

ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL EN UN ESTABLECIMIENTO GANADERO PAMPEANO

Agustina Lavarello Herbin¹; Raúl Alberto Pérez¹; Maximiliano Pérez¹; Verónica Maldonado May²; Diego Franco²; Claudio Fioroni²

¹ INTA-IPAF Región Pampeana, Avenida 66 y Calle 167, Los Hornos, Buenos Aires,

² Centro de Investigaciones Veterinarias y Agronómicas – (CICVyA), INTA Castelar, CICVyA, B1686 William C. Morris, Buenos Aires.
E-mail: lavarelloherbin.a@inta.gob.ar

Recibido: 15/03/19

Aceptado: 17/10/19

RESUMEN

La biodiversidad ha disminuido rápidamente en áreas rurales y periurbanas durante los últimos años como resultado de la intensificación agropecuaria y de los cambios asociados a los métodos de producción, provocando la pérdida de los servicios ecosistémicos de regulación y soporte. El objetivo de este trabajo fue evaluar la regulación ecológica o natural de las adversidades bióticas en un establecimiento pampeano de cría bovina con manejo de base agroecológico. Nuestra hipótesis fue que en sitios de alta biodiversidad existe una regulación ecológica de las plagas y enfermedades de la producción primaria, de tal manera que no hay impedimentos para lograr una productividad de carne acorde a la zona sin la aplicación de agroquímicos. El estudio se llevó a cabo en el campo experimental ganadero de cría bovina del Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Agronómicas del INTA, ubicado en Hurlingham (Buenos Aires) establecimiento representativo de los sistemas productivos ganaderos de cría ubicados en el periurbano de Buenos Aires y, al igual que ellos, con restricciones a la aplicación de agroquímicos. Se utilizó el índice de potencial de regulación biótica (IPRB), el que estima indirectamente el potencial de un sistema productivo para la regulación de las adversidades bióticas. El IPRB se construyó a partir de veinte indicadores referidos a la vegetación cultivada y espontánea, y a estrategias de manejo que inciden sobre la regulación natural de las adversidades biológicas. El valor de IPRB obtenido para el sistema fue elevado (de 0,89 y 0,88 durante el primer y segundo año, respectivamente). A modo de conclusión, hemos demostrado que este sistema, altamente diverso y con un manejo de base agroecológica, sostuvo niveles adecuados de producción de carne, inclusive sin la aplicación de agroquímicos.

Palabras clave: biodiversidad, sustentabilidad, pastizal natural, servicios ecosistémicos, sistemas productivos.

FUNCTIONAL BIODIVERSITY ANALYSIS IN A PAMPEAN CATTLE BREEDING RANCH

SUMMARY

Biodiversity has quickly declined in rural and peri-urban areas in recent years, due to agricultural intensification and changes associated with production methods, provoking the loss of regulatory and support ecosystem services. The objective of this study was to evaluate the natural or ecologic regulation of biotic adversities at a Pampas cattle-breeding ranch. Our hypothesis was that in high biodiversity sites there is a natural regulation of pests and diseases of primary production, so that there are no impediments to meat productivity expected for the region without the application of agrochemicals. The study was carried out in the experimental cattle-breeding field of the Research Center in Veterinary and Agronomic Sciences of INTA, located in Hurlingham (Buenos Aires) research station representative of the productive livestock farming systems located in the peri-urban area of Buenos Aires, having restrictions on the application of agrochemicals. We used the biotic regulation potential index (IPRB), an index that indirectly estimates the potential of a productive system of regulating biotic adversities. We built the IPRB based in

twenty indicators referring to the cultivated and spontaneous vegetation, and to management strategies that affect the regulation of biological adversities. The IRPB value of the system was high (0.89 during the first year and 0.88 the second). In conclusion, we have shown that this highly diverse system having an agroecologically-based management, sustained adequate levels of meat production, even without the application of agrochemicals.

Key words: biodiversity, sustainability, natural grasslands, ecosystem services, productive systems.

INTRODUCCIÓN

El proceso de expansión agrícola ocurrido en la Argentina en las últimas décadas generó un drástico cambio en el uso del suelo en las áreas de producción agropecuaria extensiva (Jacobo *et al.*, 2016). La intensificación de la producción agropecuaria asociada a estos cambios se sustentó en la especialización productiva y en el aumento de la productividad a través de la simplificación del manejo de los cultivos o el ganado (Jacobo *et al.*, 2016). Las nuevas prácticas asociadas a este proceso incluyeron la aplicación rutinaria de agroquímicos (Jacobo *et al.*, 2016; O'Donovan, 1996). Como contrapartida, en los últimos años ha habido una necesidad creciente de reducir el uso de estos productos, motivada en parte por el incremento de los costos. Por otra parte, surgió la vocación de minimizar las consecuencias ambientales negativas del uso de pesticidas y herbicidas (*e.g.* Van der Werf, 1996) y de ralentizar la aparición de resistencia en diversos organismos plaga (Chantre *et al.*, 2017; O'Donovan, 1996).

