

Construcción de indicadores de biodiversidad funcional para estimar la presencia y actividad de murciélagos en agroecosistemas de la Pampa Ondulada

Construction of functional biodiversity indicators to estimate the presence and activity of bats in agroecosystems of the Rolling Pampa

Melisa D' Occhio *

Departamento de Ambiente y Turismo, Universidad Nacional de Avellaneda, Argentina

M. Ayelen Lutz

Departamento de Ambiente y Turismo, Universidad Nacional de Avellaneda, Argentina

Santiago J. Sarandón

CIC; Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA); Curso Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales- Universidad Nacional de La Plata, Argentina

Revista de la Facultad de Agronomía

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

ISSN: 1669-9513

Periodicidad: Semestral

Vol. 120, núm. 2, 2021

redaccion.revista@agro.unlp.edu.ar

Recepción: 06/10/20

Aprobación: 28/04/21

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/23/232371002/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.24215/16699513e083>

* **Autor de correspondencia:** melisadocchio@gmail.com



Resumen

La pérdida de biodiversidad en la agricultura moderna ha traído como consecuencia el debilitamiento de los servicios ecosistémicos asociados y el aumento del uso de insumos químicos. La agroecología señala que es posible diseñar y manejar agroecosistemas sustentables que minimicen o eliminen el uso de insumos químicos. Uno de ellos es el control por enemigos naturales como, por ejemplo, a través de los murciélagos. Su presencia y actividad pueden tener un lugar importante en las estrategias en el fortalecimiento del Potencial de Regulación Biótica (PRB). El PRB puede definirse como la capacidad potencial de un agroecosistema para mantener reguladas las poblaciones de plagas a través de sus funciones ecológicas. En la provincia de Buenos Aires los murciélagos son exclusivamente insectívoros, y juegan un papel fundamental en áreas naturales como reguladores de las poblaciones de insectos. Evaluar la capacidad de un sistema para favorecer su presencia y actividad requiere del desarrollo de indicadores sencillos que puedan ser aplicados en fincas. Se construyeron indicadores basados en a) la estructura del sistema y b) el manejo de los productores; y se comprobó su utilidad en tres fincas ubicadas en la Pampa Ondulada (Buenos Aires). La diversidad y abundancia de los murciélagos capturados coincidieron con los valores de los indicadores, señalando que estos últimos resultan ser buenos estimadores de las condiciones necesarias para su presencia y actividad. Esto permite desarrollar estrategias de manejo que favorezcan a los murciélagos como controladores biológicos.

Palabras clave: agrobiodiversidad, PRB, manejo, Chiroptera, sustentabilidad

Abstract

The loss of biodiversity in modern agriculture has resulted in the weakening of associated ecosystem services and an increase in the use of chemical inputs. Agroecology pointed out that it is possible to design and manage sustainable agroecosystems that minimize or eliminate the use of chemical inputs. One of them is the control by natural enemies such as bats. Their presence and activity may have an important place in strategies to strengthen the Biotic Regulatory Potential (PRB). PRB can be defined as the potential capacity of an agroecosystem to keep pest populations regulated through their ecological functions. In the province of Buenos Aires, bats are exclusively insectivores, and they play a fundamental role in natural areas as regulators of insect populations. Evaluating the capacity of a system to favor its presence and activity requires the development of simple indicators that can be applied on farms. Indicators were constructed based on a) the structure of the system and b) the management of the farmers. Its usefulness was tested in three farms located in the Rolling Pampa (Buenos Aires). The diversity and abundance of the captured bats coincided with the values of the indicators, confirming that are good estimators of the presence and activity of bats. This allows the development of management strategies that favor bats as biological controllers.

Keywords: agrobiodiversity, PRB, agroecosystem management, Chiroptera, sustainability

INTRODUCCIÓN

Una de las características del modelo tecnológico prevaleciente en la agricultura industrial moderna ha sido la disminución de la biodiversidad, al centrarse en sólo unos pocos cultivos y variedades exitosas, disminuyendo así la diversidad específica y genética. Esta menor biodiversidad se ha traducido en la pérdida o debilitamiento de los servicios ecosistémicos asociados (Rockström et al., 2009). Esto ha derivado en un aumento en el uso de insumos químicos (principalmente plaguicidas) debido a la resistencia creciente de ciertas plagas y patógenos. Por otra parte, este uso creciente en Argentina ha tenido efectos negativos en la salud de los consumidores de los productos y en los pobladores rurales expuestos permanentemente a los plaguicidas (Sorichetti et al., 2017). Por ejemplo, se utilizan casi 230 millones de litros de herbicidas y 350 millones de litros de agroquímicos líquidos, principalmente glifosato, endosulfán, clorpirifós durante el ciclo de soja (Ada & Larsen, 2014). Mientras más aumenta la superficie de sembrado, aumenta también la aplicación de pesticidas.

