

Agricultura y el diseño de sistemas sustentables resilientes al cambio climático

7 de septiembre 2022

Blas Lavandero

El cambio global amenaza la seguridad alimentaria

Promotores del Cambio Global:

Cambio climático

Cambio de uso del suelo

Enriquecimiento de CO₂ de la atmósfera

Acumulación de Nitrógeno

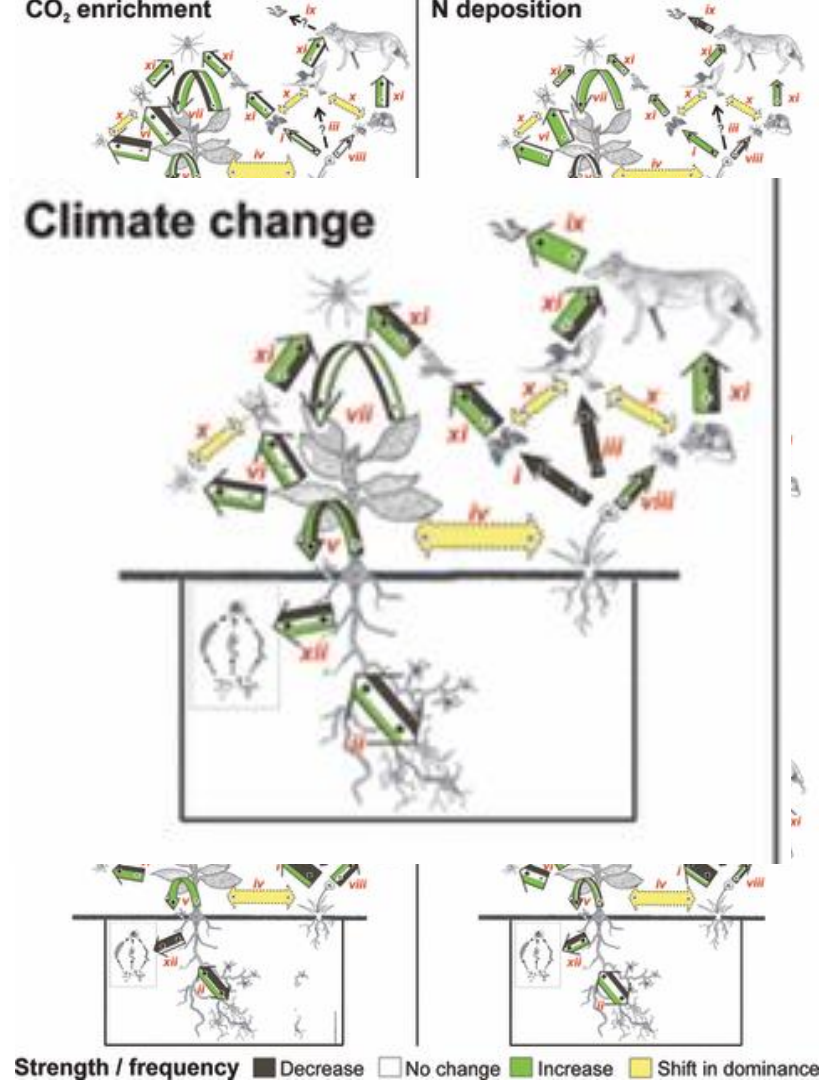
Invasiones biológicas

Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*. 2000 Mar 10;287(5459):1770-4

[O E Sala](#)¹, [F S Chapin 3rd](#), [J J Armesto](#), [E Berlow](#), [J Bloomfield](#), [R Dirzo](#), [E Huber-Sanwald](#), [L F Huenneke](#), [R B Jackson](#), [A Kinzig](#), [R Leemans](#), [D M Lodge](#), [H A Mooney](#), [M Oesterheld](#), [N L Poff](#), [M T Sykes](#), [B H Walker](#), [M Walker](#), [D H Wall](#)

Efectos sobre los promotores del cambio global y Control de plagas.

1. debilitar las redes mutualistas
2. exacerbar la herbivoría
3. efectos contrastantes del control biológico



Gliessman propone un rediseño agrícola basado en procesos ecológicos



Stephen R. Gliessman

University of California, Santa Cruz

United States

Nivel I: incremento de eficiencia reducir consumo

Nivel II: sustitución de insumos nocivos por menos nocivos

Nivel III: rediseño incluyendo, aspecto geo climáticos, variedades resistentes, refugios, bandas florales, etc: **intensificación ecológica**

Monitoreo

Agricultura orgánica

Seguridad Alimentaria:

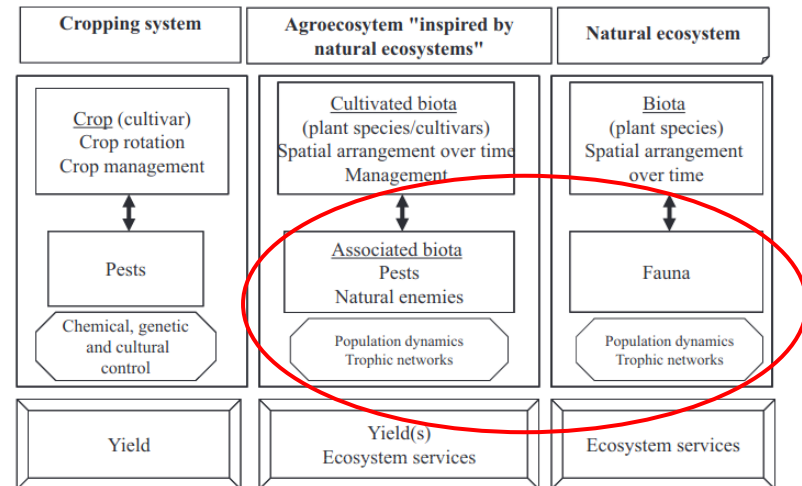
¿Qué es Intensificación Ecológica?

Basado en la evolución del término Chevassus au Louis and Griffon (2008), definen “ecological intensification” como:

“La intensificación del uso de las funciones naturales que los ecosistemas ofrecen”.

202

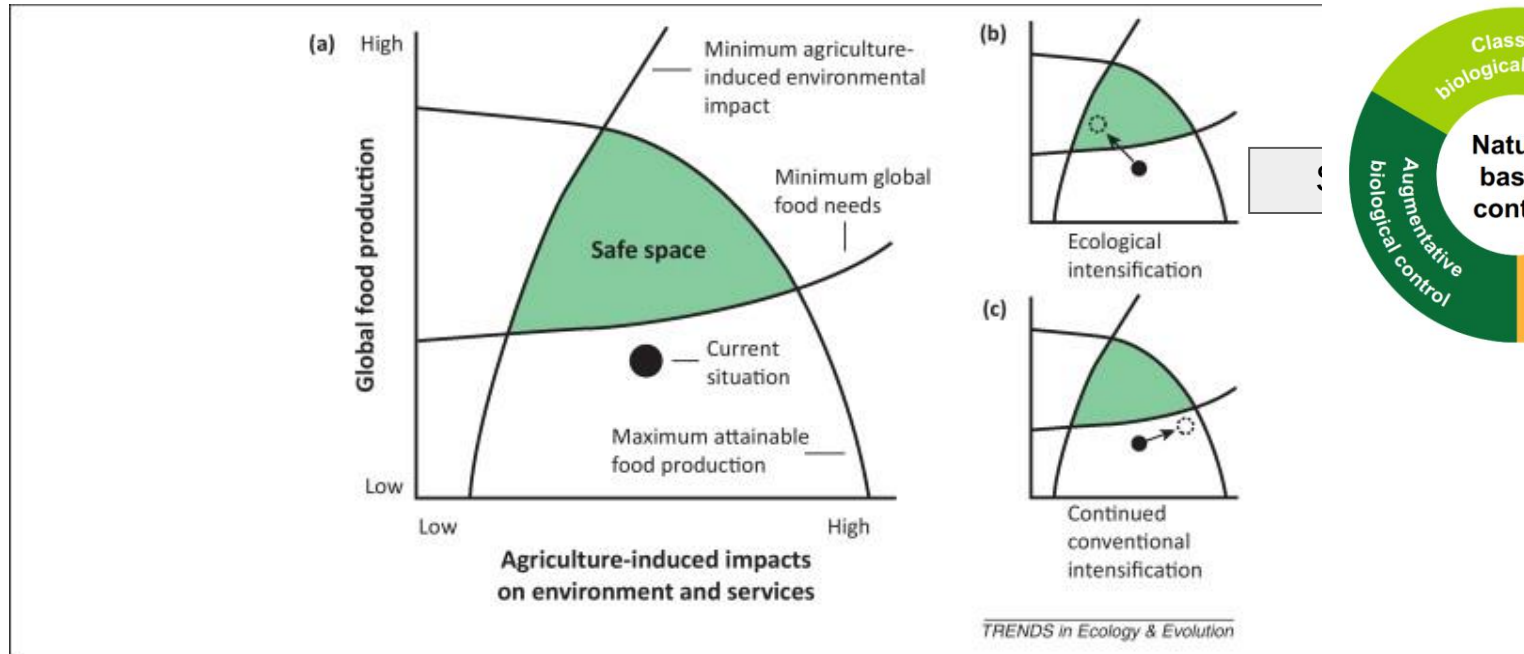
T. Doré et al. / *Europ. J. Agronomy* 34 (2011) 197–210



Chevassus au Louis, B., Griffon, M., 2008. La nouvelle modernité: une agriculture productive à haute valeur écologique. *Déméter: Économie et Stratégies Agricoles* 14, 7–48.

Fig. 2. A comparison of natural ecosystems, conventional cropping systems and agroecosystems inspired from natural ecosystems, with an emphasis on crop protection.

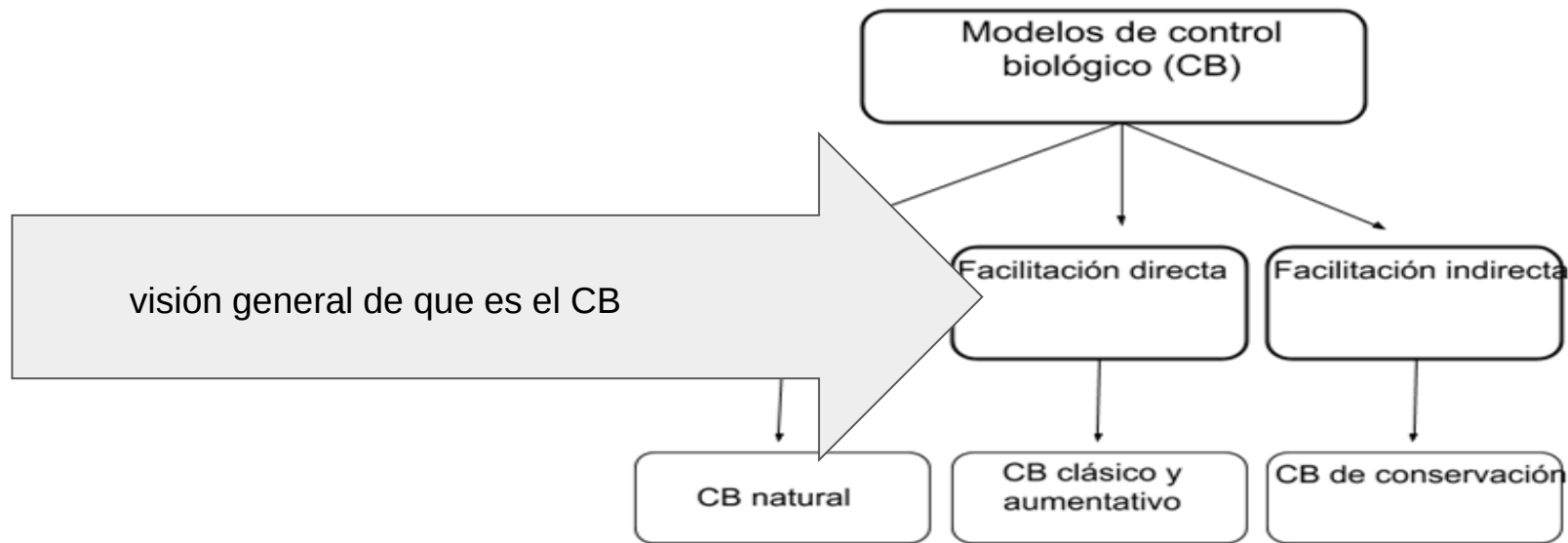
Seguridad Alimentaria: ¿Intensificación Ecológica versus Agrícola?



