lucas Alejandro Garibaldi](#), [Tamás Krisztin](#), [Zia Mehrabi](#), [Navin Ramankutty](#) & [Ralf Seppelt](#)

Nature Ecology &

Food Policy 133 (2025) 102892



Contents lists available at ScienceDirect

Food Policy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodpol



Fertilizer, soil health, and economic shocks: A synthesis of recent evidence^{*}

Kibrom A. Abay^{a,*}, Jordan Chamberlin^b, Pauline Chivenge^c, David J. Spielman^a

^a International Food Policy Research Institute, Washington, DC, USA



Review | [Open access](#) | Published: 01 October 2025

Agricultural practices can threaten soil resilience through changing feedback loops

[Alison M. Carswell](#) , [Simon Willcock](#), [Martin S. A. Blackwell](#), [Hari Ram Upadhayay](#), [Paul Harris](#), [Graham McAuliffe](#), [Andrew L. Neal](#), [M. Jordana Rivero](#), [Laura M. Cardenas](#), [Stephan M. Haefele](#), [Andrew P. Whitmore](#), [John A. Dearing](#), [Fusuo Zhang](#), [Mark Farrell](#), [Marijn Bauters](#), [Pascal Boeckx](#), [Yuri Jacques A. B. da Silva](#), [Kwame Agyei Frimpong](#) & [Adrian L. Collins](#)

npj Sustainable Agriculture **3**, Article number: 56 (2025) | [Cite this article](#)

El contexto del sistema agrícola moderno

- Alta productividad
- Alta dependencia externa
- Vulnerabilidad creciente
- Costos crecientes de insumos
- Fragilidad frente a perturbaciones



PULSO

GPS Property estima pérdidas por más de US\$700 millones tras inundaciones

La firma apun... B B C ... todos productos de temporada tales como habas, ceboll...

NEWS MUNDO

Noticias Video

América Latina Internacional Mundial 2026 EE.UU. Economía Ciencia Salud Cu

Centroamérica Cuenta

Rusia y Ucrania: el efecto "catastrófico" de la guerra sobre la producción global de alimentos

"La pregunta es cuánta agua logra almacenarse": Lluvias no aplacarían "fantasma" del estrés hídrico en la zona central

De acuerdo a datos de Meteorología, mayo fue el quinto mes más seco en Santiago desde 1967. En tanto, se registrarán lluvias "sobre lo normal" en este invierno.

03 de Julio de 2026 | 08:05 | Por Daniela Toro, Emol.



"La temporada más difícil que nos ha tocado enfrentar": Sector agrícola asegura estar en crisis pese a alto precio del dólar

En medio de la elevada inflación y el mayor costo de insumos claves, una encuesta elaborada por Fedefruta apuntó que 9 de cada 10 productores creen que no podrán costear el trabajo venidero para la campaña 2022-2023.

29 de Julio de 2022 | 08:06 | Por Ignacia Munita C., Emol.



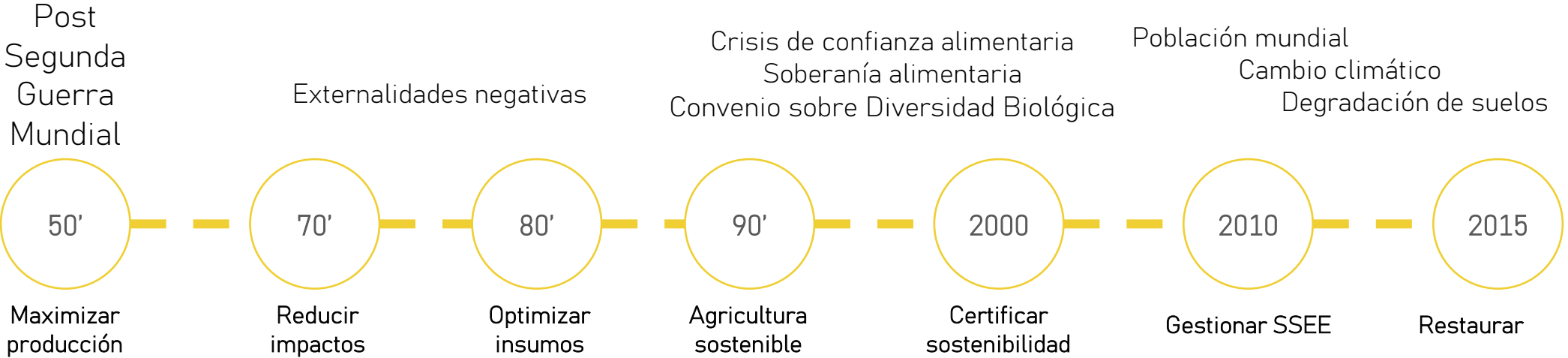
Cálculo por impacto de temporales sube a US\$400 millones: Comercio acusa duro golpe y hay 621 agricultores afectados

Desde el sector agrícola no descartan alzas puntuales de precios si persisten los problemas de distribución.

20 de Julio de 2026 | 19:42 | Por Martín Garretón, Emol.



Contexto histórico de los modelos agrícolas



¿En qué momento se
empezó a hablar de
intensificación ecológica?



“Aumentar la producción
manteniendo estándares
aceptables de **calidad
ambiental**”.

Kenneth Cassman (1999)

“Producir utilizando los
procesos ecológicos como
parte del sistema productivo”.

Doré *et al.* (2011)

“Aumentar la producción agrícola mediante
el aprovechamiento deliberado de las
funciones ecológicas y los servicios
ecosistémicos, reduciendo la dependencia de
insumos externos”.

Pablo Tittonell (2014)

¿QUÉ FUNCIONES
ECOLÓGICAS HEMOS
REEMPLAZADO POR
INSUMOS?





¿Qué funciones ecológicas hemos reemplazado por insumos?