Es necesario avanzar hacia agroecosistemas sustentables (Salvador, 2010; Buendía Corró, 2009). Esto requiere un cambio profundo en el paradigma de las ciencias agrarias y en la manera que se entienden, diseñan y manejan los agroecosistemas (Sarandón y Flores, 2014). La agroecología surge como ese nuevo paradigma que señala que es posible diseñar y manejar agroecosistemas sustentables que minimicen o eliminen el uso de insumos químicos. No es cuestión de disminuir los riesgos asociados a su uso, sino de rediseñar los sistemas para fortalecer los procesos ecológicos que son provistos por una mayor biodiversidad.

Para poder llevar esto a la acción es importante aportar elementos prácticos que permitan disminuir la dependencia de insumos químicos (pesticidas), caros y peligrosos (Casimiro et al., 2015) a través de detectar y fortalecer los principales procesos ecológicos. Uno de ellos es el potencial de regulación biótica (PRB), entendido como la capacidad potencial de un agroecosistema para mantener reguladas las poblaciones de aquellos organismos considerados perjudiciales, en la que intervienen distintas dimensiones de la agrobiodiversidad mediante diferentes funciones y mecanismos (Fernández-Terry et al., 2015; Iermanó et al., 2015).

La regulación biótica puede mantener estables las poblaciones perjudiciales para los cultivos mediante diferentes mecanismos. Uno de ellos es el control por enemigos naturales o Top down. Es posible rediseñar los agroecosistemas para crear ambientes propicios para el desarrollo y actividad de poblaciones de controladores. Es necesario conocer cuáles son las características de estos ambientes propicios debido a la gran variabilidad ambiental, de tamaños de lotes y fincas, distancias, de situaciones, y de tipos de controladores que existen. En general, se han estudiado bastante los efectos de diferentes diseños de agroecosistemas sobre los artrópodos, como las arañas o algunos insectos como los parasitoides o los coccinélidos. Pero muy poco se ha avanzado en el estudio de otros grupos que pueden ser potencialmente importantes y son habitantes comunes de las regiones productoras de la región pampeana. Puede existir, en estos casos, un potencial desaprovechado con grupos muy importantes.

Uno de ellos es el de los murciélagos. Su presencia y actividad pueden tener un lugar importante en las estrategias en el fortalecimiento del PRB. Su actividad está asociada a la presencia de recursos que necesitan los murciélagos: alimento, agua y refugio. Pero, además, a cuestiones culturales asociadas al manejo de los agroecosistemas, por ejemplo, la decisión de aplicar pesticidas (Williams-Guillén et al., 2016). A pesar de su importancia, este componente de los agroecosistemas no ha sido estudiado en detalle. El orden Chiroptera incluye más de 1300 especies distribuidas en todo el mundo excepto en los polos (Voigt y Kingston, 2016). Estos mamíferos son los únicos capaces de vuelo activo. Las funciones ecológicas de los murciélagos se traducen en servicios ambientales que tienen relación con sus redes tróficas (Entwistle et al., 2001; Orozco-Lugo et al., 2013). Si bien ha crecido el interés mundial sobre el rol de los murciélagos insectívoros en términos de servicios ecosistémicos de importancia directa para el ser humano (Kunz et al., 2011), el conocimiento sobre cómo responden los ensambles de murciélagos insectívoros a los diferentes efectos de los disturbios ambientales en Argentina es escaso. En la provincia de Buenos Aires los murciélagos son exclusivamente insectívoros, y juegan un papel fundamental en áreas naturales como reguladores de las poblaciones de insectos (Lutz, 2014).

Poder evaluar en un agroecosistema su capacidad para albergar murciélagos y propiciar su actividad no es algo sencillo, ya que depende de muchos factores o variables. Se necesita simplificar esto para poder transformarlo en una herramienta factible de ser aplicada en el campo. El problema de la simplificación de aspectos complejos es uno de los grandes desafíos de la actualidad. Un ejemplo de ello es la evaluación in situ de la capacidad de un agroecosistema de proveer las condiciones y los recursos necesarios para

favorecer la presencia y actividad de los murciélagos. Esto requiere conocer bien sus necesidades, pero a su vez poder traducir y simplificar una serie de variables de distinta magnitud y unidades en variables sencillas que permitan tomar decisiones al respecto. Esto puede resolverse a través del desarrollo de indicadores que permitan traducir la complejidad en valores simples e indicativos. Un indicador es una variable, seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable y, a su vez, es sensible a un amplio rango de condiciones y cambios en el tiempo (Sarandón, 2002). La estimación de la capacidad de un agroecosistema para favorecer y mantener la fauna es entonces un aspecto complejo, multidimensional, y requiere ser traducida en indicadores prácticos que ayuden a la toma de decisiones a los técnicos y agricultores/as. La construcción y uso de indicadores ha probado ser útil y se considera que puede ser aplicado para este caso.