<https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>

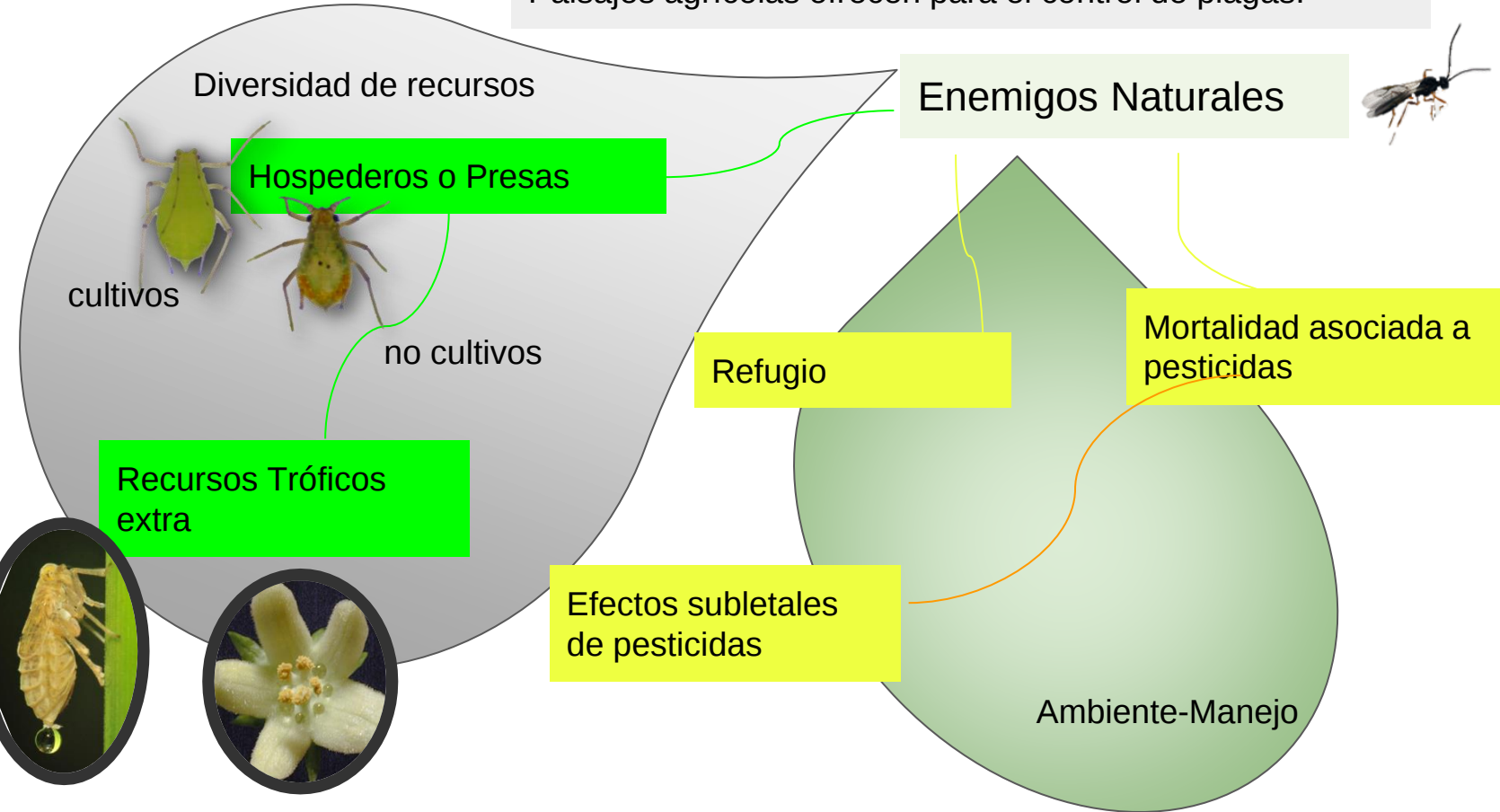
Figure 3. Illustration of limits and alternatives for global food security with a safe area (green) where global food demands are met **(a)**. **(b,c)** show alternative scenarios of ecological (b) and continued conventional (c) intensification. Conventional intensification is expected to move systems towards the right, with increased impacts on ecosystems services and the environment. Even if conventional intensification moved systems into safe space above minimum global food needs, there remains little room for maneuver close to maximum attainable yields, posing increased risks under further environmental change. As systems move towards the right-hand boundary of the safe space, maximum attainable food production is expected to decrease due to degraded ecosystem services. Furthermore, negative impacts on the

Modelos de Control Biológico



Se reconocen tres modelos de control biológico basado en cómo los humanos manipulamos a los antagonistas: el control natural, el control biológico de facilitación directa (control biológico de importación o clásico y el control biológico aumentativo) y el control biológico de facilitación indirecta (control biológico de conservación) (Heimpel & Mills, 2017)

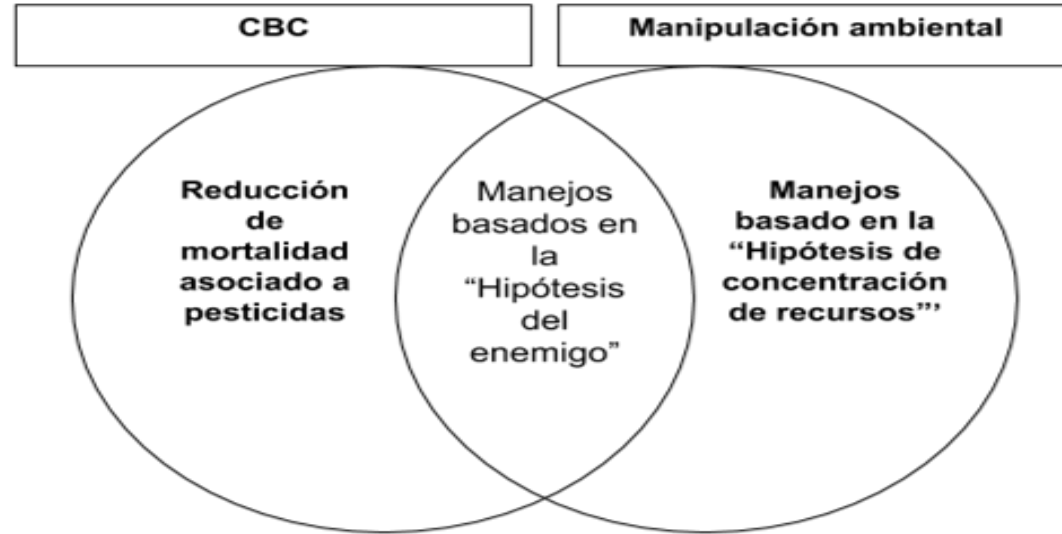
Paisajes agrícolas ofrecen para el control de plagas:



INTENSIFICACIÓN ECOLÓGICA

Wratten et al, 2012; Lavandero et al, 2004

CBC y Habitat Manipulation



En general en ambos casos se busca la facilitación indirecta de los enemigos naturales...y disminuir las condiciones para las Plagas

Control Biológico de Conservación

Busca favorecer las condiciones ambientales de enemigos naturales presentes en los ecosistemas manejados, así como disminuir la mortalidad de estos asociada al uso de pesticidas



Uso de pesticidas



Prácticas culturales



Refugio



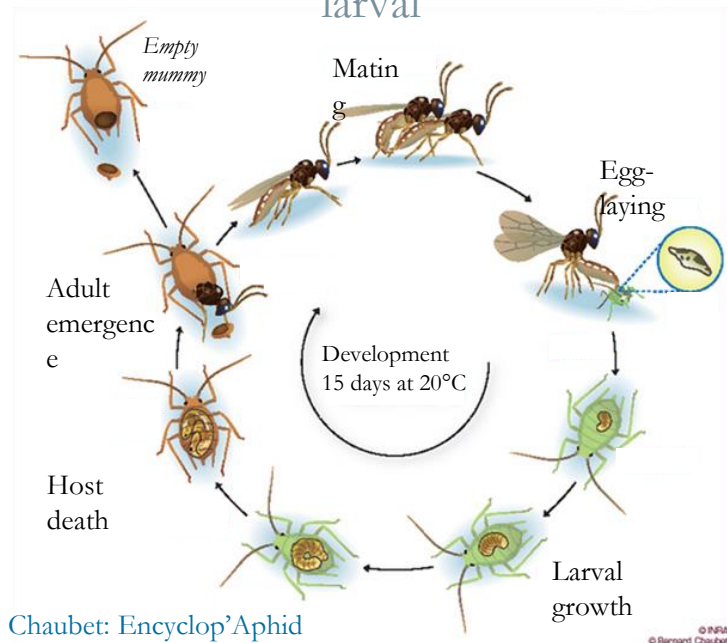
**Hospederos/
presas alternantes**



Néctar/polen

Parasitoides Hymenoptera - Recursos tróficos

Hospederos: reproducción, desarrollo larval

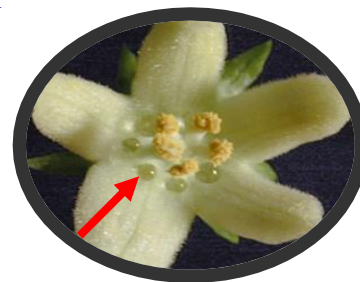


Azúcares desempeño, movimiento, fecundidad [ovogenia, alimentación de hospederos]

Hemiptera
mielecilla



Néctar floral y
extrafloral



Agroecosistemas: Control biológico de Conservación

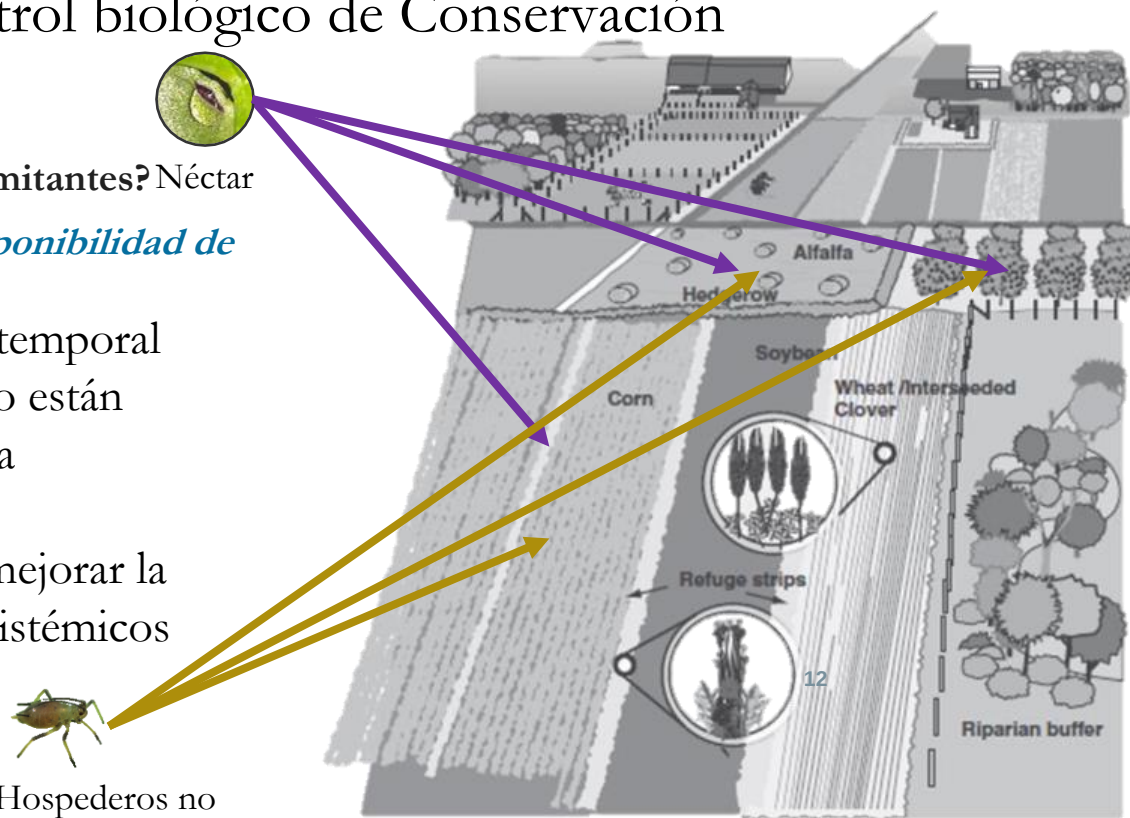
¿Recursos limitantes? Néctar

□ *Disponibilidad de Néctar*

- Heterogeneidad espacial y temporal distribución de recursos: no están siendo explotados de forma eficiente
- Intensificación ecológica: mejorar la provisión de servicios ecosistémicos

¿Recursos limitantes? Hospederos no
plaga

□ *Disponibilidad de hospederos alternativos*



Wilkinson & Landis
2005

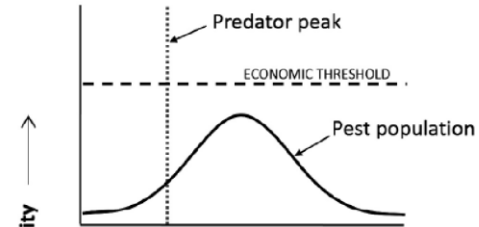
A further challenge for ecological intensification is the development of novel poly-cropping systems and landscape-scale management of matrix habitats to increase the stability of agricultural production systems and provide 'Ecological resilience'. FAO



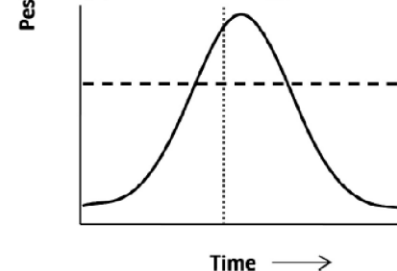
Use of cover crops



(a) Early-establishing predator



(b) Late-establishing predator



Increased phenological synchronization
between trophic levels

Increased fitness of natural enemies by
providing them with more diverse resources

¿Cuáles son los principales factores que afectan la función biológica de los enemigos naturales?

