

Indicadores de Heterogeneidad vegetal. Una herramienta para evaluar el potencial de regulación biótica en agroecosistemas hortícolas del periurbano platense, provincia de Buenos Aires, Argentina

Fernández, Valentina^{1,4}; Mariana Marasas²; Santiago Sarandón^{2,3}

¹Curso de Introducción a las Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. ²Laboratorio en Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina; ³Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), Argentina; ⁴valentinawf@yahoo.com.ar

Fernández, Valentina; Mariana Marasas; Santiago Sarandón (2019) Indicadores de Heterogeneidad vegetal. Una herramienta para evaluar el potencial de regulación biótica en agroecosistemas hortícolas del periurbano platense, provincia de Buenos Aires, Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 118 (2): 1-17. <https://doi.org/10.24215/16699513e030>

El modelo productivo que predomina en el Cinturón Hortícola de La Plata, tuvo, como consecuencia impactos negativos ecológicos, económicos y sociales. Uno de los principales problemas ecológico-productivos es la incidencia de plagas y el uso creciente de pesticidas. El componente vegetal de la agrobiodiversidad puede promover mecanismos de regulación biótica que eviten la aparición de plagas, aunque la evaluación de dicho componente no es sencilla. Se construyeron indicadores para predecir, a partir del análisis de la heterogeneidad vegetal, el potencial del sistema para proveer los mecanismos de regulación biótica de plagas, y se evaluaron en dos fincas contrastantes: manejo convencional y agroecológico. Se organizaron dos categorías, que agrupan indicadores relacionados al control "Bottom up" y "Top down" de plagas. Se obtuvieron 22 indicadores estandarizados y ponderados. Los indicadores propuestos resultaron apropiados para medir el potencial de regulación biótica de plagas a partir de la heterogeneidad vegetal del agroecosistema y detectar diferencias entre los dos sistemas productivos. Estas diferencias se observaron tanto en el potencial de regulación biótica en general como en sus dos dimensiones (top down - y bottom up) analizadas. Los mayores valores se observaron en el sistema de manejo agroecológico respecto al convencional. Esta herramienta constituye un aporte para encontrar soluciones al problema del control de plagas principalmente en sistemas hortícolas familiares.

Palabras clave: diversidad funcional, sustentabilidad, plagas, enemigos naturales, producción familiar

Fernández, Valentina; Mariana Marasas; Santiago Sarandón (2019) Indicators of vegetal heterogeneity: a tool to evaluate the potential of biotic regulation in horticultural agro-ecosystems of La Plata' surroundings, province of Buenos Aires, Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 118 (2): 1-17. <https://doi.org/10.24215/16699513e030>

The productive model which prevails at the Horticultural Belt of La Plata, had as a consequence ecological, economic and social negative impacts. One of the main ecological-productive problems is the incidence of pests and the increasing use of pesticides. The vegetal component of the agro-biodiversity can promote mechanisms of biotic regulation that prevent the appearance of pests. But its evaluation is not simple. Indicators were developed to predict, from the vegetal heterogeneity, the potential of the system to provide the mechanisms of biotic regulation of pests, and were evaluated in two contrasting farms: conventional and agro-ecological management. Two categories were organized, which group indicators related to the control "Bottom up" and "Top down" of pests. Twenty-two standardized and weighted indicators were obtained. The suggested indicators were appropriated to measure the potential of biotic regulation of pests from the vegetal heterogeneity agroecosystem and detect differences between the two productive systems. These differences were observed both in the biotic regulative potential in general, and for its two analyzed dimensions (top down and bottom up). The highest values were observed in the agro-ecologic system with respect to the conventional. This tool represents a contribution to find solutions to the pest control problem, mainly in family horticultural systems.

Keywords: functional diversity, sustainability, pests, natural enemies, family production

<https://revistas.unlp.edu.ar/revagro>

Recibido: 24/05/2019

Aceptado: 23/08/2019

Disponible on line: 27/12/2019

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina



INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna es altamente tecnificada, con tendencia al monocultivo, y está basada en la masiva aplicación de agroquímicos y el uso de cultivares e híbridos de alto potencial de rendimiento (Sarandón & Flores, 2014). La misma se ha establecido bajo una homogeneización de prácticas, saberes y paisajes (Sans, 2007); y ha generado la degradación de los bienes comunes naturales, lo que la hace poco sustentable (Altieri, 2009; De la Fuente y Suárez, 2005). El Cinturón Hortícola de La Plata (CHLP), situado al este de la Provincia de Buenos Aires, no escapa a esta realidad. Es el área productiva de mayor envergadura del cinturón hortícola bonaerense, con 2644 hectáreas aproximadamente (Censo Hortiflorícola Pcia. Bs. As., 2005). La misma experimentó profundos cambios en los últimos treinta años, a partir de un incremento en la tecnificación, ligado al uso más intensivo del suelo, aumento de la superficie con cultivos bajo cubierta, utilización de grandes cantidades de insumos químicos, simplificación del agroecosistema y pérdida de biodiversidad, con importantes impactos negativos ecológicos, económicos y sociales (García & Kebab, 2008; Baldini *et al.*, 2016; DPBA, 2015; Alonso *et al.*, 2015). Uno de los principales problemas es la incidencia de plagas y el uso indiscriminado y creciente de pesticidas, lo que es especialmente perjudicial para los agricultores familiares, que representan cerca del 70 % de los productores de la región (Censo Hortiflorícola Pcia. Bs. As., 2005). Por ejemplo, se ha detectado que alrededor del 50% de los establecimientos con producción de hortalizas, utilizan al menos un producto de las categorías toxicológicas I y II (extremadamente tóxicos y altamente tóxicos respectivamente) (DPBA, 2015).

Son necesarios modelos de agricultura, que sean sustentables (Sarandón *et al.*, 2006), lo que requiere un replanteo profundo del modelo convencional. La agroecología surge en este escenario, como una propuesta que se orienta a generar conocimientos y prácticas, asociadas a la conservación de los recursos naturales y al mantenimiento de las funciones de los ecosistemas en defensa de la producción de alimentos saludables, seguros y culturalmente diversos (Caporal, 2009). Este modelo tiene como base la agrobiodiversidad funcional, ya que provee funciones y servicios ecológicos que permiten la autorregulación propia de las comunidades naturales, logrando una mayor estabilidad y resiliencia en los agroecosistemas (Altieri & Nicholls, 2009). Entre los servicios ecológicos de regulación (Martín-López & Montes 2010) provistos por la agrobiodiversidad, se encuentran el de control de plagas y el servicio de fuente de alimento y hospedaje para especies auxiliares benéficas; entre otros (Moonen & Bàrberi, 2008; Pérez & Marasas, 2013). Según Swift *et al.* (2004), el control biológico de plagas y enfermedades es el servicio ecológico más sensible a las modificaciones en la biodiversidad local.

El componente vegetal de la agrobiodiversidad en particular posee un rol relevante para la regulación biótica. Esto se debe a que, en su calidad de primer nivel trófico, constituye el componente clave para contener la diversidad tanto arriba como abajo del suelo.

Por lo tanto, conocer cuáles son aquellas características relevantes de la diversidad vegetal en el agroecosistema es fundamental para el diseño y manejo de sistemas sustentables y resilientes con alta capacidad de autoregulación.

El estudio de la vegetación puede abordarse desde sus tres dimensiones primarias: composición, estructura y función, las cuales son interdependientes (Noss, 1990; Clergue *et al.*, 2005; Díaz & Cabido, 2001; Mason *et al.*, 2003; Péru y Dolédec, 2010). La combinación de las variables estructurales y composicionales de la vegetación, importantes para potenciar o mantener los mecanismos de regulación biótica, tanto en el espacio (ambientes cultivados y no cultivados del agroecosistema) como en el tiempo, definirán los patrones de heterogeneidad vegetal en los sistemas de producción.

Una gran heterogeneidad estructural, determinaría un mayor número de hábitats (Paleologos *et al.*, 2008; Baloriani *et al.*, 2010) y de nichos ecológicos (Duelli & Orbist, 2003), con provisión de alimento (polen, néctar, semillas, jugos de la planta), para parasitoides y predadores, refugios para la hibernación y nidificación (Altieri, 1999a); permitiendo la presencia de enemigos naturales y antagonistas, que garantizarían los mecanismos de regulación biótica (Gliessman, 2002). Según Southwood & Way (1970) en Nicholls (2006), el nivel de biodiversidad insectil en los agroecosistemas depende de la diversidad de vegetación dentro y alrededor del agroecosistema, la duración del ciclo de producción del cultivo, la intensidad del manejo y el aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural. De aquí, que la vegetación presente en las áreas cultivadas y en las no cultivadas, como son los bordes y fronteras de los lotes de cultivo (Marshall & Moneen, 2002) sea relevante a la hora de mantener los mecanismos de regulación biótica. Pérez Consuegra (2004) explica los cambios en la abundancia de plagas en los cultivos, por medio de dos hipótesis que, por un lado, plantean el vínculo directo entre la heterogeneidad vegetal y la probabilidad de evitar que la plaga se establezca en el cultivo; y, por otro lado, asocia esta diversidad vegetal con la colonización y efectividad de los enemigos naturales. En esta línea, dos mecanismos se han señalado como responsables del control o regulación de las poblaciones plagas: el "top down" y el "bottom up" (Landis *et al.*, 2000; Smith & McSorely, 2000 en Altieri & Nicholls, 2007). El mecanismo top-down, plantea la regulación a través de un incremento en los mecanismos de control biológico (predación y parasitismo) (Hipótesis de Enemigos Naturales). El mecanismo bottom-up pone énfasis en la vegetación para explicar la menor abundancia de plagas (Hipótesis de Concentración de recursos).

Entendiendo que estas hipótesis o teorías explican de alguna manera el rol del componente vegetal a la hora de promover y mantener los mecanismos de regulación biótica y favorecer la regulación de plagas, surge la necesidad de contar con una herramienta práctica para aplicar en los campos de los productores y que permita evaluar el potencial de regulación biótica presente en un agroecosistema. Este potencial de regulación biótica se expresa a través de la biodiversidad funcional. La misma se basa en aquellos componentes de la agrobiodiversidad que influyen en cómo funciona el

agroecosistema (Tilman *et al.*, 1997 en Schmera *et al.*, 2017). Si bien la biodiversidad funcional es importante, en comparación con la diversidad taxonómica, los métodos para cuantificarla están menos desarrollados (Petchey & Gastón, 2002).

