

Rol de la agrobiodiversidad en sistemas mixtos familiares de agricultura y ganadería pastoril en la región pampeana argentina: su importancia para la sustentabilidad de los agroecosistemas.

Role of agrobiodiversity in family mixed systems of agriculture and pastoral livestock in the argentina pampean region: its importance for the agroecosystems sustainability.

IERMANÓ, María José¹; SARANDÓN, Santiago J.²

¹CONICET, INTA, EEA Bella Vista, Corrientes, Argentina. mariajoseiermanó@gmail.com ²Curso de Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, La Plata, Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. sarandon@agro.unlp.edu.ar.

RESUMEN: La región pampeana experimenta cambios en el modelo productivo conducentes a una mayor agriculturización. Esto está desplazando a las explotaciones mixtas familiares de agricultura y ganadería pastoril, que mantienen valores de agrobiodiversidad que favorecerían el cumplimiento de servicios ecológicos necesarios para disminuir el uso de insumos y energía. Se analizó la importancia de estos sistemas en el mantenimiento de la agrobiodiversidad y el manejo sustentable. Se comparó la eficiencia energética de soja y girasol en sistemas mixtos familiares (MF) y agrícolas empresariales (AE). Se calculó el índice de Shannon, aplicado a especies cultivadas y su superficie relativa, y la relación perímetro/superficie. La eficiencia energética y la agrobiodiversidad fueron mayores en los sistemas MF que en los AE, pero la energía invertida tuvo un comportamiento variable. Un manejo adecuado de la agrobiodiversidad podría favorecer el potencial de regulación biótica, aunque esto no siempre se traduce en un menor uso de energía, debido a la dificultad de comprender los niveles de agrobiodiversidad necesarios y su potencial para un manejo sustentable.

PALABRAS CLAVE: Agroecología, agroecosistemas, eficiencia energética.

ABSTRACT: The Pampas region experiences changes in the productive model towards greater agriculturization. This is displacing mixed family systems of agriculture and pastoral livestock, maintaining high levels of agrobiodiversity that favor the fulfillment of ecological services necessary to reduce the use of inputs. The aim of this paper was to analyze the importance of these systems in the maintenance of agrobiodiversity and sustainable management. Energy efficiency for soybean and sunflower production were compared between agricultural business (AE) and mixed family (MF) systems. Shannon index, applied to cultivated species and their relative surface, and perimeter/area ratio was calculated. Energy efficiency and agrobiodiversity were higher in MF systems, while the energy inputs had a variable behavior. Proper management of agricultural biodiversity could benefit the potential of biotic regulation, but this not always results in less use of energy, because the difficulty in understanding the levels of agricultural biodiversity and its necessary potential to sustainable management.

KEYWORDS: agroecology, agroecosystems, energy efficiency.

Introducción

La región pampeana Argentina, ha experimentado, en los últimos 25 años, un proceso de agriculturización y un avance del monocultivo de soja (AIZEN et al., 2009), cultivo que representa en la actualidad 20 millones de ha (SIIA, 2014). Las nuevas tecnologías, principalmente basadas en el elevado uso de insumos y en la búsqueda de una rentabilidad positiva en el corto plazo, han determinado un reemplazo de producciones tradicionales como girasol, maíz, lino, pasturas perennes, producción ganadera, por el nuevo cultivo (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, de base puramente agrícola (especializados en 1 o 2 cultivos), mientras que los sistemas de producción ganadera son confinados a pequeñas superficies (engorde a corral o "feed lot") (PORTILLO e CONFORTI, 2009). Esto genera una tendencia a la división espacial de las actividades agrícolas y ganaderas.

Este desarrollo producido en las últimas décadas ha estado centrado principalmente en tecnología de insumos y capital intensiva, 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 (OBSCHATKO, 2009)- tuvieron que emigrar a las ciudades abandonando la actividad productiva (SILI, 2005; BALSA, 2008; OBSCHATKO, 2009; TSAKOUMAGKOS, 2009).

