



Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del “potencial de regulación biótica” en agroecosistemas del sudeste bonaerense

Iermanó, María José^{1,4}; Santiago Javier Sarandón^{1,2}; Lía Nora Tamagno³;
Alejandro Daniel Maggio¹

¹Curso de Agroecología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. 60 y 119 S/N, CC 31, CP 1900, La Plata; ²Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires; ³Curso de Oleaginosas y Cultivos Regionales; Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. 60 y 119 S/N, CC 31, CP 1900, La Plata; ⁴mariajoseiermano@gmail.com

Iermanó, María José; Santiago Javier Sarandón; Lía Nora Tamagno; Alejandro Daniel Maggio (2015) Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del “potencial de regulación biótica” en agroecosistemas del sudeste bonaerense. Rev. Fac. Agron. Vol 114 (Núm. Esp. 1): 1-14

A pesar del proceso de agriculturización, en la región pampeana argentina aún persisten un gran número de agricultores familiares, basados en la producción mixta de agricultura y ganadería pastoril. Estos sistemas mantienen altos valores de agrobiodiversidad que favorecerían el cumplimiento de servicios ecológicos y la existencia de un “potencial de regulación biótica”. Una agricultura sustentable requiere una caracterización de la agrobiodiversidad funcional, para poder realizar un manejo adecuado de la misma. El objetivo del trabajo fue evaluar la agrobiodiversidad funcional y estimar el potencial de regulación biótica de sistemas productivos extensivos. Se estudiaron 4 casos representativos de sistemas mixtos familiares (menos de 700 ha) y 3 casos representativos de sistemas agrícolas empresariales (más de 1000 ha). Para estimar la agrobiodiversidad funcional se construyó el índice de potencial de regulación biótica (Índice PRB), tomando como base la metodología de Indicadores de sustentabilidad. El índice PRB promedio por grupo de análisis mostró que los sistemas mixtos familiares superan a los sistemas agrícolas empresariales (0,7 vs. 0,4), lo que sugiere que los sistemas mixtos familiares tienen un “potencial de regulación biótica” superior. En los sistemas mixtos familiares se destacaron como puntos muy favorables la diversidad cultivada, rotación de cultivos, cobertura vegetal intra parcela, uso de policultivos, estrategia de manejo de malezas y presencia de parches forestales. De esta manera se demuestra que los sistemas mixtos familiares tienen elevados valores de agrobiodiversidad.

Palabras clave: sustentabilidad, agroecología, agricultura familiar, indicadores, biodiversidad.

Iermanó, María José; Santiago Javier Sarandón; Lía Nora Tamagno; Alejandro Daniel Maggio (2015) Assessment of functional agrobiodiversity as indicator of the “potential biotic regulation” in agroecosystems of the Pampas Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 114 (Núm. Esp. 1): 1-14

Despite agriculturization process in Argentina Pampas many family farmers, based on the joint production of agricultural and pastoral livestock persist. These systems maintain high levels of agrobiodiversity that would favor the fulfillment of ecological services and the existence of a “potential biotic regulation”. Sustainable agriculture requires a characterization of functional agrobiodiversity, to allow for a proper management of the same. The objective was to evaluate the functional agrobiodiversity and estimate potential biotic regulation of extensive production systems. 4 Representative cases of family mixed systems (less than 700 ha) and 3 representative cases of corporate agricultural systems (more than 1000 ha) were studied. To estimate the functional agrobiodiversity index of biotic potential regulation (PRB Index), based on the methodology of sustainability indicators was constructed. The average rate for PRB group analysis showed that family mixed systems outperform corporate agricultural systems (0.7 vs. 0.4), suggesting that family mixed systems have a “potential biotic regulation” superior. In family mixed systems were highlighted as very favorable points crop diversity, crop rotation, cover intra plot, use of polyculture, weed management strategy and presence of forest patches. We show that family mixed systems have high values of agrobiodiversity.

Key words: sustainability, agroecology, family farms, indicators, biodiversity.

Recibido: 14/04/2015

Aceptado: 26/08/2015

Disponible on line: 01/10/2015

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

INTRODUCCIÓN

El rol de la agrobiodiversidad en los agroecosistemas ha sido revalorizado en los últimos años por los servicios ecológicos que brinda, tales como el ciclado de nutrientes, la regulación biótica, el mantenimiento del ciclo hidrológico, la polinización, entre otros (UNEP, 2000; Swift et al., 2004; Moonen & Bàrberi, 2008; de Bello et al., 2010; Stupino et al., 2014). Estos servicios provienen de los procesos ecológicos de los ecosistemas, los cuales a su vez dependen de la biodiversidad funcional (Gliessman, 2001). La agrobiodiversidad incluye todos los componentes de la diversidad biológica pertinentes a la alimentación, la agricultura y el ecosistema agrícola, así como un fuerte componente sociocultural, puesto que la diversidad biológica agrícola está en gran parte determinada por actividades humanas, saberes de los productores y prácticas de gestión (UNEP, 2000; Sarandón, 2009; Stupino et al., 2014).

A pesar de su importancia para la agricultura, el actual modelo dominante se caracteriza por una elevada disminución de la agrobiodiversidad y, en consecuencia, de los servicios ecológicos que brinda (Sarandón, 2002). Esto determina la necesidad de un mayor uso de insumos (que derivan de la energía fósil), para suplir el adecuado funcionamiento de los procesos ecológicos debilitados (Iermanó & Sarandón, 2009). En un cultivo de soja convencional, los insumos necesarios para suplantar el proceso de regulación biótica alcanzaron hasta el 59% de toda la energía invertida (Iermanó & Sarandón, 2009). Además de su costo energético, los plaguicidas utilizados para “eliminar” las adversidades bióticas y mejorar la productividad de los cultivos, tienen un elevado costo ambiental (Zazo et al., 2011).

En la región pampeana argentina, el avance del monocultivo de soja -que representa en la actualidad 20 millones de ha (SIIA, 2014)- ocasionó un acelerado proceso de agriculturización (Aizen et al., 2009). Las tierras de aptitud agrícola son utilizadas para la siembra de cultivos anuales (Balsa, 2008; Albanesi, 2007) en sistemas altamente simplificados (1 o 2 cultivos), mientras la producción ganadera es confinada a pequeñas superficies (engorde a corral o “feed lot”) (Portillo & Conforti, 2009). Esto implica la separación espacial de las actividades agrícolas y ganaderas.

Este proceso ha estado centrado principalmente en tecnología intensiva de insumos y capital, que no siempre ha satisfecho la demanda del sector de la agricultura familiar (INTA, 2005). Como consecuencia, muchos productores familiares -que constituyen el 60 % de los productores de la región (Obstchatko, 2009)- debieron emigrar a las ciudades abandonando la actividad productiva (Sili, 2005; Balsa, 2008; Obstchatko, 2009; Tsakoumagkos, 2009).

Sin embargo, aún persiste un gran número de agricultores familiares, basados en la producción mixta de agricultura y ganadería pastoril (Tsakoumagkos, 2009), cuyas estrategias de permanencia se vinculan con la diversificación productiva, intrapredial y extrapredial (Balsa, 2008). Estos sistemas son valorados y rescatados por la Agroecología, que reconoce la importancia de la cultura de los agricultores en el manejo de la agrobiodiversidad, para una gestión sustentable de los recursos naturales (Gargoloff et al., 2009).

La producción ganadera pastoril, a campo, asociada a la producción agrícola, posibilita indirectamente la provisión de servicios ecológicos que desaparecerían si la producción de carne se hiciese totalmente a corral y los sistemas productivos mixtos se convirtieran en puramente agrícolas. Dado que los modelos de producción agrícola y ganadera muestran una clara tendencia a dividirse en el espacio, sin resentir la capacidad productiva, la pérdida de los servicios ecológicos que ello implica queda enmascarada. Este proceso, que se acentuará con los años, implicaría reducir las posibilidades de mantener los mecanismos que favorecen la regulación biótica y que actúan como “buffer” o amortiguamiento en el sistema.

El mantenimiento de los servicios ecológicos y de la diversidad total del sistema está principalmente determinado por la naturaleza de las comunidades de plantas (Schwab et al., 2002; Blake et al., 2011), que constituyen el primer nivel trófico. La presencia de ganado en los sistemas mixtos de agricultura y ganadería pastoril favorece una mayor diversidad vegetal cultivada y asociada, lo que permite una menor concentración de recursos alimenticios para las plagas y la presencia de ambientes que funcionan como reservorio de enemigos naturales, mecanismos responsables del control de plagas (Greco et al., 2002; Altieri & Nicholls, 2010).

La complementación entre agricultura y ganadería pastoril posibilita mayor diversidad de especies cultivadas, mayor parcelamiento, rotaciones en tiempo y espacio, reducción de la posibilidad de que ciertas malezas se conviertan en poblaciones dominantes y mayor proporción de ambientes seminaturales. El rol de estos ambientes seminaturales como importantes reservorios de la biodiversidad están siendo ampliamente reconocidos (Swift et al., 2004; Weyland & Zaccagnini, 2008; Paleologos et al., 2008; Blake et al., 2011).

Esta forma de producción podría reforzar los mecanismos que favorecen la regulación biótica (el “potencial de regulación biótica”), lo cual es importante para reducir el uso de insumos utilizados en remplazo de dicho proceso ecológico (Swift et al., 2004). El potencial de regulación biótica (PRB) puede definirse como la capacidad potencial de un agroecosistema para mantener reguladas poblaciones de plagas, enfermedades y malezas a través de un conjunto de mecanismos o funciones ecológicas asociados a las distintas dimensiones de la agrobiodiversidad. En este sentido, se encontró que en los sistemas mixtos podría existir una relación entre la presencia de una mayor biodiversidad cultivada y el funcionamiento del proceso ecológico de regulación biótica, lo que haría posible un menor uso de insumos (Iermanó & Sarandón, 2010).