Los fenómenos de intensificación productiva y de uso masivo de agroquímicos descritos constituyen una de las principales causas de la pérdida de la biodiversidad y de la provisión de servicios ecosistémicos de regulación y soporte (Power, 2010). El rol de la biodiversidad en los agroecosistemas ha sido últimamente revalorizado por los servicios ecológicos que brinda, tales como el ciclado de nutrientes, la regulación biótica, el mantenimiento del ciclo hidrológico, entre muchos otros (De Bello *et al.*, 2010; Stupino *et al.*, 2014). Si bien la valuación y el manejo de la biodiversidad y sus efectos sobre los servi-

cios ecológicos en la intensificación agrícola está siendo muy debatido, aún es poco comprendido (Swift *et al.*, 2004).

Existen varios índices para evaluar la biodiversidad, aunque no todos resultan adecuados para caracterizar los aspectos funcionales de los agroecosistemas porque solamente tienen en cuenta el número de especies y su abundancia (Stupino *et al.*, 2014) y/o fueron diseñados para sistemas productivos de escala y condición climática diferente a la región pampeana (*e.g.* Griffon, 2008). Sin embargo, otros índices tales como el potencial de regulación biótica (PRB), involucran la identificación de parámetros composicionales, estructurales y temporales propios de los sistemas productivos (Iermanó *et al.*, 2015). Se define PRB a la capacidad potencial de un agroecosistema para regular plagas, enfermedades y malezas a través de un conjunto de mecanismos y funciones ecológicas asociados a las distintas dimensiones de la agrobiodiversidad, lo que lleva a una reducción en el uso de insumos utilizados para controlar esas adversidades (Swift *et al.*, 2004). La importancia de este potencial radica en que para utilizar la agrobiodiversidad como herramienta de manejo de los agroecosistemas, es necesario identificarla y evaluarla (Stupino *et al.*, 2014), sin embargo, medirla correctamente es difícil (Iermanó *et al.*, 2015).

Si bien las teorías sobre el control biológico o manejo integrado de plagas han sido desarrolladas poniendo más énfasis en las plagas y las malezas (Acciaresi y Sarandón, 2002; Sanchez Vallduví y Sarandón, 2014) que en las enfermedades (Melo Reis *et al.*, 2002); el PRB incluye también a los patógenos (Iermanó *et al.*, 2015). Los indi-

cadores relacionados con el control biológico de plagas se basan en la existencia en el agroecosistema de condiciones favorables para la presencia de los enemigos naturales, es decir, del potencial de ese sistema productivo para la regulación natural de esta adversidad biótica (Iermanó *et al.*, 2015). Por otra parte, los indicadores relacionados con el manejo agroecológico de malezas son parámetros que dan cuenta de aquellas prácticas agrícolas que favorecen la disminución de la colonización y la interferencia de las malezas sobre los cultivos (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2014).

En las zonas periurbanas, la necesidad de reducir la aplicación de agroquímicos se complejiza aún más, dado que se trata de matrices complejas y diversas que requieren especial atención, tanto en términos urbanos como productivos (Martínez *et al.*, 2016). Como espacio de transición entre dos ambientes bien caracterizados (el campo y la ciudad) (Barsky, 2005), las áreas periurbanas tienen gran parte de las problemáticas que emanan de un ambiente y del otro: espe-

culación y presión inmobiliaria por revalorización de la tierra, problemas de asentamientos irregulares, inconvenientes de contaminación por fumigaciones, falta de servicios básicos, problemas de circuitos de comercialización, etc. (Martínez *et al.*, 2016). La producción ganadera bovina en el AMBA es muy importante, existiendo 389.167 cabezas distribuidas en 22 partidos, sobre un total de 883.400 ha (datos publicados por SENASA, año 2016). La densidad de existencias bovinas (cabezas/km²) por partido se detalla en la Figura 1, siendo los dos partidos con mayor densidad de cabezas Brandsen y Cañuelas (93,5 y 83,2 cabezas/km² respectivamente).

Existen diversas formas para medir la biodiversidad a nivel predial, entre ellas el índice de potencial de regulación biótica (IPRB), basado en la metodología de indicadores de sustentabilidad de Sarandón *et al.* 2014 (Iermanó *et al.*, 2015). Dicho índice considera una serie de variables relacionadas con las diferentes dimensiones de la agrobiodiversidad. Las borduras de vegetación espontánea cumplen un rol fundamental de regulación