- Polinización → colmenas comerciales
- Fertilidad → fertilización sintética
- Control biológico → pesticidas
- Regulación hídrica → riego e infraestructura

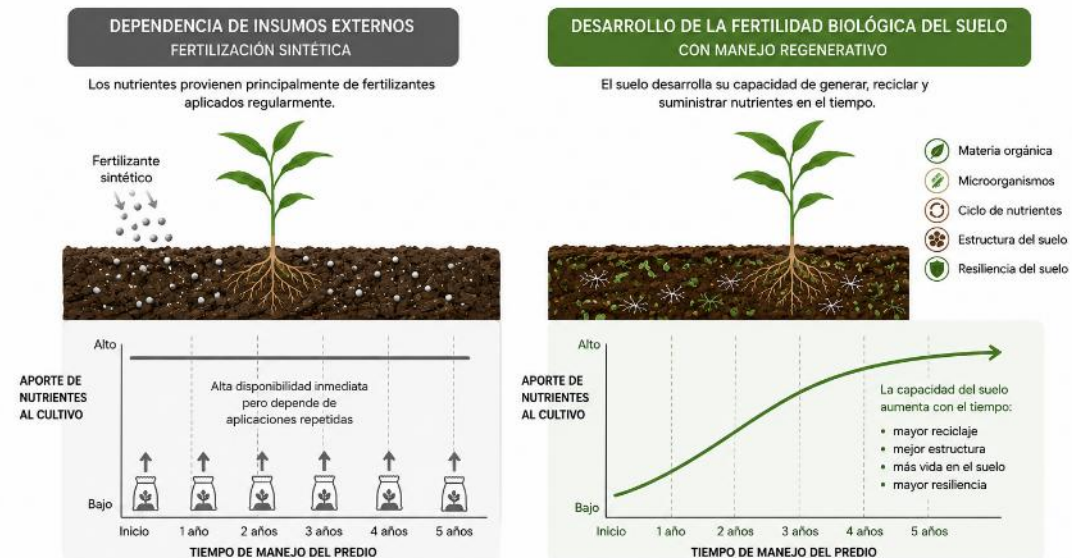
2015	2023
~\$16.000	~\$20.400
(FAO, 2017)	(ODEPA, 2023)

8 a 10 colmenas/ha

“Se mantiene parte del servicio, pero aumenta la dependencia de un insumo externo, disminuye la resiliencia y se pierde la redundancia ecológica que aporta la diversidad de polinizadores”.

¿Qué funciones ecológicas hemos reemplazado por insumos?

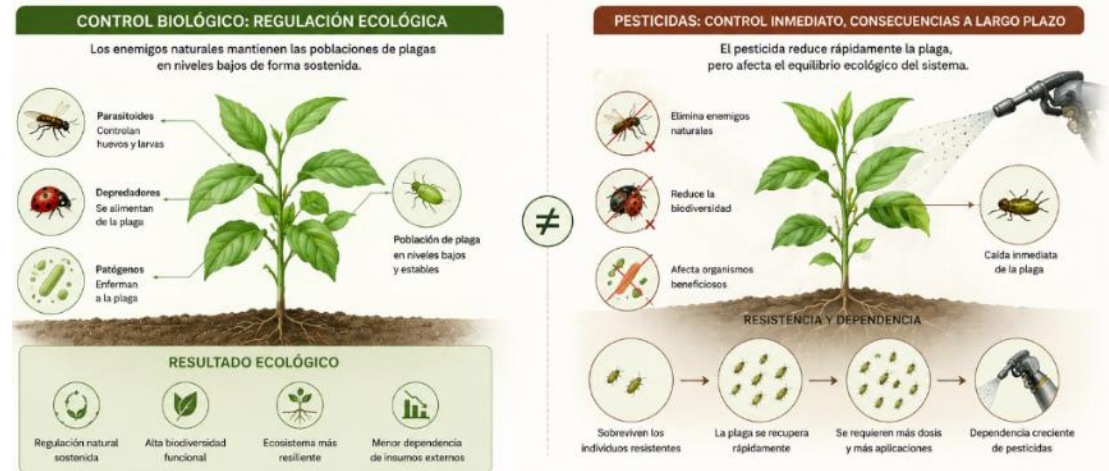
- Polinización → colmenas comerciales
- Fertilidad → fertilización sintética
- Control biológico → pesticidas
- Regulación hídrica → riego e infraestructura



“Asegura el suministro inmediato de nutrientes, pero aumenta la dependencia de insumos externos y **no reemplaza los procesos biológicos** que sostienen la fertilidad del suelo”.

¿Qué funciones ecológicas hemos reemplazado por insumos?

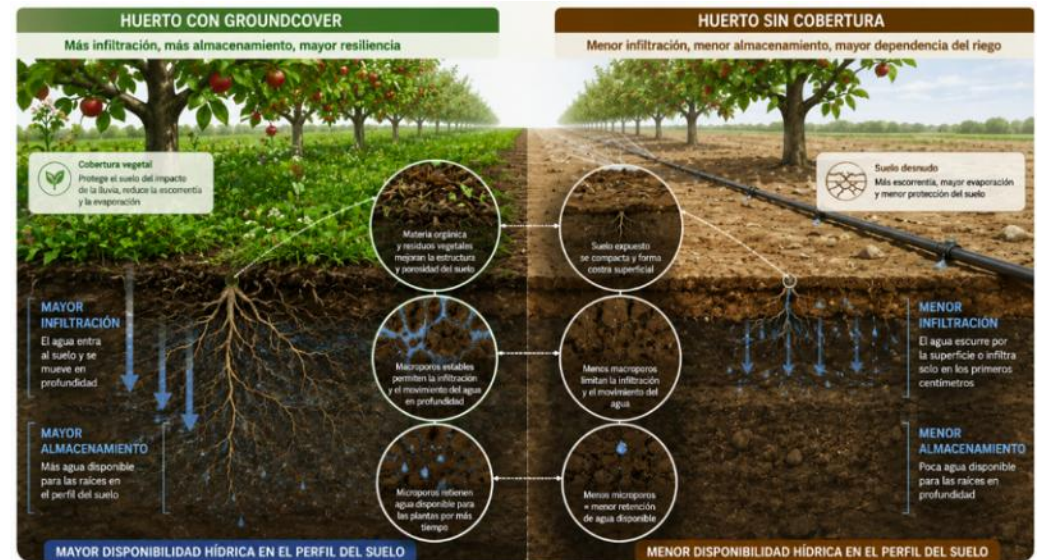
- Polinización → colmenas comerciales
- Fertilidad → fertilización sintética
- **Control biológico → pesticidas**
- Regulación hídrica → riego e infraestructura



“Proporciona un control inmediato, pero **reduce la regulación ecológica**, favorece la resistencia y aumenta la dependencia de aplicaciones sucesivas”.