Aunque existen índices que miden la diversidad biológica (e.g., Shannon-Weaver, Margalef, Simpson, Whittaker, Fisher's alpha), no han sido pensados para la toma de decisiones en el proceso productivo, es decir, desde un punto de vista funcional de la agrobiodiversidad. La agrobiodiversidad es difícil de evaluar, ya que posee gran cantidad de componentes, dimensiones (composicional, estructural, funcional), estacionalidad y particularidad local y regional. Esto plantea una complejidad que requiere de herramientas adecuadas para su evaluación (Clergue, 2005). Existen trabajos que evalúan la biodiversidad agrícola en sistemas productivos, algunos de los cuales toman en cuenta la interacción entre los componentes del agroecosistema (Griffon, 2008) y la relación de la agrobiodiversidad con las funciones ecológicas que proveen (Dubrovsky Berensztein 2018; Öster, *et al.*, 2008; Iermanó *et al.*, 2015). Aun así, es complejo estudiar todos los componentes y sus relaciones a la hora de entender la funcionalidad de los mismos. Queda mucho por investigar desde esta óptica, principalmente en actividades intensivas como la horticultura.

La investigación agroecológica debe tener en cuenta la complejidad ecológica en la que el sistema agrícola es mucho más que la suma de sus componentes (Cohen *et al.*, 2009), intentando considerar el conjunto de las interacciones (Dubrovsky Berensztein, 2018) que se dan en el mismo. Esto representa un enorme desafío a la hora de poder estudiar los agroecosistemas. Un ejemplo de ello es la evaluación de la sustentabilidad, un concepto multidimensional, de alta complejidad, que debe poder ser simplificado para tomar decisiones al respecto. En este sentido se ha avanzado mucho a través del uso y construcción de indicadores que permitan hacer operativo el concepto sin perder información relevante (Sarandón *et al.*, 2006; Sarandón & Flores, 2009; Sarandón & Flores, 2014).

En la región hortícola de La Plata coexisten sistemas con manejo contrastantes respecto a la agrobiodiversidad, al menos desde un punto de vista teórico. Los sistemas convencionales, con alto uso de insumos, pocos cultivos y gran control de la vegetación espontánea; y los sistemas bajo manejo agroecológico, donde no se aplican agroquímicos y se tienen mayores niveles de tolerancia a la vegetación espontánea, tanto dentro como fuera de las parcelas de cultivo (ambientes seminaturales). Poder comparar los niveles de agrobiodiversidad funcional entre ambos sistemas, sería un avance muy importante.

La agrobiodiversidad tiene características similares en cuanto a su complejidad, con lo cual, en este trabajo, se propone construir un conjunto de indicadores para ser utilizados en sistemas productivos hortícolas al aire libre de la región pampeana (entre 1 y 15 hectáreas aproximadamente, la finca promedio en el cinturón hortícola de La Plata, según Ferraris (2014) es de 1 a 3 hectáreas), que permitan predecir, a partir del análisis de la heterogeneidad vegetal, el potencial del sistema para proveer los mecanismos de regulación biótica

asociados al control de plagas; y validarlos, comparando dos sistemas productivos de manejo contrastantes, uno bajo manejo convencional y el otro agroecológico. Se considera que el uso de indicadores permite resumir la heterogeneidad vegetal en un potencial de regulación biótica y que lograría marcar las diferencias entre ambos sistemas. Por otro lado, se considera que el sistema bajo manejo convencional tendrá un potencial de regulación biótica menor que el bajo manejo agroecológico.

METODOLOGÍA

a) Construcción de Indicadores de Heterogeneidad vegetal

La construcción de los indicadores se realizó a partir de la adaptación de la metodología propuesta por Sarandón (2002). De las tres dimensiones que integran la sustentabilidad de un agroecosistema (ecológico-productiva, socio-cultural y económica) los indicadores propuestos se enfocan en la dimensión ecológico-productiva, en particular en el componente vegetal del agroecosistema como primer nivel trófico en la provisión del servicio de control de plagas.

Los indicadores se construyeron teniendo en cuenta una escala predial. Los mismos se desarrollaron en base a relevamientos previos realizados a campo en fincas de producción hortícola familiar del CHLP (Fernández & Marasas, 2015) con diferente manejo (convencional y agroecológico), y también se basaron en la bibliografía consultada. Se consideraron todos los ambientes del predio productivo, que dieran cuenta de la heterogeneidad vegetal en el sistema: el lote cultivado, el borde del mismo, y la frontera continua al borde (Marshall & Moneen, 2002). Además, dentro del lote cultivado, se identificaron las franjas en descanso (FD) como otro ambiente particular a evaluar. La frontera (F) del lote cultivado es la referida a la barrera entre campos o entre dos tipos diferentes de uso de la tierra, donde pueden encontrarse el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. El borde (B), se ubica en los primeros metros lindantes hacia el exterior del cultivo, mayormente herbáceo, pero donde puede registrarse heterogeneidad de alturas dentro de ese estrato. El lote de cultivo (LC) es la porción de terreno con los cultivos en crecimiento. La franja en descanso (FD) está constituida por surcos de cultivos ya cosechados en los que se mantiene o no el rastrojo durante cierto tiempo, en función de decisiones de manejo, y en cuya superficie crecen variadas especies vegetales (Fernández *et al.*, 2014).

Las categorías de análisis se desagregaron en sub categorías para comprender en mayor detalle la complejidad abordada, ellas se desagregaron en descriptores, y estos en indicadores.

Para el desarrollo de los indicadores se organizaron dos categorías. Una de ellas (A) agrupa a los indicadores relacionados al control "Bottom up", y la otra (B) a aquellos vinculados al control "Top down" de plagas.

De cada categoría de análisis se desprendieron subcategorías, descriptores e indicadores, que permitieron organizar y analizar con mayor profundidad los aspectos relevantes de la heterogeneidad vegetal,

vinculados a los mecanismos atrayentes y disuasivos de plagas. En estos niveles de análisis fue necesario organizar las variables en procedimientos o fórmulas que explican su vinculación.

Se construyeron escalas para cada nivel de agregación. Como las variables se expresan en distintas unidades, se procedió a estandarizarlas, mediante una escala del 0 al 4 con el criterio de darle el mayor valor (4) a lo más favorable. Los indicadores se ponderaron según su importancia relativa. Para esto se multiplicó el valor de la escala de cada indicador por un coeficiente en base a la importancia asignada a cada uno en el servicio ecológico mencionado. Las ponderaciones se realizaron solo al nivel de los indicadores.

b) Implementación de indicadores a campo

Se evaluaron dos fincas de producción hortícola de tipo familiar del Cinturón Hortícola de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina, una de las fincas con manejo convencional y la otra con manejo de base agroecológica. Ambas fincas se encuentran en la zona del Parque Pereyra Iraola (Cinturón Hortícola de La Plata), por este motivo la vegetación circundante a ambas fincas es similar. Los lotes cultivados de las fincas tuvieron entre 10.000 a 15.000 m² de superficie cada uno. El manejo convencional es caracterizado por un alto uso de agroquímicos de gran poder de control y persistencia (plaguicidas, fungicidas y herbicidas), de manera preventiva y bajo calendario, sin monitoreos previos (Souza Casadinho & Bocero, 2008). Además, los productores que realizan manejo de tipo convencional, compran la totalidad de las semillas y plantines que utilizan. En el manejo agroecológico, no se realiza aplicación de agroquímicos. Los productores que llevan adelante un manejo agroecológico, eventualmente realizan preparados caseros, orgánicos, para responder ante una plaga o enfermedad. Ellos compran las semillas y plantines para la producción de ciertos cultivos, aunque eventualmente también guardan semillas y producen sus propios plantines de algunas variedades.

La evaluación se realizó en el otoño-invierno 2017. Los cultivos presentes en el LC al momento de la implementación de los indicadores fueron lechuga (*Lactuca sativa* L.), brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica Plenck*), akusay (*Brassica rapa* L. var. *glabra Regel* [=*B. pekinensis* (Lour.) Rupr., = *Sinapis pekinensis* Lour.], repollo blanco y morado (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.), hinojo (*Foeniculum vulgare* Mill.), cebolla de verdeo (*Allium cepa* L. var. *cepa*), remolacha (*Beta vulgaris* L. var. *vulgaris*), nabiza (*Brassica rapa* L.), achicoria (*Cichorium intybus* L.), rabanito (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*), acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cicla* L.), repollito de Bruselas (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera* (DC.) Zenker), puerro (*Allium ampeloprasum* L.), kale (*Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC.) y mostaza morada (*Brassica juncea*) en el sistema agroecológico. En el sistema convencional los cultivos fueron repollo blanco y morado (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.), hinojo (*Foeniculum vulgare* Mill.), cebolla de verdeo (*Allium cepa* L. var. *cepa*), puerro (*Allium ampeloprasum* L.), acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cicla* L.), perejil (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss) y remolacha (*Beta vulgaris* L. var. *vulgaris*).

RESULTADOS

a) Indicadores de potencial de regulación biótica del agroecosistema basados en la Heterogeneidad Vegetal del mismo.

Se presentan el conjunto de indicadores de heterogeneidad vegetal discriminados en dos categorías (Tablas 1 y 2). Una de ellas agrupa a los indicadores relacionados al mecanismo de control "Top down" de plagas (Categoría A) y la otra a aquellos vinculados al "Botton up" (Categoría B). En la Tabla 1, para cada categoría, subcategoría y descriptor se indica la fórmula con la cual se calculan. En las fórmulas para la obtención del valor de cada descriptor, está expresada la ponderación que se le ha dado a cada indicador (^P).

A los indicadores se les otorgó diferente peso relativo. En el descriptor "Flores en ambientes seminaturales asociados al LC", se le ha otorgado mayor peso en la ponderación al indicador "Flores en el Borde", por su mayor influencia sobre LC dada por la cercanía a dicho ambiente.

Para calcular el Descriptor "Flores en LC", se ha otorgado mayor peso a las Flores de vegetación espontánea, ya que no todos los cultivos realizados llegan al momento de la floración antes de su cosecha.

Para calcular el valor del descriptor "Het. Veg. en LC", se le ha otorgado mayor peso en la ponderación a los indicadores Franjas en Descanso y Número de Familias de cultivos. Franjas en descanso por haber constatado que es una porción del LC que aloja alta diversidad vegetal, así como también EN (Dubrovsky *et al.*, 2017). Al N° de Familias de cultivos porque aporta a la diversidad cultivada el que existan cultivos de distintas familias, más que varios cultivos de una única familia botánica (las distintas familias botánicas poseen diferente funcionalidad, en cuanto a requerimientos, y son susceptibles al ataque de diferentes organismos).