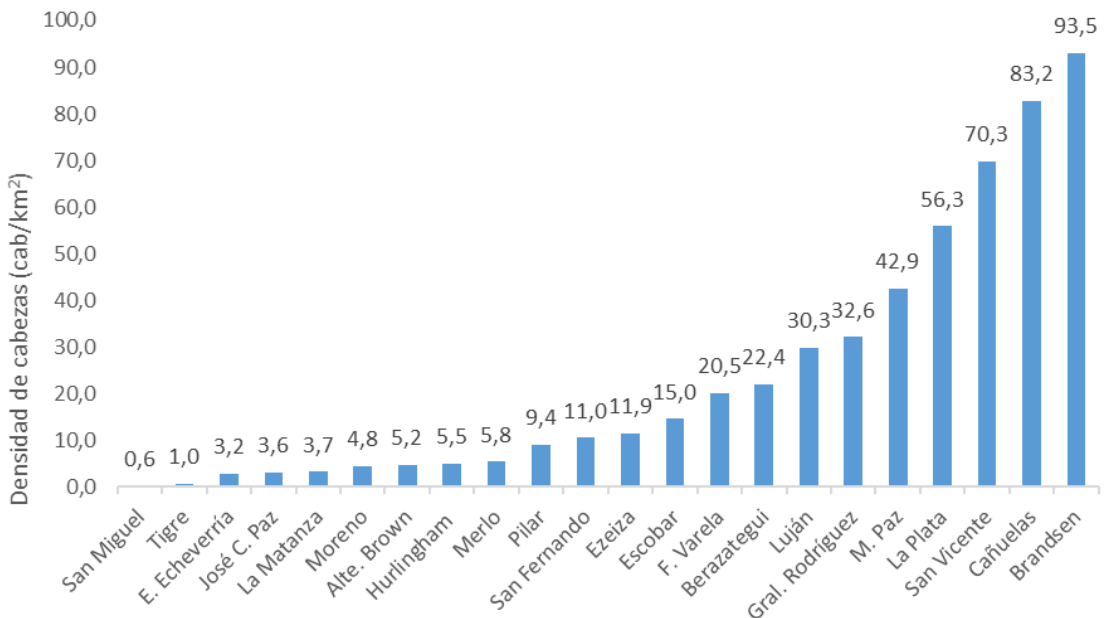


Figura 1. Densidad de existencias bovinas (cabezas/km²) por partido del conurbano del AMBA. Fuente: Senasa (2016)

ecológica a través de la presencia de organismos benéficos en el sistema (e.g. Van Driesche *et al.*, 2007); por ello su *riqueza de especies vegetales* es un indicador indirecto de la biodiversidad de artrópodos (Batáry *et al.*, 2012; Paleologos *et al.*, 2009; Schwab *et al.*, 2002); mientras que la presencia de plantas con flor en la bordura (particularmente de las familias Fabaceae, Asteraceae y Apiaceae) favorecen la presencia de enemigos naturales en el sistema (Nicholls, 2008).

Asimismo, el ancho de las borduras muestra la disponibilidad de hábitats importantes para los enemigos naturales tales como sitios de hibernación, o como proveedores de polen o néctar o de recursos alimenticios 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 (e.g. Marasas *et al.*, 2010; Weyland y Zaccagnini, 2008).

Los estratos vegetales en la bordura, por su parte, se refieren a la dimensión vertical de la agrobiodiversidad e indican la complejidad estructural de un ambiente seminatural (Blake *et al.*, 2011). La diversidad de estratos, entre otras cosas, interfiere con la capacidad de los artrópodos para localizar los recursos alimenticios (Randlkofer *et al.*, 2010). La cobertura de la bordura influye sobre la configuración del hábitat y la riqueza de los artrópodos (Woodcock y Pywell, 2010; Schwab *et al.*, 2002); mientras que la estrategia de manejo de la bordura determina la estabilidad en el tiempo y la presencia de disturbios del hábitat y su vegetación (Blake *et al.*, 2011; Schwab *et al.*, 2002).

Por otra parte, las estrategias de manejo predial tienen una influencia sobre la regulación agroecológica, y son consideradas en la estimación del IPRB. La diversidad cultivada es 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 (Iermanó *et al.*, 2015); mientras que la riqueza y la co-

bertura de especies vegetales (particularmente angiospermas) intra-parcela se consideran indicadores de la conservación de la biodiversidad de artrópodos (e.g. Batáry *et al.*, 2012) e influyen sobre la configuración del hábitat (e.g. Blake *et al.*, 2011; Woodcock y Pywell, 2010), contribuyendo positivamente con el PRB.

La estrategia de manejo sustentable de maizadas, por su parte, se refiere al manejo integrado y sustentable, incluyendo una disminución en el uso de herbicidas y la utilización de métodos alternativos como el control biológico o, por ejemplo, el aumento de la habilidad competitiva de los cultivos (Iermanó *et al.*, 2015). A menor uso de herbicidas y mayor cantidad de estrategias de manejo utilizadas, mayor PRB. La relación perímetro/área es una medida de la fragmentación del hábitat de las parcelas destinadas a usos productivos y de su conectividad a través de los corredores de vegetación espontánea perimetrales a los lotes (Samways *et al.*, 2010). La proximidad permite inferir la posibilidad de que los artrópodos benéficos puedan desplazarse desde las borduras y estén presentes en toda la superficie del lote (Altieri y Nicholls, 2009). La superficie anual/perenne o semipermanente indica la estabilidad del hábitat, ya que la cobertura de pasturas perennes actúa como "buffer" y disminuyen el impacto y la frecuencia de los disturbios en comparación con los lotes con cultivos anuales (Blake *et al.*, 2011; Woodcock y Pywell, 2010). La rotación de cultivos permite aumentar la diversidad vegetal del agroecosistema en el tiempo y cortar con el ciclo de las plagas, enfermedades y maizadas (Flores y Sarandón, 2014).