Sin embargo, esto depende de la existencia y correcta evaluación de esos niveles adecuados de agrobiodiversidad funcional que aseguren el cumplimiento de los servicios ecológicos. Los índices comúnmente desarrollados para evaluar la biodiversidad (Riqueza, Shannon, Margalef, entre otros (Moreno, 2001)), no resultan adecuados para caracterizar los aspectos funcionales de la misma y estimar el potencial de regulación biótica de un sistema, ya que solamente tienen en cuenta el número de especies y su abundancia (Stupino et al., 2014).

Un manejo sustentable de los sistemas productivos requiere una nueva caracterización de la agrobiodiversidad, que tenga en cuenta las

interacciones entre componentes presentes en el agroecosistema, ya que de ellas derivan los servicios ecológicos (Griffon, 2008; Moonen & Bàrberi, 2008; de Bello et al., 2010). Uno de los desafíos que aún deben afrontarse es “medir los niveles mínimos” de agrobiodiversidad que son necesarios para que ocurran las funciones esenciales de los agroecosistemas (Stupino et al., 2014). Faltan indicadores adecuados y confiables para estimarla, y, aunque estos puedan construirse, no está claro aún cuales serían los valores apropiados de agrobiodiversidad que favorecerían los mecanismos del PRB en un agroecosistema. Se considera que, a pesar de que el manejo de la agrobiodiversidad es sitio dependiente, existe una base conceptual o principios teóricos universales factibles de ser aplicados para establecer los parámetros a estudiar (Gliessman, 2001; Sarandón 2002; Altieri & Nicholls, 2010; Sarandón & Flores 2014). Los aspectos composicionales, estructurales y temporales de la biodiversidad, determinan, en conjunto, la dimensión funcional de la misma (Gliessman, 2001; Stupino et al., 2014), por lo que ésta podría ser evaluada a través de la presencia en el agroecosistema de dichas dimensiones o aspectos.

La agrobiodiversidad está relacionada estrechamente con los conocimientos o decisiones de los agricultores (diversidad cultural) (UNEP, 2000; Sarandón, 2009). Las prácticas y conocimientos agrícolas asociados, desarrollados en vínculo con los recursos naturales, difieren según los distintos grupos de agricultores de acuerdo a sus características ambientales, técnicas y socioculturales (Gargoloff et al., 2011). Existe una asociación entre el conocimiento de la agrobiodiversidad y el manejo de dicho recurso (Gargoloff et al., 2009). En el mismo sentido, la presencia de la agrobiodiversidad y de los mecanismos que favorecen la regulación biótica no siempre se traduce en un menor uso de insumos, dado que culturalmente el uso de insumos preventivos es una práctica muy arraigada (Rosenstein et al., 2007). Por ello, es necesario también incluir aspectos socioculturales en la caracterización de la agrobiodiversidad.

La comparación de sistemas mixtos familiares con sistemas agrícolas empresariales permitirá comprender mejor el rol que cumplen los primeros en el desarrollo del territorio rural y su potencialidad para el aprovechamiento de los servicios ecológicos.

El objetivo fue evaluar la agrobiodiversidad funcional y estimar el potencial de regulación biótica de sistemas productivos extensivos, comparando sistemas agrícolas empresariales y mixtos familiares.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo durante el año 2013, en la región pampeana argentina, particularmente en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. El área de estudio pertenece a la provincia fitogeográfica pampeana, distrito pampeano austral (Cabrera, 1971). Se sitúa en llanuras del centro-este de la provincia de Buenos Aires. En líneas generales la topografía es plana, ligeramente ondulada e interrumpida por el sistema serrano de Tandilia (Cabrera, 1971), constituyendo una región de pastizales salpicados de lagunas, arroyos y cordones serranos (Mosciaro & Dimuro, 2009).

Se trabajó con dos tipos de sistemas productivos característicos de la región pampeana: agrícola empresarial y mixto familiar (agricultura y ganadería pastoril). Se estudiaron casos representativos de sistemas mixtos familiares, con una superficie menor a 700 ha (Obstachtko, 2009) y casos representados por establecimientos de tipo agrícola empresarial, con una superficie mayor a 1000 ha (Obstachtko, 2009). Se relevaron cuatro casos mixtos familiares y tres casos agrícolas empresariales.

Para estimar la agrobiodiversidad funcional se construyó el índice de potencial de regulación biótica (Índice PRB), tomando como base la metodología de Indicadores de sustentabilidad (Sarandón, 2002; Sarandón et al., 2014). Este índice, que varía entre 0 y 1, estima indirectamente el potencial de un sistema productivo para la regulación de adversidades bióticas, a través de la evaluación de distintos parámetros de la agrobiodiversidad presente en el mismo.

En la construcción del Índice PRB se consideraron aspectos relacionados con la agrobiodiversidad funcional (Gliessman, 2001), principalmente referidos a la vegetación y a estrategias de manejo que inciden sobre la presencia de adversidades (componente sociocultural de la agrobiodiversidad). Para ello se definieron un conjunto de indicadores para evaluar la posible funcionalidad de la agrobiodiversidad en relación al proceso de regulación biótica (tabla 1) (Griffon, 2008; Moonen & Bàrberi, 2008; Paleólogos et al., 2008; de Bello et al., 2010). El potencial de regulación biótica de un agroecosistema, refiere no solamente a la capacidad de regular las plagas sino también las enfermedades y malezas. Para este análisis se tuvo principalmente en cuenta la regulación biótica de plagas y, en menor medida, la regulación biótica de malezas. Las teorías sobre el control biológico o manejo integrado han sido más desarrolladas para plagas y malezas (Acciaresi & Sarandón, 2002; Pérez Consuegra, 2004; Van Driesche, 2007; Nicholls, 2008; Sánchez Vallduví, 2013; Sánchez Vallduví & Sarandón, 2014) que para enfermedades (Melo Reis et al., 2002).

Los indicadores relacionados con el control biológico de plagas, muestran si en el agroecosistema existen condiciones favorables para la presencia de los enemigos naturales, es decir, del potencial de ese sistema productivo para que exista un control biológico por conservación. Este último consiste en “eliminar las medidas que destruyen a los enemigos naturales y estimular el uso de las medidas que favorecen su presencia”, manejando el hábitat a favor de los organismos benéficos (Pérez Consuegra, 2004; Nicholls, 2008). Tal como lo señala Nicholls (2008), “en cualquier esfuerzo de control biológico la conservación de enemigos naturales constituye un componente crítico”. Una manera de conservar los enemigos naturales consiste en asegurar que se cumple con los requisitos ecológicos en el ambiente del cultivo. Entre ellos, el acceso a hospederos alternos, recursos alimentarios para los adultos, hábitats para hibernación, un suministro constante de alimentos y microclimas apropiados (Nicholls, 2008). Se realizó un listado de las plagas más frecuentes en los cultivos extensivos sembrados en la región pampeana argentina (girasol, maíz, soja, trigo, cebada, pasturas perennes) y los enemigos naturales asociados. Los principales grupos de enemigos naturales asociados a los cultivos extensivos son: carábidos (Coleoptera: Carabidae), vaquitas

(Coleoptera: Coccinellidae), crisopodos (Neuroptera: Chrysopidae), chinches predatoras (Hemiptera: Anthocoridae, Geocoridae, Nabidae, Reduviidae, Pentatomidae), avispidas (Hymenoptera: Aphelinidae, Aphididae, Encyrtidae, Ichneumonidae, Scelionidae), moscas (Diptera: Tachinidae), tijereta (Dermáptera: Forficulidae) y arañas (Araneae). Luego se tuvieron en cuenta las condiciones de hábitat que favorecen la presencia de estos grupos.

Los indicadores relacionados con el manejo agroecológico de malezas son parámetros que dan cuenta de aquellas prácticas agrícolas que favorecen la disminución de la interferencia de las malezas sobre los cultivos y disminuyen la colonización (Sánchez Vallduví & Sarandón, 2014). Se busca manejar la infestación de la maleza y mantenerla en niveles reducidos compatibles con una producción aceptable. Para ello, las estrategias se vinculan con el desarrollo de un ambiente que favorezca el uso de los recursos por parte del sistema cultivado, mejorando su capacidad competitiva (Sánchez Vallduví & Sarandón, 2014).

Una vez construidos los indicadores y las escalas (tabla 2), se realizó la ponderación de los mismos, asignando un valor de 2 a aquellos indicadores que se consideraron de mayor importancia. Estos indicadores fueron: riqueza de la bordura (porque de ella depende la cantidad de estratos), estrategia de manejo de la bordura (porque de ella depende su presencia), presencia de plantas con flor (muy importante como alimento para los enemigos naturales epífitos), diversidad cultivada (importante

para la estructura del sistema), presencia de pastizal (importante porque son grandes parches de vegetación espontánea) y relación superficie anual perenne (más estabilidad).