Sin embargo, aún persiste un gran número de agricultores familiares, con sistemas basados en la producción mixta de agricultura y ganadería pastoril (TSAKOUMAGKOS, 2009), cuyas estrategias de permanencia se vinculan con una cultura que valora y promueve la diversificación productiva, intrapredial y extrapredial (BALSA, 2008). Se considera que el mantenimiento de estos sistemas de agricultura familiar, y sus conocimientos y saberes puede ser importante para un manejo adecuado de la agrobiodiversidad y el manejo sustentable de los recursos naturales (GARGOLOFF et al., 2009).

Como contrapartida, el modelo de agricultura dominante se caracteriza por una baja agrobiodiversidad y, en consecuencia, los servicios ecológicos que ésta brinda resultan disminuidos. El mayor grado de simplificación de los agroecosistemas determina un mayor uso de insumos que derivan de la energía fósil, destinados a suplir el adecuado funcionamiento de los procesos ecológicos (IERMANÓ e SARANDÓN, 2009).

La presencia de niveles adecuados de agrobiodiversidad en el agroecosistema favorece la existencia de importantes procesos ecológicos en el mismo (UNEP, 2000; SWIFT et al., 2004), por lo que podría estar vinculada a la disminución del uso de insumos y energía. Entre los servicios ecológicos que brinda la agrobiodiversidad, se encuentran el ciclado de nutrientes y la regulación biótica. Esta última ha sido considerada como una de las funciones más sensibles a sus variaciones (UNEP, 2000; SWIFT et al., 2004; OBRIST e DUELLI, 2010).

La biodiversidad del ecosistema está principalmente determinada 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 e NICHOLLS, 2010).

Aunque la agricultura y la ganadería han sido consideradas en los últimos años como actividades antagónicas o excluyentes, la complementación entre agricultura y ganadería pastoril posibilita una mayor diversidad de especies cultivadas, un mayor parcelamiento, rotaciones en tiempo y espacio, una reducción de la posibilidad de que ciertas malezas se conviertan en poblaciones dominantes y una mayor proporción de ambientes seminaturales. Estos ambientes seminaturales, su composición, y sus patrones de distribución y proximidad, han sido ampliamente reconocidos como importantes reservorios de la biodiversidad (SWIFT et al., 2004; WEYLAND & ZACCAGNINI, 2008; PALEOLOGOS et al., 2008; BLAKE et al., 2011), lo que podría constituir un potencial para robustecer los mecanismos que favorecen la regulación biótica ("potencial de regulación biótica" o PRB). En los sistemas mixtos, por lo tanto, la presencia de una mayor agrobiodiversidad podría favorecer al PRB, y esto podría permitir un menor uso de insumos, entre ellos de energía (IERMANÓ e SARANDÓN, 2010).

Sin embargo, la presencia de ese potencial de regulación biótica no siempre se traduce en un menor uso de insumos y, por lo tanto, menor gasto de energía. Esto podría estar asociado a un insuficiente conocimiento sobre los beneficios ecológicos que brinda la agrobiodiversidad, y a la falta de indicadores para evaluar niveles adecuados de agrobiodiversidad

y a la falta de indicadores para evaluar niveles adecuados de agrobiodiversidad funcional. Por ello, los conocimientos generados localmente en torno al manejo de los sistemas mixtos familiares podrían constituir un gran aporte para avanzar hacia una mayor comprensión del funcionamiento de la agrobiodiversidad presente y la disminución del uso de insumos.

El objetivo fue analizar la importancia de los sistemas mixtos familiares de la región pampeana en el mantenimiento de la agrobiodiversidad y su aporte para un manejo sustentable desde un enfoque agroecológico.

Metodología

El estudio se llevó a cabo durante el año 2010 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 compararon dos modelos productivos típicos de la región pampeana: sistemas mixtos familiares (MF) con sistemas agrícolas empresariales (AE). En el primer caso se seleccionaron 2 establecimientos de agricultores familiares en la provincia de Buenos Aires, caracterizados por tener una superficie menor a las 500 ha, rotación agrícola ganadera y diversificación productiva. Estos sistemas se definen por la presencia de un ambiente peridoméstico favorable para la agrobiodiversidad (huerta, jardín, monte de reparo, vegetación espontánea) y la incorporación de pasturas perennes y verdeos (cultivos anuales para pastoreo). Las parcelas tienen una superficie entre 10 y 30 ha y se mantienen presentes borduras con vegetación seminatural.