Se considera que en aquellas fincas que se encuentren los mayores valores de los indicadores, se hallará una mayor cantidad y/o diversidad de murciélagos. Los objetivos de este trabajo fueron a) proponer un conjunto de indicadores sencillos para estimar la presencia y actividad de murciélagos en agroecosistemas pampeanos y b) probar su utilidad en fincas con manejos contrastantes. Para esto se planteó 1. Construir un conjunto de indicadores sobre la presencia y actividad de los murciélagos que sean de fácil aplicación. 2. Aplicar los indicadores en tres fincas de la Pampa Ondulada (provincia de Buenos Aires). 3. Evaluar en estas fincas la presencia, diversidad y actividad de murciélagos. 4. Analizar la relación entre el valor de los indicadores y los datos de diversidad y abundancia de los murciélagos en cada una de las tres fincas.

METODOLOGÍA

LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Se seleccionaron tres fincas establecidas en la Pampa Ondulada, dos de estas pertenecientes al partido de La Plata y una a la localidad de General Mansilla, partido de Magdalena. Los partidos de La Plata y Magdalena se encuentran en la provincia fitogeográfica Pampeana perteneciente al dominio Chaqueño de la región Neotropical. Estas fincas se seleccionaron sobre la base de las diferentes actividades productivas que desarrollan, lo que también implica que tengan características contrastantes.

En la localidad de Gral. Mansilla (partido de Magdalena) se ubica la finca "Las 3 G". Es un campo de 11,8 hectáreas con gran variedad de cultivos de verduras y frutas, y animales domésticos como ovejas, gallinas y caballos. Esta finca se denomina agroecológica ya que no utilizan pesticidas, realizan rotación de cultivos, y permiten el crecimiento de vegetación espontánea. La vegetación arbórea predominante está constituida por eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) (L'Héritier, 1789), distribuidos principalmente a los costados de los caminos. Además, contiene construcciones donde guardan a los animales.

En la localidad de Ignacio Correas del partido de La Plata se encuentra ubicado el campo "San Francisco" que tiene 40 hectáreas donde principalmente se desarrolla el cultivo de kiwi (*Actinidia deliciosa*) (Liang & Ferguson, 1984) dispuesto en cuadros. Dichos cultivos están sostenidos por un sistema de postes y alambres y se cubren con una media sombra. Otro sector está destinado a corrales para cerdos, un cuadro con caballos y algunas gallinas. También cuenta con una casa principal y otra donde vive el encargado. Además, en distintos puntos del terreno hay diferentes construcciones a modo de galpones.

Por último, en la localidad de Villa Elvira, partido de La Plata, se encuentra el tambo "Santa Ana" con unas 300 hectáreas que limita por un lado con una urbanización de casas bajas y en otro de sus laterales alcanza un arroyo. Se cultivan especies forrajeras y se dejan pasturas naturales con las que se alimenta el ganado bovino que mantienen para la producción de leche. Los principales cultivos en el verano 2018 fueron sorgo (*Sorghum* sp.) (Moench, 1794), avena (*Avena sativa*), alfalfa (*Medicago sativa*) (Linneo, 1753), raigrás (*Lolium multiflorum*) (Lamarck, 1779), y otras pasturas. Además, hay un monte de eucaliptos y otras exóticas, y talas (*Celtis ehrenbergiana*) (Gillies, 1848) y coronillo (*Scutia buxifolia*) (Reisseck, 1871). Esta última finca se caracteriza, además, por la gran cantidad de construcciones en su interior, como grandes galpones donde almacenan el alimento del ganado y una fábrica abandonada.

CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES

Se construyeron indicadores basados en la metodología de Sarandón y Flores (2014) para estimar si están dadas las condiciones para la presencia y actividad de los murciélagos. Los indicadores, que debían

ser sencillos de medir en fincas, evaluaron dos dimensiones: a) las referidas a la existencia de las condiciones o recursos adecuados y b) las relacionadas con el manejo que hacen los productores que favorecen o no la presencia de murciélagos. Se consideraron tres recursos principales que permiten la presencia de los murciélagos: alimento, agua y refugio. En cuanto a la dimensión a) la presencia de cuerpos de agua para beber y de estructuras que puedan ser usadas como refugios se consideraron como elementos importantes para favorecer la presencia de murciélagos. Los refugios naturales son cuevas o árboles. La cantidad y disposición de la vegetación es importante, y los quirópteros utilizan como refugio tanto especies arbóreas nativas como exóticas (por lo que no se tuvo en cuenta en el indicador el origen de la vegetación). En el área de estudio no hay cuevas o cavernas, pero sí construcciones que cumplen una función similar y son los refugios artificiales, por tanto, los tipos de construcciones, así como la cantidad y disposición se consideraron elementos fundamentales. Los indicadores asociados a la presencia de cuerpos de agua (natural y artificial) y a la presencia de refugios (natural y artificial) se dividieron en dos categorías, indicadores dentro del agroecosistema e indicadores del área circundante. En lo que se refiere a la dimensión b) se consideró el manejo que hacen los productores como un modo indirecto de estimar la disponibilidad de alimento. Se asumió que la diversidad y abundancia de insectos será mayor si hay diversidad de cultivos y de vegetación espontánea, y si se evita la aplicación de pesticidas. También se tuvo en cuenta la valoración cultural que consistió en la realización de entrevistas a productores y/o dueños de las fincas para conocer la percepción que tienen de los murciélagos, lo cual está relacionado a si aprueban la permanencia de colonias en las fincas.

A fin de facilitar su integración, los indicadores se estandarizaron mediante una escala que varió entre 0 (menos favorable) y 3 (más favorable) a la presencia y actividad de murciélagos. Se ponderaron con un valor mayor el subindicador de agua natural y el indicador de refugio (natural y artificial) porque se consideraron más importantes que el resto debido a la dependencia que tienen los quirópteros de estos recursos. La fórmula para la obtención de un valor de indicador fue: $(a*3 + b*1 + c*1) / x$ donde **a**, **b** y **c** es el valor en la escala del indicador, el segundo (que lo multiplica) es su ponderación o peso (varía según el indicador), y el denominador (**x**) es la suma de los valores de los factores de ponderación.

Posteriormente a la obtención del valor de los indicadores, en cada una de las fincas se evaluó la riqueza específica y la abundancia de murciélagos. Los muestreos de los murciélagos se realizaron durante el período comprendido entre enero y marzo del año 2018, cuando la probabilidad de captura es mayor debido a que se produce un aumento de la disponibilidad de alimento y, por lo tanto, de la actividad. Se llevaron a cabo 5 noches de muestreos en cada campo, 2 noches completas abarcando los dos picos de actividad (desde la puesta de sol hasta el amanecer), y 3 noches cortas (desde la puesta de sol hasta la medianoche aproximadamente). Los muestreos se realizaron utilizando redes de niebla, debido a que este método permite determinar las especies y conseguir datos como edad, sexo y condiciones fisiológicas; además de posibilitar la obtención de heces para su estudio posterior. Para la captura de murciélagos, se utilizaron entre 4 y 5 redes de niebla de 6, 7, 9, 10 y 12 metros de ancho, variando sus posiciones cada noche. A cada red se le asignó un número, y se anotó su posición, de manera de tener un registro del sitio puntual de captura de cada individuo.

RESULTADOS

INDICADORES

Se desarrolló un conjunto de indicadores sencillos (Tabla 1) para ser utilizados a campo para caracterizar la diversidad funcional a nivel finca y poder establecer la posibilidad de la presencia y actividad de murciélagos.

La aplicación de los indicadores señaló diferencias entre las tres fincas analizadas (Figura 1). La finca "San Francisco" mostró valores relativamente bajos para los indicadores agua, refugio y manejo ya que se observa claramente en la figura los puntos críticos que están más alejados del borde. La finca "Las 3 G" tuvo una valoración positiva para los indicadores de manejo y valoración cultural, pero no fue igual para los indicadores agua y refugio, mientras que la finca "Santa Ana" mostró resultados relativamente positivos para todos los indicadores en comparación con las otras fincas, ya que presenta varios indicadores con valores cercanos al óptimo (borde exterior de la figura). El valor de sustentabilidad para cada finca fue: "San Francisco" **1,09**; "Las 3 G" **1,63**; y "Santa Ana" **2,4**.