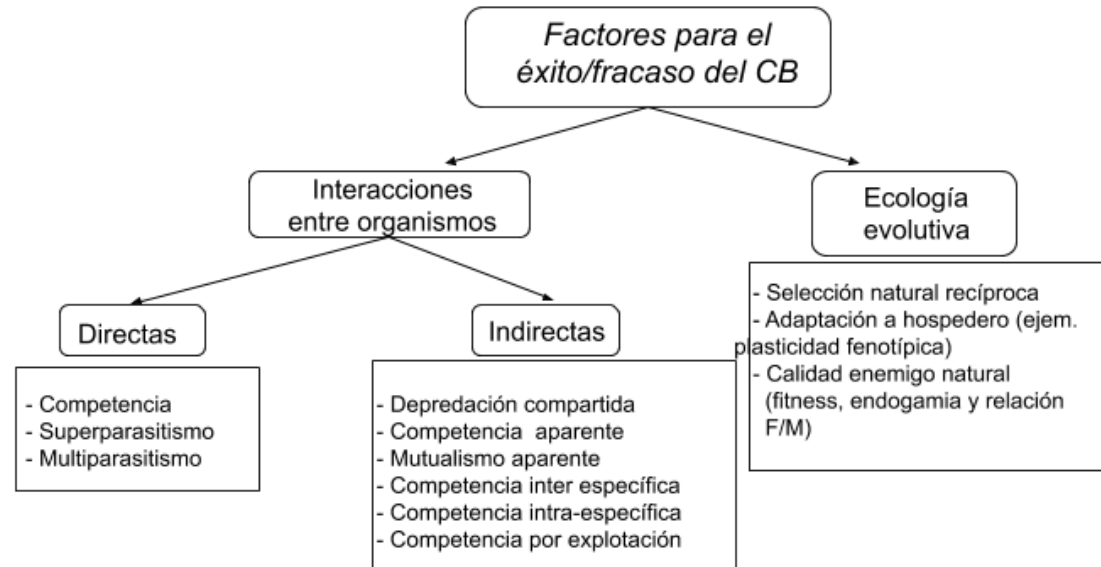


Diagrama 2: Factores que afectan el éxito del control biológico.

¿Qué cosas considerar en el diseño?

INFO Ecológica

conocido

1. Interacciones Directas

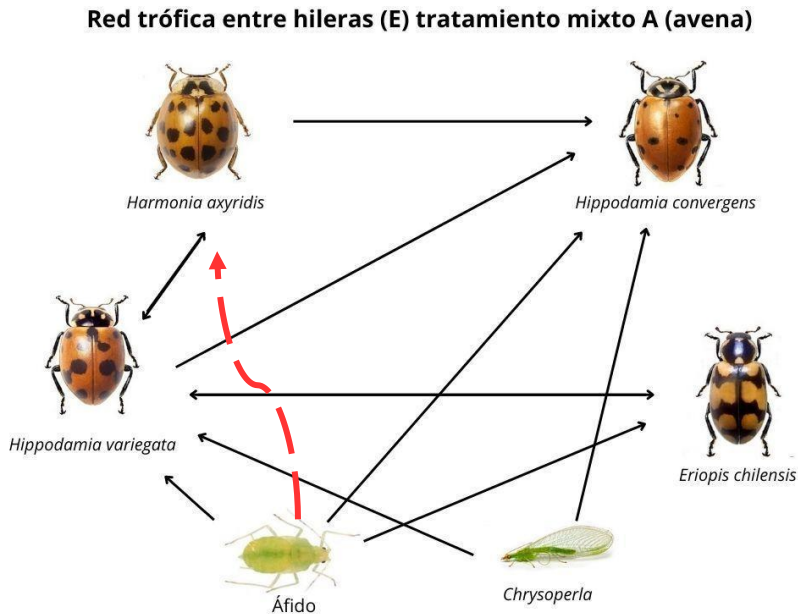
2. Interacciones Indirectas

desconocido

2. Ciclos biológicos

3. Recursos tróficos

4. Manejo v/s Contexto: Local v/s Paisaje



¿Qué cosas consider

INFO Ecológica

1. Interacciones

2. Interacciones Indirectas

2. Ciclos

3. Recursos tróficos

4. Manejo v/s Contexto: Local v/s P.

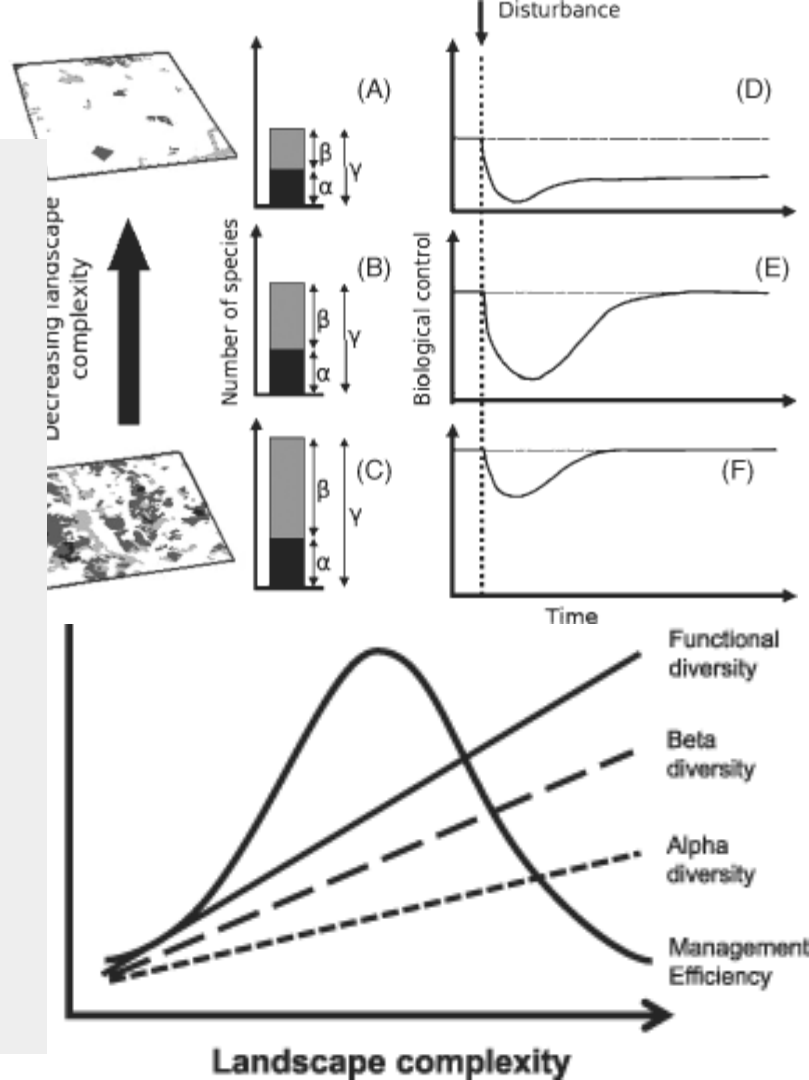
Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses

[Teja Tscharntke](#), [Jason M. Tylianakis](#),
[Tatyana A. Rand](#), [Raphael K. Didham](#),
[Lenore Fahrig](#), [Péter Batáry](#), [Janne Bengtsson](#), [Yann Clough](#), [Thomas O. Crist](#),
[Carsten F. Dormann ...](#) [See all authors](#)

First published: 24 January 2012

<https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x>

Citations: 1 125



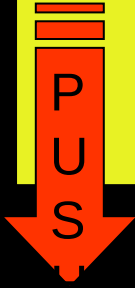
Ejemplos

- **PUSH-PULL**
- **Policultivos**
- **Entre hileras**
- **Bancos de escarabajos**
- **“Banker” plants**
- **Bandas Florales**
- **Vegetación espontánea**



PUSH-PULL

Cultivo

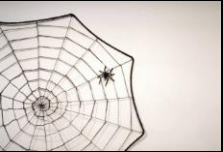
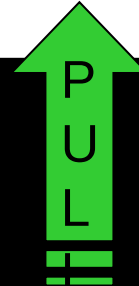


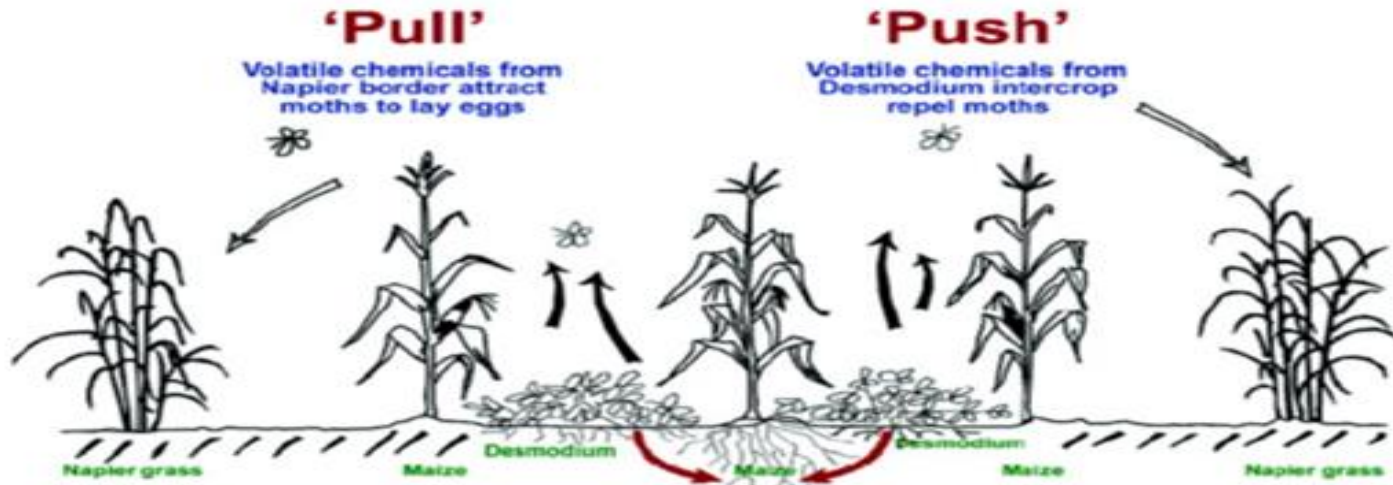
- Cultivos menos atrayentes
- Repelentes (volátiles, feromonas, antídeterrentes)



Cultivo trampa

- Atrayentes (feromonas. agregación /sexual, estímulo visual)
- Cultivares más atrayentes / hosp. relacionados
- Agentes de control selectivos, su desempeño puede ser menor





Chemicals (isoflavones) secreted by desmodium roots inhibit attachment of striga to maize roots and cause suicidal germination of striga seed in soil



Both plants provide quality fodder for livestock. Therefore, farmers using 'push-pull' technology for pest control not only reap three harvests (maize, Napier grass and desmodium); they also dramatically reduce the devastating effects of the parasitic weed *Striga hermonthica* through the effects of desmodium.

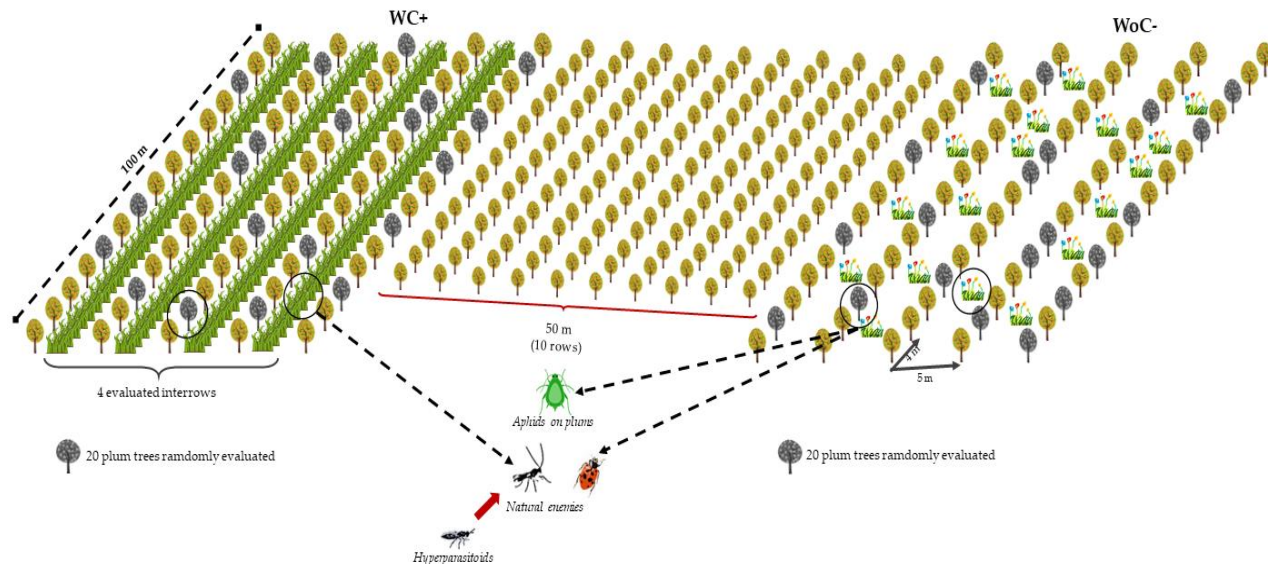
Maize field with border rows of Napier grass and an intercrop of *Desmodium uncinatum*