Para calcular el valor de los indicadores se han ponderado con mayor valor a las variables Abundancia de flores y Presencia/ausencia de Familias Asteraceae, Fabaceae y Apiaceae. La primera debido a que es importante no solo la existencia de una especie en flor, sino la abundancia en la que se encuentran. El segundo, se ha ponderado debido a que las tres familias mencionadas son reconocidas por su función ecológica en albergar artrópodos beneficiosos que ayudan a controlar las plagas.

Justificación de las categorías, subcategorías y descriptores

Categoría A. Heterogeneidad Vegetal favorable a los enemigos naturales (HVEN): la presencia y actividad de los enemigos naturales, requiere fuentes de alimento en todos sus estadios; y disponibilidad de nichos para refugio, reproducción, y alimentación de predadores. Las dos subcategorías de esta categoría se organizaron en función de las características vegetacionales necesarias para cada uno de los grupos de enemigos naturales más representativos, principalmente parasitoides y predadores.

Tabla 1. Categorías, subcategorías, descriptores e indicadores de Heterogeneidad Vegetal.

Categoría	Subcategoría	Descriptor	Indicador
A. Patrones de Heterogeneidad Vegetal favorables a los enemigos naturales (Control down)= $P(A_1 + A_2)/2$	A ₁) Disponibilidad de Polen y Néctar = $P(I + II + III)/3$	I. Flores en ambientes seminaturales asociados al LC = $P(ax2 + b)/3$	a) Flores en Borde b) Flores en Frontera
		II. Flores en el LC = $P(cx2 + d)/3$	c) Flores de vegetación espontanea en LC d) Flores de vegetación cultivada: % de superficie con cultivos que florecen antes de cosecha
		III. Distribución espacial de flores	e) N° de Ambientes del agroecosistema en los que se registran flores
		IV. Heterogeneidad vegetal en ambientes seminaturales del agroecosistema = $P(f + g + h)/3$	f) Heterogeneidad vegetal en Borde g) Heterogeneidad vegetal en Frontera h) Diversidad Natural circundante
		V. Heterogeneidad vegetal en el LC = $P(ix2 + j + kx2 + l + m + n)/8$	i) Franjas en Descanso: porcentaje de la superficie del lote de cultivo en descanso j) Riqueza de cultivos k) N° familias de cultivos l) EF de cultivos m) Cobertura vegetal n) Cultivos perennes
	A ₂) Disponibilidad de nichos para refugio, reproducción, y alimentación de predadores = $P(IV + V + VI)/3$	VI. Interacción amb. seminatural-LC	o) Relación perímetro/área
		VII. Barreras mecánicas = $P(p + q)/2$	p) Barrera física en ambientes seminaturales aledaños al LC q) Barrera física en el LC
		VIII. Barreras disuasivas (visuales y/o químicas, no físicas) =	r) Diversidad de cultivos s) Intercalado de cultivos t) Especies aromáticas en el lote de
		IX. Heterogeneidad temporal	u) Rotaciones
		X. Variedades botánicas locales	v) N° de variedades locales cultivadas
B. Heterogeneidad vegetal funcional a la disuasión de plagas (Control Bottom up) = $P(VII + VIII + IX + X)/4$			

Subcategoría A₁ Disponibilidad de Polen y Néctar
La presencia de flores es importante para la permanencia de los enemigos naturales en el predio. Muchas flores son proveedoras de polen y néctar, para los adultos parasitoides y de algunos estadios de depredadores (Alomar & Albajes, 2005). Para garantizar dicho alimento, es necesario que existan especies en floración a lo largo de todo el año. El color, forma y tamaño de las flores también influyen en la selección del alimento por parte de estos enemigos naturales. Los enemigos naturales pueden encontrar este recurso en las flores de las plantas cultivadas, en las plantas silvestres florecidas que se asocian a los cultivos, en la vegetación de los bordes y las fronteras, así como también en las plantas florecidas que crecen y se desarrollan en ambientes circundantes (Long *et al.*, 1999 en Vázquez Moreno *et al.*, 2008).

Descriptor I. Flores en ambientes seminaturales
La presencia de especies en flor en ambientes asociados al lote cultivado (LC), como lo son el Borde (B) y la Frontera (F), proveen de recursos necesarios para la alimentación de ciertos enemigos naturales, y resultan especialmente importantes cuando estos recursos no están presentes en el LC, ó cuando las condiciones ambientales en el LC no son apropiadas

(por ej. en el momento de aplicación de agroquímicos). Este descriptor comprende 2 indicadores: Flores en el Borde y Flores en la Frontera. Ambos son indicadores complejos, que resultan de las variables Riqueza de especies en flor, Abundancia de flores, Presencia/ausencia Familias Apiaceae, Fabaceae, Asteraceae (Brassicaceae, Lamiaceae y Boraginaceae), y Colores de Flores (ver Tabla 2).

Descriptor II. Flores en el Lote Cultivado
Las flores del lote cultivado pueden pertenecer tanto a la vegetación espontánea como a los cultivos. Lizardi (2006) registró que en las parcelas de mayor diversidad de especies vegetales con flor se desarrolló una mejor relación enemigo natural-plaga, que en las parcelas mono específicas.

Este descriptor está compuesto por dos indicadores: Flores de vegetación espontanea en LC, un indicador complejo que resulta de las variables Riqueza de especies en flor, Abundancia de flores, Presencia/ausencia Familias Apiaceae, Fabaceae, Asteraceae (Brassicaceae, Lamiaceae y Boraginaceae) y Colores de Flores; y el indicador Flores de la vegetación cultivada, para el cual se calcula el porcentaje de superficie con cultivos que florecen antes de cosecha.

Tabla 2. Indicadores y su escala de valoración. Para los indicadores complejos*, formados por más de una variable, se incluye la ponderación de dichas variables, y la fórmula para calcular el valor final del indicador (P).

Indicadores	Escala de valoración de los indicadores	
CATEGORIA A. Patrones de Heterogeneidad Vegetal favorables a los enemigos naturales (Control Top down)		
Subcategoría A ₁) Disponibilidad de Polen y Néctar		
Descriptor FLORES EN AMBIENTES SEMINATURALES ASOCIADOS AL LC		
a)* Flores en Borde = $(P)(a_1 + a_2 \times 3 + a_3 \times 2 + a_4)/7$	a ₁) Riqueza de especies en flor en el Borde	(0): hasta 1 especie en flor (2): más de 1 y hasta 4 especies en flor (4): más de 4 especies en flor
	a ₂) Abundancia de flores en el Borde (en base a escala abundancia/cobertura de Braun Blanquet)	(0): 0% (1): entre mayor a 0% y menor a 2% (2): entre 2% y menor del 5% (3): entre 5% y menor del 10% (4): 10% ó mayor
	a ₃) Presencia/Ausencia de familias ASTERACEAE, FABACEAE y APIACEAE (BORRAGINACEAE, BRASSICACEAE, LAMIACEAE en el Borde	(0): Ausencia Apiaceae, Fabaceae, Asteraceae (1): Presencia de 1 de las tres familias (2): Presencia de 2 de las tres familias (3): Presencia de las 3 familias (4): Presencia de las 3 familias más Brassicaceae y/o Boraginaceae y/o Lamiaceae.
	a ₄) Colores de flores en el Borde x 1	(0): Ausencia de flores, ningún color (1): Flores de 1 color (2): Flores de 2 colores (3): Flores de 3 colores (4): Flores de 4 o más colores.
b)* Flores en Frontera = $(P)(b_1 + b_2 \times 3 + b_3 \times 2 + b_4)/7$	b ₁) Riqueza de especies en flor en la Frontera	(0): entre 0 y menos de 4 especies en flor (2): entre 4 y menos de 8 especies en flor (4): 8 ó más especies en flor
	b ₂) Abundancia de flores en la Frontera (en base a escala abundancia/cobertura de Braun Blanquet)	(0): 0 % (1): entre mayor a 0% y menor a 2% (2): entre 2% y menor del 5% (3): entre 5% y menor del 10% (4): 10% ó mayor
	b ₃) Presencia/Ausencia de familias ASTERACEAE, FABACEAE y APIACEAE (BORRAGINACEAE, BRASSICACEAE, LAMIACEAE en la Frontera	(0): Ausencia Apiaceae, Fabaceae, Asteraceae (1): Presencia de 1 de las tres familias (2): Presencia de 2 de las tres familias (3): Presencia de las 3 familias (4): Presencia de las 3 familias más Brassicaceae y/o Boraginaceae y/o Lamiaceae.
	b ₄) Colores de flores en la Frontera	(0): Ausencia de flores, ningún color (1): Flores de 1 color (2): Flores de 2 colores (3): Flores de 3 colores (4): Flores de 4 o más colores
Descriptor FLORES EN EL LC		
c)* Flores de vegetación espontanea en LC = $(P)(c_1 + c_2 \times 3 + c_3 \times 2 + c_4)/7$	c ₁) Riqueza de especies de vegetación espontanea en flor en LC	(0): desde 0 hasta 2 especies en flor (2): más de 2 y hasta 4 especies en flor (4): más de 4 especies en flor
	c ₂) Abundancia de flores de vegetación espontanea en LC (en base a escala abundancia/cobertura de Braun Blanquet)	(0): 0 % (1): mayor a 0% y menor a 2% (2): entre 2% y menor del 5% (3): entre 5% y menor del 10% (4): 10% ó mayor
	c ₃) Presencia/Ausencia de familias ASTERACEAE, FABACEAE y APIACEAE (BORRAGINACEAE, BRASSICACEAE, LAMIACEAE) de vegetación espontanea en LC	(0): Ausencia Apiaceae, Fabaceae, Asteraceae (1): Presencia de 1 de las tres familias (2): Presencia de 2 de las tres familias (3): Presencia de las 3 familias (4): Presencia de las 3 familias más Brassicaceae y/o Boraginaceae y/o Lamiaceae.

Tabla 2 (Continuación). Indicadores y su escala de valoración. Para los indicadores complejos*, formados por más de una variable, se incluye la ponderación de dichas variables, y la fórmula para calcular el valor final del indicador (^P).