La presencia del pastizal natural en el sistema favorece las dinámicas poblacionales de los enemigos naturales (Nicholls, 2008); y los parches forestales funcionan como un refugio durante las etapas desfavorables para muchos enemigos naturales como los pentatómidos y los coccinélidos (Edelstein *et al.*, 2008). Por otra parte, los alrededores son los parches de distintos usos que rodean al establecimiento (Iermanó *et al.*, 2015), indicando que el uso del

suelo a escala de paisaje tiene una fuerte influencia en la riqueza local de especies (Schwab *et al.*, 2002). El uso de policultivos favorece la diversidad alfa, relacionada con la riqueza de especies que hay en una unidad paisajística o en un hábitat determinado (Stupino *et al.*, 2014), la que es propicia para la presencia de artrópodos benéficos dentro de la parcela y para el control de malezas, ya que los recursos disponibles para las malezas son utilizados por especies cultivadas (Sanchez Vallduví y Sarandón, 2014). El sistema de labranza influye sobre la presencia de enemigos naturales, ya que el laboreo altera la vegetación y la broza en superficie, afectando los lugares de hábitat y refugio (Weyland y Zaccagnini, 2008; Nicholls, 2008). La estrategia de manejo de plagas tiene influencia sobre la presencia de artrópodos; ya que si se realizan aplicaciones preventivas de insecticida hay menos posibilidades de que los predadores estén presentes en el sistema, ya sea por un efecto directo sobre los enemigos naturales, o sobre sus presas (Nicholls, 2008).

Nuestro objetivo fue evaluar la agrobiodiversidad de un establecimiento ganadero pampeano que, por su ubicación en el conurbano oeste de la ciudad de Buenos Aires, posee un manejo de base agroecológica ya que se encuentra en condiciones de restricciones a la aplicación de agroquímicos y al uso de maquinaria. La hipótesis que condujo este trabajo fue que una alta biodiversidad agroecológica del campo, estimada como IPRB, permite una regulación biótica de plagas y malezas de forma tal que se pueden sostener niveles aceptables de producción de carne sin la aplicación de agroquímicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Campo Experimental del Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y Agronómicas (CICVyA) perteneciente al INTA, ubicado en Hurlingham, a 30 km al oeste de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, tiene la finalidad de proveer ejemplares de bovinos para la experimentación, principalmente

para los investigadores del Centro. Posee una extensión aproximada de 53,1 ha (50,85% es campo natural, el 31,10% son pasturas polifíticas implantadas, y el 18,05% con son verdes de invierno y verano), en la cual pastorea un rodeo total de 71 bovinos de cruza británicas, con planteo productivo de cría. El predio es manejado con una base agroecológica, la que consiste en alimentación pastoreo sin suplementación del ganado (pastoreo de pastizal natural y recursos cultivados anuales y perennes, más suministro de rollos), con un manejo sanitario preventivo de la sanidad y la reproducción, y sin la aplicación de herbicidas ni insecticidas desde 2011.

Dado que no hay registros de la producción de carne del CICVyA previos al 2011, se tomó ese año como base o punto de inicio. En la Figura 2 se muestra la productividad promedio del CICVyA obtenida desde el año 2011 hasta el año 2017. Este establecimiento es representativo de sistemas productivos del periurbano, teniendo prácticas ganaderas similares a establecimientos de la zona como, por ejemplo, el encierro de los animales durante la noche para evitar robos, por lo que el ganado sólo pastorea durante el día. Asimismo, dada su cercanía al casco urbano, se encuentra en una zona de exclusión a la aplicación de agroquímicos; y el acceso a maquinarias es limitado como en otros establecimientos del AMBA. Aunque su finalidad es meramente experimental, cuenta con las características de cualquier establecimiento de cría de la zona.

Para estimar indirectamente el potencial de regulación de adversidades bióticas a través de la agrobiodiversidad del sistema de estudio, se utilizó el Índice de Potencial de Regulación Biótica (IPRB) (Iermanó *et al.*, 2015), el que varía entre 0 y 1, y se estima a través de indicadores de la agrobiodiversidad seleccionados para cada sistema (Griffon, 2008; De Bello *et al.*, 2010). Siguiendo la metodología desarrollada por Iermanó (2015), se seleccionaron los siguientes

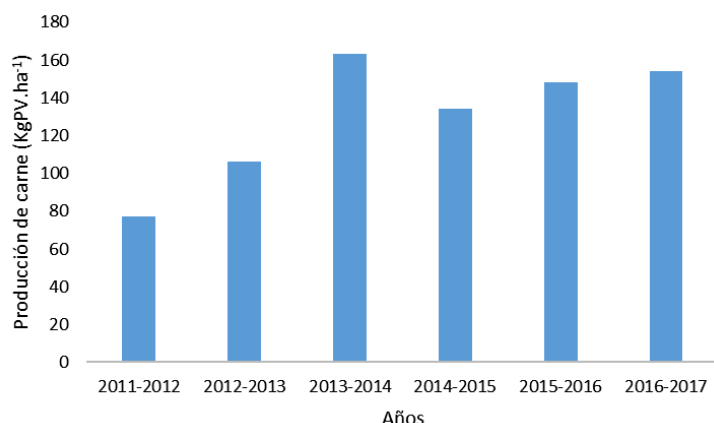


Figura 2. Producción de carne (kgPV.ha⁻¹) en el campo experimental del CICVyA (Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Agronómicas) para el periodo 2011-2017. Fuente: Inventario CICVyA.