Policultivos- AgroForestería-Silvopastoreo

- Dehesas
- Policultivos
- Bosques comestibles



Experimentos en huertos de ciruelos: Uso de *Avena sativa*



Avena y Ciruelo comparten parasitoides

Avena tiene hospederos durante el invierno: Alfaro-Tapia et al., 2021



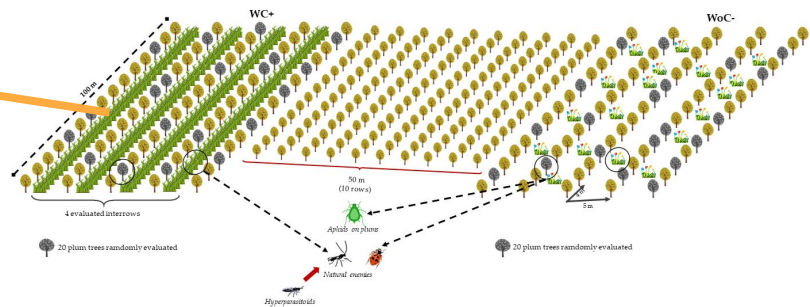
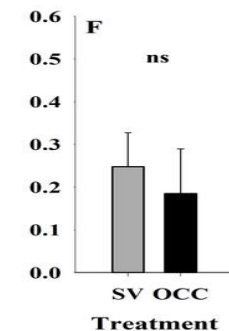
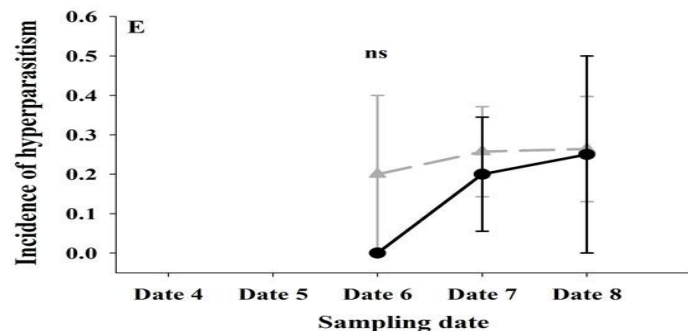
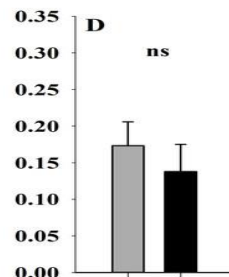
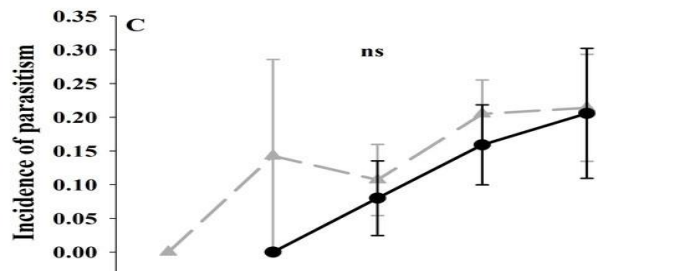
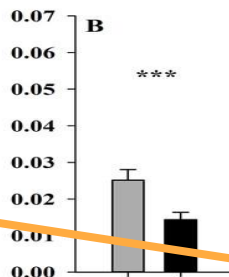
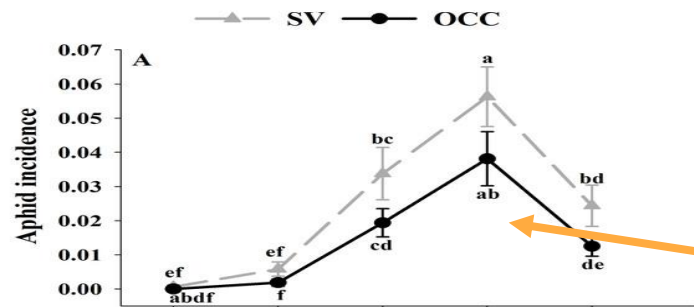
¿Llegada temprana de parasitoides? Uso de *Avena sativa*



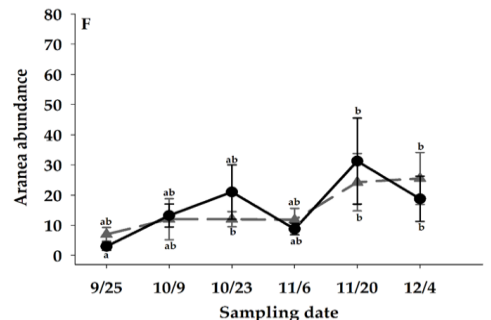
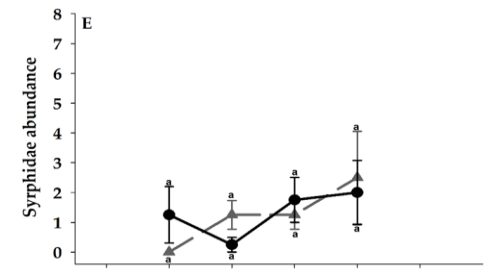
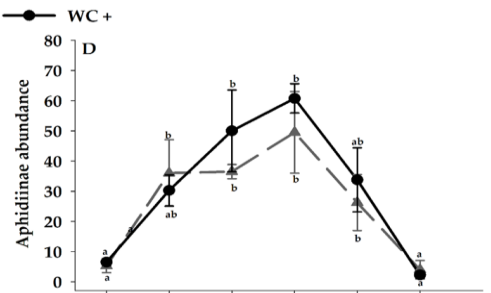
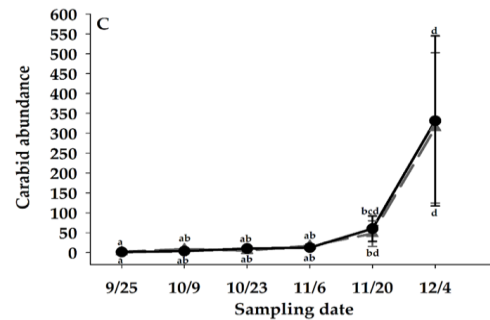
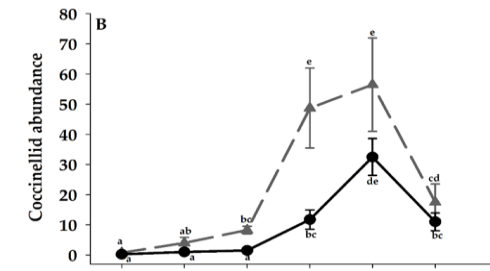
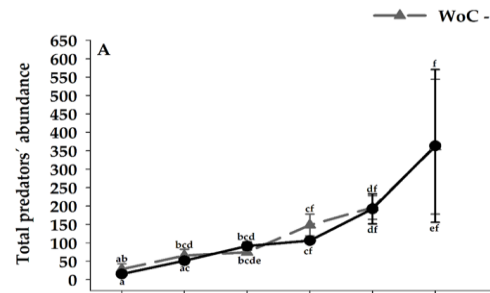
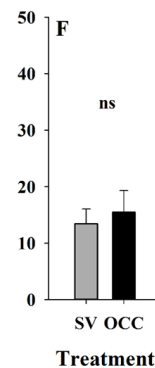
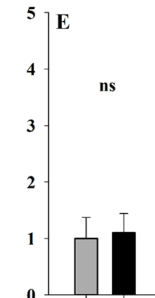
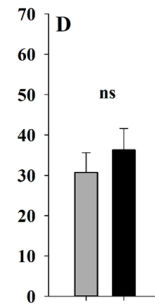
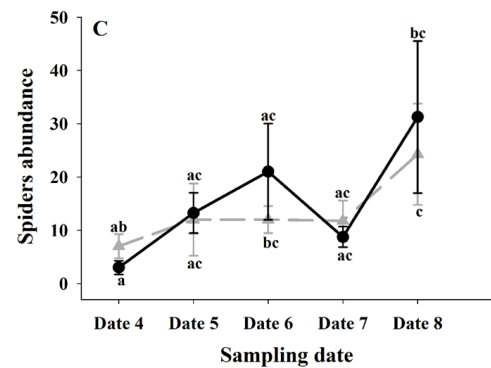
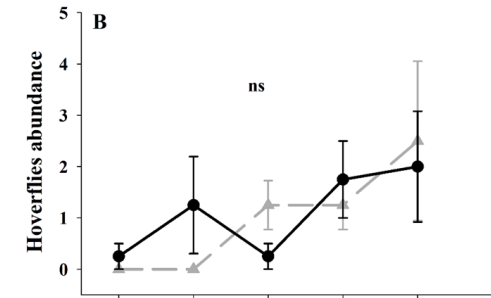
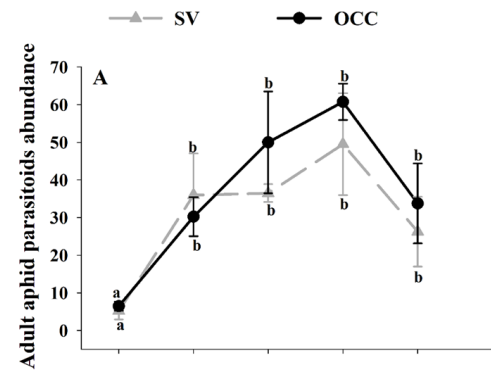
Table 1 Temporal presence/absence of aphids, parasitoids and hyperparasitoids sampled in the inter-rows on both spontaneous vegetation (SV) and oat cover crop (OCC) treatments from the beginning of the winter until the end of the sampling in spring 2018. Signs represent presence (+) or absence (–) of aphids, parasitoids and hyperparasitoids on each sampling date (dates 1–8). +: 1-100; ++: 101-500; +++: >500 individuals; –: absence.

Sampling date treatments	7/10 Date 1	8/08 Date 2	9/11 Date 3	9/25 Date 4	10/9 Date 5	10/23 Date 6	11/6 Date 7	11/20 Date 8
<i>Aphids</i>	↓							
SV	+	++	++	+	++	++	++	+++
OCC	++	++	++	++	+++	+++	+++	++
<i>Parasitoids</i>	↓							
SV	+	+	+	+	+	+	+	+
OCC	+	+	+	+	++	++	++	++
<i>Hyperparasitoids</i>	↓							
SV	–	–	–	+	+	+	+	+
OCC	+	–	–	–	+	+	+	+

Entre hilera de *A. sativa* disminuye la incidencia de áfidos



Alvarez-Baca JK, Montealegre X, Le Lann C, Van Baaren J, Lavandero B. 2022. Effect of a cover crop on the aphid incidence is not explained by increased top-down regulation. PeerJ 10:e13299 <https://doi.org/10.7717/peerj.13299>



Existen dos grupos de poblaciones en el el mismo huerto

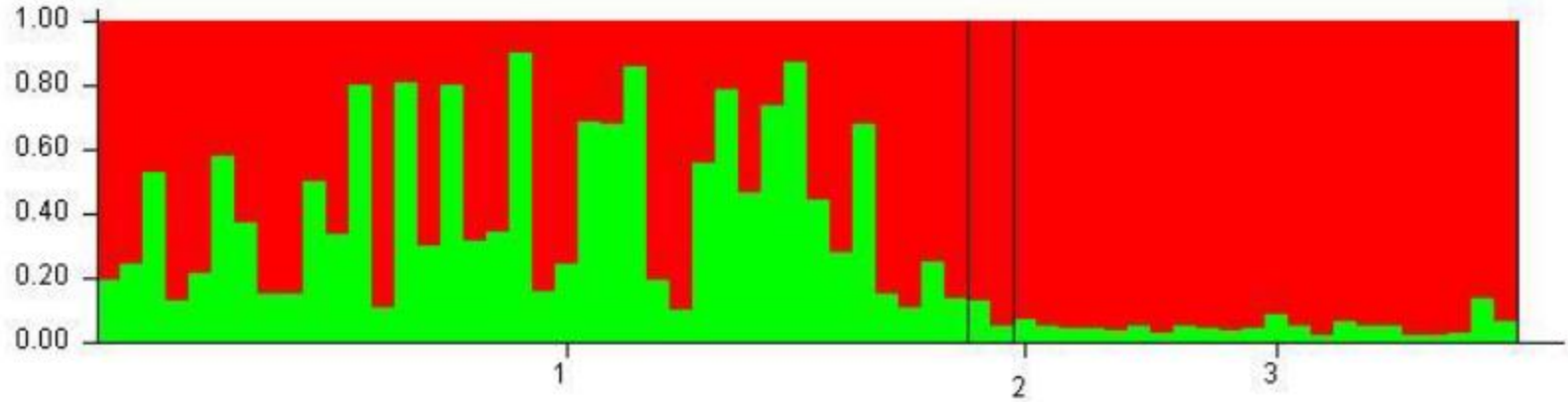


Fig. 2 Bayesian assignment analysis for the different multilocus genotypes of *A. platensis* reared on different aphid hosts in the field; *Brachycaudus helichrysi* (1), *Myzus persicae* (2) and *Rhopalosiphum padi* (3).

farms, with Oar as an intercrop.

Dos grupos de poblaciones en el el mismo huerto: preferencia por *R. padi*

Insects **2020**, *11*, 381

8

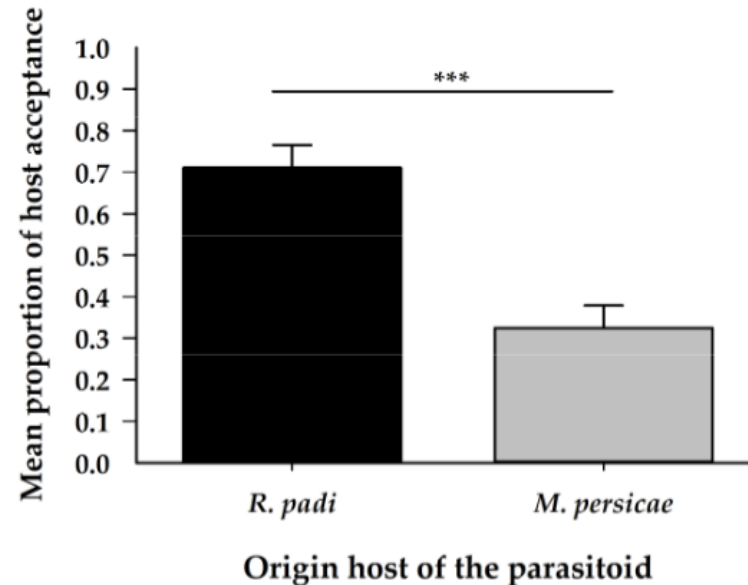


Figure 3. Mean proportion ($\pm$ SE) of chosen aphids according to the origin of *A. platensis* females. Asterisks indicate significant differences: ****' $p < 0.001$.