Indicadores		Escala de valoración de los indicadores
	c ₄) Colores de flores de vegetación espontánea en LC	(0): Ausencia de flores, ningún color (1): Flores de 1 color (2): Flores de 2 colores (3): Flores de 3 colores (4): Flores de 4 o más colores
	d) Flores de vegetación cultivada: % de superficie con cultivos que florecen antes de cosecha	(0): 0% (1): mayor a 0% y menor a 15% (2): entre 15% y menor a 25% (3): entre 25% y menor del 50% (4): 50% ó mayor
Descriptor DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE FLORES		
	e) N° de Ambientes del agroecosistema en los que se registran flores	(0): Ausencia de flores en todos los ambientes (2): Presencia de flores solo en los ambientes seminaturales o solo en el Lote cultivado (4): Presencia de flores en todos los ambientes
Subcategoría A ₂) Disponibilidad de nichos para refugio, reproducción y alimentación de predadores		
Descriptor HETEROGENEIDAD VEGETAL EN AMBIENTES SEMINATURALES DEL AGROECOSISTEMA		
f)* Heterogeneidad vegetal en Borde= (^P) (f ₁ + f ₂ + f ₃) /3	f ₁) Het. Vertical en borde (estratos cada 25 cm)	(0): Bordes desnudos (1): Bordes con 1 estrato de vegetación espontánea (2): Bordes con 2 a 3 estratos de vegetación espontánea (3): Bordes con 4 a 6 estratos de vegetación espontánea (4): Bordes con más de 6 estratos de vegetación espontánea
	f ₂) Riqueza de sp. en borde	(0): 0 a 5 especies (2): 6 a 11 especies (4): 12 especies ó más
	f ₃) Cobertura veg. en borde	(0): 0%-15% (1): 15%-25% (2): 25%-50% (3): 50%-75% (4): ≥75%
g)* Heterogeneidad vegetal en Frontera = (^P) (g ₁ + g ₂) /2	g ₁) Het. Vertical en frontera (estratos)	(0): Solo estrato herbáceo (1): Estrato herbáceo y arbustivo o arbóreo de especie exótica (2): Estrato herbáceo y arbustivo o arbóreo de especie nativa (3): Estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo de especie solo exótica (4): Estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo de especie nativa
	g ₂) Riqueza de sp. en frontera	(0): entre 0 y 4 especies (1): entre 5 y 9 especies (2): entre 10 y 14 especies (3): entre 15 y 19 especies (4): 20 especies ó mas
	h) Diversidad Natural circundante	(0): Rodeado por caminos, calles, autopistas, invernáculos o monocultivos al aire libre con manejo convencional (2): Rodeado al menos en un lateral por vegetación natural o seminatural (4): Rodeado al menos en un 50% de los laterales por vegetación natural o seminatural.
Descriptor HETEROGENEIDAD VEGETAL EN EL LC		
	i) Franjas en Descanso: porcentaje de la superficie del lote de cultivo en descanso	(0): 0% - 4% de la superficie del lote (1): 5% al 9% de la superficie del lote (2): 10% al 14% de la superficie del lote (3): 15% al 19% de la superficie del lote (4): ≥al 20% de la superficie del lote.
	j) Riqueza de cultivos	(0): 1 cultivo (1): 2 a 4 cultivos (2): 5 a 7 cultivos (3): 8 a 10 cultivos (4): Mas de 10 cultivos

Tabla 2 (Continuación). Indicadores y su escala de valoración. Para los indicadores complejos*, formados por más de una variable, se incluye la ponderación de dichas variables, y la fórmula para calcular el valor final del indicador (P).

Indicadores	Escala de valoración de los indicadores
k) N° familias de cultivos	(0): 1 familia botánica (1): 2 a 3 familias botánicas (2): 4 familias botánicas (3): 5 a 6 familias botánicas (4): 7 o más familias botánicas
l) Estados Fenológicos de los cultivos (EF)	(0): 1 EF (2): 2 EF (4): 3 o más EF
m) Cobertura vegetal	(0): Entre 0% y 15% del lote cultivado (1): Entre 15% y 25% del lote cultivado (2): Entre 25% y 50% del lote cultivado (3): Entre 50% y 75% del lote cultivado (4): Mayor a 75% del lote cultivado
n) Cultivos perennes	(0): Ausencia de cultivo perenne (2): Cultivo perenne fuera del LC, a una distancia \leq a 50 mts del LC (4): Cultivo perenne dentro del LC
Descriptor INTERACCION AMB. SEMINATURAL-LC	
o) Relación perímetro/área	(0): menor a 0,02 m/m ² (1): de 0,02 m/m ² a menor a 0,04 m/m ² (2): de 0,04 m/m ² a menor a 0,06 m/m ² (3): de 0,06 m/m ² a menor a 0,08 m/m ² (4): 0,08 m/m ² o mayor
CATEGORIA B. Heterogeneidad vegetal funcional a la disuasión de plagas (Control Bottom up)	
Descriptor BARRERAS MECÁNICO-FÍSICAS	
p)* Barrera física en ambientes seminaturales aledaños al LC = $\frac{p_1 + p_2}{2}$	p ₁) Distancia de la barrera vegetal al borde del LC (0): más de 5 m (2): entre más de 3 m y hasta 5 m (4): 3 m ó menos p ₂) N° estratos vegetales de la barrera (0): Frontera y/o bordes solo con estrato herbáceo (2): Frontera y/o bordes con estrato herbáceo y arbustivo o arbóreo (4): Frontera y/o bordes con estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo.
q) Barrera física en el LC: N° y disposición de hileras con característica de barrera física	(0): Ausencia de hilera de cultivo y/o de vegetación espontánea con características de barrera física (1): 1 hacia el centro del LC (2): 1 cercana a un borde del LC (3): 2 o más intercaladas dentro del lote (4): 2 o más cercanas a los bordes del LC.
Descriptor BARRERAS DISUASIVAS (NO FÍSICAS)	
r) Diversidad de cultivos Índice Diversidad de Cultivos = $[(N^\circ \text{ cultivos})x1 + (N^\circ \text{ familias botánicas de los cultivos})x2 + (N^\circ \text{ EF})x1] / 4$	(0): entre 0 y menor a 3 (2): entre 3 y menor a 6 (4): 6 o mayor.
s) Intercalado de cultivos	(0): Ausencia de cultivos intercalados (1): Hasta 2 cultivos intercalados en hileras o surcos (2): Entre 3 y 4 cultivos intercalados en hileras o surcos (3): Entre 5 y 6 cultivos intercalados en hileras o surcos (4): Mas de 6 cultivos intercalados en hileras o surcos
t) Especies aromáticas en el lote de cultivo y/o ambientes aledaños	(0): Ausencia de especies aromáticas (1): Aromáticas en ambientes aledaños al LC a más de 10 m del mismo (2): 1 hilera/franja de aromáticas en el LC ó una hilera de aromáticas en ambientes aledaños a menos de 10 m del LC (3): Mas de 1 hilera/franja de aromáticas cultivadas en el LC (4): Mas de 1 hilera/franja de aromáticas cultivadas en el LC y en ambientes aledaños a menos de 10 m del LC

Tabla 2 (Continuación). Indicadores y su escala de valoración. Para los indicadores complejos*, formados por más de una variable, se incluye la ponderación de dichas variables, y la fórmula para calcular el valor final del indicador (P^o).

Indicadores	Escala de valoración de los indicadores
Descriptor HETEROGENEIDAD TEMPORAL	
u) Rotaciones	(0): No realiza rotaciones (1): Realiza rotaciones eventualmente, no todas las campañas de siembra (2): Hay rotaciones casuales no planificadas (3): Realiza rotaciones planificadas en función de no repetir cultivos (4): Realiza rotaciones planificadas teniendo en cuenta las plagas de los cultivos y relación con organismos patógenos
Descriptor VARIEDADES BOTÁNICAS LOCALES	
v) N° de variedades locales cultivadas	(0): Ninguna variedad local (1): 1 variedad local (2): Entre 2 y 3 variedades locales (3): Entre 4 y 5 variedades locales (4): Mas de 5 variedades locales

Descriptor III. Distribución espacial de Flores

La distribución de las flores en el agroecosistema, ya sea que estén presentes en el lote de cultivo y/o también en los ambientes asociados como los bordes y fronteras, crean distintas condiciones de hábitat favorables a los insectos benéficos (Nicholls & Altieri, 2013). El indicador para este descriptor es el Número de Ambientes del agroecosistema en los que se registran flores.

Subcategoría A₂. Disponibilidad de Nichos para refugio, reproducción y alimentación de predadores.

Para garantizar la presencia de predadores generalistas y especialistas en el agroecosistema, es necesaria la presencia de nichos para proveerles de refugio, condiciones para su reproducción y provisión de alimento. Esto se logra con la existencia de ambientes favorables para que dichos predadores permanezcan en el sistema. Los carábidos, gran parte de los cuales son de hábitos predadores, tienen una fuerte relación con los tipos de cobertura vegetal del suelo (Paleologos *et al.*, 2007). La presencia de distinto tipo de arañas (organismos predadores), está relacionada con las características de la vegetación (Baloriani *et al.*, 2009). Los predadores pueden encontrar condiciones aptas para su desarrollo, en los ambientes asociados al lote de cultivo, como así también en el propio lote cultivado (según el manejo que se realice en el mismo).

Descriptor IV. Heterogeneidad vegetal en ambientes seminaturales del agroecosistema asociados al LC

En estos ambientes se da la presencia de diversos tipos de parches, con vegetación espontánea o con vegetación implantada (ej. cortinas forestales, cercos vivos), lo cual posibilita la presencia de diferentes microhábitats dentro de un paisaje más uniforme, con el consiguiente aumento de la posibilidad de permanencia de las especies de artrópodos de comportamiento más estenoico, como lo son la mayoría de los enemigos naturales de las plagas agrícolas (Montero, 2008). Estos ambientes con distinto tipo de vegetación albergan presas/hospederos para los enemigos naturales, proporcionando recursos estacionales y cubriendo brechas en los ciclos de vida de insectos entomopatógenos (Altieri & Whitcomb, 1979; en Nicholls, 2006).

En cuanto a la diversidad estructural de la vegetación en estos ambientes, se tiene en cuenta la estructura vertical (disposición en la distribución vertical de los distintos elementos: número y/o naturaleza de los estratos verticales), ya que estos, con diferentes grados de exposición a la luz del sol, humedad y temperatura, son los que dan heterogeneidad de ambientes para los distintos requerimientos de los enemigos naturales predadores.

Este descriptor está compuesto por tres indicadores: Heterogeneidad vegetal en el Borde, el cual es un indicador complejo que resulta de las variables Estratos verticales en el Borde, Riqueza de especies en el Borde y Cobertura vegetal en el borde; Heterogeneidad vegetal en la Frontera, indicador complejo que resulta de las variables Estratos verticales en la Frontera y Riqueza de especies en la Frontera; y el indicador Diversidad natural circundante.