Algunos indicadores están asociados al manejo que el productor realiza, por lo que, para su relevamiento, se realizaron entrevistas semiestructuradas al productor o encargado del manejo. Cuando los indicadores requirieron de un muestreo para su cuantificación, se seleccionaron lotes representativos del universo del sistema productivo. Para los casos agrícolas empresariales se seleccionaron dos parcelas agrícolas, mientras que para los sistemas mixtos familiares se seleccionó una parcela agrícola, una parcela con verdeo (forraje anual) y una parcela con pastura perenne. Hubo dos momentos de muestreo: otoño y primavera. Para obtener el valor final del agroecosistema se realizó un promedio de los muestreos realizados en cada parcela y en cada momento de muestreo. Finalmente, una vez relevados los datos en cada sistema productivo, se asignaron los valores correspondientes de acuerdo a la escala y se calculó el Índice PRB.

$$IPRB = \frac{\sum (vi/3)*vp}{\sum vp}$$

Donde vi= valor del indicador vp= valor de ponderación

Tabla 1. Indicadores del índice de potencial de regulación biótica (PRB) para sistemas extensivos del sudeste bonaerense (región pampeana argentina).

| Indicadores | Denominación | Unidad |
|---|--------------|-------------------|
| Riqueza de especies vegetales en la bordura | Riq. Bor. | n° de especies |
| Presencia de plantas con flor en la bordura | Pls. Flor | n° de especies |
| Ancho de las borduras | Ancho Bor. | m |
| Estratos vegetales en la bordura | Estr. Bor. | n° de estratos |
| Cobertura de la bordura | Cob. Bor. | % |
| Estrategia de manejo de la bordura | Mjo. Bor. | --- |
| Diversidad cultivada | Div. Cult. | --- |
| Riqueza de especies vegetales intra parcela | Riq. Parc. | n° de especies |
| Cobertura intra parcela | Cob. Parc. | % |
| Estrategia de manejo de malezas | Mjo. Mzas. | --- |
| Relación Perímetro Área | RPA | m/ha |
| Proximidad | Proxim. | m |
| Superficie Anual/Perenne | Sup. An/Pn | % |
| Rotación de cultivos | Rot. | --- |
| Presencia del pastizal natural | Pastiz. | % |
| Presencia de parches forestales | P. Forest. | n° de parches y % |
| Alrededores | Alred. | --- |
| Uso de policultivos | Policvos. | % |
| Sistema de labranza | Sist. Lab. | --- |
| Estrategia de manejo de plagas | Mjo. Plagas | --- |

Tabla 2. Indicadores de agrobiodiversidad y sus respectivas escalas, contruidos para estudiar agroecosistemas de la región pampeana argentina. El valor 3 indica la mejor condición y el valor 0 indica la peor condición.

| Indicadores | Escala |
|---|--|
| Riqueza de especies vegetales en la bordura | 3: Presencia de más de 20 especies vegetales; 2: Presencia de entre 14 y 20 especies vegetales; 1: Presencia de entre 7 y 13 especies vegetales; 0: Presencia de menos de 6 especies vegetales. |
| Presencia de plantas con flor en la bordura | 3: presencia de 6 o más especies de plantas con flor pertenecientes a las familias citadas como importantes; 2: presencia de entre 3 y 5 especies de plantas con flor pertenecientes a las familias citadas como importantes; 1: presencia de hasta 2 especies de plantas con flor pertenecientes a las familias citadas como importantes; 0: ausencia de especies de plantas con flor. |
| Ancho de las borduras | 3: Borduras de más de 2 metros de ancho; 2: Borduras de 1-2 metros de ancho; 1: Borduras menores a 1 metro de ancho o cortadas frecuentemente de forma mecánica; 0: Las borduras son eliminadas con herbicidas. |
| Estratos vegetales en la bordura | 3: La estructura de la vegetación está compuesta por más de 4 estratos; 2: La estructura de la vegetación está compuesta por 3-4 estratos; 1: La estructura de la vegetación está compuesta por 2-3 estratos; 0: La estructura de la vegetación está compuesta por 2 estratos o menos. |
| Cobertura de la bordura | 3: La cobertura tiene un valor entre el 80 y 100 %; 2: La cobertura tiene un valor entre el 60 y 80 %; 1: La cobertura tiene un valor entre el 40 y 60 %; 0: La cobertura tiene un valor menor al 40 %. |
| Estrategia de manejo de la bordura | 3: No corta ni elimina la vegetación de la bordura; 2: Muy esporádicamente corta la vegetación de la bordura con desmalezadora o realiza un pastoreo de la misma; 1: Muy esporádicamente elimina la vegetación de la bordura con herbicida; 0: Frecuentemente elimina la vegetación de la bordura con herbicida. |
| Diversidad cultivada | 3: El valor de J entre 0,76 - 1; 2: El valor de J entre 0,51 - 0,75; 1: El valor de J entre 0,26 - 0,50; 0: El valor de J entre 0 - 0,25. |
| Riqueza de especies vegetales intra parcela | 3: Presencia de más de 20 especies vegetales; 2: Presencia de entre 14 y 20 especies vegetales; 1: Presencia de entre 7 y 13 especies vegetales; 0: Presencia de menos de 6 especies vegetales. |
| Cobertura intra parcela | 3: La cobertura tiene un valor entre el 80 y 100 %; 2: La cobertura tiene un valor entre el 60 y 80 %; 1: La cobertura tiene un valor entre el 40 y 60 %; 0: La cobertura tiene un valor menor al 40 %. |
| Estrategia de manejo de malezas | 3: Combina distintas estrategias de manejo de malezas. Uso de herbicidas solo en casos extremos. Uso de labranza convencional, reducida y/o labranza cero; 2: Combina control químico y mecánico. Alterna entre labranza convencional, reducida y labranza cero; 1: Control químico, aplica sólo cuando es necesario (monitoreo). Uso de labranza cero. Controles mecánicos eventuales; 0: Control exclusivamente químico. Aplicación preventiva. Uso de labranza cero. |
| Relación Perímetro Área | 3: El valor de RPA es superior a 220; 2: El valor de RPA es intermedio entre 131 y 220; 1: El valor de RPA es intermedio entre 40 y 130; 0: El valor de RPA es menor a 40. |
| Proximidad | 3: La distancia promedio desde el centro de un lote hacia el borde más cercano es 100 metros o menos; 2: La distancia promedio desde el centro de un lote hacia el borde más cercano es entre 101 y 150 metros; 1: La distancia promedio desde el centro de un lote hacia el borde más cercano es entre 151 y 200 metros; 0: La distancia promedio desde el centro de un lote hacia el borde más cercano es mayor a 200 metros. |
| Superficie Anual/Perenne | 3: La superficie perenne representa más del 46% de la superficie cultivada; 2: La superficie perenne representa entre 31 y 45% de la superficie cultivada; 1: La superficie perenne representa entre 16 y 30 % de la superficie cultivada; 0: La superficie perenne representa entre 0 y 15 % de la superficie cultivada. |
| Rotación de cultivos | 3: Se realizan rotaciones planificadas entre cultivos de cosecha, verdeos de pastoreo y pasturas perennes, por lo menos en el 50 % de la superficie cultivada; 2: Se realizan rotaciones planificadas entre cultivos de cosecha y verdeos de pastoreo, por lo menos en el 50 % de la superficie cultivada; o se realizan rotaciones planificadas entre cultivos de cosecha, verdeos de pastoreo y pasturas perennes, hasta un 50 % de la superficie cultivada; 1: Se realizan rotaciones solamente entre cultivos de cosecha o solamente entre forrajes, por lo menos en el 50 % de la superficie cultivada; 0: No se realizan rotaciones, o se realizan en una superficie menor al 25 % de la superficie cultivada. |
| Presencia del pastizal natural | 3: Un 30% o más de la superficie del sistema es de pastizal natural; 2: Entre un 10-20% de la superficie del sistema es de pastizal natural; 1: Hasta 10% de la superficie del sistema es de pastizal natural; 0: Ausencia de pastizal natural en el sistema. |
| Presencia de parches forestales | 3: Presencia de 5 o más parches forestales, distribuidos equitativamente. Superficie relativa de parches forestales superior al 1 %; 2: Presencia de 3 o 4 parches forestales, distribuidos equitativamente. Superficie relativa de parches forestales superior al 0,75 %; 1: Presencia de 1 o 2 parches forestales, distribuidos equitativamente. Superficie relativa de parches forestales superior al 0,5 %; 0: Ausencia de RF en el establecimiento. |
| Alrededores | 3: El establecimiento se encuentra rodeado por sistemas productivos predominantemente ganadero-agrícolas (ganadería pastoril); 2: El establecimiento se encuentra rodeado por sistemas productivos predominantemente agrícola-ganaderos (ganadería pastoril); 1: El establecimiento se encuentra rodeado por sistemas productivos predominantemente agrícolas; 0: El establecimiento se encuentra rodeado por sistemas productivos exclusivamente agrícolas o de engorde a corral. |
| Uso de policultivos | 3: La superficie con policultivos representa más del 61 % de la superficie cultivada; 2: La superficie con policultivos representa entre 41 y 60 % de la superficie cultivada; 1: La superficie con policultivos representa entre 21 y 40 % de la superficie cultivada; 0: La superficie con policultivos representa entre 0 y 20 % de la superficie cultivada. |
| Sistema de labranza | 3: Rota entre distintos sistemas de labranza (labranza cero sin uso de herbicidas, labranza reducida y labranza convencional); 2: Rota entre la labranza cero y la labranza reducida, utilizando bajas cantidades de herbicidas; 1: Utiliza labranza cero con alto uso de agroquímicos; 0: Utiliza solamente labranza convencional. |
| Estrategia de manejo de plagas | 3: No aplican insecticidas, utilizan el control biológico; 2: Aplican insecticidas cuando es necesario de acuerdo a los resultados de un monitoreo de plagas; 1: Aplican insecticidas cuando aparece alguna plaga que creen puede causar daño considerable; 0: Aplicación preventiva de insecticidas. |

Breve descripción de los indicadores

Riqueza de especies vegetales en la bordura (Riq.Bor.): La riqueza (número de especies) es uno de los índices clásicos de biodiversidad. Se evaluó la cantidad de especies vegetales en la bordura, muestreando una superficie de 20 m² (Batáry et al., 2012). Varios autores mencionan a la riqueza de especies vegetales como un indicador de la conservación de la biodiversidad de artrópodos (Schwab et al., 2002; Paleologos et al., 2008; Batáry et al., 2012), por lo que, a mayor riqueza, mayor PRB.