¿Efectos indirectos en la disminución de áfidos?

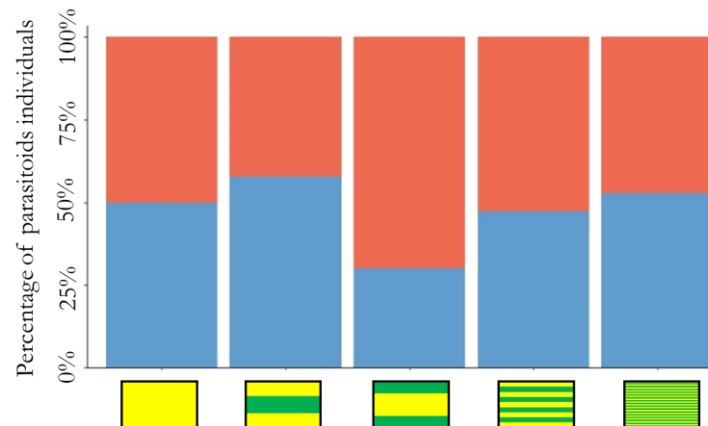
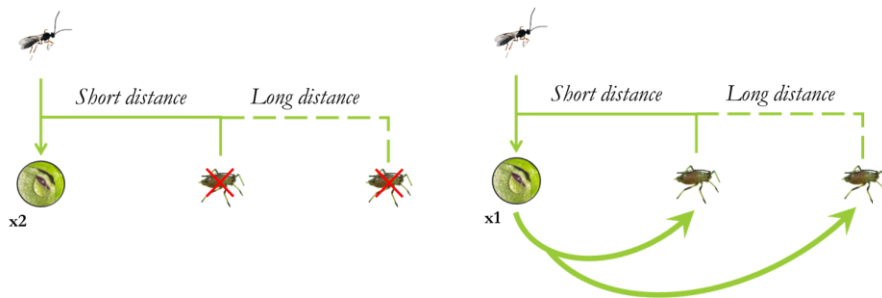
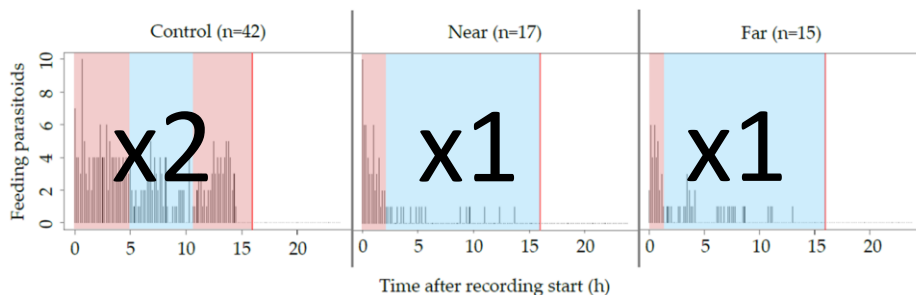
1. mayor capacidad de dispersión (aspectos metodológicos), homogenización de EN (Heimpel et al. 2019; Lavandero et al. 2005).
2. menor dispersión (aspectos de fidelidad de hospedero) (Alvarez-Baca et al., 2020; Derocles et al. 2019; Raymond y Lavandero, 2016).
3. diapausa de verano (Alfaro-Tapia et al., 2022; Tougeron et al. 2017).
4. repelencia, por gran abundancia de áfidos en avena: feromonas de alarma
5. repelencia VOC *Avena sativa* = resistencia asociacional (Tahvanainen y Root, 1972).

¿Están limitados por azúcares?



Dr. Louise Lérault

1. El uso de néctar cambia, depende de la disponibilidad de hospederos para ovipositar (**más frecuente cuando no hay hospederos**).
2. Uso de **mielecilla** de Hemípteros **frecuente**



Uso de hospederos alternativos en los bordes de los huertos: El caso de los cercos vivos de *Pyracantha coccinea*



Tratamientos

Mediciones en terreno

Campos con y sin *P. coccinea*



Cartón corrugado



Pitfall

★ = Árbol



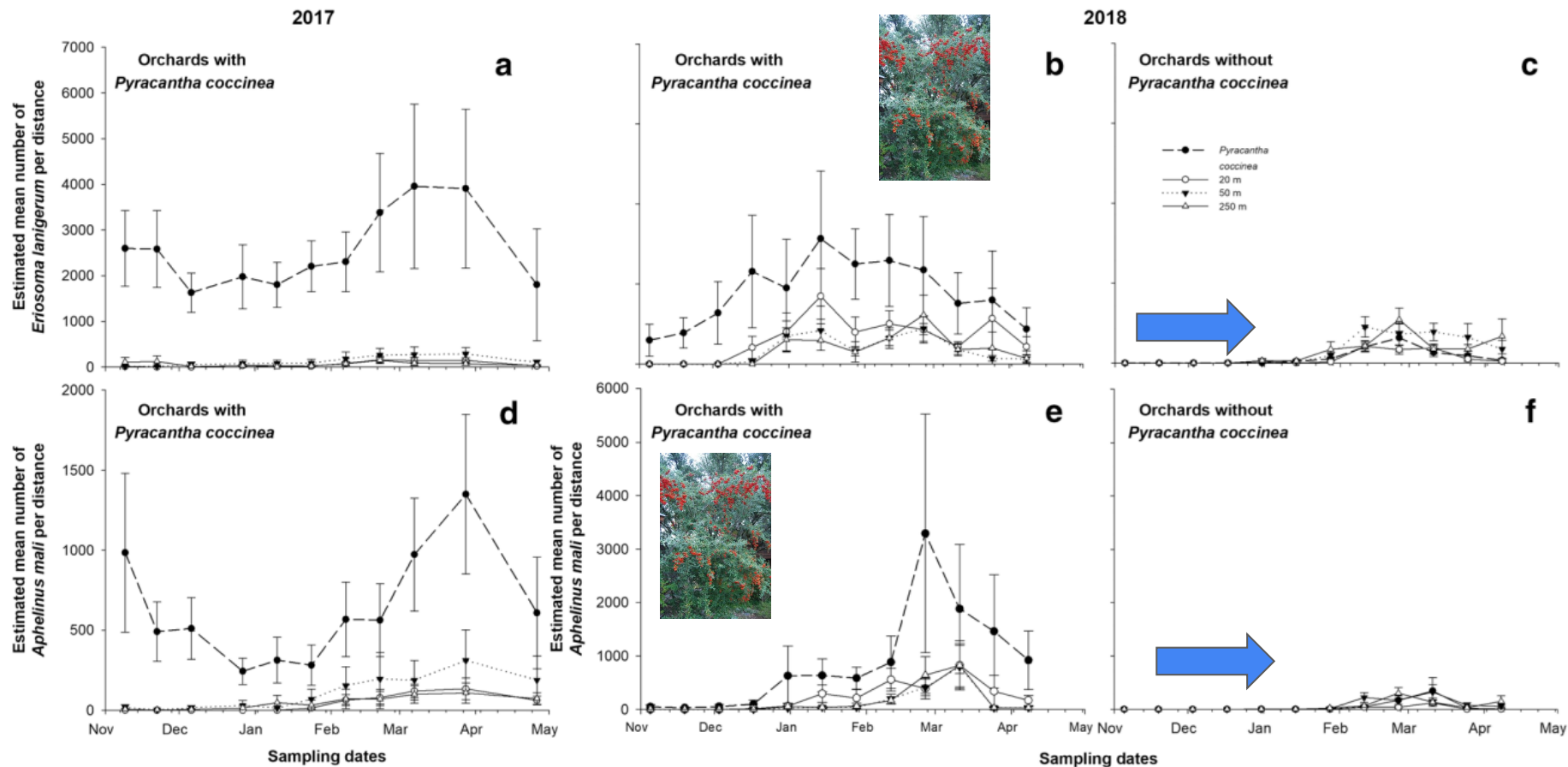
Cono de exclusión



Trampa húmeda

Abundancia de depredadores, tasa de parasitismo

Vegetación permanente cortaviento promueve la llegada temprana de enemigos naturales



Efectos de la complejidad del paisaje y manejo local sobre el control biológico de *Naupactus xanthographus* en viñedos del Valle Central de Chile.

Profesor Guía Dr. Blas Lavandero Icaza

Estudiante Natalia Bello Godoy

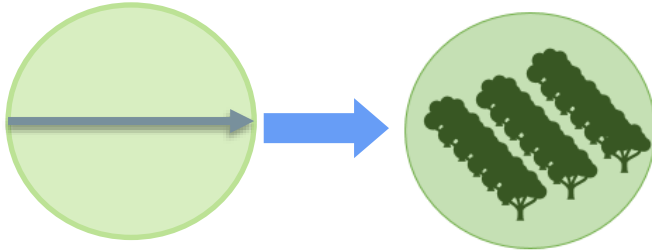


METODOLOGÍA: Determinación de la configuración y composición del paisaje



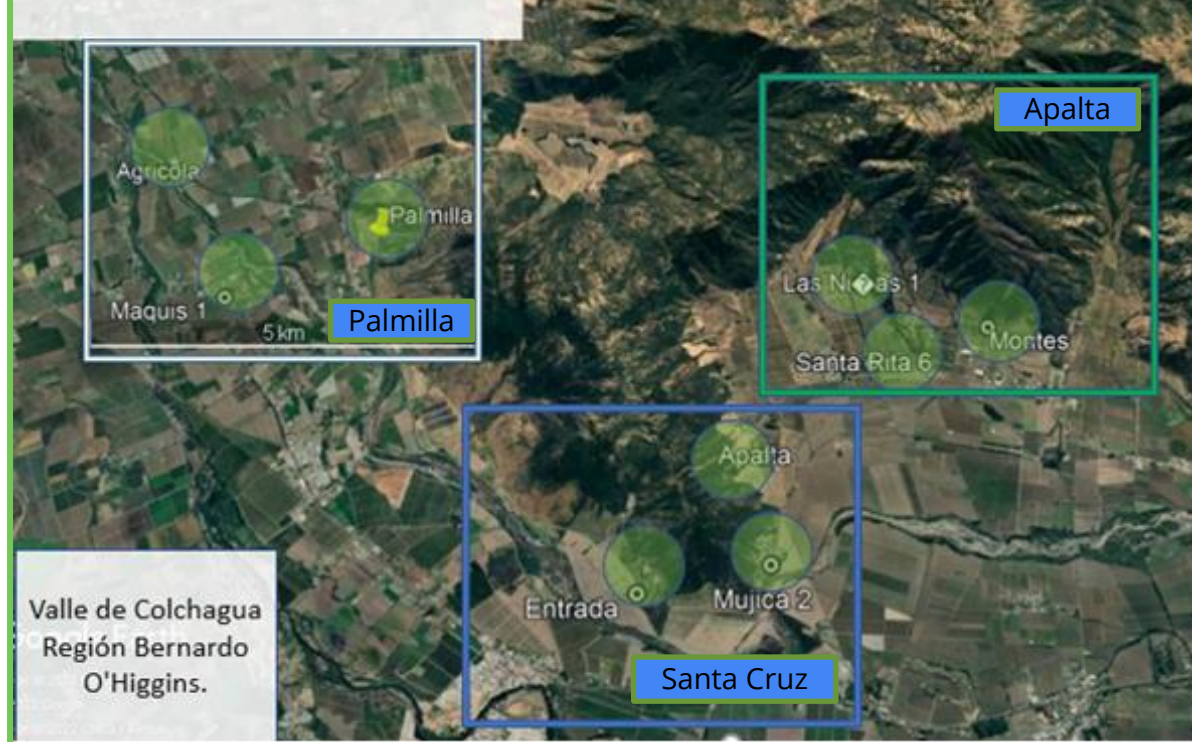
Selección de campos

- 3 cuadrantes de 5x5 km: 3 localidades
- 3 categorías de complejidad
- 3 campos x cuadrante
- 3 intensidades de manejo
- Buffer: 500 m radio



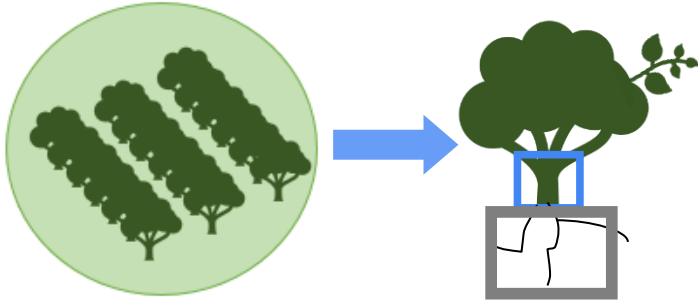
Campo: Buffer 1km diámetro

Campos propuestos para estudio



METODOLOGÍA: Obj. 1. Abundancia de *Naupactus Xantographus* (Nx)

Campo: Buffer 1km diámetro



Hojas, Brotes nuevos, yemas



Raíz



Captura de Nx: árbol

- **Adulto:** Técnica de Golpeo de ramas (Ripa y Luppichini, 2008; Olivares et al., 2014)
- **Larvas y pupa:** Calicatas cerca del sistema radicular
- **Huevos:** Trampas de cartón corrugado

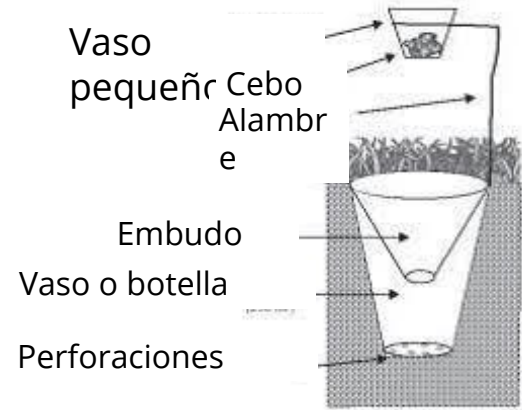
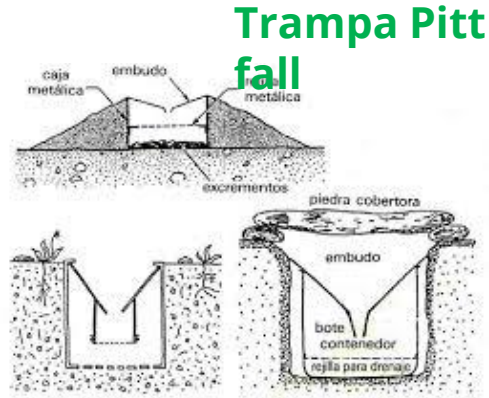
Ritidoma



METODOLOGÍA: Obj. 2. Abundancia controladores biológicos.