indicadores: riqueza de la bordura, uno de los índices clásicos de la biodiversidad y muchas veces relacionada también con la conservación de artrópodos por lo que, a mayor riqueza, mayor IPRB (Batáry *et al.*, 2012); ancho y estrategia de manejo de bordura (porque de ella depende su presencia y composición); presencia de plantas con flor (son alimento para los controladores biológicos naturales epífitos); diversidad cultivada (importante para la estructura del sistema); presencia de pastizales (representan grandes parches biodiversos, al estar compuestos por una importante cantidad de especies nativas y naturalizadas); cociente de la superficie anual/perenne (como indicador de estabilidad) y otros indicadores como el uso de policultivos, rotaciones, riqueza de especies vegetales intra-parcela, cobertura intra-parcela, relación perímetro área, presencia de parches forestales, proximidad, alrededores, sistema de labranza, manejo de malezas y estrategia de manejo de plagas.

Cada indicador fue ponderado, asignando un valor de 2 a aquellos indicadores que se consideraron de mayor importancia, y un valor de 1 a los de menor importancia relativa; y se estableció una escala entre 0 y 3 para cada uno de ellos (el valor 3 indica

la mejor condición, mientras el valor 0 indica la peor condición).

Una vez relevados los datos de cada indicador, y asignados los valores correspondientes de acuerdo a la escala, se calculó el IPRB (Iermanó *et al.*, 2015), de acuerdo a la siguiente ecuación de:

$$\text{IPRB} = [\sum(V_i/3) * v_p] / \sum v_p$$

V_i = valor del indicador

v_p = valor de ponderación

Muestreo de los indicadores

Riqueza de especies vegetales en la bordura: se evaluó la cantidad de especies vegetales en la bordura, muestreando una superficie de 20 m² (Batáry *et al.*, 2012).

Presencia de plantas con flor en la bordura: se cuantificó la presencia especies de las familias Fabaceae, Asteraceae y Apiaceae (Nicholls, 2008).

Ancho de las borduras de vegetación espontánea: se midió el ancho de la bordura, tomando la distancia desde el borde del cultivo hasta el alambrado o el final de la misma (*e.g.* Marasas *et al.*, 2010; Weyland y Zaccagnini, 2008).

Estratos vegetales en la bordura: 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.* (2009).

Cobertura de la bordura: se evaluó el porcentaje de cobertura vegetal en la bordura para una superficie de 20 m² (Blake *et al.*, 2011).

Estrategia de manejo de la bordura: se evaluó si permanecen sin disturbio, son cortadas con desmalezadora, son pastoreadas por los animales (Iermanó *et al.*, 2015).

Diversidad cultivada: 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. 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: con el fin de evaluar 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).

Cobertura intra parcela: se evaluó el porcentaje de cobertura vegetal en una superficie de 20 m² dentro de las parcelas cultivadas (Blake *et al.*, 2011).

Estrategia de manejo de malezas: se evaluó el tipo de estrategia utilizada para el control

de malezas (mecánica, química, técnicas culturales como densidad de siembra, uso de policultivos, etc.) (Iermanó *et al.*, 2015). A menor uso de herbicidas y mayor cantidad de estrategias de manejo utilizadas, mayor PRB.

Relación perímetro/área: 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: se midió la distancia desde el centro de un lote hasta el borde más cercano (m) y se calculó un valor promedio del total de lotes del establecimiento (Altieri y Nicholls, 2009).

Superficie anual/perenne o semipermanente: se calculó el porcentaje de la superficie ocupada con pasturas perennes en relación a la superficie total cultivada en el agroecosistema (Blake *et al.*, 2011; Woodcock y Pywell, 2010).

Rotación de cultivos: se evaluó la realización de rotaciones en el sistema productivo, teniendo en cuenta si se trataba de rotaciones solamente entre cultivos anuales o entre cultivos anuales, forrajes anuales y forrajes perennes. Se evaluó también el porcentaje de superficie en rotación (Flores y Sarandón, 2014).

Presencia del pastizal natural en el sistema: se midió la superficie con pastizal en el sistema y se calculó la proporción que representa sobre el total de la superficie del establecimiento (Nicholls, 2008).

Presencia de parches forestales: 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 (Iermanó *et al.*, 2015).

Alrededores: 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 (Iermanó *et al.*, 2015).

Uso de policultivos: se evaluó la proporción de superficie sembrada con policultivos en relación a la superficie sembrada total

Sistema de labranza: se evaluó el tipo de labranza utilizado en el predio, y si se realiza una combinación de las mismas (Weyland y Zaccagnini, 2008; Nicholls, 2008).

Estrategia de manejo de plagas: Este indicador se relevó a través de la entrevista realizada a los técnicos y personal a cargo del campo.

Este trabajo presenta los datos relevados durante dos años sucesivos (2016 y 2017) como parte de un análisis interanual en proceso.