Tabla 1

Resultado de la construcción de los Indicadores para evaluar la presencia y actividad de murciélagos. Las dos primeras columnas señalan los diferentes indicadores propuestos tanto para el territorio como para el contexto. La tercera columna fija el valor para cada caso en particular siendo 0 el “menos sustentable” y 3 el “más sustentable”. La cuarta columna describe las escalas para cada indicador: “agua” y “refugio” son características estructurales esenciales para sostener poblaciones de murciélagos.

	Indicadores	Ponderación
Recurso	Agua	
Agua	Cuerpos de agua naturales	3
	0 Sin presencia de cuerpos de agua natural	
	1 Presencia de charcas temporales	
	2 Presencia de laguna temporal en primavera/verano	
	3 Presencia de un arroyo o laguna permanente	
	Cuerpos de agua artificiales	1
	0 Sin cuerpo de agua artificial	
	1 Bebederos para ganado	
	2 Tanque tipo australiano o pileta	
	3 Laguna artificial amplia	
	Agua en el contexto	
	Cuerpos de agua naturales	1
	0 Sin agua natural a más de 20 km a la redonda del campo	
	1 Sin agua natural a más de 10 km a la redonda del campo	
	2 Cuerpo de agua natural a menos de 10 km a la redonda del campo	
	3 Arroyo o laguna permanente a una distancia menor a 2 km	
Recurso	Refugios	
Refugio	Refugios naturales	3
	0 Sin árboles (o palmeras), o con árboles pequeños (altura menor a 3 m) que no forman oquedades	
	1 Árboles (o palmeras) que forman oquedades, de gran porte (altura mayor a 3 m), aislados o formando cortinas menores a 100 m de longitud.	
	2 Árboles (o palmeras) que forman oquedades, de gran porte (altura mayor a 3 m) formando grupos que ocupen al menos 10 m ² de superficie, o cortinas que ocupen al menos 100 m de longitud.	
	3 Árboles (o palmeras) que forman oquedades, de gran porte (altura mayor a 3 m) formando grupos que ocupen más de 10 m ² de superficie o cortinas que ocupen más de 100 m ² de longitud.	
	Refugio artificial	3
	0 Sin construcciones	
	1 Un tinglado	
	2 Al menos una construcción con paredes y techo	
	3 Más de una construcción con paredes y techo	

Tabla 1 (continuación)

	Refugios en el contexto		1
	Refugios naturales en el contexto		
	0 Sin grupos de árboles (o palmeras) a más de 20 km a la redonda del campo		
	1 Con grupos de árboles (o palmeras) de gran porte a más de 10 km a la redonda del campo.		
	2 Con grupos de árboles (o palmeras) de gran porte a menos de 10 km a la redonda del campo y a más de 2 km.		
	3 Con varios grupos o cortinas de árboles (o palmeras) en los límites externos del campo en estudio hasta 2 km.		
	Refugios artificiales en el contexto		1
	0 Sin construcciones a más de 20 km a la redonda del campo		
	1 De 1 a 3 construcciones a menos de 10 km del campo, o un mayor número de construcciones, pero a más de 10 km del campo		
	2 Más de 4 construcciones, a menos de 10 km del campo a más de 2 km		
	3 Más de construcciones en los límites externos del campo en estudio hasta 2 km.		
Características	Valoración cultural		1
valoración cultural	0 Valoración negativa de la presencia de murciélagos en el campo		
	1 Indiferencia en relación con la presencia de murciélagos en el campo		
	2 Valoración positiva de la presencia de murciélagos en el campo, aunque no son considerados animales agradables		
	3 Valoración positiva de la presencia de murciélagos en el campo y resultan animales agradables		
Características	Manejo		
Manejo	Insecticidas		1
	0 Uso intensivo de insecticidas, superando los límites permitidos		
	1 Uso moderado de insecticidas		
	2 uso de insecticida solo en ocasiones puntuales		
	3 No se usan insecticidas		
	Herbicidas		1
	0 Uso intensivo de herbicidas, superando los límites permitidos		
	1 Uso moderado de herbicidas		
	2 uso de herbicidas solo en ocasiones puntuales		
	3 No se usan herbicidas		
	Diversidad de cultivos		1
	0 Monocultivo		
	1 Distintos cultivos		
	2 Distintos cultivos y vegetación espontánea		
	3 diversidad de cultivos y vegetación espontánea		