Detección de abundancia de depredadores.

- Conteo y captura de adultos
- Trampas de interceptación



Gryllus fulvipennis



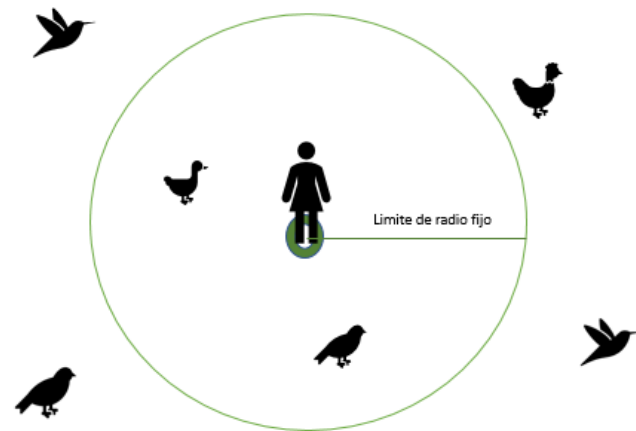
Megatoma sp.



Diseño de muestreo de avifauna

Método de recuentos en punto o puntos de conteo

- Establecimiento de puntos de conteo
- Registro de especies vistas en un radio de 25 m por 15 min
- Registro respuesta a una sesión de playback



Pitio (*Colaptes pitius*)



Tordo (*Curaeus curaeus*)



Tijual (*L. aegithaloides*)



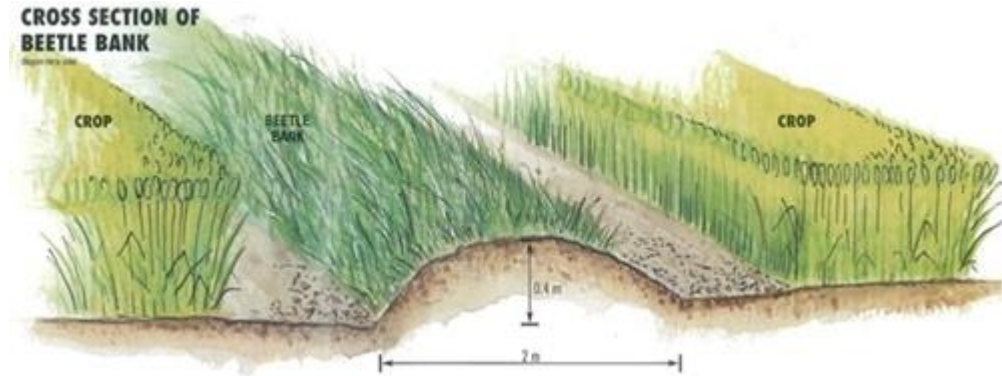
Terca (*Minius therca*)

Turca (*P. megapodius*)



Beetle banks

- Control Biológico
- Conservación
- Turismo



Agricultural and Forest Entomology [1461-9555] MacLeod, A Año:2004 vol.:6 iss:2 pág.:147 -154

How to Build a Beetle Bank

Step 1 Build

Create a ridge using two-directional plowing or bed shaper for a berm 2 - 6 feet wide. September or October is the best time to build your beetle bank.



emswcd.org

Step 2 Plant



Drill or broadcast seeds over the mound at about 5 pounds per 1,000 square feet or plant grass plugs 18 inches apart. Use a mix of fescue, bent grass, and at least 30% bunch grasses.

Step 3 Maintain

Mow once or twice a year for the first few years, with spot spraying or pulling if weeds persist. Stop mowing once the plants are established. They will begin crowding out the weeds.



Jon Wagner 2016



Argentina: Avena como cultivo intercalado o planta “banquero”

Biological control of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) through banker plant system in protected crops

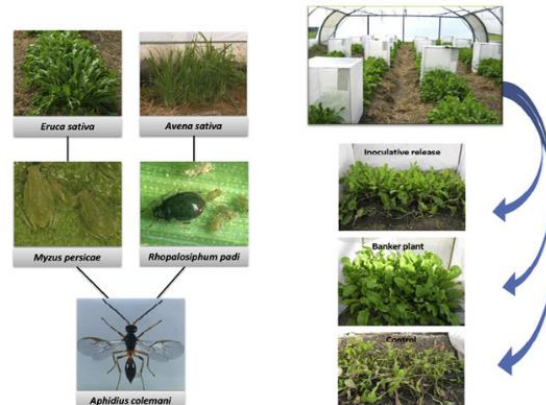
Andrea Verónica Andorno*, Silvia N. López

Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica, Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA), Instituto Nacional de Te C.C.25, (1712) Castelar, Buenos Aires, Argentina

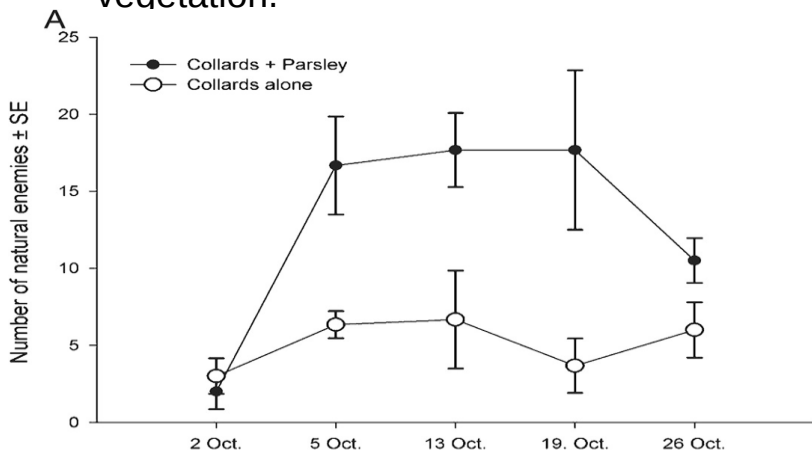
H I G H L I G H T S

- Banker plants with *Aphidius colemani* were tested in greenhouse for control of *Myzus persicae* on vegetable crops.
- Banker plants system consisted of pots of oat infested with *Rhopalosiphum padi*.
- In the arugula crop the banker plant strategy was more efficient than the inoculative release of the parasitoid.
- In the sweet pepper crop, there was no difference in the pest population between the two strategies of

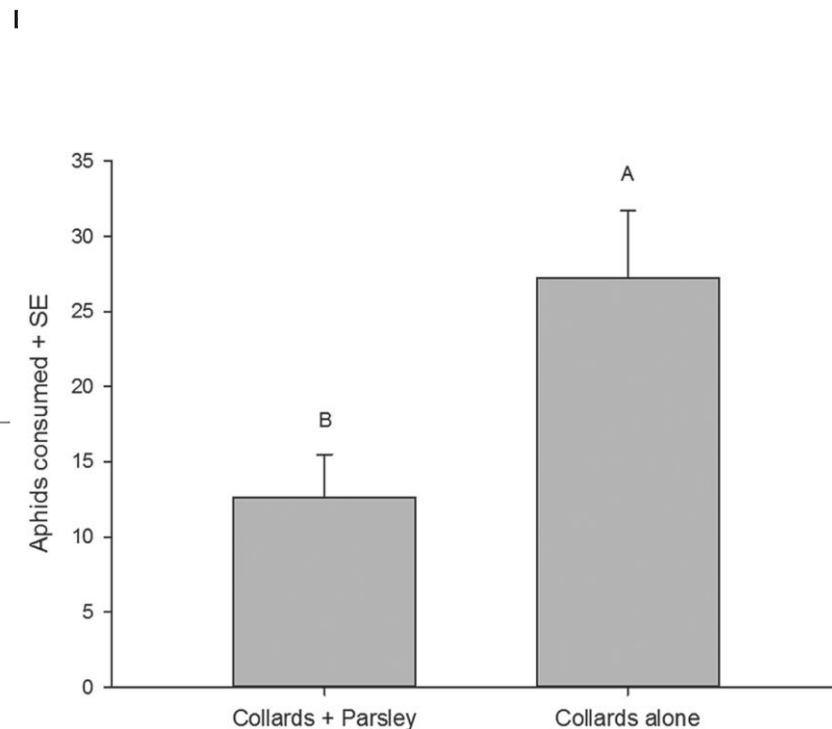
G R A P H I C A L A B S T R A C T



BRASIL:.....our findings indicate that intercropping non-flowering companion plants is likely enough to mediate an increase of natural enemies via shelter provision. In addition, the results suggest that nocturnal predators, or non-flying predators for that matter, are hampered by complex lower stratum vegetation.



Summer 2015



Argentina: el uso de trigo sarraceno y *Lobularia maritima* en cultivos de Lechuga
(Díaz et al ([2018](#));Díaz & Maza ([2017](#)))

Control de:

Caliothrips phaseoli (Hood) (Thysanoptera: Thripidae)

Uroleucon sonchi (Linnaeus, 1767) (Hemiptera: Aphididae),

Macrosiphum euphorbiae (Thomas, 1878) (Hemiptera:
Aphididae)



Además reporta control de:

Pseudoplusia includens (Lepidoptera: Plutellidae)



Chile: Bordes de Cardos como fuente de coccinélidos para el control de *A. pisum*

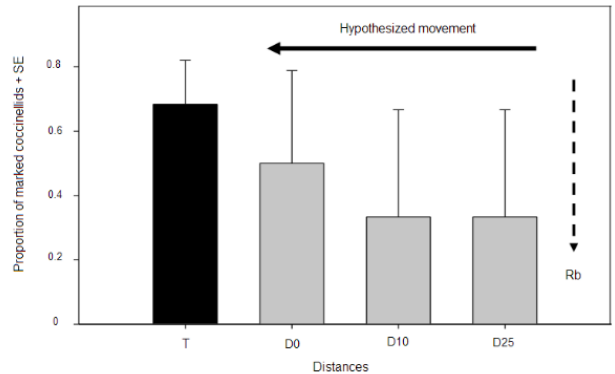


Figure 3. Proportion of marked coccinellids at three distances from the edge of the field (D25 = 25 m inside the crop; D10 = 10 m inside the crop; D0 = 0 m from the edge of the crop; T = thistles at the edge of the crop). The black bar represents the thistle refuge, and the lighter bars represent various distances from the edge of the field. The black line indicates the hypothesized movement of the coccinellids to the thistles. The black segmented line indicates the position in the field at which the Rb applications were carried out.

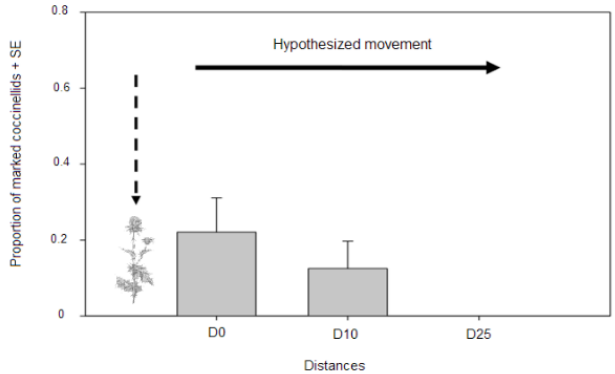


Figure 4. Proportion of marked coccinellids at three distances from the marked thistles located at the edge of the alfalfa fields (T= thistles at the edge of the crop, D0= 0 m (edge of the crop), D10= 10 m inside the crop, D25= 25 m inside the crop). The lighter bars represent the different distances from the edge to the field. The black line indicates the hypothesized movement of the coccinellids to the alfalfa field. The black segmented line indicates the position in the field at which the applications of Rb were carried out.

Reducción mortalidad



1. Reporte de sustancias para el mercado de exportación
 2. Certificaciones tipo Low-Input, cambio de agroquímicos a etiqueta verde
 3. Cambio de uso de moléculas y tendencias de las grandes agroquímicas
 4. Agricultura orgánica y biodinámica en crecimiento
- Sin embargo faltan estudios que demuestran el real efecto del cambio de insecticidas y el efecto de dosis subletales a nivel de campo.