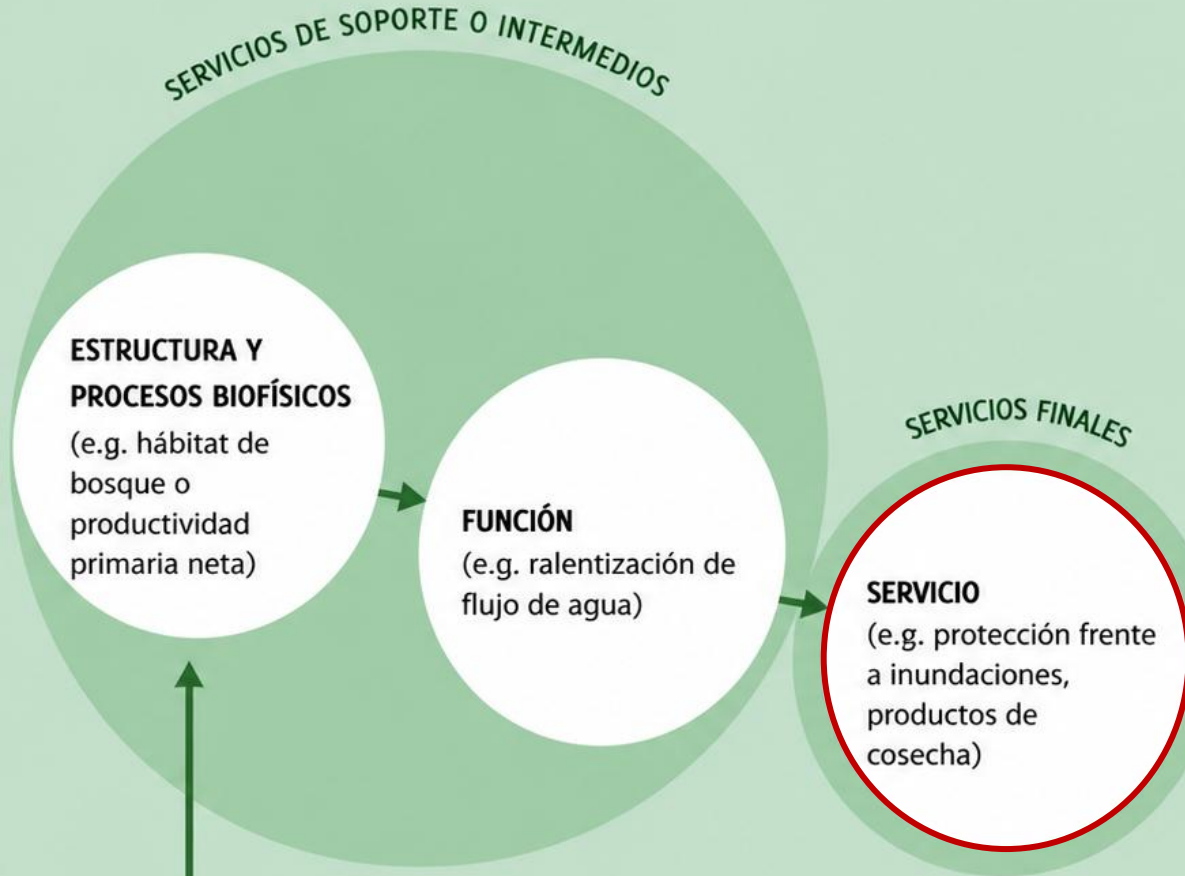
¿Qué funciones ecológicas hemos reemplazado por insumos?

- Polinización → colmenas comerciales
- Fertilidad → fertilización sintética
- Control biológico → pesticidas
- Regulación hídrica → riego e infraestructura



“Asegura el suministro de agua, pero aumenta la dependencia de infraestructura y energía sin recuperar la capacidad natural del paisaje para almacenar y regular el recurso”.

MEDIO AMBIENTE



IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS
PARA LIMITAR LAS PRESIONES
ANTRÓPICAS

Σ PRESIONES

SISTEMA ECONÓMICO-SOCIAL



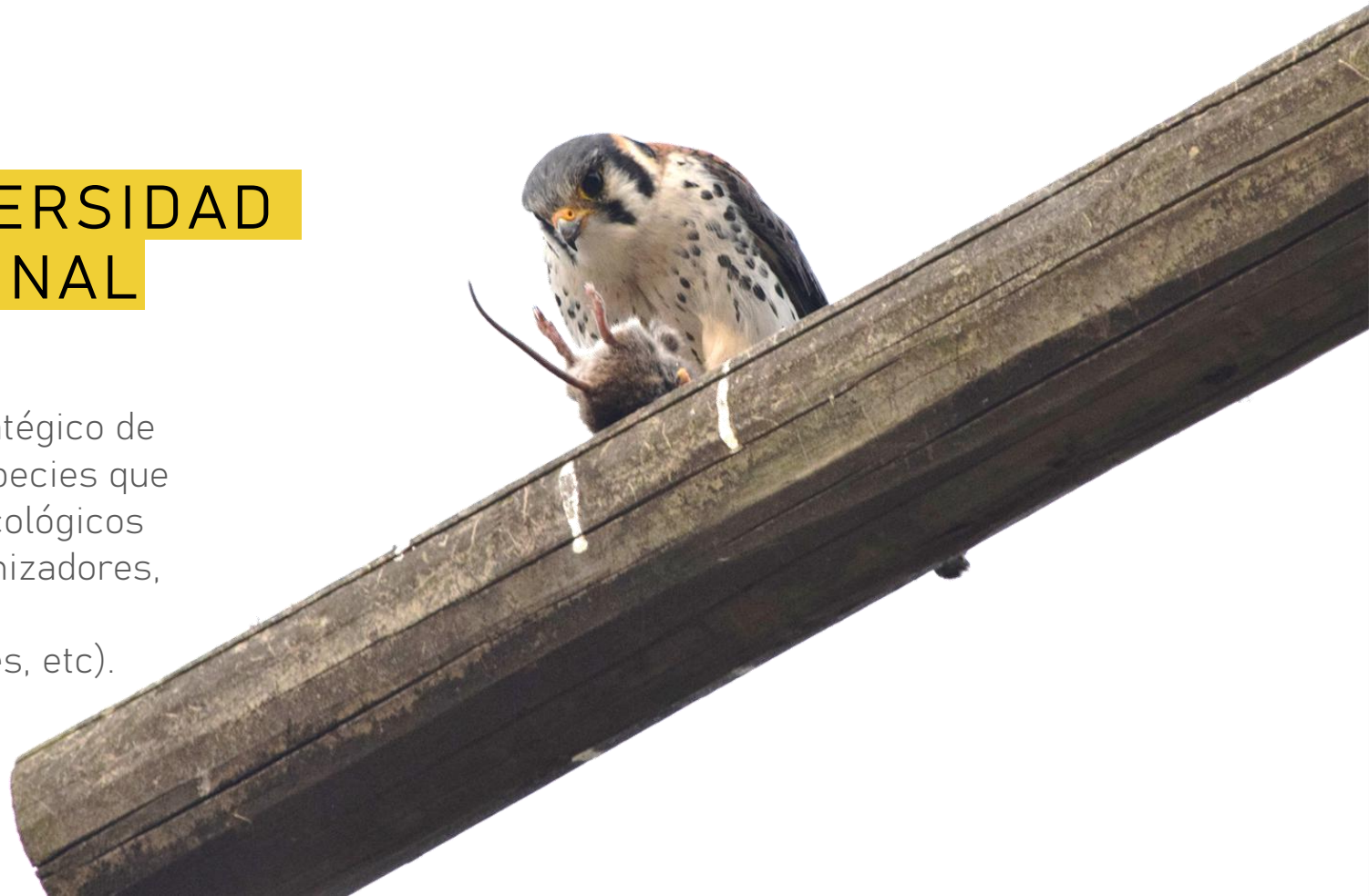
¿Cuáles son los pilares de la
intensificación ecológica?