El modelo agrícola empresarial elegido es representativo de la tecnología que usualmente se emplea en la región (INTA, 2006; SAGPYA, 2008; AACREA, 2006). Estos sistemas tienen una superficie superior a las 1000 ha, realizan agricultura (solamente un cultivo de verano y un cultivo de invierno), en parcelas de gran superficie (50 ha para girasol y 100 ha para soja) y no conservan vegetación espontánea en los bordes, sino que se realiza un desmalezado químico (generalmente con glifosato). En general, el productor o encargado del manejo no vive en el campo y realiza visitas quincenales.

Se calculó la eficiencia energética para los cultivos de girasol y soja, como la relación entre la energía que ingresa al sistema en forma de insumos derivados del petróleo, y la energía que sale del mismo como producto (output/input) (IERMANÓ e SARANDÓN, 2009; IERMANÓ e SARANDÓN, 2010; ZENTNER et al., 2011). La energía invertida se agrupó según diferentes procesos ecológicos en: Implantación del cultivo (insumos utilizados para la preparación de la cama de siembra), Regulación biótica (insumos utilizados con la finalidad de eliminar todas las posibles interacciones negativas que disminuyan el rendimiento del cultivo –plagas, malezas y enfermedades-) y Ciclado de nutrientes (insumos utilizados para reponer los nutrientes). Se calculó la incidencia de cada proceso ecológico en el total de la energía invertida, con especial énfasis en la energía involucrada en el proceso de regulación biótica. Los planteos técnicos (el manejo) de cada cultivo se presentan en la Tabla 1. Se calculó la diversidad cultivada mediante el índice de Shannon, evaluando la proporción de superficie ocupada por los diferentes cultivos del sistema (índice de Shannon “cultivado”). Se estimó la importancia de los ambientes seminaturales (borduras), mediante la relación perímetro/superficie (RPS). Para ello se midió el perímetro (m) y la superficie (ha) de cada lote. Una mayor relación indica lotes de menor tamaño y una mayor cantidad de bordes no cultivados en el establecimiento.

Resultados y discusión

El manejo de la agrobiodiversidad en los agroecosistemas está siendo revalorizado como una de las más importantes estrategias de manejo agroecológico, ya que sus componentes, correctamente escogidos y ensamblados pueden proveer o fortalecer importantes procesos ecológicos (UNEP, 2000; SWIFT et al., 2004), lo que podría disminuir la necesidad del uso de insumos y, por lo tanto, de energía. Los valores de eficiencia energética obtenidos para el cultivo de soja fueron de 17,9 para el sistema MF y de 7,6 para el sistema AE. Estos valores en general fueron buenos, mostrando una gran diferencia a favor del sistema de producción familiar. ALLUVIONE et al. (2011) reportaron valores de eficiencia energética, bajo distintas intensidades de manejo, en un rango variable entre 4,7 para sistemas de alto uso de insumos y 7,3 para sistemas de bajo uso de insumos. En el estudio aquí presentado la eficiencia energética observada en los sistemas mixtos (con rotaciones) fue mayor que en el sistema empresarial (monocultivo). Esto concuerda con

Tabla 1. Planteos técnicos de los cultivos de soja y girasol, en sistemas mixtos familiares (MF) y agrícolas empresariales (AE), en la región pampeana, Argentina.

		Soja		Girasol	
		MF	AE	MF	AE
Implantación del cultivo					
Glifosato	l/ha		2,5	4	4
2,4-D	l/ha		0,5		0,5
Dicamba	l/ha			0,12	
Rastra de discos		2			
Rastra de dientes		1			
Rolo		1			
Pulverizadora			1	2	3
Sembradora SD			1	1	1
Sembradora GG		1			
Semilla	kg/ha	50	85	5	5
Curasemilla	l/ha	0,002	0,002	0,002	0,002
Combustible	l/ha	18,14	8,8	9,9	11,3
Ciclo de nutrientes					
PDA	kg/ha		40		60
Fertilizante mezcla (N-P-S)	kg/ha			85	
Arrancador (P-S-Ca)		40			
Regulación biótica					
Flurocloridona + S-metolacloro	l/ha				2
Acetoclor + Flurocloridona	l/ha			3	
Glifosato	l/ha	4	5		2
Propaquizafop	l/ha				0,4
Gammacialotrina	l/ha				0,02
Lambdacialotrina	l/ha				0,25
Bifentrin	l/ha			0,35	
Cipermetrina	l/ha	0,1	0,12	0,3	
Clorpirifos	l/ha			0,5	
Endosulfán	l/ha	0,4	1		
Pulverizadora		2	3	3	2
Combustible	l/ha	2,2	3,3	3,3	2,2
Otros					
Cosechadora		1	1	1	1
Combustible	l/ha	10,2	10,2	10,2	10,2
Rendimiento					
	kg/ha	4000	3000	2500	2200