Presencia de plantas con flor en la bordura (Pls.Flor): se cuantificó la presencia de especies de las familias Fabaceae, Asteraceae y Apiaceae, ya que las flores de estas familias son citadas como favorecedoras de la presencia de enemigos naturales en el sistema (Saini & Polak, 2000; Nicholls, 2008; Paleologos et al., 2008). A mayor número de especies pertenecientes a las familias mencionadas, mayor PRB.

Ancho de las borduras de vegetación espontánea (Ancho Bor.): Se midió el ancho de la bordura, tomando la distancia desde el borde del cultivo hasta el alambrado o el final de la misma. Estos hábitats son importantes como sitios alternos para la hibernación de algunos enemigos naturales y áreas con recursos alimenticios como polen o néctar, así como por la provisión de recursos alimenticios para enemigos naturales generalistas en épocas de escasez de plagas en el agroecosistema, cubriendo las brechas en los ciclos de vida de los insectos entomófagos y de las plagas (Pérez Consuegra, 2004; Van Driesche et al., 2007; Nicholls, 2008; Paleologos et al., 2008; Weyland & Zaccagnini, 2008; Marasas et al., 2010; Batáry et al., 2012).

Estratos vegetales en la bordura (Estr.Bor.): La presencia de varios estratos vegetales refiere a la dimensión vertical de la agrobiodiversidad (Gliessman, 2001), y es un indicador de la complejidad estructural de un ambiente seminatural (Blake et al., 2011), ya que interfiere en la capacidad de los artrópodos para localizar los recursos alimenticios (Randlkofer et al., 2010). Se evaluó la cantidad de estratos de las borduras, estableciendo un rango de 0,25 m cada uno de acuerdo a la metodología empleada por Paleologos et al. (2008). A mayor cantidad de estratos, mayor PRB.

Cobertura de la bordura (Cob.Bor.): La cobertura vegetal es otro parámetro estructural que influye sobre la configuración del hábitat y la riqueza de los artrópodos (Schwab et al., 2002; Liljesthröm et al., 2002; Woodcock & Pywell, 2010; Blake et al., 2011). Se evaluó el porcentaje de cobertura vegetal en la bordura para una superficie de 20 m² (Blake et al., 2011). A mayor porcentaje de cobertura, mayor PRB.

Estrategia de manejo de la bordura (Mjo.Bor.): La existencia de las borduras es importante para la presencia de organismos benéficos (Pérez Consuegra, 2004; Van Driesche et al., 2007; Nicholls, 2008; Paleologos et al., 2008; Weyland & Zaccagnini, 2008; Marasas et al., 2010; Batáry et al., 2012). El manejo de las mismas determina si se mantiene la bordura con vegetación o es removida completamente, si el hábitat es estable o si hay

disturbios periódicos (Schwab et al., 2002; Liljesthröm et al., 2002; Blake et al., 2011). Se evaluó si permanecen sin disturbio, son cortadas con desmalezadora, son pastoreadas por los animales o son controladas con herbicidas.

Diversidad cultivada (Div.Cult.): Este indicador evalúa la proporción de superficie ocupada por los diferentes cultivos de un sistema agropecuario, indicando la variedad de cultivos y si se distribuyen equitativamente en el sistema. Para calcularlo se utilizó el índice de Shannon (H) (Moreno, 2001), aplicado a la superficie ocupada por los distintos cultivos. Se realizó un listado de cultivos del establecimiento (S) y se calculó la proporción de cada uno (relacionando la superficie sembrada de cada cultivo con la superficie cultivada total). Luego se obtuvo el índice de equitatividad de Pielou (J). Este adquiere valores entre 0 y 1, siendo 1 el mayor valor de diversidad (Moreno, 2001). Se calculó un índice J para cada momento de muestreo, realizando un promedio para obtener el valor final.

$$H \text{ máx} = \ln S$$

Donde S: cantidad de cultivos

$$H \text{ obs} = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde p_i: relación de la superficie sembrada de cada cultivo con la superficie cultivada total

$$J = H \text{ obs} / H \text{ máx}$$

Riqueza de especies vegetales intra parcela (Riq.Parc.): Se evaluó la riqueza de especies vegetales dentro de las parcelas cultivadas (incluye cultivos y vegetación espontánea). Se muestreó una superficie de 20 m² (Batáry et al., 2012). Varios autores mencionan a la riqueza de angiospermas como un indicador de la conservación de la biodiversidad de artrópodos (Schwab et al., 2002; Paleologos et al., 2008; Batáry et al., 2012), por lo que, a mayor riqueza, mayor PRB.

Cobertura intra parcela (Cob.Parc.): Se evaluó el porcentaje de cobertura vegetal dentro de las parcelas cultivadas, en una superficie de 20 m² (Blake et al., 2011). La cobertura es otro parámetro estructural que influye sobre la configuración del hábitat y la riqueza de los artrópodos (Schwab et al., 2002; Liljesthröm et al., 2002; Woodcock & Pywell, 2010; Blake et al., 2011). A mayor porcentaje de cobertura, mayor PRB.

Estrategia de manejo de malezas (Mjo.Mzas.): se evaluó el tipo de estrategia utilizada para el control de malezas (mecánica, química, técnicas culturales como densidad de siembra, uso de policultivos, etc.). Para lograr un manejo sustentable de malezas es necesario disminuir el uso de herbicidas, por lo que, una de las alternativas propuestas es el uso de la habilidad competitiva de los cultivos a través de variadas estrategias. Esto permite reducir el crecimiento de las malezas, disminuir la producción de semillas, incrementar su mortalidad y mantener la

productividad (Acciaresi & Sarandón, 2002; Sánchez Vallduví, 2013). Al mismo tiempo, permite mantener un mínimo de vegetación espontánea necesario para la presencia de artrópodos (Acciaresi & Sarandón, 2002; Sánchez Vallduví & Sarandón, 2014). A menor uso de herbicida y mayor cantidad de estrategias de manejo utilizadas, mayor PRB.

Relación Perímetro/Área (RPA): Esta relación es una medida de la fragmentación del hábitat -de las parcelas destinadas a usos productivos- y de la conectividad del mismo debida a los corredores de vegetación espontánea perimetrales a los lotes (Samways et al., 2010). La disminución del tamaño de los fragmentos se asocia a un incremento de la relación perímetro/área (Santos & Tellería, 2006). Por lo tanto, una mayor relación indica un mayor número de lotes de menor tamaño y una mayor cantidad de bordes no cultivados en el establecimiento, que favorecen un mayor PRB. Asimismo, lotes de igual superficie difieren en su RPA según la forma de los mismos. Se calculó la RPA de todos los lotes (m/ha) y se obtuvo un valor promedio del establecimiento. En los lotes con curvas de nivel no cultivadas, las mismas se consideraron como parte del perímetro (al perímetro del lote se le sumó la distancia de cada curva de nivel).

Proximidad (Proxim.): Se midió la distancia desde el centro de un lote hasta el borde más cercano (m). Se calculó un valor promedio del total de lotes del establecimiento. Esto permite inferir la posibilidad de que los artrópodos benéficos puedan desplazarse desde las borduras y estén presentes en toda la superficie del lote (Altieri & Nicholls, 2000; Liljeström et al., 2002; Nicholls, 2008; Weyland & Zaccagnini, 2008; Segoli & Rosenheim, 2012). Una menor distancia indica un mayor PRB.

Superficie anual/perenne o semipermanente (Sup.An/pn): La presencia de pasturas perennes incorpora en el sistema el factor de temporalidad, posibilitando la existencia de hábitats más estables y con disturbios de menor impacto y frecuencia, actuando como "buffer" ante los disturbios de mayor impacto ocurridos en los lotes con cultivos anuales (Woodcock & Pywell, 2010; Blake et al., 2011). Los espacios poco disturbados favorecen la presencia de depredadores generalistas, entre ellos arañas y coleópteros (Liljeström et al., 2002; Paleologos et al., 2009). Se calculó el porcentaje de la superficie ocupada con pasturas perennes, en relación a la superficie total cultivada en el agroecosistema.

Rotación de cultivos (Rot.): Las rotaciones permiten aumentar la diversidad vegetal del agroecosistema en el tiempo y cortar con el ciclo de plagas, enfermedades y malezas (Flores & Sarandón, 2014). Se evaluó la realización de rotaciones en el sistema productivo, teniendo en cuenta si se trata de rotaciones solamente entre cultivos anuales o entre cultivos anuales, forrajes anuales y forrajes perennes. Se evaluó también el porcentaje de superficie en rotación. El PRB será mayor cuanto mayor sea la superficie en rotación entre cultivos anuales y forrajes perennes.

Presencia del pastizal natural en el sistema (Pastiz.): Se midió la superficie con pastizal en el sistema y se calculó la proporción que representa sobre el total de

la superficie del establecimiento. La superficie del pastizal favorece las dinámicas poblacionales de los enemigos naturales (Liljeström et al., 2002; Nicholls, 2008). Mayor superficie de pastizal favorece un mayor PRB.

Presencia de parches forestales (montes de reparo y cortinas rompevientos) (P.Forest.): Las especies leñosas funcionan como refugio durante las etapas desfavorables para muchos enemigos naturales, tales como los coccinélidos (Pérez Consuegra, 2004; Nicholls, 2008), las crisópas (Pérez Consuegra, 2004) y los pentatómidos (chinche fitófagas y predatoras) (González-Zamora et al., 1994; Edelman et al., 2008). Asimismo funcionan como fuente de alimentación y refugio para algunos parasitoides (Nicholls, 2008). Paleologos et al. (2007) encontraron que los montes leñosos actúan como reservorio de Carábidos, que son depredadores polífagos. Se contabilizó la presencia de los parches leñosos presentes del establecimiento. Se calculó la superficie de cada parche y se relacionó con la superficie total del establecimiento. Una mayor cantidad de parches forestales se relaciona con un mayor PRB.