Cuáles son los pilares de la intensificación ecológica

1

BIODIVERSIDAD FUNCIONAL

Incremento estratégico de diversidad de especies que cumplen roles ecológicos específicos (polinizadores, depredadores, descomponedores, etc).



Cuáles son los pilares de la intensificación ecológica

2 SALUD DE SUELO

Mejora de propiedades físicas, químicas y biológicas mediante manejo que favorece el ecosistema edáfico.



Cuáles son los pilares
de la intensificación
ecológica

3

INTEGRACIÓN ESPACIO TEMPORAL

Diseño de mosaicos
paisajísticos que
combinan áreas
productivas con
elementos de
conservación.



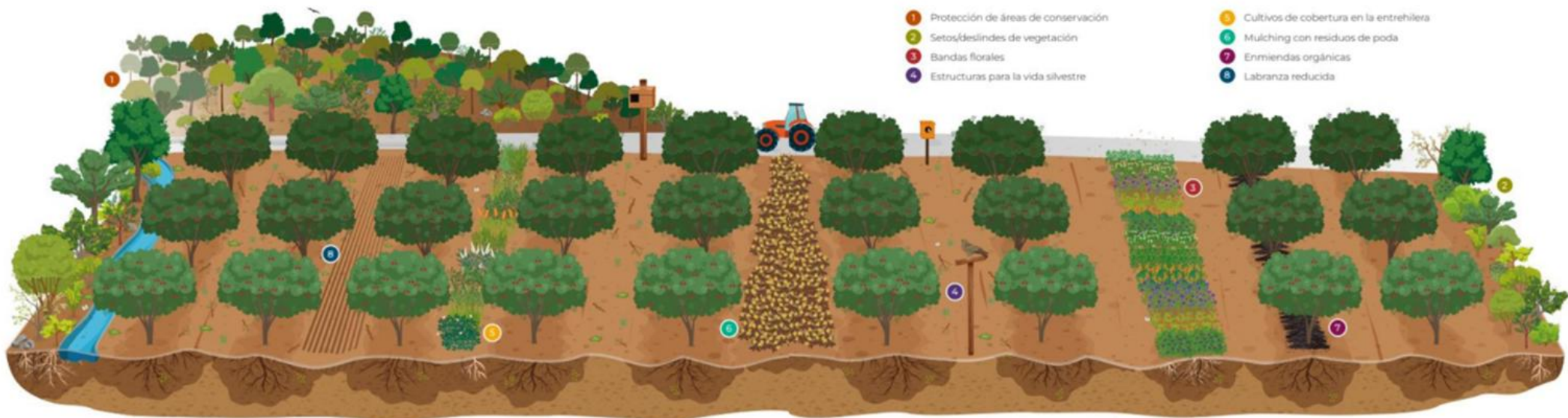
Cuáles son los pilares de la intensificación ecológica

4

RESILIENCIA SISTÉMICA

Fortalecimiento de la capacidad del agroecosistema para mantener funciones ante perturbaciones (climáticas, bióticas).





De medidas aisladas a infraestructura ecológica

Lógica tradicional

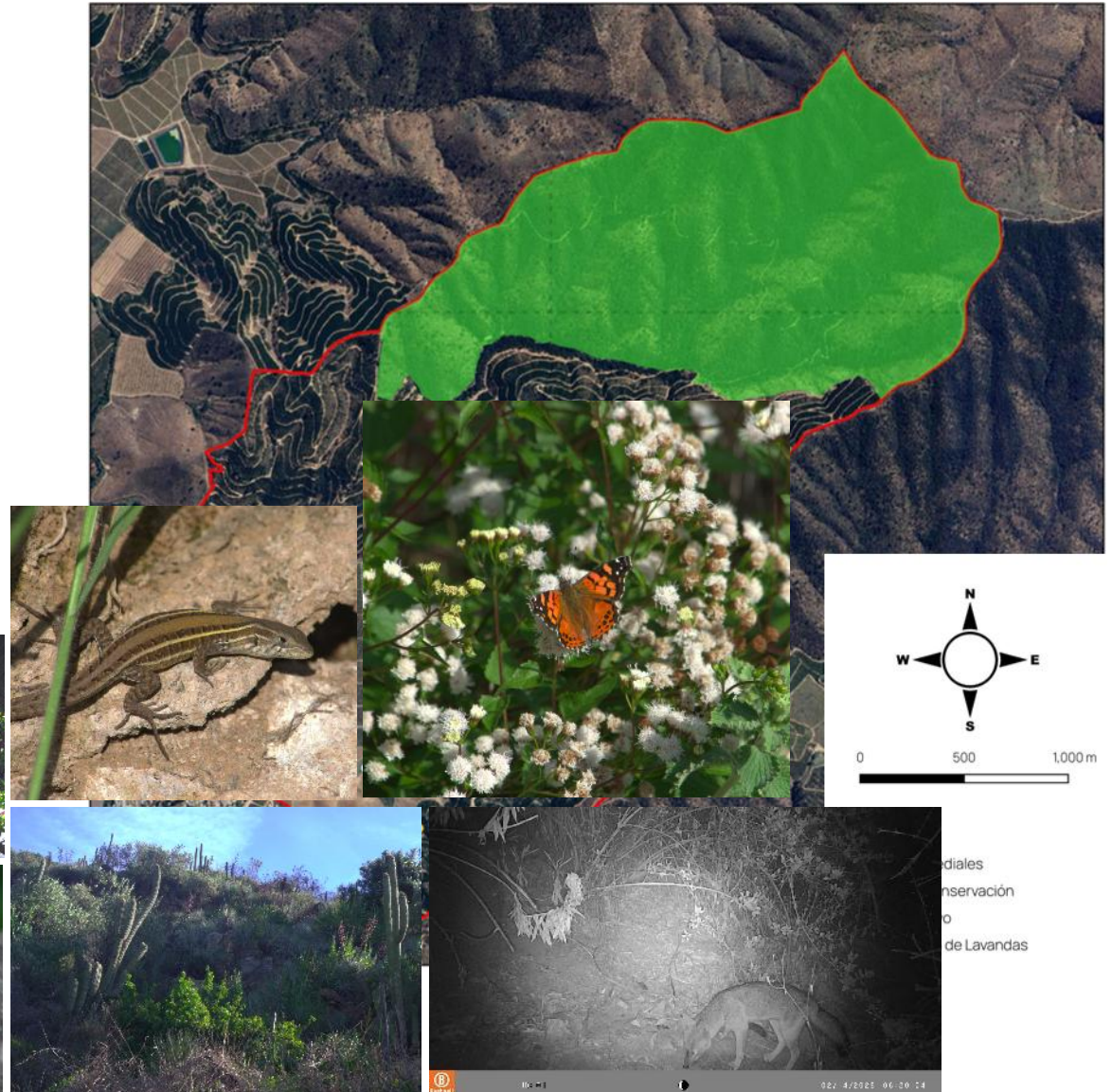
- Medidas ornamentales
- Compensaciones
- Biodiversidad marginal