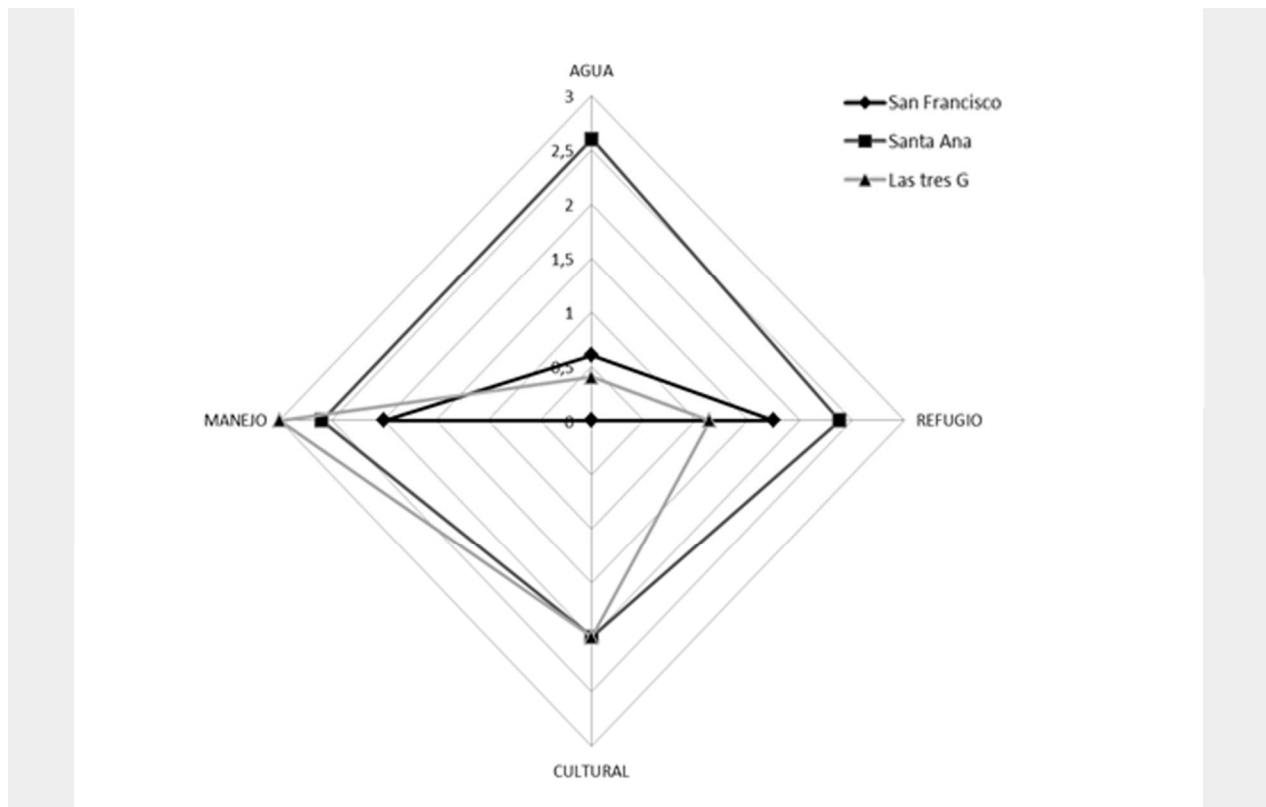


Figura 1

Representación gráfica de los resultados de los indicadores de presencia y actividad de murciélagos en 3 fincas de la región pampeana. Los límites exteriores representan el valor ideal de sustentabilidad, el intermedio, el valor umbral, y el interior representa el valor más bajo.

CAPTURA DE MURCIÉLAGOS

En total, se capturaron e identificaron 64 ejemplares de murciélagos de 6 especies pertenecientes a las familias Vespertilionidae y Molossidae confirmando que actualmente se encuentran utilizando sectores agropecuarios por lo menos 6 de las 11 especies registradas para la región de la Pampa Ondulada en provincia de Buenos Aires. Todas las especies son de hábitos insectívoros. El número de individuos capturados está relacionado a los hábitos coloniales de algunas de las especies.

El resultado de la riqueza específica (número total de especies capturadas) fue el mismo, para la finca "San Francisco" y "Las 3 G" mientras que para la finca "Santa Ana" fue mayor. La abundancia fue mayor para las fincas "Santa Ana" y "Las 3 G", mientras que en San Francisco solo se capturaron 5 individuos.

Se encontraron diferencias entre fincas en especies capturadas (Tabla 2). En la finca "San Francisco" se capturaron solo 5 murciélagos de 3 especies: *Lasiurus blossevillii* (Lesson & Garnot, 1826), *Eumops bonariensis* (Peters, 1874) y *Myotis dinellii* (Thomas, 1902). En "Las 3 G" se capturaron en total 21 murciélagos pertenecientes también a 3 especies: *Molossus molossus* (Pallas, 1766), *E. bonariensis* y *Eptesicus furinalis* (D'Orbigny & Gervais, 1847). Por último, en el tambo "Santa Ana" se capturaron en total 38 murciélagos pertenecientes a 4 especies: *E. furinalis*, *L. blossevillii*, *Tadarida brasiliensis* (Geoffroy, 1824) y *M. dinellii*.