lo reportado por RATHKE et al. (2007), que encontraron menores valores de eficiencia energética para la soja en monocultivo que cuando estaba en rotación con otros cultivos anuales, lo que sugiere un efecto positivo de la diversidad cultivada sobre los valores de eficiencia energética.

También se observaron diferencias en la energía invertida entre los dos sistemas analizados. La energía de entrada fue de 4.805,5 MJ/ha para el sistema MF y de 8.225,6 MJ/ha para el sistema AE. En el cultivo de

soja se observó un mayor ingreso en todos los rubros cuando se realizó en monocultivo, que cuando se realizó en rotación con otros cultivos y forrajes perennes (Figura 1a). Esto concuerda con los resultados presentados por ZENTNER et al. (2011), que reportaron una menor necesidad de energía en sistemas más diversos (rotación entre cultivos anuales y forrajes perennes) que en los sistemas de baja diversidad (monocultivo o rotación de cultivos anuales). También ALLUVIONE et al. (2011) reportaron mayor uso de

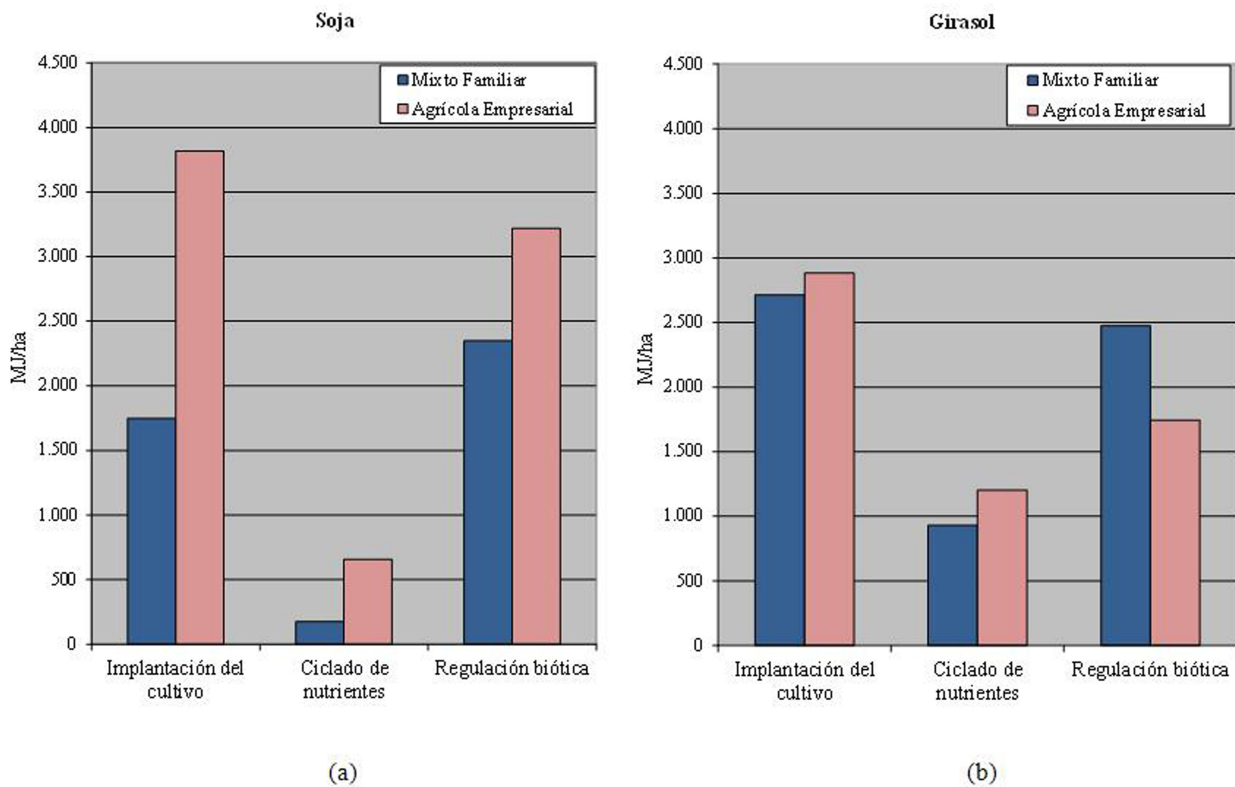


Figura 1. Inversión energética (input) según rubros para los cultivos de soja (a) y girasol (b), en sistemas mixtos familiares (MF) y agrícolas empresariales (AE), en la región pampeana, Argentina.

energía en sistemas de manejo convencional con alto uso de insumos, equivalentes a los sistemas agrícolas empresariales.

En el sistema mixto familiar, la menor cantidad de insecticida y de herbicida aplicado en soja, podría estar asociado a una menor incidencia de adversidades debido a una menor concentración del recurso alimenticio (mecanismo “bottom up”), a una mayor presencia de hábitats alternativos para los enemigos naturales (mecanismo “top down”) y una reducción de la posibilidad de que ciertas malezas se conviertan en población dominante (ALTIERI e NICHOLLS, 2010). Esto coincide con la importante comunidad de artrópodos que comúnmente se encuentran dentro y en los alrededores de los cultivos de soja, muchos de los cuales forman parte de un complejo de enemigos naturales o red trófica (GRECO et al., 2002). La existencia de esta red trófica puede ser potenciada o disminuida por el manejo de la agrobiodiversidad.