Descriptor V. Heterogeneidad vegetal en el Lote Cultivado

En el lote cultivado se puede recrear heterogeneidad a partir de la diversidad de la vegetación cultivada, de la cobertura vegetal y la disposición de la vegetación espontánea, lo que redundará en la diversidad de hábitats para la presencia de predadores. En relación a la cobertura vegetal del lote de cultivo, Altieri & Nicholls (2002) y Paleologos *et al.* (2008) encontraron que distintos depredadores generalistas fueron más abundantes en cultivos con cobertura que sin ella.

Los cultivos perennes (como por ejemplo los huertos frutales, ciertas aromáticas), se consideran ecosistemas más estables que los cultivos anuales, ya que sufren menos alteraciones y poseen mayor diversidad estructural (Altieri, 1999a; Paredes *et al.*, 2013). En agroecosistemas que poseen algún componente de cultivo perenne, se pueden esperar bajos problemas de plagas (Yong & Leyva, 2010).

Este descriptor está compuesto por seis indicadores: Superficie del lote de cultivo en descanso (franjas o surcos en descanso), Cobertura vegetal, Número de cultivos, Número de familias botánicas de los cultivos, Estados Fenológicos de los cultivos y Cultivos perennes.

Descriptor VI. Interacción ambiente seminatural-Lote de cultivo

La relación perímetro-área en el lote de cultivo influye en las poblaciones de insectos depredadores (Osman *et al.*, 2001 en Muriel & Vélez, 2004). A mayores tasas de relación perímetro-área, se espera mejor acceso de los enemigos naturales al control de las poblaciones plaga, dado por la distancia que se mueven los depredadores desde los bordes hacia las áreas de cultivo. Se han documentado los movimientos de distintos enemigos naturales desde los márgenes con vegetación natural hacia el centro de los cultivos, alcanzando mayores niveles de regulación biótica las hileras de cultivos adyacentes a vegetación natural (Altieri, 1994 en Vázquez *et al.*, 2008). El indicador para este descriptor es Relación Perímetro área.

Categoría B. Heterogeneidad Vegetal funcional a la disuasión de plagas

Para evitar que los herbívoros plagas lleguen al cultivo, se alimenten y reproduzcan en él, se necesitan tener diversas estrategias como barreras disuasivas que impidan o limiten el arribo de estas (Vázquez Moreno *et al.*, 2008). Los efectos disuasivos se pueden dar ya que, al aumentar la diversidad de plantas, se reduce la ocurrencia de plagas inmigrantes por efectos de barrera física, confusión (color, olor), por efecto de reducción en la concentración del recurso, y, por lo tanto, de fuentes de infestación (Vázquez, 2004 en Vázquez Moreno *et al.*, 2008). La rotación de cultivos posee efectos disuasivos sobre ciertas plagas (Guzmán & Alonso, 2000).

Descriptor VII. Barreras Mecánico-físicas:

Las barreras mecánico-físicas son aquellas que impiden o limitan el arribo de las plagas por efecto de la estructura de la vegetación, constituyendo obstáculos físicos para el desplazamiento de las mismas, principalmente aquellas que se dispersan por el viento: áfidos, trips, ácaros). Las barreras físicas pueden estar formadas por vegetación cultivada o espontánea; arbórea, arbustiva o herbácea, de 1,5 m de altura o mayor (Bergelson & Kareiva, 1987). Las barreras físicas en ambientes seminaturales asociados al LC son importantes porque obstaculizan el arribo de las plagas inmigrantes al Lote de cultivo (Vázquez Moreno *et al.*, 2008) y además dificultan el movimiento de la plaga dentro del lote de cultivo y por consiguiente la localización de su planta hospedera. Este descriptor está compuesto por dos indicadores: Barrera física en Ambientes seminaturales aledaños al LC (un indicador complejo, que resulta de las variables Distancia de la Barrera vegetal al borde del Lote cultivado y Número de estratos vegetales de la barrera) y Barrera física en el Lote Cultivado= N° y disposición de hileras con características de barrera física.

Descriptor VIII. Barreras disuasivas (visuales y/o químicas, no físicas) de plagas

Aquellas que actúan a partir de aromas y colores distractivos, repelentes y de enmascaramiento, son importantes ya que los insectos se desenvuelven en su medio ambiente respondiendo a una diversidad de señales o estímulos visuales y químicos. Los aromas de ciertas plantas pueden afectar la dinámica de búsqueda de algunas plagas (Altieri, 1997) al provocar enmascaramiento de las plantas hospederas, confusión y/o repelencia. En relación a los aromas, la planta emite

alomonas y resulta favorecida pues disminuye la posibilidad de que un herbívoro generalista o polífago pueda utilizarla como fuente de alimento, ya que lo repele, disuade la alimentación o la ovoposición, e interrumpe su desarrollo, por lo cual las alomonas actúan como defensas químicas naturales contra los herbívoros (Mareggiani, 2001). Entre las plantas que emiten alomonas se encuentran la borraja (*Borago officinalis* L.), salvia (*Salvia officinalis* L.), caléndula (*Calendula officinalis* L.), diente de león (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.), tomillo (*Thymus vulgaris* L.), albahaca (*Ocimum basilicum* L.), cilantro (*Coriandrum sativum*), perejil (*Petroselinum crispum* (Mill.) A. W. Hill), ajo (*Allium sativum* L.), cebolla (*Allium cepa* L.), puerro (*Allium porrum* L.) y zanahoria (*Daucus carota* L.), entre otras.

Los policultivos crean un ambiente químico y visual que genera resistencia a los herbívoros (Pérez & Marasas, 2013) planteado en la "Hipótesis de Resistencia Asociacional" (Altieri, 1992). La presencia de cultivos no hospederos puede interferir con la habilidad del insecto para detectar plantas hospederas, al enmascarar visualmente la presencia de la planta o por la producción de compuestos volátiles que confunden al insecto. De esta manera, un hábitat diverso puede reducir la "apariencia" de la planta hospedera a los insectos plaga (Smith & Liburd, 2015). De allí que una alta diversidad de cultivos, su disposición intercalada en hileras o surcos, así como la asociación benéfica entre cultivos, son elementos que contribuyen en este sentido.

Este descriptor está compuesto por cuatro indicadores: Diversidad de Cultivos (indicador complejo que resulta de las variables Número de cultivos, Número de familias de cultivos y Número de estados fenológicos), Intercalado de cultivos y Especies aromáticas.

Descriptor IX. Heterogeneidad temporal

En los agroecosistemas donde se realizan rotaciones se pueden esperar bajos potenciales de plagas (Altieri, 1999b). La rotación de cultivos es eficaz en el control de la proliferación de plagas con los siguientes requisitos: plagas que tienen un rango estrecho de huéspedes y plagas que son incapaces de sobrevivir largo tiempo sin un huésped vivo (Guzmán & Alonso, 2008). Además, los residuos de un cultivo pueden promover la actividad de organismos antagonistas de plagas para el cultivo siguiente (Gliessman, 2002; en Pérez & Marasas, 2013). El indicador para este descriptor es Rotaciones de cultivos.

Descriptor X. Variedades botánicas locales

Las variedades locales, son variedades botánicas de los cultivos, que, a lo largo de más de 50 años de reproducción, han adquirido cualidades que les permitieron cierta adaptación a las características edafoclimáticas de la región (Garat *et al.*, 2007). Esta adaptación las hizo más resistentes a las plagas y enfermedades. El uso de variedades locales también es una de las estrategias utilizadas por muchos agricultores para minimizar la pérdida de cosechas en el marco del cambio climático (Altieri & Nicholls, 2012). Existen muchas poblaciones de hortalizas locales identificadas en el CHLP (Garat *et al.*, 2007; Garat *et al.*, 2009). El indicador para este descriptor es Número de variedades locales cultivadas.

b) Aplicación de los indicadores en dos sistemas contrastantes

La aplicación de los indicadores permitió detectar importantes diferencias en el potencial de regulación biótica entre ambos sistemas, tanto en general como en sus dos dimensiones (top down - y bottom up) analizadas. Los mayores valores de biodiversidad se observaron en el sistema de manejo agroecológico (Tabla 3).

Se detalla a continuación lo observado a campo para cada una de las categorías, subcategorías y sus indicadores.

Categoría A. Heterogeneidad Vegetal favorable a los enemigos naturales (HVEN)

Para las variables que miden la “Disponibilidad de Néctar”, se observó un mayor o igual valor en general para el sistema agroecológico que el convencional, a excepción de “Flores en la Frontera” que registró un mayor valor en el sistema convencional (Figura 1).

Respecto a la “Disponibilidad de Nichos para refugio, reproducción y alimentación de predadores”, se observó que los indicadores del descriptor “Interacción entre ambientes seminaturales y LC” (“Relación Perímetro-área” y “Cultivos perennes”), fueron mayores en el sistema agroecológico respecto al convencional (Figura 2). Luego, entre los indicadores del descriptor “Heterogeneidad vegetal en ambientes seminaturales asociados al LC”, dos de ellos, “Heterogeneidad vegetal en Bordes” y “Diversidad natural circundante”, también fueron mayores en el sistema agroecológico respecto al convencional. En cambio, el indicador “Heterogeneidad vegetal en la Frontera” tuvo mayor valor en el sistema convencional, aunque en el agroecológico el valor también fue alto. Por último, entre los indicadores del descriptor “Heterogeneidad vegetal en el lote cultivado”, excepto el de “Estados fenológicos de los cultivos” que tuvo el máximo valor para ambos sistemas de manejo, los otros indicadores (Riqueza de cultivos, Número de familias botánicas de los cultivos, Superficie en descanso y Cobertura vegetal) fueron mayores en el sistema agroecológico respecto al convencional.

Categoría B. Heterogeneidad Vegetal funcional a la disuasión de plagas

Dentro de esta categoría, todos los indicadores fueron mayores en el sistema de manejo agroecológico respecto al convencional, excepto el indicador “Especies Aromáticas en LC y/o ambientes aledaños”, el cual tuvo el máximo valor para ambos sistemas de manejo (Figura 3).