Alrededores (Alred.): Refiere a los parches de distintos usos que rodean al establecimiento. El uso del suelo a escala de paisaje tiene una fuerte influencia en la riqueza local de especies (Schwab et al., 2002), una mayor proporción de área agrícola de uso intensivo se relaciona negativamente con la diversidad (Schwab et al., 2002; Kadoya & Washitani, 2011; Batáry et al., 2012). Para cuantificarlo se caracterizó el tipo de producción predominante en los alrededores del sistema estudiado, de acuerdo a los establecimientos linderos, asumiendo que los sistemas exclusivamente agrícolas son aquellos que menos favorecen la biodiversidad a nivel de paisaje. Los sistemas más simplificados, como los agrícolas convencionales, se relacionan con un menor PRB.

Uso de policultivos (Policv.): se evaluó la proporción de superficie sembrada con policultivos en relación a la superficie sembrada total. La siembra de policultivos (como las pasturas perennes en mezcla o cultivos consociados) favorece la diversidad alfa (Stupino et al., 2014). Esto es propicio para la presencia de artrópodos benéficos dentro de la parcela y para el control de malezas, ya que los recursos que antes estaban disponibles para las malezas son utilizados por especies cultivadas (Acciaresi & Sarandón, 2002; Sánchez Vallduví, 2013; Sánchez Vallduví & Sarandón, 2014). Por lo tanto, a mayor superficie con policultivos mayor PRB.

Sistema de labranza (Sist.Lab.): se evaluó el tipo de labranza utilizada en el sistema, y si se realiza una combinación de las mismas. El sistema de labranza influye sobre la presencia de enemigos naturales de manera indirecta, al afectar la vegetación y los residuos en superficie, y de manera directa ya que los disturbios del suelo afectan los lugares de hábitat y refugio (Pérez Consuegra, 2004; Liljeström et al., 2002; Weyland & Zaccagnini, 2008; Nicholls, 2008). Si bien la labranza cero favorece la presencia de enemigos naturales por la existencia de residuos vegetales en superficie y la no remoción de suelo, bajo el modelo de agricultura dominante en la región, su utilización esta asociada a un excesivo uso de herbicidas, lo que la convierte en un aspecto negativo

para la presencia de artrópodos benéficos. Bajo este modelo, la labranza cero o siembra directa se realiza eliminando toda la vegetación del lote y sus alrededores, restringiendo así la posibilidad de reservorios para los artrópodos. Este sistema de labranza será favorable entonces cuando se realice sin uso de herbicidas o con la mínima cantidad posible, o asimismo, en rotación con otros tipos de labranza que controlen las poblaciones de malezas.

Estrategia de manejo de plagas (Mjo.Plagas): La estrategia de manejo de plagas tiene influencia sobre la presencia de artrópodos en el sistema productivo. Si se realizan aplicaciones preventivas de insecticida hay menos posibilidades de que los predadores estén presentes en el sistema, ya que además de eliminarlos, no existe suficiente cantidad de presas para mantener las poblaciones de depredadores presentes (Nicholls, 2008). Este indicador se relevó a través de la entrevista realizada a los productores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Agroecología pone especial énfasis en el manejo de la biodiversidad cultivada y espontánea (Gliessman, 2001; Stupino et al., 2014). A través del rediseño de los sistemas productivos, se busca incrementar la biodiversidad funcional de los agroecosistemas, transformando su estructura y optimizando los procesos claves (Swift et al., 2004; Altieri & Nicholls, 2010).

Para utilizar la agrobiodiversidad como herramienta de manejo de los agroecosistemas es necesario identificarla y evaluarla (Stupino et al., 2014). Aunque no es sencillo "medir" los niveles adecuados de agrobiodiversidad funcional, ésta podría evaluarse o deducirse a través de los aspectos composicionales, estructurales y temporales de la biodiversidad vegetal, ya que la funcionalidad está determinada por dichas dimensiones o aspectos (Gliessman, 2001; Stupino et al., 2014). Varios autores han propuesto formas de evaluarla, pero para sistemas productivos de escala y condición climática diferente a la de los sistemas pampeanos (Schwab et al., 2002; Griffon, 2008; Moonen & Bàrberi, 2008; de Bello et al., 2010; Woodcock & Pywell, 2010; Vandewalle et al., 2010; Kadoya & Washitani, 2011; Leiva Galván & Lores Pérez, 2012; Lyashevskva & Farnsworth, 2012).

La región pampeana es una zona de clima templado, en la que se producen commodities en sistemas de gran superficie, por lo que para evaluar la agrobiodiversidad funcional y el potencial de regulación biótica (PRB), es necesario identificar los parámetros composicionales, estructurales y temporales propios de este tipo de sistemas productivos. Algunas estrategias de manejo que favorecen estos parámetros son el uso de policultivos (pasturas perennes), las rotaciones, la presencia de ambientes seminaturales (borduras y pastizales), la composición y estructura de las borduras, la presencia de parches forestales, entre otros (Gliessman, 2001; Paleologos et al., 2007, 2008; Stupino et al., 2014). Los resultados de este trabajo mostraron mejores valores de agrobiodiversidad funcional, y por lo tanto mayor PRB, en los sistemas mixtos familiares que los sistemas agrícolas empresariales (figura 1). El PRB de los sistemas mixtos familiares fue ampliamente superior al de los sistemas agrícolas empresariales (0,7 vs. 0,4),

confirmando que la ganadería integrada a la agricultura contribuye al aumento de la agrobiodiversidad de los agroecosistemas.

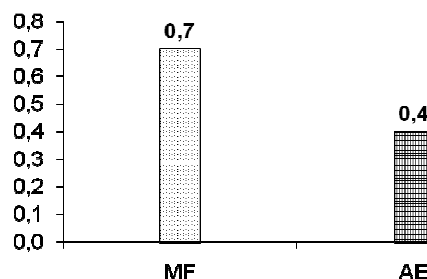


Figura 1. Índice PRB comparando el valor promedio de 4 sistemas mixtos familiares (MF) y 3 sistemas agrícolas empresariales (AE), en la región pampeana argentina.

El análisis de los indicadores de PRB (figura 2) destacó la importancia en los sistemas mixtos familiares de la diversidad cultivada, la rotación de cultivos, la cobertura intra parcela, el uso de policultivos, la estrategia de manejo de malezas, la presencia de parches forestales y la presencia de pastizal natural. En estos sistemas la presencia y condición de estos aspectos están favorecidas por la necesidad de generar una oferta forrajera (Gross et al., 2011). La desaparición del componente ganadero, por lo tanto, disminuiría perceptiblemente la biodiversidad y el potencial de regulación biótica.

Asimismo, el uso ganadero da una mayor plasticidad al manejo de las malezas, ya que muchas veces es posible utilizar otras estrategias como el pastoreo o el corte con desmalezadora. Un sistema ganadero pastoril tiene la necesidad de generar pasto en cantidad y calidad, por lo que la vegetación espontánea que tiene valor forrajero es considerada como favorable, lo que hace más "tolerable" la presencia de malezas. Esto difiere de los sistemas o lotes agrícolas, que permanecen, en general, "limpios de malezas" para eliminar la competencia.

La presencia de parches forestales es favorable para el PRB, ya que en áreas donde los cultivos predominantes son granos o forrajes, las especies leñosas contribuyen a evitar la aparición de plagas (Altieri & Nicholls, 2009). En los sistemas mixtos familiares se encontró una alta presencia de parches forestales, ya que los mismos son valorados porque reducen el estrés animal causado por los factores climáticos, al proveer protección de vientos fríos en invierno y sombra durante los meses de verano (Tamosiunas, 2012). En los sistemas agrícolas, los montes son considerados una "molestia" y son eliminados para poder sembrar una mayor superficie. La presencia de pastizal natural, también fue mayor en los sistemas mixtos familiares, lo que beneficia la conectividad de los fragmentos y la conservación de la biodiversidad a escala de paisaje (Bilenca et al., 2009), favoreciendo un mayor PRB.

Otros indicadores tuvieron valores más bajos, pero aún así se observó una gran diferencia con los sistemas agrícolas empresariales, como por ejemplo superficie anual/perenne, RPA (relación perímetro/área) y proximidad. Esto señala que la presencia del componente animal se traduce en lotes

de menor tamaño, con mayor influencia de las borduras, y una mayor estabilidad ofrecida por los forrajes perennes. La menor RPA de los sistemas agrícolas empresariales coincide con lo mencionado por Bilenca et al. (2009), acerca de la pérdida de la trama de bordes y alambrados y, en consecuencia, de su función como corredor biológico (conectividad).

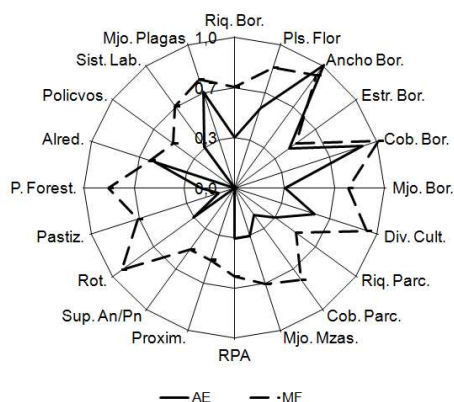


Figura 2. Indicadores de agrobiodiversidad comparando el valor promedio de 4 sistemas mixtos familiares (MF) y 3 sistemas agrícolas empresariales (AE), en la región pampeana argentina.

No se observaron diferencias entre grupos en relación al ancho, cobertura y estratos de la bordura, mostrando, ambos grupos de análisis, elevados valores para esos indicadores. En los sistemas agrícolas empresariales las borduras tienen características estructurales similares a las de los sistemas mixtos familiares. Sin embargo, la presencia de las mismas en estos sistemas está disminuida debido al agrandamiento del tamaño de los lotes (lo que se refleja en la menor RPA).