De medidas aisladas a infraestructura ecológica

Intensificación ecológica

- Infraestructura funcional
- Diseño predial
- Integración productiva



De medidas aisladas a infraestructura ecológica

Intensificación ecológica

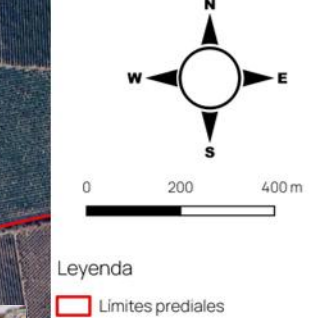
- Infraestructura funcional
- Diseño predial
- Integración productiva



0 200 400 m

Leyenda

- Límites prediales
- Área de Conservación
- Área de Protección
- Área de Restauración



La infraestructura ecológica no busca aumentar biodiversidad por sí misma. Busca mejorar el funcionamiento del sistema agrícola.



ÁREAS DE
CONSERVACIÓN



FRANJAS DE
VEGETACIÓN



ESTRUCTURAS
PARA FAUNA
SILVESTRE



BANDAS
DE FLORES



CULTIVOS DE
COBERTURA EN
ENTREHILERA



MULCHING
CON RESIDUOS
DE PODA



ENMIENDAS
ORGÁNICAS



LABRANZAS
REDUCIDAS



Qué
entenderemos
por
infraestructura
ecológica

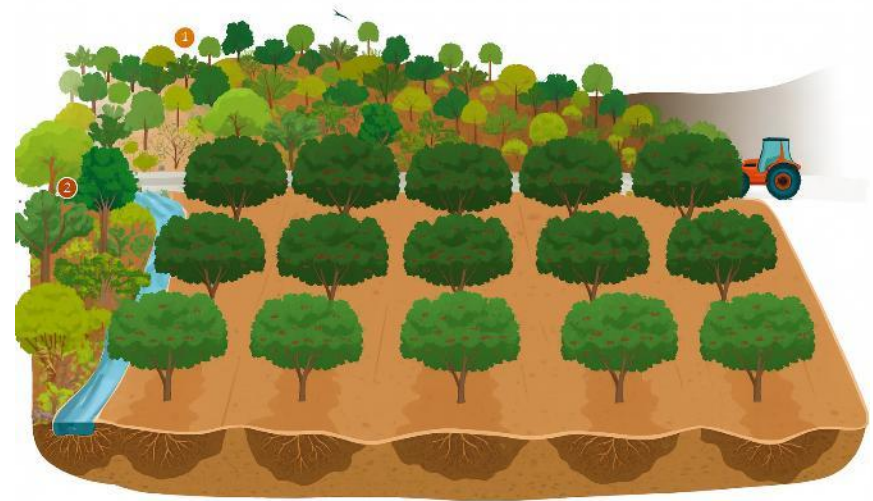
Áreas de Conservación

"Conservación de remanentes de vegetación nativa que funcionan como refugio de biodiversidad y fuente de colonización hacia áreas productivas".

- Garibaldi *et al.* (2021): ≥ 20 % de hábitat nativo mantiene funciones ecológicas esenciales.
- Kremen (2015): Conservar hábitats naturales también es una estrategia para producir más eficientemente.
- Tscharntke *et al.* (2005): Los servicios ecosistémicos dependen tanto del paisaje como del manejo del cultivo.

Servicios ecosistémicos asociados:

- Regulación del clima (captura y almacenamiento de carbono)
- Control de erosión y estabilización de suelos
- Regulación hidrológica y mejora de la calidad del agua
- Control biológico mediante provisión de hábitat
- Polinización (cuando existe conectividad con áreas agrícolas)



(Arellano et al., 2022)

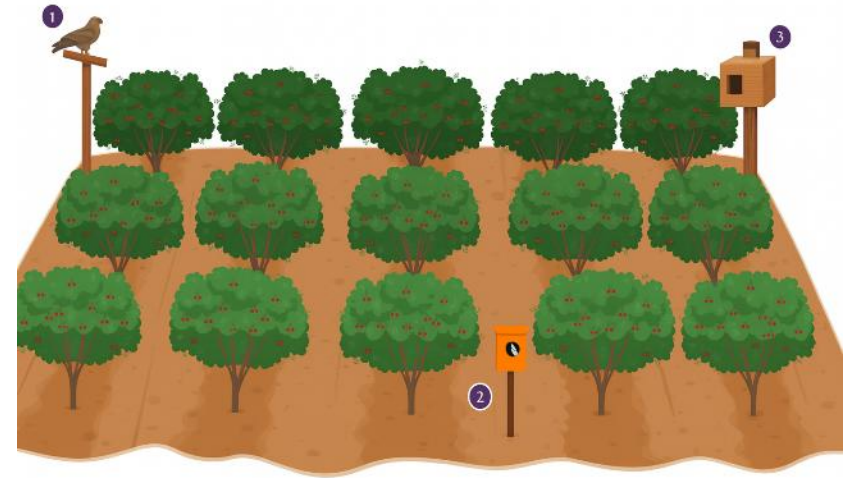
Estructuras para fauna silvestre

"Instalación de estructuras artificiales que complementan la disponibilidad de refugios, sitios de nidificación o percha para favorecer especies silvestres que proveen funciones ecológicas en paisajes agrícolas."