DISCUSIÓN

La evaluación del “potencial de regulación biótica” en agroecosistemas a partir del análisis de la heterogeneidad vegetal presente es uno de los mayores desafíos actuales para poder diseñar y manejar agroecosistemas sustentables, menos dependientes de insumos. La evaluación de la complejidad es una de las limitantes más importantes en la búsqueda de metodologías para operativizar estos conceptos multidimensionales. La metodología de indicadores, que permiten simplificar conceptos multidimensionales ha sido adecuada, por ejemplo, para medir la sustentabilidad en agroecosistemas (Altieri & Nicholls, 2002; Sarandón & Flores, 2009; Sarandón *et al.*, 2006), la biodiversidad vegetal (Vite Cristóbal, 2014), la biodiversidad agrícola (OCDE, 2001), la biodiversidad en agroecología (Griffon, 2008) y el potencial de regulación biótica en sistemas extensivos (Iermanó *et al.*, 2015). Los indicadores presentados en este trabajo, son un nuevo aporte ya que permiten evaluar el potencial de regulación biótica en sistemas hortícolas familiares, al aire libre, e identificar los componentes de la vegetación, los ambientes y/o aspectos del manejo de la vegetación (tanto cultivada como espontánea) a modificar o rediseñar. Las variables elegidas fueron sensibles a la hora de analizar las características de la heterogeneidad vegetal. Los resultados obtenidos en los estudios de caso dan cuenta de esta afirmación. Los mecanismos “Bottom-up” y “Top down” son estrategias útiles a fin de implementar alternativas que mantengan bajo el nivel de umbral de daño de las poblaciones de fitófagos, sin que lleguen a constituir un problema de plagas (Polack, 2008). Para ello es necesario intervenir sobre el componente vegetal de los agroecosistemas, ya que tanto la hipótesis de la concentración del recurso como la hipótesis del enemigo natural coinciden en que la principal causa de la aparición de plagas es la baja diversidad vegetal presente en los sistemas mencionados (Paleólogos & Flores, 2014). Esta información es importante a la hora de tomar decisiones de manejo vinculadas al control de plagas, ya que la vegetación es el factor clave para diseñar hábitats que permitan restaurar funciones no presentes en los agroecosistemas disturbados (Tito, 2007). Pero, en ocasiones, son conceptos meramente académicos que cuesta evaluar e implementar, así como también traducirlos en diseños concretos en fincas productivas. Es necesario entonces hacerlos más operativos.

Tabla 3. Valores resultantes de la suma ponderada de todos los indicadores, para las Categorías A (Top down) y B (Bottom up), y totales.

Sistema de Manejo	Categoría A Top down	Categoría B Bottom up	Heterogeneidad Vegetal funcional a la regulación de plagas
Convencional	1,77	1,25	1,44
Agroecológico	2,92	3,29	3,10

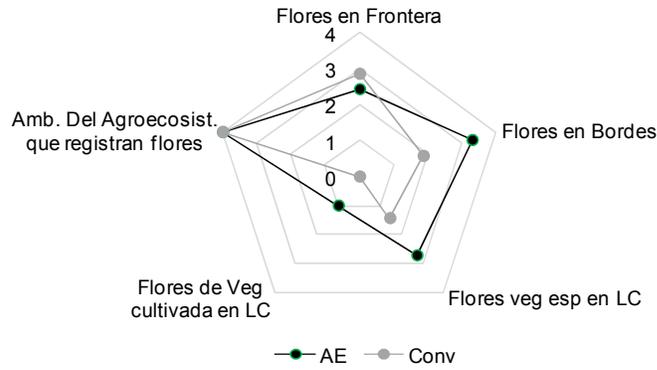


Figura 1. Indicadores de la subcategoría A1 “Disponibilidad de polen y néctar”, para los sistemas de manejo agroecológico (AE) y convencional (Conv)

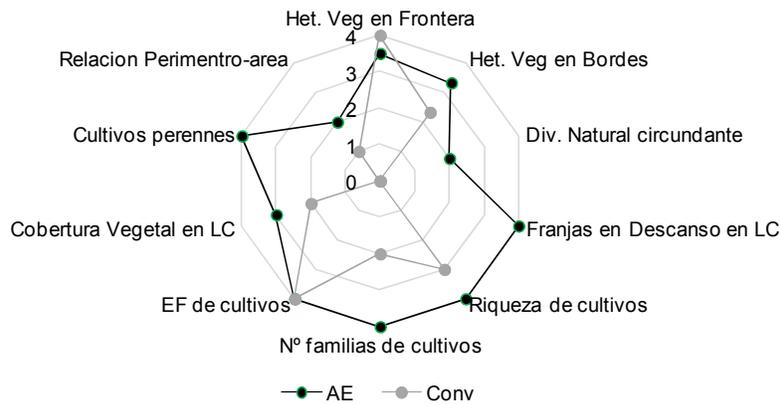


Figura 2. Indicadores de la subcategoría A2 “Disponibilidad de Nichos para refugio, reproducción y alimentación de predadores”, para los sistemas de manejo agroecológico (AE) y convencional (Conv).

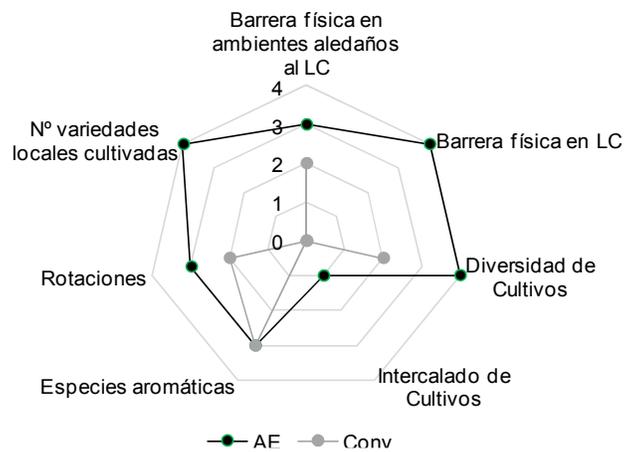


Figura 3. Indicadores de la Categoría B “Heterogeneidad vegetal funcional a la disuasión de plagas”, para los sistemas de manejo agroecológico (AE) y convencional (Conv).

Los Indicadores basados en la Heterogeneidad Vegetal de los agroecosistemas, en vinculación a los mecanismos Top down (Categoría A de indicadores) y Bottom up (Categoría B de indicadores) presentados en este trabajo, constituyen un avance en este sentido. Su uso permitió identificar aspectos claves de la heterogeneidad vegetal en el agroecosistema, vinculados a la función de regulación de plagas. De esta manera, conceptos complejos como los mecanismos “Bottom-up” y “Top down” pueden analizarse a partir de valores precisos y medibles. Los indicadores, como resultado de su medición a campo, muestran cómo dichos mecanismos pueden traducirse en variables concretas y cuantificables.

Los indicadores deben reunir ciertas características (Sarandón, 2002; Sarandón & Flores, 2009), entre ellas, ser sensibles a un amplio rango de condiciones y a los cambios en el tiempo. Los indicadores propuestos cumplen esta premisa, ya que, por ejemplo, la diversidad de cultivos, el porcentaje de cobertura vegetal en el lote cultivado, el número de variedades locales cultivadas, superficie en descanso, entre otros, se modifican en un plazo relativamente corto con diferentes prácticas de manejo. Sin embargo, para la vegetación es importante tener en cuenta la época del año, por lo que es aconsejable hacer las determinaciones en los dos ciclos productivos, primavera-verano y otoño-invierno. Esto permite tener la información completa de la heterogeneidad vegetal a largo del año y poder desarrollar estrategias de manejo para ambos períodos productivos. Si solo existe posibilidad de hacer el relevamiento en un periodo del año, se debe priorizar el ciclo primavera-verano, ya que es la época en la que los productores poseen mayores problemas de plagas y enfermedades.

Otra de las características que deben reunir los mismos es ser de recolección sencilla, fácil uso y confiables. Los propuestos en este trabajo, son accesibles, principalmente para técnicos y universitarios, ya que, aunque para algunos de ellos se requiere cierto entrenamiento, este es de baja dificultad y no especializado. Además, la metodología propuesta, es más sencilla que el relevamiento de depredadores, parásitos, parasitoides y su identificación. Por otra parte, es totalmente compatible para que sea incorporada o adoptada por más productores, con metodologías participativas (como la investigación acción participativa –IAP-) (Ander Egg, 1990; Guzmán *et al.*, 2013; Cárdenas Grajales, 2009). De esta manera, en conjunto con productores y técnicos, puede lograrse el ajuste de los indicadores que muestran mayor dificultad. Por ejemplo, para evaluar la variable Presencia/Ausencia de familias asteraceae, fabaceae y apiaceae y el número de familias de cultivos, es necesario saber diferenciar dichas familias botánicas. La abundancia de flores, basada en la escala de Braun-blanchet, requiere conocer la escala y entrenamiento visual, que se obtiene con la práctica a campo; para los indicadores de cobertura vegetal del suelo y el porcentaje de la superficie del lote de cultivo en descanso, se requiere poder traducir la superficie observada en el campo a un porcentaje.

Entre otras de las propiedades de los indicadores, según los mismos autores de referencia, se plantea que no sean sesgados ni ambiguos y que sean sencillos de

interpretar. El conjunto de indicadores propuestos cumple con esta característica, ya que, al momento de recolectarlos, son independientes del observador o recolector. Además, cada uno expresa con claridad la variable vegetal a relevar, y las escalas construidas no permiten ambigüedad de interpretación (número de especies en flor, riqueza de cultivos, número de familias de cultivos, estados fenológicos de cultivos, cultivos perennes, relación perímetro/área, especies aromáticas en el lote de cultivo, etc). Otra particularidad descrita en la mayoría de los trabajos vinculados a los indicadores es que sean robustos e integradores: en relación a estos aspectos, la herramienta presentada, logra sintetizar procesos complejos como son los mecanismos bottom up y top down, en un conjunto de indicadores que brindan buena información para tener en cuenta en la toma de decisiones de manejo.

Además, los indicadores obtenidos tienen la propiedad de ser sensibles, ya que lograron discriminar o resaltar diferencias en los agroecosistemas estudiados. Esto permitirá sugerir las áreas o puntos críticos a mejorar.

Por último, al definir indicadores se propone que deben ser universales, pero a su vez adaptados a cada condición en particular. Las categorías de análisis, subcategorías y los descriptores presentados están basados en procesos ecológicos, que son universales, por lo que la lógica puede replicarse en otros sitios. Así los indicadores podrán ser utilizados en sistemas hortícolas de otras regiones, para lo cual será necesario ajustar los valores de las escalas a las características de la agrobiodiversidad propias de cada lugar, vinculadas a los aspectos edafoclimáticos particulares y al manejo realizado.