En cambio, se observaron marcadas diferencias entre grupos en las estrategias de manejo de la bordura, la riqueza y la presencia de plantas con flor. En los sistemas mixtos familiares se encontraron especies de las familias Asteraceae, Fabaceae y Apiaceae, citadas como importantes para asegurar la presencia de fauna benéfica, mientras que en los sistemas agrícolas empresariales no hubo presencia de Fabaceae, y sólo esporádicamente aparecieron las Apiaceae. Esto sugiere que en los sistemas mixtos familiares la presencia de lotes cultivados con forrajes (pastura perenne y verdeos anuales) y la rotación de los mismos favorecerían la presencia de las tres familias. Paleologos et al. (2008) encontraron en sistemas hortícolas bonaerenses que el número de enemigos naturales encontrados estuvo positivamente relacionado con la presencia de las tres familias mencionadas.

El manejo de la bordura fue más intensivo en los sistemas agrícolas empresariales, resultando en un bajo valor del indicador. Esto se debe al uso de herbicidas para mantener "limpios" los bordes de las parcelas, para evitar la posible infestación de plagas,

malezas y enfermedades en el cultivo. Los bajos valores de riqueza de la bordura encontrados en estos sistemas podrían asociarse al excesivo uso de herbicidas y a la escasa valoración de la vegetación espontánea por parte de técnicos y productores (Rosenstein et al., 2007; Bilenca et al., 2009). La estrategia de manejo de plagas no difirió entre sistemas, ya que, en ambas situaciones, se realizan las aplicaciones de insecticidas de acuerdo a un monitoreo de plagas.

Los resultados del Índice de PRB y los valores de cada indicador para los 7 sistemas analizados (tabla 3), permiten observar que, aunque existieron diferencias entre sistemas del mismo grupo de análisis, el índice de PRB fue mayor en los sistemas mixtos familiares que en los sistemas agrícolas empresariales, exponiendo la sensibilidad del mismo. El valor del índice de PRB de los sistemas agrícolas empresariales nunca superó el 0,39, mientras que en los sistemas mixtos familiares el menor valor fue 0,55. Destaca el sistema MF4 con un valor de 0,90, cercano al máximo.

Analizando los sistemas mixtos familiares en particular (figura 3), se destacan aspectos como el uso de las rotaciones, la estrategia de manejo de malezas, la diversidad cultivada, la RPA, cobertura de la bordura y de las parcelas, ancho de borduras y presencia de plantas con flor. El caso MF4 (figura 3d) es el que tuvo valores más altos en los indicadores de agrobiodiversidad. Esto es acorde al manejo realizado en este sistema, ya que se desarrolla siguiendo los principios de la Agroecología (Cerdá et al., 2014). El caso MF2 es el único que tuvo indicadores con valor cero. Esto está asociado a que la actividad ganadera se realiza sobre verdeos, pastizales y pastoreo de rastrojo, sin utilizar pasturas implantadas, lo cual modifica características del sistema como la superficie anual/perenne y el uso de policultivos.

En los tres casos agrícolas empresariales (figura 4), los puntos más críticos son la cobertura intra parcela, proximidad, RPA, uso de policultivos, superficie anual/perenne, rotaciones, entre otras. Los bajos valores de proximidad y RPA sugieren la presencia de parcelas de gran tamaño, acorde a lo mencionado para este tipo de sistemas. En estos, los alambrados son eliminados con el fin de facilitar las tareas de siembra, fumigación y cosecha, debido al gran tamaño de las maquinarias modernas. Se considera como un "beneficio extra" la ausencia de bordes, ya que éstos son vistos únicamente como fuente de malezas.

La agricultura moderna simplificó los sistemas productivos, por lo que las dimensiones de la agrobiodiversidad están disminuidas o menos presentes en los sistemas más "agriculturizados" (Bilenca et al., 2009). Probablemente esto se acentúa porque desde el enfoque de la agricultura convencional la importancia de la agrobiodiversidad no es aún del todo comprendida (Stupino et al., 2014). En este estudio se confirmó que los sistemas agrícolas empresariales tienen bajos niveles de agrobiodiversidad y, por lo tanto, un PRB debilitado.

Tabla 3. Índice PRB e Indicadores de agrobiodiversidad (valor absoluto: 0-3) de 4 sistemas mixtos familiares (MF) y 3 sistemas agrícolas empresariales (AE), en la región pampeana argentina.

| Casos estudiados | | MF1 | MF2 | MF3 | MF4 | AE1 | AE2 | AE3 |
|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Índice PRB | | 0,64 | 0,55 | 0,73 | 0,90 | 0,39 | 0,31 | 0,37 |
| Indicadores | | | | | | | | |
| Riqueza de especies vegetales en la bordura | Riq. Bor. | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Presencia de plantas con flor en la bordura | Pls. Flor | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Ancho de las borduras | Ancho Bor. | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Estratos vegetales en la bordura | Estr. Bor. | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Cobertura de la bordura | Cob. Bor. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| Estrategia de manejo de la bordura | Mjo. Bor. | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Diversidad cultivada | Div. Cult. | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 |
| Riqueza de especies vegetales intra parcela | Riq. Parc. | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Cobertura intra parcela | Cob. Parc. | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| Estrategia de manejo de malezas | Mjo. Mzas. | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Relación Perímetro Área | RPA | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Proximidad | Proxim. | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Superficie Anual/Perenne | Sup. An/Pn | 1 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Rotación de cultivos | Rot. | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Presencia del pastizal natural | Pastiz. | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Presencia de parches forestales | P. Forest. | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 |
| Alrededores | Alred. | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| Uso de policultivos | Policvos. | 1 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Sistema de labranza | Sist. Lab. | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Estrategia de manejo de plagas | Mjo. Plagas | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |

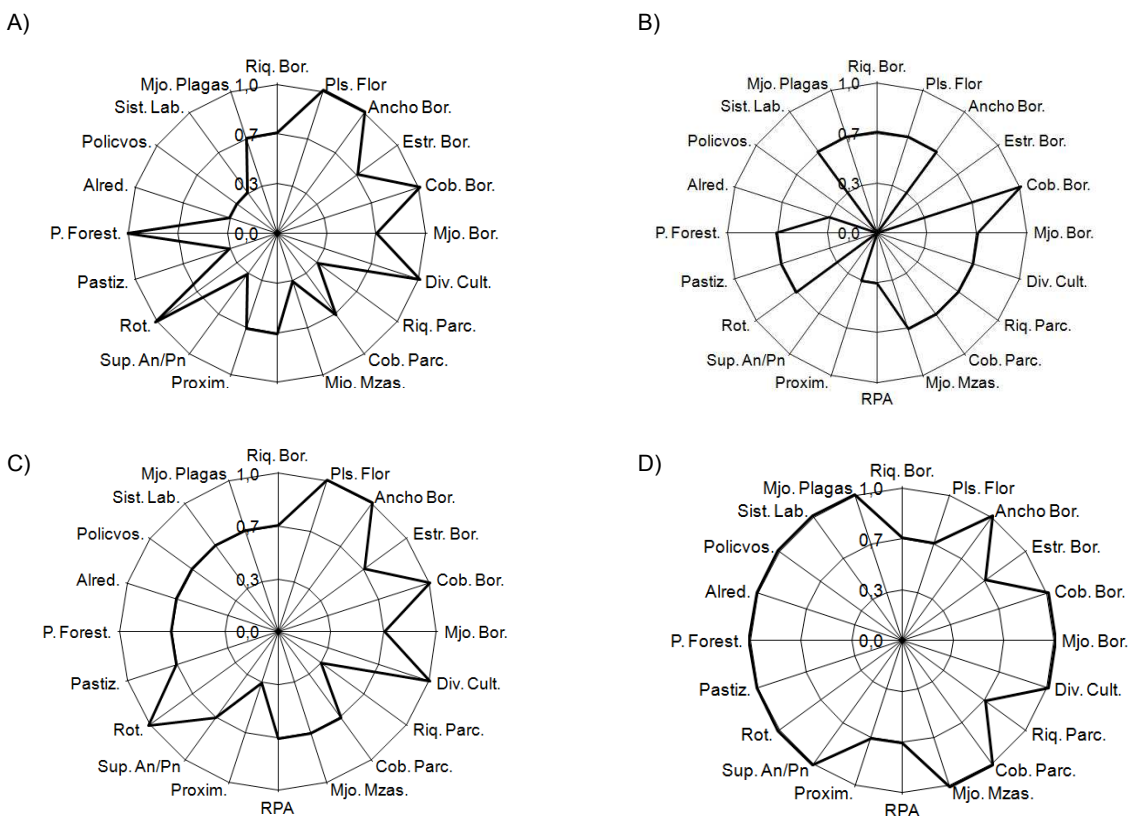
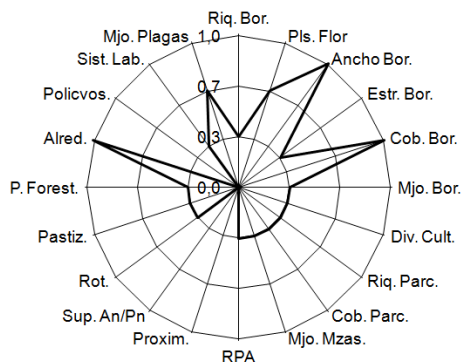
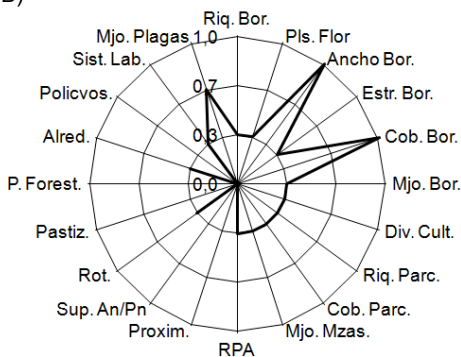


Figura 3. Indicadores de agrobiodiversidad para 4 sistemas mixtos familiares, MF1 (a), MF2 (b), MF3 (c) y MF4 (d), en la región pampeana argentina.