RESULTADOS

Se presentan en el Cuadro 1 los valores obtenidos, índices y el Índice de Potencial de Regulación Biótica (IPRB) total del sistema. El IPRB total calculado (sobre un máximo posible de 1) fue de 0,89 para el primer año evaluado, y 0,88 para el segundo, como resultado de que quince de los indicadores evaluados sobre un total de 20 (75%) obtuvieron la mayor ponderación posible sugerida por la metodología, mientras que ningún indicador obtuvo un valor 0 en su valoración.

DISCUSIÓN

El manejo de la biodiversidad, tanto cultivada como espontánea, recibe un énfasis especial desde el punto de vista agroecológico (Stupino *et al.*, 2014). Desde este mismo enfoque, se busca incrementar la biodiversidad funcional de los agroecosistemas, transformando su estructura y optimizando los procesos clave del ecosistema (Altieri y Nicholls, 2010; Swift *et al.*, 2014). Para poder utilizar

la biodiversidad como herramienta de manejo de los agroecosistemas, es necesario identificarla y evaluarla (Stupino *et al.*, 2014). Varios autores han propuesto formas de evaluarla, sin embargo, se trata de trabajos para sistemas productivos de escala y condición climática diferente a la de los sistemas pampeanos (e.g. Lyashevskaya y Farnsworth, 2012; Moonen y Barberi, 2008).

El IRPB final estimado para el establecimiento analizado, de 0,89 y de 0,88, fue superior al promedio obtenido en los establecimientos de alta diversidad (familiares mixtos) reportado por Iermanó *et al.* (2015). Estos valores permiten inferir una muy buena capacidad potencial del agroecosistema para mantener reguladas a las poblaciones de plagas, enfermedades y malezas a través de funciones ecológicas asociadas a las distintas dimensiones de la agrobiodiversidad. Esta capacidad potencial permitió sostener una buena producción de carne por unidad de superficie sin la necesidad de aplicar agroquímicos, permitiéndonos avalar nuestra hipótesis de trabajo. De hecho, la producción secundaria del CICVyA (Figura 2), obtenida mediante un manejo de base agroecológico sin aportes de insumos externos, es similar a los valores promedio de la región pampeana húmeda (Figura 1). Sarachu *et al.* (2015) reportaron 136,45 kgPV/h para un establecimiento de 491 vientres en 796 ha y 85% de participación en el total de la cría ganadera; y 140 kgPV/ha para otro sistema productivo de 72 ha, 80 vientres y 100% de participación de la cría en el total de la cría ganadera.

Resulta interesante rescatar, además, que los altos valores de IRPB se mantuvieron a lo largo de los dos años evaluados. Pese a que las precipitaciones anuales registradas durante 2016 y 2017 oscilaron dentro de los valores históricos normales para la zona (826,2 y 1015,6 mm respectivamente), hubo una intensa sequía desde mediados de la primavera de 2017 hasta otoño de 2018, situación durante

Cuadro 1. Valores de los indicadores obtenidos (V_i) e Índice de Potencial de Regulación Biótica (IPRB) total para el CICVyA/INTA.

Indicador	Características presentes en el sistema – Año 1 (2016)	Características presentes en el sistema –Año 2 (2017)	Valor ponderación	Valor obtenido (V_i)	
				Año 1	Año 2
1. Presencia de Pastizal Natural	Posee un 50,85%. $V_i=3$, porque la superficie del sistema con pastizal natural es mayor a un 30%.	Ídem 2016	2	3	3
2. Diversidad cultivada	Equivale a 0,86. $V_i=3$ ya que la diversidad está en un rango 0,76-1,2.	Ídem 2016	2	3	3
3. Superficie Perenne/ cultivada	63,22%. $V_i=3$ ya que presenta más del 46%.	Ídem 2016	2	3	3
4. Uso de Policultivos	100%. $V_i=3$, ya que la superficie con policultivos representa más del 61% de la superficie cultivada.	Ídem 2016	1	3	3
5. Rotaciones	Se realizan rotaciones planificadas entre verdeos de henificación, verdeos de pastoreo y pasturas perennes, en el 60% de la superficie cultivada. $V_i=3$, ya que supera el 50% de la superficie cultivada.	Ídem 2016	1	3	3
6. Riqueza de especies vegetales en la bordura	Con un promedio de 15,75 sp entre los lotes 4-5-6-11. El $V_i=2$, ya que está entre 14 y 20 sp. vegetales.	Entre 14 y 20 sp.	2	2	2
7. Presencia de plantas con flor en la bordura	Promedio de 7,25 sp. con flor en la bordura para los lotes 4-5-6-11. $V_i=3$ por ser superior a 6 sp. con flor. Sólo el lote 6 tuvo 5 sp.	Promedio de 4,66 sp. los lotes 4-5-11. Sólo lote 5 alcanzó las 6 sp. $V_i=2$ por ubicarse entre 3 y 5 sp. con flor.	2	3	2
8. Ancho de las borduras	Más de 2 metros de ancho. $V_i=3$ ya que supera los 2 m en todos los bordes, en lotes 4-5-6-11.	Más de 2 metros de ancho en promedio. (2 m, 1m y 10 m respectivamente en borde de lotes 11 – 5 y 4)	1	3	3
9. Estratos vegetales en la bordura	$V_i=3$ ya que hay 4 estratos en todos los lotes analizados, lotes 4-5-6-11.	Más de 4 estratos (en todos los lotes 4-5-6-11)	1	3	3
10. Cobertura de la bordura	Cobertura del 100% en todos los lotes 4-5-6-11. $V_i=3$, ya que la cobertura está entre 80 y 100%.	Entre 80 y 100%. (cobertura del 100% en todos los lotes 4-5-11)	1	3	3
11. Estrategia de manejo de la bordura	El corte es esporádico y con pastoreo. $V_i=2$, pues no deja la vegetación, pero tampoco utiliza herbicidas.	Ídem 2016	2	2	2
12. Riqueza de especies vegetales intra parcela	El sistema está en el rango entre 7 y 13 sp. vegetales. (7 y 8 sp. Lote 10 y 11, respectivamente). $V_i=1$. Más de 20 sp. $V_i=3$, entre 14 y 20 equivale $V_i=2$.	Entre 7 y 13 sp. vegetales. (12 y 10 sp. Lote 10 y 11, respectivamente)	1	1	1