- Rodríguez-San Pedro *et al.* (2020): Hasta un 7 % de la producción de uva es protegida por el control biológico ejercido por murciélagos.
- Nyffeler *et al.* (2018): A escala global 400–500 millones de toneladas de insectos son consumidas anualmente por aves insectívoras.
- Zuñiga *et al.* (2018): 86,7 % de la dieta de la lechuza en agroecosistemas chilenos corresponde a roedores.

Servicios ecosistémicos asociados:

- Regulación biológica de plagas
- Conservación de biodiversidad funcional
- Incremento de depredadores naturales



(Arellano et al., 2022)

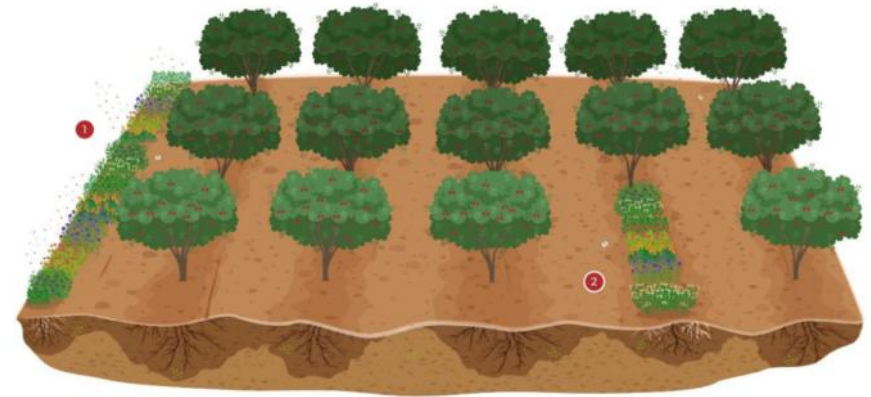
Bandas de flores

"Infraestructura ecológica compuesta por especies herbáceas con floración escalonada, diseñada para sostener poblaciones de polinizadores y enemigos naturales durante todo el ciclo productivo".

- Muñoz *et al.* (2021): Las bandas florales nativas aumentan la visita de polinizadores y mejoran la producción de paltos.
- Tschumi *et al.* (2015): Hasta 61 % menos daño por plagas gracias a bandas florales establecidas en cultivos.
- Blaauw & Isaacs (2014): Más flores = más polinizadores y mayor estabilidad del servicio de polinización durante la temporada.

Servicios ecosistémicos asociados:

- Polinización
- Control biológico de plagas
- Conservación de biodiversidad funcional
- Aumento de la resiliencia ecológica del cultivo



(Arellano *et al.*, 2022)

Cultivos de cobertura en la entre hilera

"Cobertura vegetal manejada entre hileras para fortalecer procesos ecológicos del suelo y aumentar la resiliencia del sistema productivo".

- Shackelford et al. (2019): 41% más biomasa microbiana y 27% menos malezas en sistemas con cultivos de cobertura mediterráneos.
- Winter et al. (2018): +38% secuestro de carbono +26% control de erosión mediante vegetación entre hileras (viñedos).
- Blanco-Canqui (2015): Hasta $1 \text{ MgCha}^{-1}\text{año}^{-1}$ de carbono puede incorporarse al suelo mediante cultivos de cobertura.

Servicios ecosistémicos asociados:

- Conservación y salud de suelo.
- Regulación hidrológica.
- Ciclado de nutrientes.
- Secuestro de carbono.
- Regulación de malezas.
- Hábitat para biodiversidad funcional.



(Arellano et al., 2022)

¿Cuáles son los impulsores que han
generado este cambio?

Cambios en el contexto internacional

Política pública

Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD)

- Chile ratifica el Convenio (1994)
- Marco Global Kunming-Montreal (2022)
- Meta 10: Sistemas agrícolas gestionados de manera sostenible.

Estrategia Nacional de Biodiversidad
2025-2030.

Finanzas

Naturaleza comienza a incorporarse en:

- Gestión de riesgos
- Acceso a financiamiento
- Divulgación corporativa
- Disminución de costos

Mercados

Consumidores y compradores comienzan a exigir evidencia de:

- Biodiversidad
- Agricultura sostenible
- Reducción de impacto

Los mercados comenzaron a diferenciar

El mercado se mueve hacia evidencia.

Exportaciones

Chile exporta más del **70 %** de su fruta fresca.

La competitividad depende cada vez más de estándares internacionales de sostenibilidad.

Certificaciones



Ejemplo chileno

Programa Vino, Cambio Climático y Biodiversidad

- Biodiversidad incorporada al modelo vitivinícola chileno
- 34.000 ha protegidas
- Una relación promedio de 2,7 hectáreas de vegetación nativa por cada hectárea plantada con vid.

También cambió la forma de mirar el campo

Hoy muchos trabajadores del agro no solo buscan producir más. También buscan proteger la salud de quienes trabajan en el predio y las comunidades colindantes, conservar la biodiversidad que sostiene la producción y dejar sistemas agrícolas más resilientes para las próximas generaciones.



Jiménez, V. (2023). *Evaluación de la gestión de biodiversidad al interior de predios frutícolas de la ecorregión mediterránea en Chile* [Tesis de magíster, Pontificia Universidad Católica de Chile].

¿Cómo repercute a distintas escalas?

La relevancia de la intensificación ecológica a escala de predio

Ecological Responses to Habitat Fragmentation Per Se

Lenore Fahrig

Geomatics and Landscape Ecology Research Laboratory, Department of Biology,
Carleton University, Ottawa, Ontario K1S 5B6, Canada; email: lenore.fahrig@carleton.ca

En paisajes agrícolas, la **cantidad de hábitat** sigue siendo el principal determinante de la biodiversidad. Sin embargo, cuando ésta se mantiene constante, la evidencia indica que la **configuración espacial del hábitat** rara vez produce efectos negativos y, en numerosos casos, favorece la biodiversidad. Esto respalda estrategias de **Land Sharing**, donde múltiples elementos de infraestructura ecológica distribuidos en la matriz agrícola incrementan la funcionalidad del paisaje sin excluir la producción.