Se encontraron diferencias en el número de ejemplares y en la cantidad de especies capturadas en cada finca, lo que coincidió con el valor final de los indicadores por finca, donde Santa Ana tuvo el mayor valor y San Francisco el valor más bajo (Tabla 3).

Tabla 2
Cantidad total de ejemplares de cada especie capturados en cada finca.

Especie	<u>San Francisco</u>	<u>Las 3 G</u>	<u>Santa Ana</u>
<i>Molossus molossus</i>		16	
<i>Tadarida brasiliensis</i>			16
<i>Eumops bonariensis</i>	1	2	
<i>Myotis dinellii</i>	2		1
<i>Lasiurus blossevillii</i>	2		1
<i>Eptesicus furinalis</i>		3	20
Total	5	21	38

Tabla 3
Número de especies (S), número total de individuos capturados (Total individuos) y valor final del indicador para murciélagos en cada finca (Indicador).

Finca	S	Total individuos	Indicador
San Francisco	3	5	1,09
Las 3 G	3	21	1,63
Santa Ana	4	38	2,4

DISCUSIÓN

El diseño y manejo de agroecosistemas sustentables requiere dejar de lado el enfoque reduccionista empleado hasta ahora y abordarlos con toda su complejidad e incertidumbre. La evaluación de los niveles de biodiversidad funcional responde justamente a esta dificultad, ya que poder conocer a priori si en los sistemas de producción existe suficiente biodiversidad funcional para asegurar el cumplimiento de ciertas funciones ecológicas es un desafío, por su complejidad. Se necesitan, por lo tanto, nuevos enfoque e instrumentos. Esto ya se hizo evidente en la evaluación de la sustentabilidad, que resulta compleja debido a que este concepto integra diferentes dimensiones (sociocultural, económica, biológica, entre otras). La construcción y aplicación de indicadores mostró ser adecuada para simplificar dicha evaluación, permitiendo cuantificar y comparar diferentes resultados, incluso de diferentes dimensiones, llegando a ser una herramienta muy eficaz (Sarandón et al., 2006).

En el presente trabajo, el desarrollo de indicadores sencillos y fáciles de obtener a campo permitió observar tendencias en cada finca relacionadas con la posibilidad de albergar murciélagos. Se observó una coincidencia entre los valores de los indicadores y los de abundancia y riqueza específica encontrada durante los muestreos en las fincas. La mayor abundancia y riqueza encontrada en la finca "Santa Ana" y los resultados arrojados por los indicadores, señalan que las condiciones para los murciélagos eran efectivamente mejores en esta finca.

El predio del tambo "Santa Ana" tiene una mayor cantidad de construcciones y galpones en su interior, preserva parte de la vegetación nativa y contiene grandes arboledas de diferentes especies exóticas. Probablemente las mismas son utilizadas como refugio por los murciélagos, por lo que obtuvo un valor alto en el indicador *refugio*. En los campos restantes, la finca agroecológica "Las 3 G" presentó una mayor abundancia que la finca "San Francisco", lo que también coincide con los indicadores. Esto posiblemente

se deba a que la finca agroecológica presenta una mayor diversidad de cultivos y disponibilidad de refugios naturales en el contexto, obteniendo valores altos tanto en *refugio* como en *manejo*, además de la valoración *cultural*.

En cambio, en la finca “San Francisco” se observó un valor bajo en el manejo, debido a que presenta un monocultivo de kiwi y la disponibilidad de refugio en el contexto es menor. Aunque presenta varias estructuras como galpones, en su interior, es posible debido al manejo, que no provea una disponibilidad de alimento (insectos) como en las otras fincas.

El indicador de la disponibilidad de agua fue positivo en la finca “Santa Ana” debido a la presencia de un arroyo en uno de sus laterales sumado los bebederos de los animales del tambo. En cambio, en “Las 3 G” y “San Francisco” no se observó ningún cuerpo de agua natural en su interior o en el contexto delimitado en este trabajo (solo contienen bebederos de animales). Este podría ser otro de los motivos por lo cual se encontró un mayor número de individuos en “Santa Ana”. Sin embargo, en la finca “Las 3 G” también se registró una abundancia relativamente elevada, lo que sugiere que este indicador no sería tan limitante como el de refugio, o que los murciélagos recorren distancias mayores hasta alcanzar cuerpos de agua, lo cual podría considerarse para valorar el componente agua.