Indicador	Características presentes en el sistema – Año 1 (2016)	Características presentes en el sistema –Año 2 (2017)	Valor ponderación	Valor obtenido (vi)	
				Año 1	Año 2
13.Cobertura intra parcela	Cobertura entre 60% y 80% equivale a $V_i=2$	100%. $V_i=3$ ya que está en el rango entre 80 y 100%	1	2	3
14.Relación perímetro/área	Con 8285 m totales de perímetro, la RPA=165. Ello equivale a $V_i=2$, pues está en el rango de RPA (131 y 220).	Ídem 2016	1	2	2
15.Proximidad	Promedio de los lotes: 67.9 metros entre el centro y su borde. $V_i=3$ por ser menor a 100 m.	Ídem 2016	1	3	3
16.Presencia de parches forestales	Presentan 5 parches dentro del establecimiento, cuya superficie relativa es superior al 1% de la superficie total. Ello equivale a $V_i=3$.	Ídem 2016	1	3	3
17.Alrededores	No hay establecimientos productivos, pero sí zonas de vegetación natural o parquizadas. La ausencia de establecimientos productivos lo ubica en un $V_i=3$	Ídem 2016	1	3	3
18.Sistema de labranza	El sistema de labranza es reducido. Esta característica, sin empleo de agroquímicos, lo ubica en un $V_i=3$.	Ídem 2016	1	3	3
19.Manejo de Malezas	El manejo de malezas es sólo mecánico (basado en cortes). Esta característica, y la ausencia de control químico, lo ubica en un $V_i=3$	Ídem 2016	1	3	3
20.Estrategia de Manejo de plagas	No usan plaguicidas, siendo esta situación equivalente a $V_i=3$	Ídem 2016	1	3	3
IPRB TOTAL				0,89	0,88

la cual solamente se redujo la presencia de plantas con flor de la bordura y aumentó la cobertura intra-parcela (explicado esto por el aumento del material senescente). Esto explicaría que el IRPB se mantuviera estable aún en condiciones climáticas extremas, y denota la estabilidad y resiliencia de estos sistemas, al menos para los parámetros evaluados.

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 biodiversidad funcional y el potencial de regulación bióti-

ca es necesario identificar los parámetros composicionales, estructurales y temporales propios de este tipo de sistemas productivos (Iermanó *et al.*, 2015). La agricultura moderna simplificó los sistemas productivos, restándole dimensiones de la agrobiodiversidad, lo que se agudiza en los sistemas intensificados. 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 (Iermanó *et al.*, 2015), por-

que desde el enfoque de la agricultura convencional su importancia no es aún del todo comprendida (Stupino *et al.*, 2014), o porque el manejo está sujeto a estrategias de mercado cortoplacistas. 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 y las decisiones de los produc-