Conclusión:

- A pesar de existir estudios e información, los resultados son bastante contexto dependientes (ver Karp et al 2018)
- Más estudios de casos en Chile
- Cuantificar el efecto de manejos y del contexto para incrementar control natural (Fondecyt
- La línea de base es aún débil para Chile, más información sobre interacciones tróficas, más información sobre efectos indirectos en las redes de enemigos naturales (no solo en Chile).
- Más estudios como <https://www.intensificacionecologica.cl/>
- Más maneras de transferir conocimiento a agricultores



ECOLOGICAL
INTENSIFICATION

1. Análisis de dieta
2. Depredación intragremio
3. Ecología de parasitoides
4. Intensificación Ecológica
5. Control Biológico de Conservación



ReMIX
Species mixtures for redesigning
European cropping systems



Francisca Zepeda-Paulo

PhD · PostDoc Position at Universidad de Talca
Chile



Prof. Bruno Jaloux



Prof. Manuel Plantagenest



Prof. Joan van Baaren



Prof. Cecile Le Lann

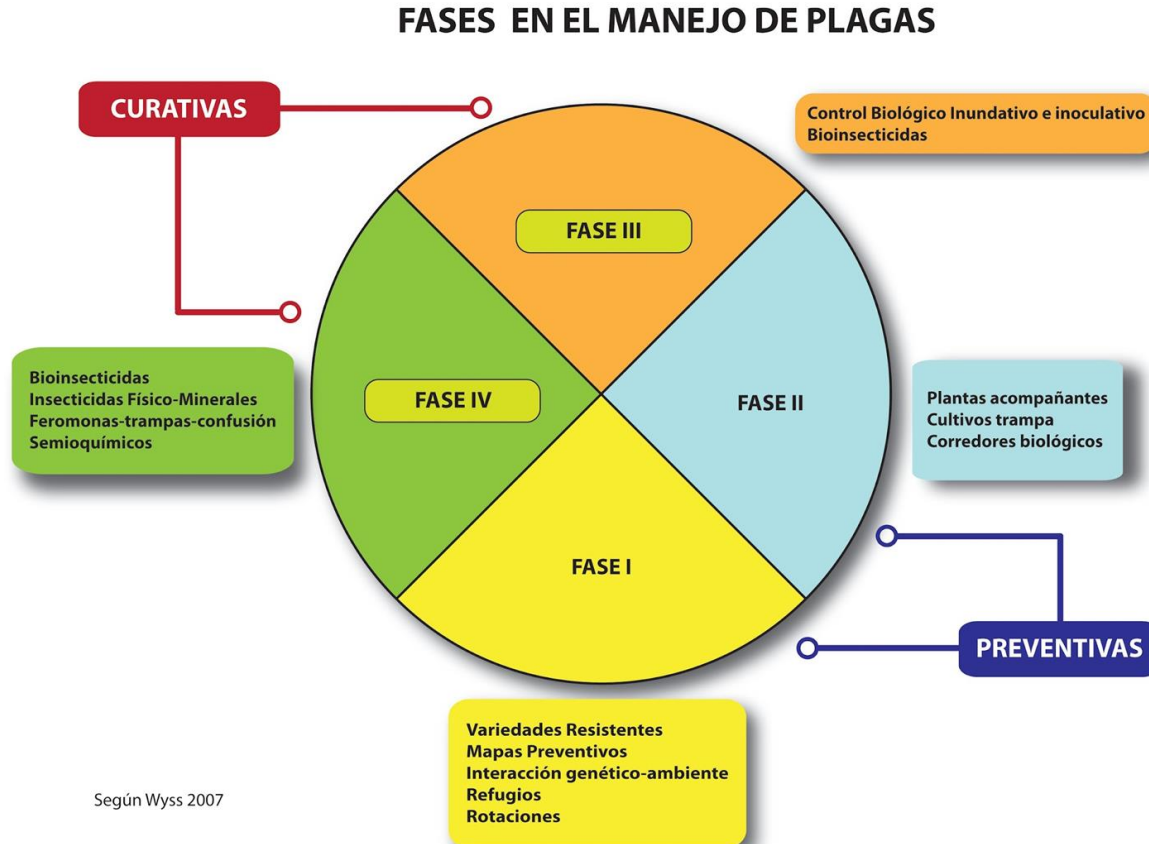


Visita:

<https://www.researchgate.net/lab/Laboratorio-de-Control-Biologico-Blas-Lavandero>

<https://www.intensificacionecologica.cl/>

- Annu. Rev. Entomol. 2007. 52:57–80



Según Wyss 2007

Depredación intragremio coincidente

Ocurre comúnmente en sistemas depredador-parasitoide-presa, cuando dos enemigos naturales comparten una misma presa/hospedero.



Journal of Pest Science
<https://doi.org/10.1007/s10340-019-01142-4>

ORIGINAL PAPER



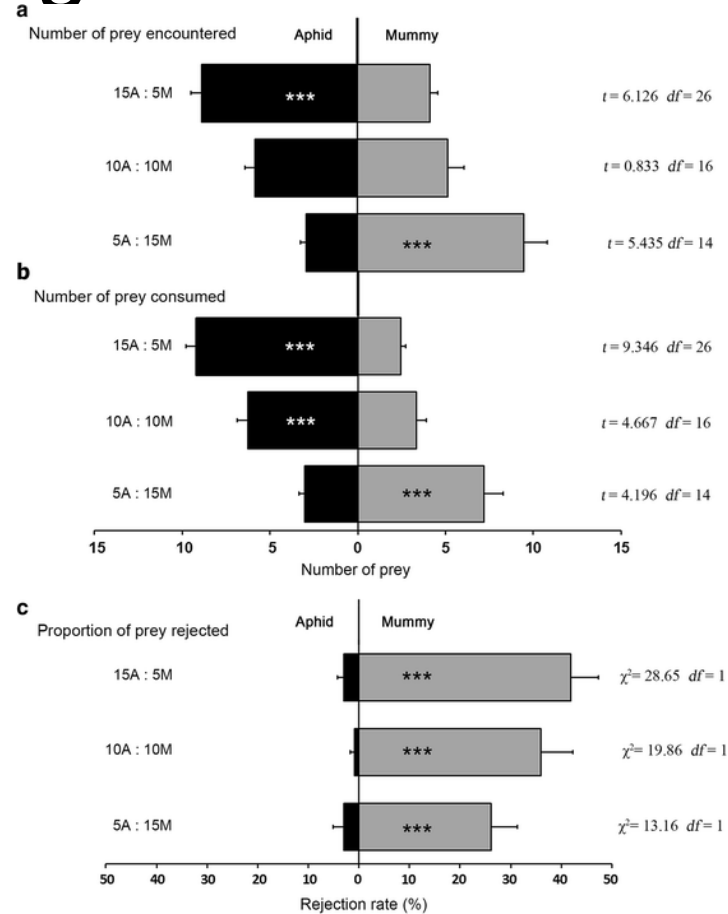
Intraguild predation is independent of landscape context and does not affect the temporal dynamics of aphids in cereal fields

Sebastián Ortiz-Martínez¹  · Karin Staudacher² · Vera Baumgartner² · Michael Traugott²  · Blas Lavandero¹ 

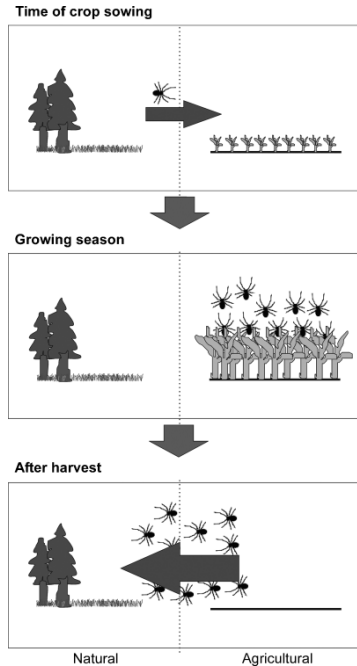
Received: 20 November 2018 / Revised: 5 July 2019 / Accepted: 13 July 2019

Depredación intragremio coincidente

Snyder et al., (2004). Una disminución del control biológico sobre el áfido *Macrosiphum euphorbiae*, como consecuencia de la depredación de áfidos parasitados por parte del depredador *H. axyridis*



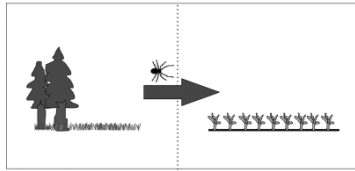
Depredación compartida



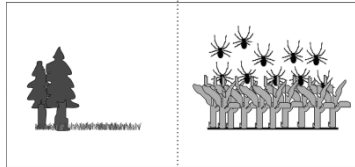
Especies no objetivo ej: una especie nativa podría ser consumida por un enemigo natural introducido para el control biológico, debido a la alta abundancia de enemigos naturales, sostenida por las poblaciones de una plaga. **La plaga objetivo así, promovería una mayor tasa de ataque sobre presas no objetivo.**

Spillover

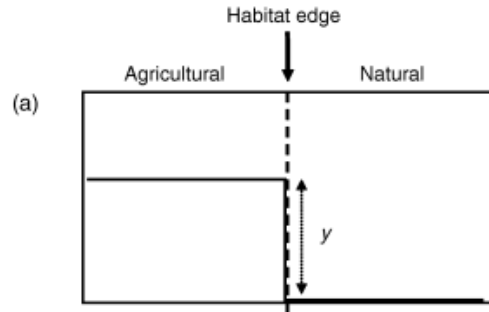
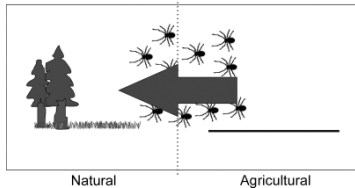
Time of crop sowing



Growing season

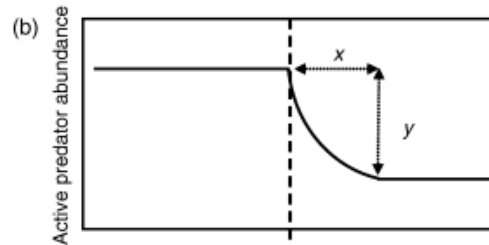


After harvest



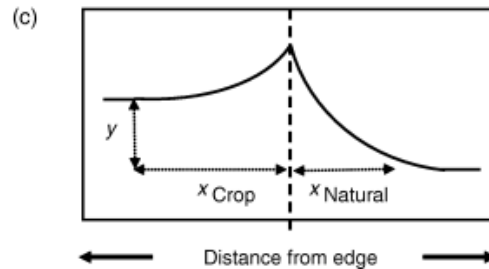
Hard edge:

No spillover effects. Predators are either dietary or habitat specialists such that the natural system is not used by the agricultural predator e.g., several species of lycosid spiders (Martin & Major 2001), the biological control parasitoid, *Trichogramma brassicae* (Orr *et al.* 2000)



Directional positive edge response:

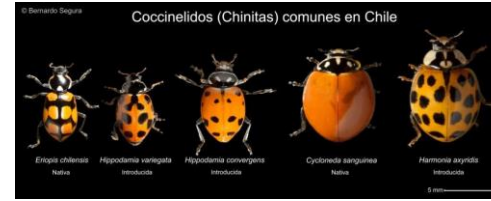
Cross-boundary spillover into natural system due to differences in productivity and passive diffusion of generalist predators across habitat edges. This pattern has been documented for some species of carbid beetles (Duell *et al.* 1990), and a similar process has been observed for coccinellid beetles at larger spatial scales (Rand & Louda 2006).



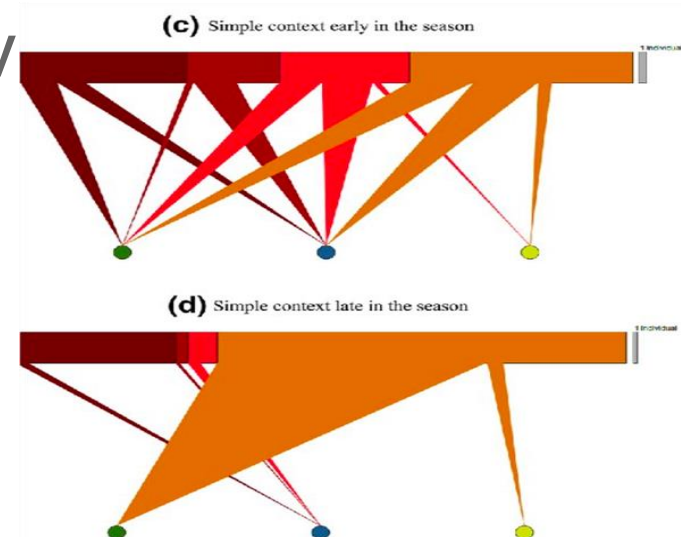
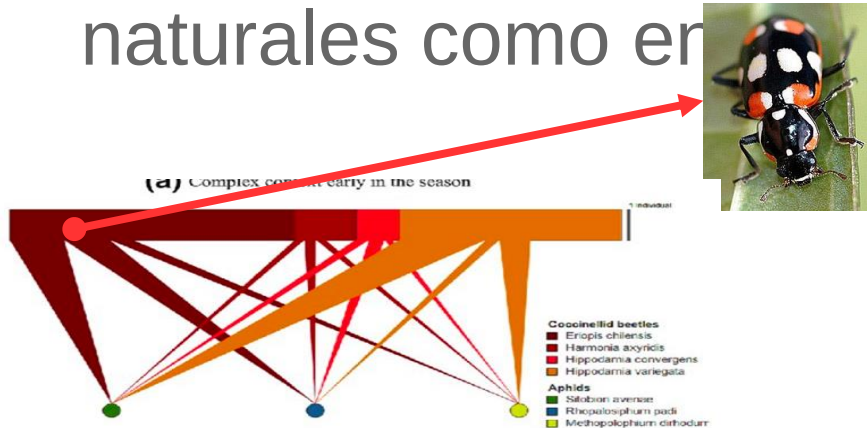
Reciprocal positive edge response:

Peak near edges in both habitats due to complementary resource use. This would be expected when the predator benefits from varied resources. No direct empirical evidence exists for predators, but the effect has been partially shown for a parasitoid across an artificial resource gradient edge (Tylianakis *et al.* 2004).