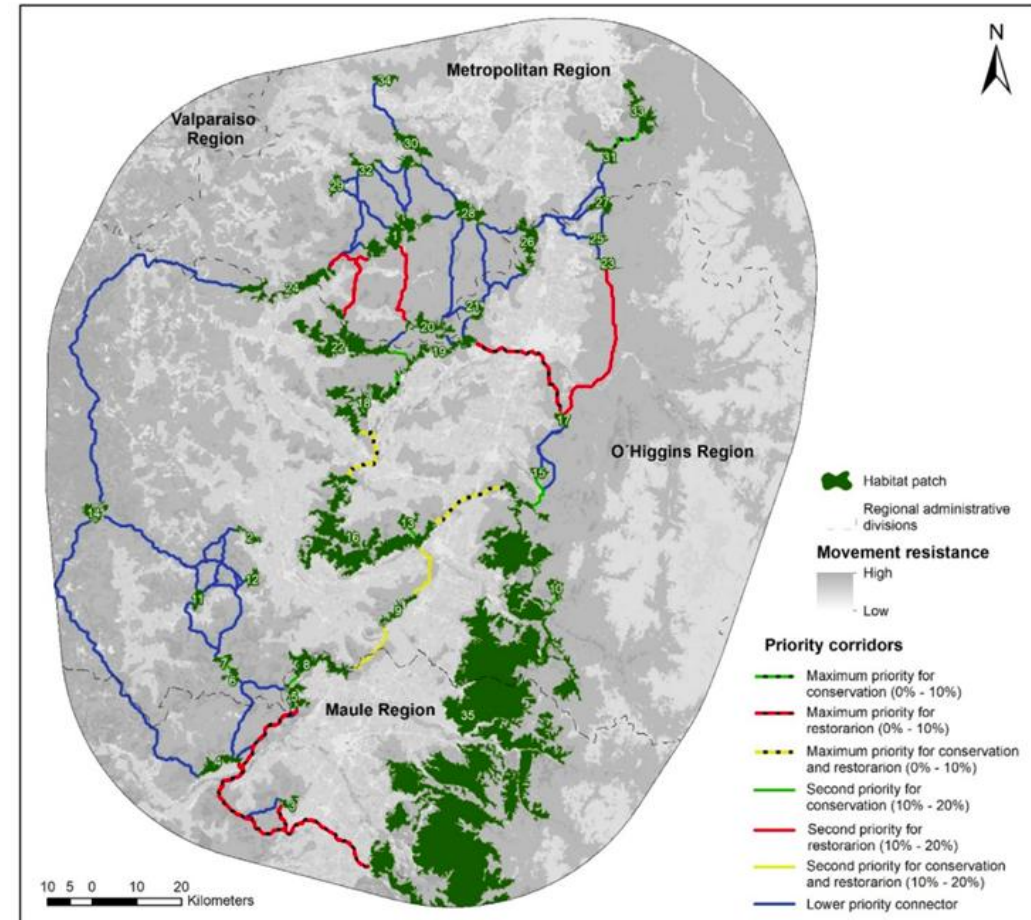
76 % de las respuestas ecológicas significativas fueron **positivas** frente a la fragmentación *per se*.
(Fahrig, 2017)

Intensificación ecológica y la configuración espacial

- Restaurar no significa intervenir grandes superficies.
- La ubicación estratégica de la infraestructura ecológica puede multiplicar sus beneficios.
- El paisaje debe planificarse como una red funcional y no como elementos aislados.