Debido a las coincidencias entre los valores de los indicadores y los resultados de riqueza y abundancia obtenidos en el campo, se considera que pueden ser una herramienta sencilla y útil para detectar aquellas características de los agroecosistemas que favorecen o no la presencia de los murciélagos.

CONCLUSIÓN

Se confirma que hay murciélagos en las fincas que podrían estar ejerciendo un control biológico, y que los mismos podrían ser considerados como componentes del PRB en los agroecosistemas. Su diversidad y abundancia coincidieron con los valores de los indicadores, señalando que estos últimos resultan ser buenos estimadores de las condiciones necesarias para la presencia y actividad de murciélagos.

BIBLIOGRAFIA

- Ada, G.N. & B.A. Larsen.** 2014. Análisis de riesgos en la salud de la población rural de la pampa argentina por uso de agroquímicos en cultivo de soja. *Revista de investigación agraria y ambiental* 5(2): 71 -84.
- Buendía Corró, C.** 2009. Fragmentación y conectividad de los espacios protegidos de la provincia de Málaga. Informe Málaga Sostenibilidad 2009, Málaga, España. 46 pp.
- Casimiro, R.L., M.S. Pacheco & J.R. López.** 2015. La agroecología, ciencia para el desarrollo rural sustentable. Estudio de caso. *Revista Infociencia* 19(2): 1–12.
- Entwistle, A., S. Harris, A. Hutson, P. Racey, A. Walsh, S. Gibson, I. Hepburn & J. Johnston.** 2001. Habitat management for bats, a guide for land managers, Land owners and their advisors. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough 52 pp.
- Fernández-Terry I.M., G.L. Castellanos & G.M.J. Fuente.** 2015. Indicadores de biodiversidad de la macrobiota del suelo en cuatro fincas en conversión hacia la producción agroecológica. *Revista Infociencia* 19(1): 1-12.
- Iermanó M.J., S.J. Sarandón, L.N. Tamagno & A.D. Maggio.** 2015. Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del “Potencial de regulación biótica” en agroecosistemas del sudeste bonaerense. *Revista de la Facultad de Agronomía* 114(1): 1-14.
- Kunz T.H., E. Braun de Torrez, D. Bauer, T. Lobova & T.H. Fleming.** 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Science* 1223: 1-38.
- Lutz, M.A.** 2014. Relación de los ensambles de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) y el uso de la tierra en el noreste de la región Pampeana de Argentina. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UN La Plata, 221 pp.
- Orozco-Lugo L., A. Guillén-Servent, D. Valenzuela-Galván & H. Arita.** 2013. Descripción de los pulsos de ecolocalización de once especies de murciélagos insectívoros aéreos de una selva baja caducifolia en Morelos, México. *Therya* 4(1): 33-46.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. III Chapin, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S.**

- Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen & J. Foley.** 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32.
- Salvador V.** 2010. Impacto sobre el hábitat. En *Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental*. Viglizzo EF. & E. Jobbágy, Eds. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires pp. 43-46.
- Sarandón S.J. & C.C. Flores.** 2014. Análisis y evaluación de agroecosistemas: Construcción y aplicación de indicadores. En *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Sarandón S.J. & C.C. Flores. Eds. EDULP, La Plata pp. 375-410.
- Sarandón S.J.** 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. Sarandón S.J., ed. Ediciones Científicas Americanas, La Plata pp. 393-414.
- Sarandón S.J.** 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología* 1: 19-28.
- Sorichetti A., L. Mammini, A. Savoretti & J.A. Bandoni.** 2017. Comparación de diseños de ruteo para la recolección de envases vacíos de agroquímicos en el sudoeste bonaerense. Documento de conferencia. Trabajo presentado en el IV Congreso Internacional Científico y Tecnológico-CONCYT. Recuperado de <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/6681> Último acceso: agosto de 2021.
- Voigt C.C. & T. Kingston.** 2016. Bats in the Anthropocene. En: *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Voigt C. & T. Kingston, Eds. Springer Open pp. 1-13.
- Williams-Guillén K., E. Olimpi, B. Maas, P.J. Taylor & R. Arlettaz.** 2016. Bats in the anthropogenic matrix: Challenges and opportunities for the conservation of Chiroptera and their ecosystem services in agricultural landscapes. En: *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Voigt C. & T. Kingston, Eds. Springer Open, pp. 151-186.