tores y profesionales (Gargoloff *et al.*, 2009). Los resultados de este estudio muestran que sistemas con baja o nula aplicación de insumos de síntesis química y con un manejo productivo base agroecológica tienen un alto potencial de regulación de las adversidades biótica y abióticas, pudiendo sostener niveles productivos aceptables y acordes a los objetivos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Acciaresi, H.A. y Sarandón, S.J. (2002). Manejo de malezas en la agricultura sustentable. En S.J. Sarandón & C.C. Flores (Eds.) *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. (pp 331-361). La Plata, Argentina: Ediciones Científicas Americanas.
- Altieri, M.A. y Nicholls, C.I. (2009). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. 248 pp. Barcelona, España: Icaria Editorial.
- Barsky, A. (2005). El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. Revista Electrónica de geografía y Ciencias Sociales Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-194-36.htm>
- Batáry, P., Holzschuh, A., Márk Orci, K., Samu, F. y Tscharrntke, T. (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.
- Blake, R.J., Woodcock, B.A., Ramsay, A.J., Pilgrim, E.S., Brown, V.K., Tallwin, J.R. y Potts, S.G. (2011). Novel margin management to enhance Auchenorrhyncha biodiversity in intensive grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140, 506-513.
- Chantre, G., Molinari, F. y Blanco, A. (2017). Modelos de ayuda a la toma de decisiones para el manejo integrado de malezas. *Productividad y medio ambiente*, 1, 81-83.
- De Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J. H., Bardgett, R. D. y da Silva, P. M. (2010). Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity and Conservation*, 19(10), 2873-2893.
- Edelstein, J., Grillo, M., Trumper, E. y Fava, F. (2008). Estructura del paisaje agrícola y abundancia de *Nezara viridula* y *Piezodorus guildinii*. En: E. Trumper. y J. Edelstein (eds.). *Chinches fitófagas en soja. Revisión y avances en el estudio de su ecología y manejo*. (pp. 97-106). Manfredi, Argentina: Ediciones INTA.
- Flores, C.C. y Sarandón, S.J. (2014). Manejo de la biodiversidad en agroecosistemas. En: S.J. Sarandón & C.C. Flores (eds.). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. (pp 342-373). La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- Gargoloff, N.A., Bonicatto, M.M., Sarandón, S.J. y Albadalejo, C. (2009). Análisis del conocimiento y manejo de la agrobiodiversidad en horticultores capitalizados, familiares y orgánicos de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología*, 4(2), 1-4.
- Griffon, D. (2008). Estimación de la biodiversidad en agroecología. *Revista Agroecología*, 3, 25-31.
- Iermanó, M.J., Sarandón, S.J., Tamagno, L.N. y Maggio, A.D. (2015). Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del "potencial de regulación biótica" en agroecosistemas del sudeste bonaerense. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Plata*, 114(1), 1-14.
- Jacobo, E.J., Rodríguez, A., González, A. y Golluscio, R.A. (2016). Efectos de la intensificación ganadera sobre la eficiencia en el uso de la energía fósil y la conservación del pastizal en la Cuenca Del Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Agriscientia*, 33(1), 1-14.
- Lyashevskaya, O. y Farnsworth, K.D. (2012). How many dimensions of biodiversity do we need? *Ecological Indicators*, 18, 485-492.

- Marasas, M., Sarandón, S.J. y Cicchino, A. (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.
- Martinez, L.E. (2016). *Interfases urbano-rurales: extensión y políticas públicas para el desarrollo sustentable en los periurbanos pampeanos*. VI Congreso Argentino y Latinoamericano de Antropología Rural. 20pp.
- Melo Reis, E., Trezzi Casa, R. y Carmona, M. (2002). Elementos para el manejo de enfermedades. En: S.J. Sarandón & C.C. Flores (Eds.). 2002. *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. (pp 275-308). La Plata, Argentina: Ediciones Científicas Americanas.
- Moonen, A.C. y Bárberi, P. (2008). Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 127(1-2), 7-21.
- Nicholls, C.I. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. (282pp). Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- O'Donovan, J.T. (1996). Weed Economic thresholds: Useful Agronomic tool or pipe dream? *Phytoprotection*, 77(1), 13-28.
- Paleologos, M.F., Pereyra, P.C. y Sarandón, S.J. (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.
- Power, A.G. (2010). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Biological Sciences*, 365, 2959-2971.
- Randlkofer, B., Obermaier, E., Hilker, M. y Meiners, T. (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.
- Samways, M.J., Bazelet, C.S. y Pryke, J.S. (2010). Provision of ecosystem services by large scale corridors and ecological networks. *Biodiversity & Conservation* 19, 2949-2962.
- Sánchez Vallduví, G. y Sarandón, S.J. (2014). Principios de manejo ecológico de malezas. En: S.J. Sarandón & C.C. Flores (eds.). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. (pp 286-313). La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- Sarachu, R., Schierenbeck, G. y Carricart, P. E. (2015). Estrategias productivas y económicas de los pequeños y medianos productores de la Cuenca del Salado. *Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales*, (11), 265-284.
- Sarandón, S.J., Flores, C.C., Gargoloff, N.A. y Blandi, M.L. (2014). Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En: S.J. Sarandón & C.C. Flores (eds.). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. (pp 375-410). La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata
- Schwab, A., Dubois, D., Fried, P. y Edwards, P (2002). Estimating the biodiversity of hay meadows in north-eastern Switzerland on the basis of vegetation structure. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93, 197-209.
- Stupino S.A., Iermanó, M.J., Gargoloff, N.A. y Bonicatto, M.M. (2014) La biodiversidad en los agroecosistemas. En: S.J. Sarandón & C. Flores (eds.) *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. (pp 131-158). La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de la Plata.
- Swift, M.J., Izac, A.M.N. y Van Noordwijk, M. (2004). Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes. Are we asking the right questions? *Agriculture, ecosystems and environment* 104, 113-134.
- Van der Werf, H.M.G. (1996) Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60, 81-96.
- Weyland, F. y Zaccagnini, M.E. (2008). Efecto de las terrazas sobre la diversidad de artrópodos caminadores en cultivos de soja. *Ecología Austral*, 18, 357-366.
- Woodcock, B.A. y Pywell, R.F. (2010). Effects of vegetation structure and floristic diversity on detritivore, herbivore and predatory invertebrates within calcareous grasslands. *Biodiversity & Conservation*, 19, 81-95.