En el cultivo de girasol se observó un comportamiento diferente que en el de soja: los valores de eficiencia energética fueron similares para ambas situaciones (8,5 en sistemas MF y 8,0 en sistemas AE), lo que puede deberse a que sus planteos técnicos son semejantes. Varios autores han reportado valores de eficiencia energética para girasol irrigado de 2,4 - 3 (UZUNOZ et

al., 2008; GHAZVINEH e YOUSEFI, 2013), lo que indica que los valores obtenidos en este estudio fueron buenos. La inversión de energía fue levemente superior en el girasol del sistemas mixto familiar (6.653,8 MJ/ha en MF vs. 6.362,0 MJ/ha en AE), aunque la mayor salida permitió un valor de eficiencia energética superior.

El análisis por rubros mostró que la energía invertida en el cultivo de girasol, en el sistema familiar tuvo menores valores en la implantación del cultivo y ciclado de nutrientes que en el sistema empresarial (Figura 1b), pero mayores valores en regulación biótica, debido al mayor uso de herbicidas e insecticidas. Esto sugiere que la inversión de energía destinada a mantener la regulación biótica en los agroecosistemas, puede estar más asociada a una aplicación preventiva de plaguicidas, acorde al modelo productivo dominante (ROSENSTEIN et al., 2007), que a una evaluación adecuada del potencial de regulación biótica del sistema, lo que requiere una correcta lectura e interpretación de los niveles de biodiversidad funcional.

Se observaron diferencias en la energía invertida en los diferentes procesos ecológicos entre cultivos: los procesos de implantación de cultivo y regulación biótica demandaron las mayores cantidades de energía en ambos cultivos. Esto puede estar relacionado con la

falta de reposición de nutrientes, ya que las fertilizaciones que comúnmente se realizan en estos cultivos están basadas en un análisis costo beneficio (IERMANO e SARANDON, 2009; ZAZO et al, 2011). Por lo tanto, esta poca energía utilizada en la fertilización estaría subestimando la real necesidad de energía para un manejo sustentable de los nutrientes.