A)



B)



C)

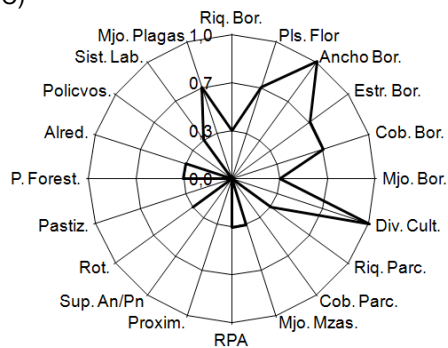


Figura 4. Indicadores de agrobiodiversidad para 3 casos agrícolas empresariales, AE1 (a), AE2 (b) y AE3 (c), en la región pampeana argentina.

A pesar de la creciente revalorización de la agrobiodiversidad, ésta no es utilizada como una herramienta de manejo en los agroecosistemas pampeanos, entre otras razones, por la dificultad de medirla correctamente. Es necesario identificar los parámetros que favorecen la agrobiodiversidad funcional en este tipo de sistemas para poner en práctica estrategias de manejo agroecológico. El índice PRB aquí presentado demostró ser una herramienta útil y sensible para evaluar la agrobiodiversidad y encontrar diferencias entre los agroecosistemas analizados, por lo que podría ser un inicio para avanzar en la evaluación de la

agrobiodiversidad funcional de los sistemas productivos de la región pampeana.

El aprovechamiento de la agrobiodiversidad para disminuir el uso de insumos depende de dos aspectos. Por un lado, la existencia de niveles adecuados de agrobiodiversidad funcional que aseguren el cumplimiento de los servicios ecológicos. Por otro lado, no siempre existe una clara percepción de los beneficios de la agrobiodiversidad y los servicios ecológicos presentes en un agroecosistema por parte de técnicos y productores. Esto se debe a la deficiente formación de profesionales y técnicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas con un enfoque sistémico y holístico (Sarandón & Hang, 2002). Aún cuando se sabe que existen estos beneficios, no se dispone de información acerca de las herramientas de manejo de la agrobiodiversidad en estos sistemas, que aseguren la presencia de un potencial de regulación biótica. La decisión de no aplicar agroquímicos requiere la capacidad de interpretar el potencial de regulación biótica de un sistema productivo, lo que depende de los conocimientos o decisiones de los agricultores y profesionales (Gargoloff et al., 2009). La integración con la ganadería es una oportunidad para realizar un manejo que favorezca la agrobiodiversidad funcional en estos agroecosistemas.

Este trabajo demuestra que los sistemas mixtos familiares tienen elevados valores de agrobiodiversidad y un elevado "potencial de regulación biótica", a la vez que pone de manifiesto la disminución de la biodiversidad ocasionada por el modelo de producción dominante (o convencional), reflejada en los bajos valores obtenidos por lo sistemas agrícolas empresariales. Los beneficios ambientales que proporcionan los sistemas mixtos familiares indican que deben ser revalorizados para favorecer su permanencia.

Agradecimientos

A todos los productores que nos compartieron su experiencia y nos abrieron las tranqueras de su campo, y a Eduardo Cerdá por vincularnos con los productores y el territorio. Un especial agradecimiento a Juan y Erna Kiehr, que nos recibieron y alojaron en su casa "La Aurora", permitiendo que éste estudio sea posible.

BIBLIOGRAFÍA

- Acciaresi, H.A. & S.J. Sarandón.** 2002. Manejo de malezas en la agricultura sustentable. En: Sarandón SJ (Ed.) Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. La Plata: Ediciones Científicas Americanas. Cap. 17: 331-361.
- Aizen, M., Garibaldi, L. & M. Dondo.** 2009. Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina. Revista Ecología Austral 19:45-54. Disponible en <http://www.ecologiaaustral.com.ar/index2.php>.
- Albanesi, R.** 2007. La modernización en el devenir de la producción familiar capitalizada. Revista Mundo Agrario 7(14): 14pp. Disponible en http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.488/pr.488.pdf.
- Altieri, M.A. & C. Nicholls.** 2010. Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de

- entomofauna benéfica en agroecosistemas. Publicado por SOCLA. Medellín, Colombia. 83 pp.
- Altieri, M.A. & C.I. Nicholls** (2000). Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1a edición. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. PNUMA. 257pp. Disponible en [http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2\[1\].pdf](http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2[1].pdf).
- Altieri, M.A. & C.I. Nicholls**. 2009. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Barcelona: Icaria Editorial. 248pp.
- Balsa, J.** 2008. Cambios y continuidades en la agricultura pampeana entre 1937 y 2002. La zona agrícola del norte bonaerense. En Balsa, J., Mateo, G. & S. Ospital. 2008. Pasado y presente en el agro argentino. Buenos Aires, Lumiere, pp. 587-613.
- Batáry, P., Holzschuh, A., Márk Orci, K., Samu, F. & T. Tschardt**. 2012. Responses of plant, insect and spider biodiversity to local and landscape scale management intensity in cereal crops and grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 146:130-136. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880911003537>.
- Bilenca, D., Codesido, M., González Fischer, C. & L. Pérez Carusi**. 2009. Impactos de la actividad agropecuaria sobre biodiversidad en la ecorregión pampeana. Ediciones INTA. 44pp.
- Blake, R.J., Woodcock, B.A., Ramsay, A.J., Pilgrim, E.S., Brown, V.K., Tallowin, J.R. & S.G. Potts**. 2011. Novel margin management to enhance Auchenorrhyncha biodiversity in intensive grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 140:506-513. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880911000417>.
- Cabrera, A.L.** 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica XIV (1-2): 50pp.
- Cerdá, E.O., Sarandón, S.J. & C.C. Flores**. 2014. El caso de "La Aurora": un ejemplo de aplicación del enfoque agroecológico en sistemas extensivos del sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Benito Juárez, Argentina. En: SJ Sarandón & CC Flores (Ed.) *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo 16: 437-463. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- de Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J., Bardgett, R., Berg, M., Cipriotti, P., Feld, C., Hering, D., Martins da Silva, P., Potts, S., Sandin, L., Sousa, J., Storkey, J., Wardle, D. & P. Harrison**. 2010. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity & Conservation* 19:2873-2893. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10531-010-9850-9>.
- Edelstein, J., Grillo, M., Trumper, E. & F. Fava**. 2008. Estructura del paisaje agrícola y abundancia de *Nezara viridula* y *Piezodorus guildinii*. En: Trumper, E. & J. Edelstein (eds.). *Chinchas fitófagas en soja. Revisión y avances en el estudio de su ecología y manejo*. Ediciones INTA. Manfredi. pp.97-106.
- Flores, C.C. & S.J. Sarandón**. 2014. Manejo de la biodiversidad en agroecosistemas. En: Sarandón, S.J. & C.C. Flores (ed.). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo 13: 342-373. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- Gargoloff, N.A., Bonicatto, M.M., Sarandón, S.J. & C. Albadalejo**. 2009. Análisis del conocimiento y manejo de la agrobiodiversidad en horticultores capitalizados, familiares y orgánicos de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecologia* 4(2). 4pp.
- Gargoloff, N.A., Sarandón, S.J. & C. Albadalejo**. 2011. La entrevista paisajística: un método para situar las prácticas y saberes de los agricultores. *Cadernos de Agroecología* 6 (2): 5pp. Disponible en <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/10906>.
- Giessman, S.** 2001. A energética dos agroecosistemas. *Agroecología. Processos ecológicos em agricultura sustentable*. Segunda Edición. Río Grande do Sul: Editora da Universidade, 2001. Cap.18: 509-538. Disponible en <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/viewFile/8388/5948>.
- González-Zamora, J.E., Ribes, A., Meseguer, A. & F. García-Marí**. 1994. Control de trips en fresón: empleo de plantas de haba como refugio de poblaciones de antocóridos. *Bol San. Veg. Plagas* 20: 57-72.
- Greco, N., Sánchez, N. & P. Pereyra**. 2002. Principios de manejo de plagas en una agricultura sustentable. En: Sarandón S.J. (Ed.). 2002. *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. La Plata: Ediciones Científicas Americanas. Cap. 13: 251-274.
- Griffon D.** 2008. Estimación de la biodiversidad en agroecología. *Revista Agroecología* 3: 25-31. Disponible en <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/95481/91791>.
- Gross, H., Girard, N. & D. Magda**. 2011. Analysing theory and use of management tools for sustainable agri-environmental livestock practices: the case of the Pastoral Value in the French Pyrenees Mountains. *Journal of sustainable Agriculture* 35 (5):550-573. Disponible en http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10440046.2011.579840#VRSZu_y6Rkl.
- Iermanó M.J. & S.J. Sarandón**. 2009. Análisis de la demanda de energía en tres cultivos oleaginosos de clima templado, según distintos procesos ecológicos. *Revista Cadernos de Agroecologia* 4(1): 1738-1741. Disponible en <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/4024>.
- Iermanó, M.J. & S.J. Sarandón**. 2010. Cultivo de soja para la producción de agrocombustibles (biodiesel) en la pampa húmeda: energía invertida en la regulación biótica. Libro de resúmenes de las XVIII Jornadas de Jóvenes Investigadores de la AUGM (Asociación de Universidades Grupo Montevideo), Ciudad de Santa Fe, 19, 20 y 21 de octubre de 2010.
- INTA** (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2005. Programa Nacional de Investigación y Desarrollo tecnológico para la pequeña agricultura familiar. Documento Base. Abril de 2005.
- Kadoya, T. & I. Washitani**. 2011. The Satoyama Index: A biodiversity indicator for agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and*