Los indicadores permitieron visualizar el potencial de la vegetación en relación al servicio de control biológico de plagas por conservación en los sistemas de producción. Para representar con mayor claridad los resultados de los indicadores utilizados se eligió el gráfico denominado tela de araña. Este tipo de gráfico ha sido utilizado por muchos autores para representar resultados de trabajos con indicadores (Altieri & Nicholls, 2002; Müller *et al.*, 2006; Sarandón *et al.*, 2006; Silva – Laya *et al.*, 2016). En los gráficos se observan claramente las diferencias entre los sistemas de manejo, esto permite ver la robustez de la herramienta. En este sentido, se observa una marcada diferencia entre ambos sistemas de manejo para la categoría B vinculada a la disuasión de plagas. Esto se debe a que la heterogeneidad vegetal de los sistemas AE permite reducir la ocurrencia de plagas inmigrantes por efectos de barrera física, confusión (color y olor), por efecto de reducción en la concentración del recurso, y, de esta manera, de fuentes de infestación (Vázquez Moreno *et al.*, 2008), además de los beneficios de la rotación de cultivos. La mayoría de estas características relacionadas con la vegetación se encuentran debilitadas en el sistema convencional. En el gráfico de la subcategoría A1 “Disponibilidad de polen y néctar” se ve como las diferencias entre sistemas de manejo se reducen en el ambiente menos disturbado de la frontera, en relación al borde y LC. Esto es interesante a la hora de identificar fuentes de néctar y polen necesarias para los enemigos naturales de plagas que requieren de dichos recursos. Con respecto a la

subcategoría A2, la heterogeneidad vegetal es clave para ofrecer disponibilidad de nichos para refugio, reproducción y alimentación de enemigos naturales predadores. Claramente en el gráfico para esa subcategoría se observa que el sistema agroecológico posee mejores valores en los indicadores, y como en la subcategoría anterior, se repite la reducción de las diferencias entre sistemas de manejo en el ambiente de la frontera.

Al implementar los indicadores a campo, se detectaron aquellos que se alejan del valor óptimo. Esta información es de utilidad para identificar los aspectos de la vegetación sobre los cuales trabajar para fortalecer los mecanismos de regulación biótica en el agroecosistema. De esta manera los productores y técnicos tendrán elementos al momento de tomar decisiones de manejo, en el marco de la búsqueda de soluciones al problema del control de plagas en un contexto de producciones más sustentables. Los resultados obtenidos dan cuenta que el control biológico por conservación es una alternativa viable que requiere de pautas para manejar la heterogeneidad vegetal y los indicadores marcan aquellos aspectos a mejorar a la hora de restablecer la función ecológica de regulación de biótica. Esto es necesario ya que las y los agricultores no han logrado resolver la problemática de plagas a partir del uso creciente de plaguicidas, en parte porque el alto uso de los mismos conlleva la eliminación de enemigos naturales y la adquisición de resistencia por parte de las plagas, entre otros (Polack, 2008; Souza Casadinho, 2010).

Mirar el problema de adversidades a partir de interpretar los componentes de la agrobiodiversidad, ayudaría a disminuir el uso de plaguicidas. Pero medir la totalidad de los componentes de la agrobiodiversidad presentes en un sistema productivo puede resultar muy difícil y costoso. Por lo tanto, evaluar la función ecológica, a partir de la heterogeneidad vegetal necesaria para sostenerla, es una propuesta accesible, viable y de bajo costo. No se necesita equipamiento especializado, es realizable en poco tiempo, y puede ser apropiable por productores, técnicos e investigadores.

En un contexto de demanda creciente de tecnología y nuevas alternativas de producción para la agricultura familiar, las propuestas de tecnologías de procesos (Forjan, 2008) a partir del manejo de la agrobiodiversidad (Jackson *et al.*, 2007; Omer *et al.*, 2007) adquieren relevancia. La herramienta propuesta constituye un aporte en este sentido, para encontrar soluciones al problema del control de plagas con los productores familiares, en el camino de la producción de base agroecológica.

Por último, este estudio da cuenta de la importancia que poseen los lotes de producción al aire libre, por su diversidad cultivada y la presencia de ambientes seminaturales con alto potencial de regulación biótica, independientemente del tipo de manejo desarrollado. Esta información no es menor a la hora de pensar en los modelos productivos del sector, que tienden a incrementar la superficie bajo cubierta de unos pocos cultivos, en detrimento de la superficie al aire libre. Planificar el modelo productivo en el territorio, al momento de pensar en sistemas más sustentables y resilientes, implica considerar los resultados obtenidos

en este trabajo y analizar alternativas para mantener lotes al aire libre como una ventaja productiva que aporta al control biológico de plagas por conservación.

CONCLUSIONES

Es posible medir el potencial de regulación biótica de plagas a partir de la heterogeneidad vegetal del agroecosistema, y diferenciar distintos manejos.

Los indicadores propuestos permitieron comprobar que diferentes lógicas de manejo (convencional y agroecológica) se traducen en diferentes diseños de vegetación, que determinan diferencias importantes en la heterogeneidad vegetal. Dicha heterogeneidad vegetal define diferentes potenciales de regulación biótica.

Los indicadores son adaptables a otras regiones, ya que están basados en procesos universales, entonces esta herramienta puede ser extrapolable a otros escenarios teniendo en cuenta las particularidades locales.

Agradecimientos

A todas las productoras y productores del cinturón hortícola que nos recibieron en sus establecimientos e hicieron posible este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alomar, O. & R. Albajes.** 2005. Control Biológico de Plagas: Biodiversidad Funcional y Gestión del Agroecosistema. *Biojournal.net* 1: 1-10.
- Alonso, L., C. Bernasconi, C. De Castro, A. Etchegoyen, S. Vittori, L. Peluso & D. Marino.** 2015. Plaguicidas: los condimentos no declarados. XXIII Jornadas de Jóvenes Investigadores del Grupo Montevideo. UNLP.
- Altieri, M. A.** 1992. Biodiversidad, Agroecología y Manejo de plagas. Cetal Ediciones. Valparaíso. 162 pp.
- Altieri, M. A.** 1997. Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Ed. CIED. Lima-Perú. 511 p.
- Altieri, M. A.** 1999a. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31.
- Altieri, M. A.** 1999b. Rotación de Cultivos y Labranza Mínima. En: Altieri, M. A. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan Comunidad, Montevideo. Capítulo 11: 217-228.
- Altieri, M. A.** 2009. La agricultura moderna: impactos ecológicos y la posibilidad de una verdadera agricultura sustentable. Universidad de California, Berkeley, USA. <http://www.ayuntamientomotril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/IOAgriculturaModerna.pdf>. Último acceso: mayo 2019.
- Altieri M. A. & C. I. Nicholls.** 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 64: 17-24.
- Altieri, M. A. & C. I. Nicholls.** 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias, evaluación. *Ecosistemas, Bogotá*, 16(1):3-12.

- Altieri, M. A. & C. I. Nicholls.** 2009. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16: 3-13.
- Altieri, M. A. & C. I. Nicholls.** 2012. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Revista Agroecología* 7 (2):65-83. Universidad de Murcia.
- Ander Egg, E.** 1990. Repensando la Investigación-Acción Participativa. Comentarios, críticas y sugerencias. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. 87pp. ISBN: 84-7542-761-8.
- Baldini, C., M. E. Marasas, P. E. Palacios & A. A. Drozd.** 2016. Territorio en movimiento: Análisis de cambio del uso/cobertura del suelo en el partido de La Plata entre 2005 y 2015. First IUFRO Landscape Ecology Latin-American and Second IALE Latin-American Congress: Book of abstracts. Martínez Pastur, Guillermo José & Altamirano, Adison (eds.). 151 p. Temuco (Chile).
- Baloriani, G., M.F. Paleologos, M.E. Marasas & S.J. Sarandon.** 2009. Abundancia y Riqueza de la Macrofauna Edáfica (Coleoptera y Araneae), en Invernáculos Convencionales y en Transición Agroecológica. Arana, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología*. Vol 4 (2): 1733-1737
- Baloriani, G., M. E. Marasas, M. C. Benamú & S. J. Sarandon.** 2010. Estudio de la macrofauna edáfica (Orden Araneae). Su riqueza y abundancia en invernáculos sujetos a un manejo convencional y en transición agroecológica. Partido de La Plata, Argentina. *Agroecología* 5: 33-40.
- Bergelson, J. & P. Kareiva.** 1987. Barriers to movement and the response of herbivores to alternative cropping patterns. *Oecologia* (Berlin) 71:457-460.
- Caporal, F.** 2009. Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. Brasília. 30 p.
- Cárdenas Grajales, G. I.** 2009. Investigación participativa con agricultores: una opción de organización social campesina para la consolidación de procesos agroecológicos. *Revista Luna Azul*, 29: 95-102. Universidad de Caldas.
- Censo Hortiflorícola de la Provincia de Buenos Aires.** 2005. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Ministerio de Economía, Dirección Provincial de Estadística. Ministerio de asuntos Agrarios, Dirección Provincial de Economía Rural. 115 pp.
- Clergue, B., F.P. Amiaud, F. Lasserre-Joulin & S. Plantureux.** 2005. Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. A review. *Agro. Sustain. Dev.* 25, 1-15.
- Cohen J.E., D.N. Schittler, D.G. Raffaelli & D.C. Reuman.** 2009. Food webs are more than the sum of their tritrophic parts. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 106: 22335–22340.
- De la Fuente, E.B. & S.A. Suárez.** 2005. Comunidades de malezas e insectos en el agroecosistema de la Pampa Ondulada, en Oesterheld, M.; M. Aguiar; C. Ghersa y J.M. Paruelo (compiladores). La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas, un homenaje a Rolando J. C. Leon. Ed. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Díaz, S. & M. Cabido.** 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(11): 646-655.
- DPBA (Defensoría del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires).** 2015. Relevamiento de la utilización de Agroquímicos en la Provincia de Buenos Aires – Mapa de Situación e incidencias sobre la salud. Informe técnico. 533 pp.
- Dubrovsky Berensztein, N.** 2018. Estudio de la entomofauna en agroecosistemas de cinturón hortícola de La Plata, para el diseño participativo de estrategias de control biológico por conservación. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. La Plata, Argentina. 391 pp.
- Dubrovsky Berensztein, N., M. Ricci, L. A. Polack & M. E. Marasas.** 2017. Control biológico por conservación: evaluación de los enemigos naturales de *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) en un manejo agroecológico de producción al aire libre de repollo (*Brassica oleracea*) del Cinturón Hortícola de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata Vol 116 (1):* 141-154.
- Duelli, P. & M. Orbist.** 2003. Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 87–98.
- Fernández, V. I. & M. E. Marasas.** 2015. Análisis comparativo del componente vegetal de la biodiversidad en sistemas de producción hortícola familiar del Cordón Hortícola de La Plata (CHLP), Provincia de Buenos Aires, Argentina. Su importancia para la transición agroecológica. *Rev. Fac. Agron.* 114 (Núm. Esp. 1, Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio): 15-29.
- Fernández V.I., N. Dubrovsky Berensztein & M.E. Marasas.** 2014. Conocer y reconocer la agrobiodiversidad en sistemas hortícolas familiares: puesta en valor de su importancia y del intercambio de saberes, para el control biológico por conservación. Libro XVII Foro de Decanos de las Facultades de Agronomía del Mercosur, Bolivia y Chile. Paraná, pp: 39-44.
- Ferraris, G.** 2014. Organizaciones de productores hortícolas del Cinturón Verde de La Plata. *VIII Jornadas de Sociología de la UNLP*. Departamento de Sociología de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, La Plata. 19 pp. Disponible en <https://www.aacademica.org/000-099/312>. Último acceso: mayo 2019.
- Forján, H.** 2008. Tecnologías de procesos, para hacer sustentable la agricultura de la región. Red Agroeconómica de administración de recursos RADAR. Ediciones INTA.
- Garat, J. J., A. Castro, S. Gramuglia, A. Nico & A. Ahumada.** 2007. El rescate de la biodiversidad local y la acción colectiva: una estrategia de desarrollo a través de la revalorización de hortalizas locales en el cinturón verde de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Rev. Bras. Agroecología*, 2(1): 430-434.
- Garat, J. J., A. Ahumada, J. Otero, L. Terminiello, G. Bello & M. L. Ciampagna.** 2009. Las hortalizas típicas locales en el cinturón verde de La Plata: su localización, preservación y valorización. *Horticultura Argentina* 28(66).