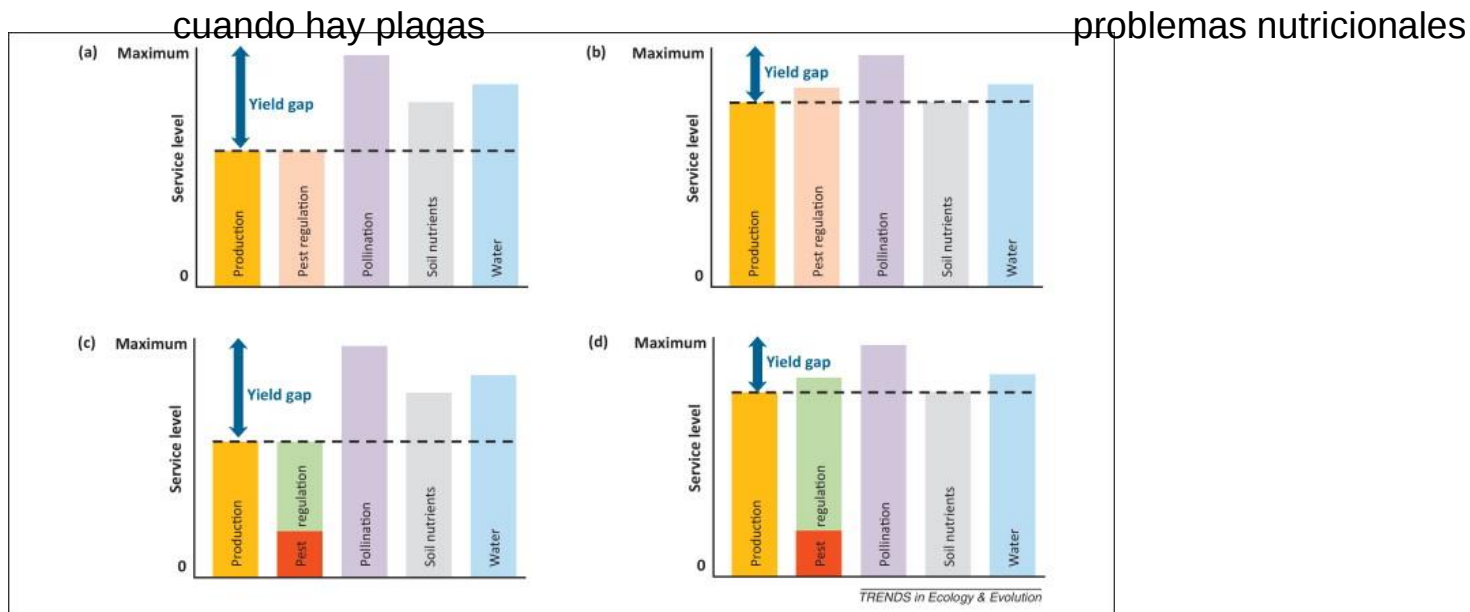
Competencia por Explotación



Harmonia axyridis desplaza a especies de coccinelidos nativos tanto en ambientes naturales como en cultivos



Efectos sobre el rendimiento de diferentes factores de la producción agrícola



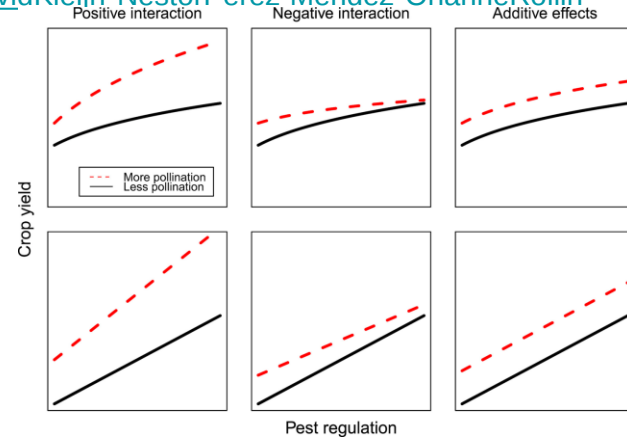
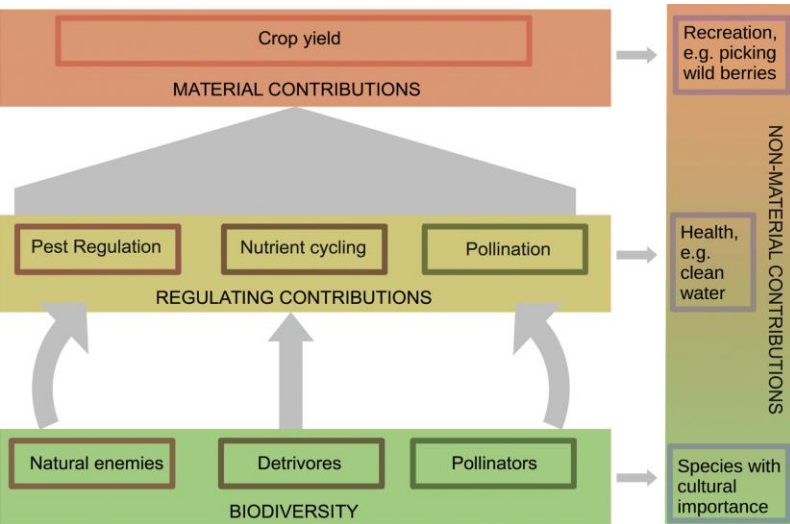
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>

Sinergia, Redundancia y Complementariedad

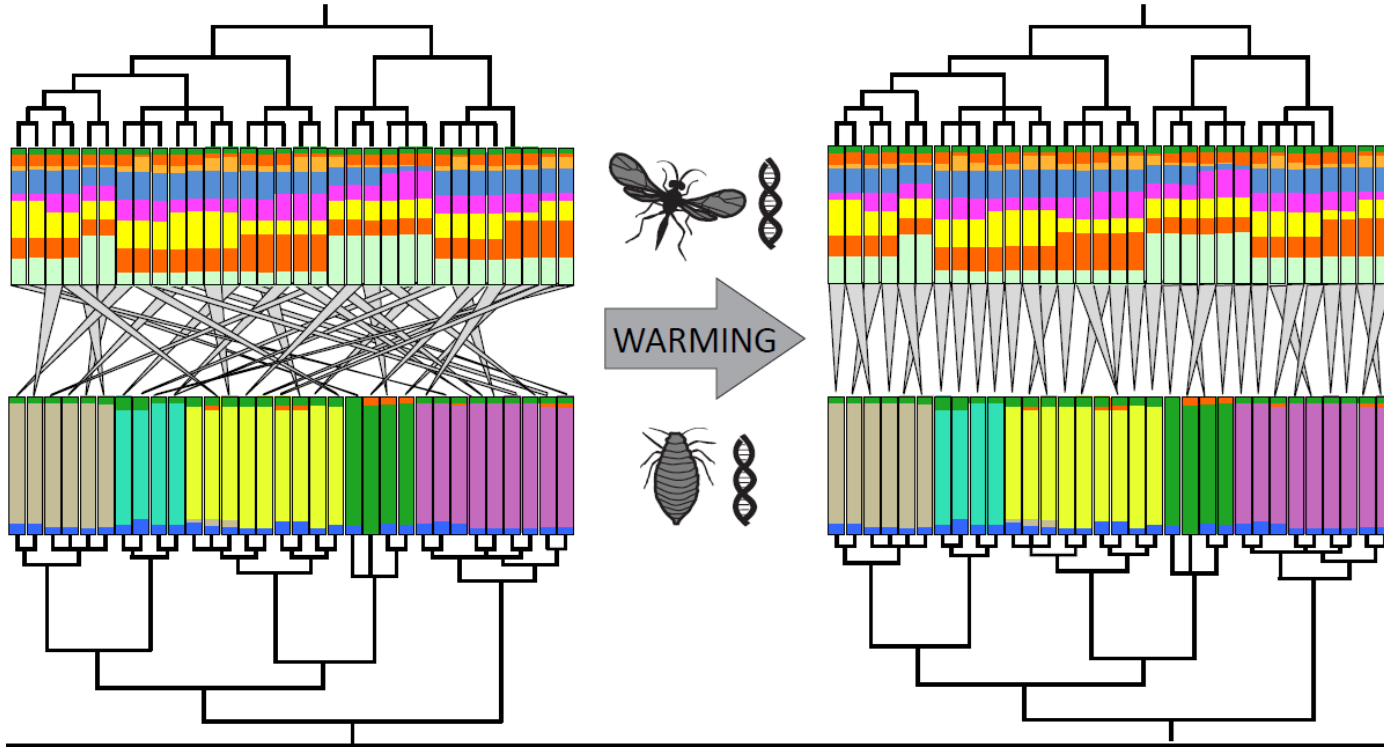
Complementarity and synergisms among ecosystem services supporting crop yield

Author links open overlay panel [Lucas A. Garibaldi^a](#)

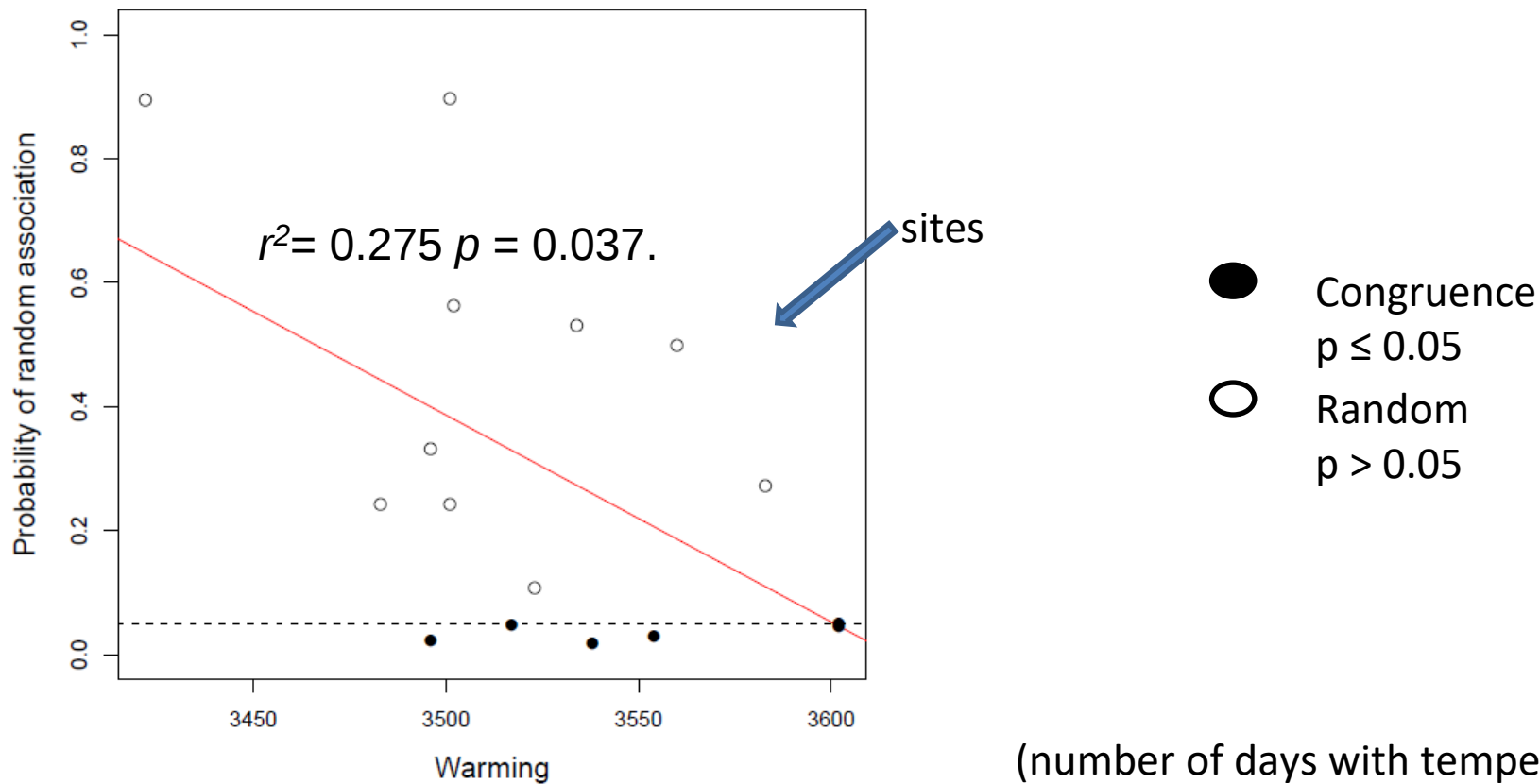
[Georg K.S. Andersson^a](#) [Fabrice Requier^a](#) [Thijs P.M. Fijen^b](#) [Juliana Hipólito^a](#) [David Kleijn^b](#) [Néstor Pérez-Méndez^a](#) [Oriane Rollin^a](#)



Phylogenetic congruence changes with environmental change



Phylogenetic congruence with warming?



(number of days with temperatures that **did not** drop below zero)