- Environment 140:20-26. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880910002963>.
- Leiva Galván, A. & A. Lores Pérez.** 2012. Nuevos índices para evaluar la agrobiodiversidad. *Agroecología* 7:109-115. Disponible en <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/171061>.
- Liljesthrom, G., Minervino, E., Castro, E. & A. González.** 2002. La Comunidad de Arañas del Cultivo de Soja en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Neotropical Entomology* 31(2): 197-210. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2002000200005.
- Lyashevskaya, O. & K.D. Farnsworth.** 2012. How many dimensions of biodiversity do we need?. *Ecological Indicators* 18:485-492. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X11004183>.
- Marasas, M., Sarandón, S.J. & A. Cicchino.** 2010. Semi-Natural Habitats and Field Margins in a Typical Agroecosystem of the Argentinean Pampas as a Reservoir of Carabid Beetles. *Journal of Sustainable Agriculture* 34: 153-168. Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10440040903482563#abstract>.
- Melo Reis, E., Trezzi Casa, R. & M. Carmona.** 2002. Elementos para el manejo de enfermedades. En: Sarandón SJ (Ed.). 2002. *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. La Plata: Ediciones Científicas Americanas. Cap. 14: 275-308.
- Moonen, A.C. & P. Bárberi.** 2008. Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127(1-2): 7-21. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880908000674>.
- Moonen A.C. & P. Bárberi.** 2008. Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 127(1-2): 7-21.
- Moreno, C.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. vol.1, Zaragoza. 84 pp. Disponible en <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>.
- Mosciaro, M. & V. Dimuro.** 2009. Zonas Agroecológicas homogéneas Buenos Aires Sur. Buenos Aires, INTA. 297pp. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/zonas-agroecologicas-homogeneas-buenos-aires-sur/>.
- Nicholls, C.I.** 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 282pp. Disponible en <http://socla.co/wp-content/uploads/2014/ClaraNicholls.pdf>.
- Obschatko, E.** 2009. Las explotaciones agropecuarias familiares en la República Argentina. Un análisis a partir de los datos del Censo Nacional Agropecuario 2002. 1a. Edición. Buenos Aires: Ministerio Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2009. 68 pp.
- Paleologos, M.F., Bonicatto, M.M., Marasas, M.E. & S.J. Sarandón.** 2007. Abundancia de la coleopterofauna edáfica asociada a la cobertura vegetal y al monte cercano en viñedos tradicionales de la costa de Berisso, Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología* 2(1):373-377. Disponible en <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/1945>.
- Paleologos, M.F., Flores, C.C., Sarandon, S.J., Stupino, S.A. & Bonicatto M.M.** 2008. Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de agroecología*. 3(1):28-40. Disponible en <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/7449>.
- Paleologos, M.F., Pereyra, P.C. & S.J. Sarandón.** 2009. Grupos funcionales de Coleópteros edáficos en Viñedos tradicionales y convencionales de la Costa de Berisso, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología* 4(2):1711-1715. Disponible en <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/4014>.
- Pérez Consuegra, N.** 2004. Manejo Ecológico de Plagas. Capítulos 4 y 5. La Habana: CEDAR (Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural). 296pp.
- Portillo, J. & A. Conforti.** 2009. Feedlotización de la ganadería argentina. VI Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. Buenos Aires, 11, 12 y 13 de noviembre de 2009. CD-Rom.
- Randlkofer, B., Obermaier, E., Hilker, M. & T. Meiners.** 2010. Vegetation complexity—The influence of plant species diversity and plant structures on plant chemical complexity and arthropods. *Basic and Applied Ecology* 11:383-395. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439179110000393>.
- Rosenstein, S., Faccinini, D., Montero, G., Lietti, M., Puricelli, E., Tuesca, D., Nisensohn, L. & L. Vignaroli.** 2007. Estrategias productivas, prácticas de control y diversidad biológica: un análisis desde los sistemas de conocimiento. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias* 5/6 (1-2): 42-60. Disponible en <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/ojs/index.php/FAVEAgrarias/article/viewFile/1321/2075>.
- Saini, E. & A. Polack.** 2000. Enemigos naturales de los Trips sobre flores de malezas. *RIA*, 29 (1): 117 a 123.
- Samways, M.J., Bazelet, C.S. & J.S. Pryke.** 2010. Provision of ecosystem services by large scale corridors and ecological networks. *Biodiversity & Conservation* 19: 2949-2962. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10531-009-9715-2>.
- Sánchez Vallduví, G. & S.J. Sarandón.** 2014. Principios de manejo ecológico de malezas. En: Sarandón S.J. & C.C. Flores (ed.). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo 11: 286-313. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- Sánchez Vallduví, G.** 2013. Manejo de malezas en lino. Evaluación de la competencia cultivo-maleza con un enfoque agroecológico. Tesis Doctoral. FCAyF, UNLP. 171pp. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26043>.
- Santos, T. & J.L. Tellería.** 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Revista Ecosistemas* 15 (2): 3-12. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/180>.

- Sarandón, S.J. & C.C. Flores (ed.)**. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo 5: 131-158. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- Sarandon, S.J. & G. Hang**. 2002. La investigación y formación de profesionales en Agroecología para una agricultura sustentable: el rol de la Universidad. En: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. La Plata: Ediciones Científicas Americanas, 2002. Cap. 23: 451-464.
- Sarandon, S.J. (Ed.)**. 2002. Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. La Plata: Ediciones Científicas Americanas. 557pp.
- Sarandón, S.J.** 2009. Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable: Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica. En: Altieri, M. (Ed.). 2009. Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. Publicado por SOCLA. Capítulo 4: 95-116.
- Sarandón, S.J., Flores, C.C., Gargoloff, N.A. & M.L. Blandi**. 2014. Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En: Sarandón S.J. & C.C. Flores (ed.). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo 14: 375-410. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- Schwab, A., Dubois, D., Fried, P. & P. Edwards**. 2002. Estimating the biodiversity of hay meadows in north-eastern Switzerland on the basis of vegetation structure. Agriculture, Ecosystems and Environment 93: 197-209. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880901003474>.
- Segoli M. & J.A. Rosenheim**. 2012. Should increasing the field size of monocultural crops be expected to exacerbate pest damage?. Agriculture, Ecosystems and Environment 150: 38-44. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880912000242>.
- SIIA (Sistema Integrado de Información Agropecuaria)**. 2014. Estimaciones Agrícolas. Campaña 2013/2014. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Disponible en <http://www.siaa.gov.ar/series>. Visitada en julio de 2014.
- Sili, M.** 2005. La Argentina rural: de la crisis de la modernización agraria a la construcción de un nuevo paradigma de desarrollo de los territorios rurales. Ediciones INTA. Buenos Aires, 108 pp. Disponible en http://www.mapasderecursos.org.ar/archivos_biblioteca/1366031593_LaArgentinaRural.pdf.
- Stupino, S., Iermanó, M.J., Gargoloff, N.A. & M.M. Bonicatto**. 2014. La biodiversidad en los agroecosistemas. En: Sarandón S.J. & C.C. Flores (ed.). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo 5: 131-158. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- Swift, M.J., Amn, I. & M. Van Noordwijk**. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes-are we asking the right questions?. Agriculture, Ecosystems and Environment 104: 113-134. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880904000362>.
- Tamosiunas, M.** 2012. La forestación para sombra en predios ganaderos familiares. Factores que inciden en la decisión de incluir árboles. Actas de VII Congreso de Medio Ambiente, AUGM. La Plata, 2012. 27pp. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26743>.
- Tsakoumagkos, P.** 2009. Tecnología y pequeña producción agropecuaria en la Argentina: una caracterización basada en el censo nacional agropecuario 2002 y en estudios de caso / Pedro Tsakoumagkos & María del Carmen González; coordinado por Pedro Tsakoumagkos. 1a ed. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2009. 304 pp.
- UNEP/CDB/COP/5**. 2000. The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su quinta reunión. Apéndice. Nairobi, 15-26 de mayo 2000. Disponible en <http://www.cbd.int/decisions/cop/?m=cop-05>.
- Van Driesche, R.G., Hoddle M.S. & T.D. Center**. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. USA: USDA (United States Department of Agriculture). 765pp. Disponible en http://www.fs.fed.us/foresthealth/technology/pdfs/VAN_DRIESCHE_CONTROL_Y_PLAGAS_WEB.pdf.
- Vandewalle, M., de Bello, F., Berg, M., Bolger, T., Dolédec, S., Dubs, F., Feld, C., Harrington, R., Harrison, P., Lavorel, S., Martins da Silva, P., Moretti, M., Niemelä, J., Santos, P., Sattler, T., Sousa, P., Sykes, M., Vanbergen, A. & B. Woodcock**. 2010. Functional traits as indicators of biodiversity response to land use changes across ecosystems and organisms. Biodiversity & Conservation 19: 2921-2947. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10531-010-9798-9>.
- Weyland, F. & M.E. Zaccagnini**. 2008. Efecto de las terrazas sobre la diversidad de artrópodos caminadores en cultivos de soja. Ecología Austral 18: 357-366. Disponible en <http://www.ecologiaaustral.com.ar/index2.php>.
- Woodcock, B.A. & R.F. Pywell**. 2010. Effects of vegetation structure and floristic diversity on detritivore, herbivore and predatory invertebrates within calcareous grasslands. Biodiversity & Conservation 19: 81-95. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10531-009-9703-6>.
- Zazo, F., Flores, C. & S.J. Sarandón**. 2011. El "costo oculto" del deterioro del suelo durante el proceso de "sojización" en el Partido de Arrecifes, Argentina. Revista Brasileira de Agroecología. 6(3): 3-20. Disponible en <http://www.abagroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/10052/8450>