<1 % del paisaje restaurado

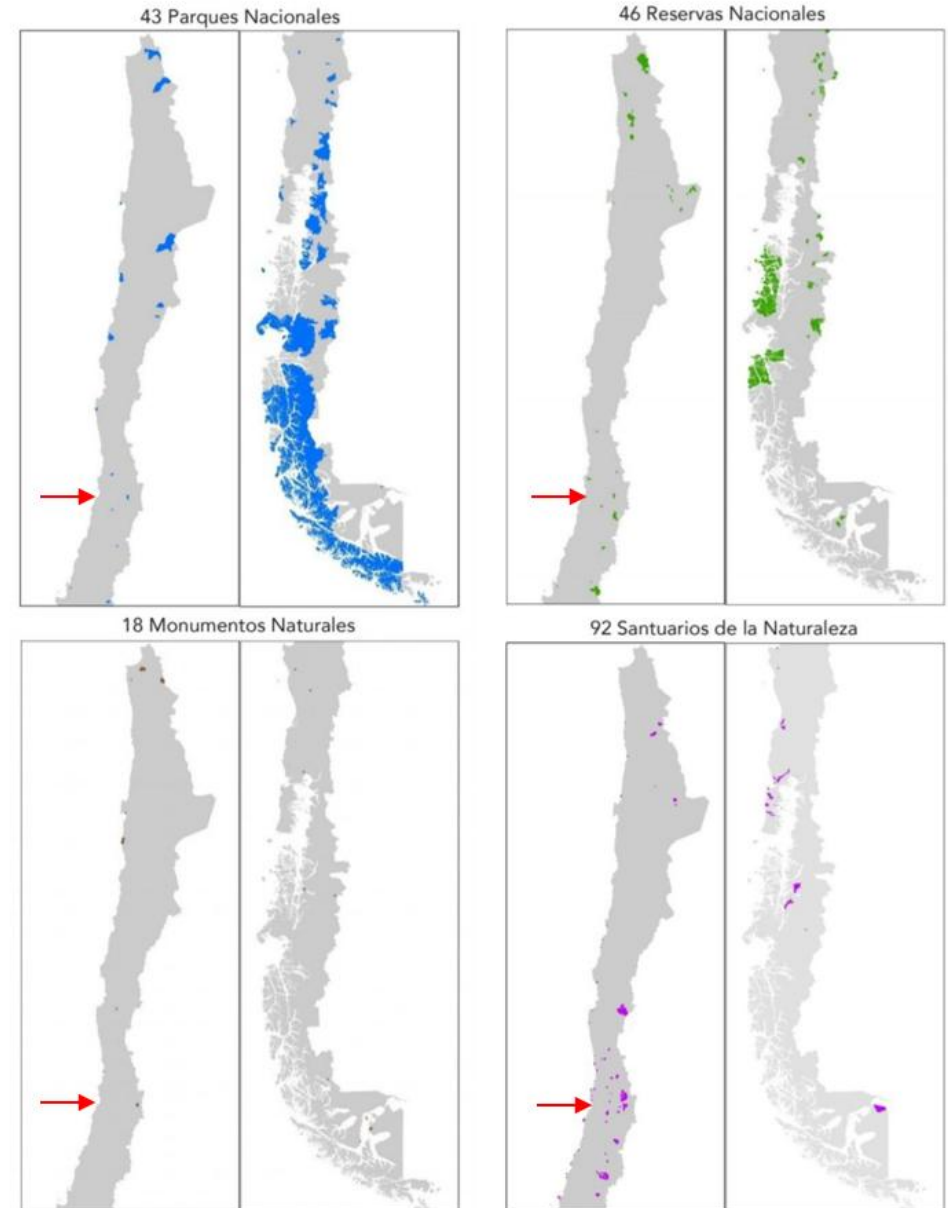
↑ 7,8 % conectividad funcional



Madrid, V., Gastón, A., Goicolea, T., Fontúrbel, F. E., Miranda, M. D., & Arellano, E. C. (2026). Influence of spatial configuration and restoration strategies on functional connectivity in intensively managed agricultural landscapes. *Restoration Ecology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/rec.70373>

La relevancia de la intensificación ecológica a escala de paisaje

- La conservación y la producción agrícola se distribuyen espacialmente de forma desigual en Chile.
- La macrozona agrícola concentra la mayor parte de la producción nacional, pero una baja representación de áreas silvestres protegidas.
- En este contexto, los paisajes agrícolas adquieren un rol estratégico para complementar la conservación de los ecosistemas.
- La infraestructura ecológica puede transformar los predios desde unidades exclusivamente productivas hacia componentes funcionales de una red ecológica.



¿Cómo podemos medir el impacto de estas intervenciones?

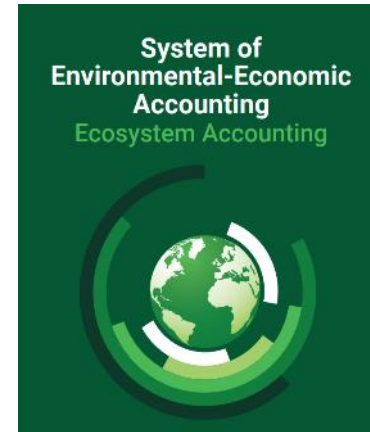
La intensificación ecológica como inversión
en capital natural

Así como un predio posee infraestructura, maquinaria o equipamiento, también posee activos naturales que generan valor (infraestructura ecológica). A ese conjunto de activos se le denomina capital natural.

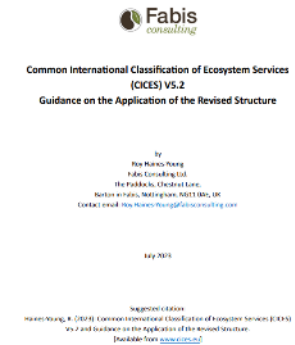
Marcos para la evaluación del capital natural y los servicios ecosistémicos

- Los marcos existentes fueron desarrollados principalmente para clasificar y valorar servicios ecosistémicos a **escalas nacionales, regionales o corporativas**, no para evaluar decisiones de manejo a escala predial.
- El capital natural es un marco que permitiría **integrar y medir** cómo la infraestructura ecológica modifica los activos naturales del predio y, con ello, los servicios ecosistémicos que sostienen la producción.

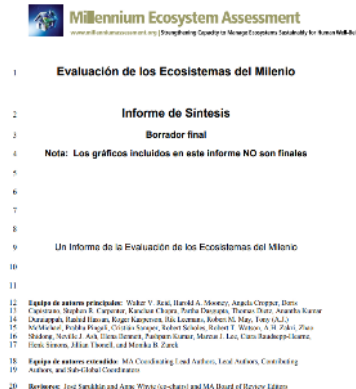
Sistema de contabilidad



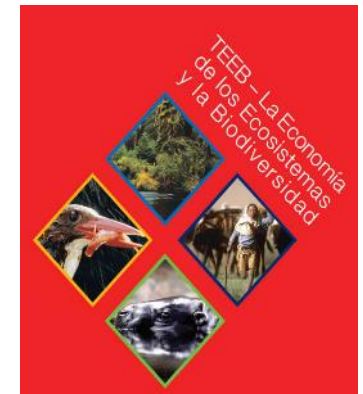
Sistema de clasificación



Plataforma científico-política



Marco de evaluación



Valoración económica

Capital Natural a escala predial



Methods in Ecology and Evolution

RESEARCH ARTICLE | [Open Access](#) | CC BY NC ND

Farm-scale Natural Capital Accounting: Unlocking the potential of natural capital to support sustainable agriculture

[James O. Radford](#) ✉, [Alex C. Maisey](#), [Frederick W. Rainsford](#), [Grace Sutton](#), [Daniel O'Brien](#), [Rachel Lawrence](#), [Imogen Semmler](#), [Sue Ogilvy](#)

First published: 17 February 2026 | <https://doi.org/10.1111/2041-210x.70245> | [VIEW METRICS](#)

*"La demanda por información sobre el capital natural de los predios agrícolas está aumentando rápidamente, impulsada por las crecientes exigencias de productores, compradores y cadenas de suministro para demostrar su **desempeño ambiental**. Aunque la Contabilidad del Capital Natural representa una herramienta prometedora, aún no existen metodologías estandarizadas para su aplicación a escala predial".*

Desafíos actuales y futuros

1. Modelos para medir el capital natural a escala predial

Adaptar los marcos internacionales o **generar modelos** de capital natural para apoyar decisiones de manejo dentro del predio.

2. Diseñar a escala de paisaje

La infraestructura ecológica será más efectiva cuando se **planifique coordinadamente entre predios** (cuencas; APL; cooperativas; asociaciones de regantes; programas GEF; corredores biológicos; etc)

3. Generar evidencia local

Validar cómo responden los servicios ecosistémicos en agroecosistemas de Chile.



Servicio de
Biodiversidad y
Áreas Protegidas

INTENSIFICACIÓN ECOLÓGICA

Conservación y fomento de
Servicios Ecosistémicos en
sistemas productivos

David A. Vásquez Stuardo
Ing. Agrónomo. MSc. RRNN