- García, M. & C. Kebat.** 2008. Transformaciones en la horticultura platense. Una mirada a través de los censos. *Realidad Económica* 237: 110–134.
- Gliessman, S.R.** 2002. Agroecología: procesos ecológicos en Agricultura Sostenible. Editorial LITOCAT, Turrialba, Costa Rica. CATIE. 359 p. ISBN 9977-57-385-9.
- Griffon D.** 2008. Estimación de la biodiversidad en agroecología. *Agroecología* 3: 25-31.
- Guzman, G.I. & A.M. Alonso.** 2000. Los setos en el manejo de plagas en agricultura ecológica. Hoja Divulgativa 4.3/00. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.
- Guzmán Casado, G. & A. M. Alonso.** 2008. Buenas prácticas en producción ecológica. Asociaciones y Rotaciones. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Granada, España. 24 p.
- Guzmán, G. I., D. López, L. Román & A. M. Alonso.** 2013. Investigación Acción Participativa en agroecología: construyendo el sistema agroalimentario ecológico en España. *Agroecología* 8 (2): 89-100.
- Iermanó, M. J., S. J. Sarandón, L. N. Tamagno & A. D. Maggio.** 2015. Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del “potencial de regulación biótica” en agroecosistemas del sudeste bonaerense. *Rev. Fac. Agron. La Plata, Vol. 114 (Núm. Esp.1) Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio:* 1-14.
- Jackson, L.E., U. Pascual & T. Hodgkin.** 2007. Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121, 196–210.
- Landis, D.A., S.D. Wratten & G.M. Gurr.** 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu Rev. Entomol.* 45, 175–201. DOI: 10.1146/annurev.ento.45.1.175. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/12554096_Habitat_Management_to_Conserve_Natural_Enemies_of_Arthropod_Pests_in_Agriculture. Último acceso: mayo 2019.
- Lizardi, N.A.** 2006. Estudio de los artrópodos asociados a una banda floral implementada como método de diversificación vegetal en cerezo (*Prunus avium* L.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, (INIA), Chile Base de Información Bibliográfica Agrícola Chilena. 46 p.
- Mareggiani, G.** 2001. Manejo de insectos plaga mediante sustancias semioquímicas de origen vegetal. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 60: 22-30.
- Marshall, E.J.P. & A-C Moneen.** 2002. Field Margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89: 5-21.
- Martín-López, B. & C. Montes.** 2010. Funciones y servicios de los ecosistemas: una herramienta para la gestión de los espacios naturales. En: Guía científica de Urdaibai. UNESCO, Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental del Gobierno Vasco. 20 p.
- Mason, N., K. MacGillivray, J. Steel & J. Wilson.** 2003. An index of functional diversity. *Journal of Vegetation Science* 14: 571-578.
- Montero, G.** 2008. Bordes con vegetación espontánea en agroecosistemas pampeanos ¿Reservorios de plagas? *Revista Agromensajes* 25. Publicación de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario.
- Moonen, A-C. & P. Bàrberi.** 2008. Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127: 7-21.
- Müller, F., J. Schrautzer, E-W Reiche & A. Rinker.** 2006. Ecosystem based indicators in retrogressive successions of an agricultural landscape. *Ecological Indicators* 6: 63–82.
- Muriel, S. B. & L. D. Vélez.** 2004. Evaluando la diversidad de plantas en los agroecosistemas como estrategia para el control de plagas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 71: 13-20.
- Nicholls, C.I.** 2006. Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. *Agroecología* 1: 37-48.
- Nicholls, C. I. y M. A. Altieri.** 2013. Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 33 (2): 257-274. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01201380/document>. Último acceso: mayo 2019.
- Noss, R.F.** 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology* 4:355-364.
- OCDE.** 2001. Indicadores de la biodiversidad agrícola. Actas de la reunión de expertos de la OCDE. Zurich, Suiza. 30 p.
- Omer, A., U. Pascual & N. Russell.** 2007. Biodiversity Conservation and Productivity in Intensive Agricultural Systems. *Journal of Agricultural Economics*, 58(2): 308-329.
- Öster, M., K. Persson & O. Eriksson.** 2008. Validation of plant diversity indicators in semi-natural grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 125: 65-72.
- Paleologos M.F. & C.C. Flores.** 2014. Principios para el manejo ecológico de plagas. En: Sarandón S.J. & C.C. Flores (Editores). *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Edulp, Editorial de la Universidad de La Plata. 467 pp. E-Book: <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/72/54/181-1>. Último acceso: mayo 2019.
- Paleologos, M. F., A. C. Cicchino, M. E. Marasas & S. J. Sarandon.** 2007. Las estructuras de dominancia de los ensamblajes carabidológicos como indicadores de disturbio en agroecosistemas. Un ejemplo en dos viñedos bajo diferente manejo en la costa de Berisso, Buenos Aires. *Rev. Bras. de Agroecología*. 2(2).
- Paleologos, M. F., S. J. Sarandón & M. M. Bonicatto.** 2008. Comunicación: Influencia De La Diversidad Vegetal Sobre La Fauna Edáfica (Coleoptera: Carabidae) En Viñedos De Berisso, Argentina. VIII Congreso SEAE, Murcia.
- Paredes, D., L. Cayuela & M. Campos.** 2013. Synergistic effects of ground cover and adjacent vegetation on natural enemies of olive insect pests. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 173: 72-80.
- Pérez, M. & M. E. Marasas.** 2013. Servicios de regulación y prácticas de manejo: aportes para una horticultura de base agroecológica. *Ecosistemas* 22(1):36-43.
- Pérez Consuegra, N.** 2004. Manejo Ecológico de Plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural-CEDAR. Universidad Agraria de la Habana, San José de las Lajas, Cuba. 296 p.

- Péru, N. & S. Dolédec.** 2010. From compositional to functional biodiversity metrics in bioassessment: A case study using stream macroinvertebrate communities. *Ecological Indicators* 10: 1025-1036.
- Petchey, O. L. & K. J. Gaston.** 2002. Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology Letters* 5: 402-411.
- Polack, L.A.** 2008. Interacciones tritróficas involucradas en el control de plagas de cultivos hortícolas. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. La Plata, Argentina. 172 pp.
- Sans, F. X.** 2007. La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas* 16 (1): 44-49.
- Sarandón S.J.** 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. In: *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable* (Sarandón SJ, ed). Ediciones Científicas Americanas: 393-414.
- Sarandón, S.J. & C.C. Flores.** 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología* 4: 19-28.
- Sarandón S.J. & C.C. Flores.** 2014. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. 467 p. ISBN: 978-950-34-1107-0 <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>. Último acceso: mayo 2019.
- Sarandón S.J., M.S. Zuluaga, R. Cieza, C. Gómez, L. Janjetic & E. Negrete.** 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología* 1:19-28.
- Schmera, D., J. Heino, J. Podani, T. Erős & S. Dolédec.** 2017. Functional diversity: a review of methodology and current knowledge in freshwater macroinvertebrate research. *Hydrobiologia* 787:27-44. DOI 10.1007/s10750-016-2974-5. Último acceso: mayo 2019.
- Silva – Laya, S.J., S. Pérez Martínez, L.A. Ríos Osorio.** 2016. Evaluación agroecológica de sistemas hortícolas de dos zonas del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2): 355-366.
- Smith, H. & O. Liburd.** 2015. Cultivos en asocio, diversidad de cultivos y manejo integrado de plagas. *Entomology and Nematology*, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IFAS). 7p.
- Souza Casadinho, O. J.** 2010. Las prácticas de manejo e incumplimiento de las normas en el trabajo con plaguicidas y su vinculación con el deterioro ambiental y la salud humana. Un estudio en producciones en Argentina. *Revista Virtual REDESMA* Vol. 4(1).
- Souza Casadinho, O. J. & S.L. Bocero.** 2008. Agrotóxicos: Condiciones de utilización en la horticultura de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 9: 87-101.
- Swift, J., M.N. Izac, M. VanNoordwijk.** 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes—are we asking the right questions? *Agriculture Ecosystems and Environment*, London, 104: 113–134.
- Tito, G.** 2007. Efecto de la diversidad vegetal sobre la abundancia de plagas en el cultivo de frutilla bajo invernáculo. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. La Plata, Argentina. 78 pp.
- Vázquez Moreno, L., Y. Matienzo Brito, M. M. Veitía Rubio & J. Alfonso Simoneti.** 2008. Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. Editorial CIDISAV, La Habana, Cuba.
- Vite Cristóbal, C., J. L. A. Méndez, M. Ortiz Domínguez, J. M. Pech Canche & Ed. Ramos Hernández.** 2014. Indicadores de diversidad, estructura y riqueza para la conservación de la biodiversidad vegetal en los paisajes rurales. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17: 185 – 196.
- Yong, A. & A. Leyva.** 2010. La biodiversidad florística en los sistemas agrícolas. *Cultivos Tropicales*, vol. 31, núm. 4, 2010, pp. 5-11 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. ISSN (Versión impresa): 0258-5936. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193218885001>. Último acceso: mayo 2019.