Uno de los índices propuestos para evaluar la agrobiodiversidad cultivada es el de Shannon, aplicado a las especies cultivadas y su superficie relativa. Los valores de diversidad obtenidos mediante este índice (Tabla 2), sugieren la existencia de una mayor diversidad en los sistemas mixtos familiares, que en los sistemas agrícolas empresariales. Esto significa la presencia de un mayor número de lotes con cultivos diferentes y una mayor cantidad de bordes no cultivados en el establecimiento. El otro parámetro evaluado, la relación perímetro/superficie (RPS), también fue mayor para los sistemas mixtos familiares que para los agrícolas empresariales. Esta relación es una medida de la fragmentación del hábitat, en este caso de la cantidad de parcelas destinadas a usos productivos. La disminución del tamaño de los fragmentos se asocia a un incremento de la relación perímetro/superficie (SANTOS e TELLERÍA, 2006). Por lo tanto, una mayor RPS indica un mayor número de lotes de menor tamaño y una mayor cantidad de bordes no cultivados (ambientes seminaturales) que podrían alojar artropodofauna y retener nutrientes (WEYLAND e ZACCAGNINI, 2008). Una mayor cantidad de lotes y una menor superficie promedio de los lotes coincide con una mayor RPS, y se crea así en todos los fragmentos, una banda perimetral de hábitat (SANTOS e TELLERÍA, 2006). Por otro lado, la proximidad entre los bordes y el cultivo ha sido señalada como un aspecto fundamental de manejo por su influencia (PALEOLOGOS et al., 2008; ALTIERI e NICHOLLS, 2010).

Los ambientes seminaturales son ampliamente

reconocidos como reservorio de la reconocidos como reservorio de la biodiversidad (SWIFT et al., 2004; SANTOS e TELLERÍA, 2006; BLAKE et al., 2011), y se relacionan con el diseño y manejo del campo. En la región pampeana se ha señalado su importancia para albergar enemigos naturales (PALEOLOGOS et al., 2008). La complementación entre agricultura y ganadería pastoril favorece una mayor diversidad de especies cultivadas, un mayor parcelamiento y rotaciones en tiempo y espacio. Esto posibilita, indirectamente, la provisión de servicios ecológicos que desaparecerían si la producción de carne se hiciese a corral y los sistemas productivos se convirtieran en puramente agrícolas. Esta pérdida de funciones ecológicas, este valor funcional de la biodiversidad in situ, no es fácilmente apreciado por la lógica productivista dominante (SWIFT et al., 2004; SARANDÓN, 2009), que sólo analiza la conveniencia de estos modelos de producción intensiva por su capacidad productiva intrínseca, resultando en una sobrevaloración o valoración inadecuada de los mismos.

En los agroecosistemas, la agrobiodiversidad esta relacionada estrechamente con los conocimientos o decisiones de los productores, por lo que la diversidad cultural ha sido considerada un componente de la agrobiodiversidad (UNEP, 2000; GROSS et al., 2011). El factor temporal que rige la producción ganadera y la necesidad de generar una oferta forrajera durante todo el año, determina la presencia de una mayor diversidad cultivada (pasturas, verdeos, cultivos anuales) y una diversidad asociada (pastizal, vegetación espontánea) (GROSS et al., 2011). Esto conduce, necesariamente, a que un productor de un establecimiento mixto (agricultura y ganadería pastoril) desarrolle una racionalidad diferente de la agrícola cortoplacista. GARGOLOFF et al. (2009) señalaron la existencia de diferentes racionalidades ecológicas entre distintos tipos agricultores, lo que se traducía en diferencias en el

Tabla 2. Valores de agrobiodiversidad (Índice de Shannon y RPS) para los cultivos de soja y girasol, en sistemas mixtos familiares (MF) y agrícolas empresariales (AE), en la región pampeana, Argentina.

	Índice Shannon	RPS Promedio (m/ha)	Cantidad de lotes	Superficie promedio por lote (ha)
Soja MF	1,62	122	16	13,4
Soja AE	0,69	40	10	100,0
Girasol MF	2,21	115	23	13,7
Girasol AE	0,69	60	20	50,0

conocimiento, valoración y manejo de los recursos naturales, entre ellos la biodiversidad.

En el mismo sentido, la presencia de niveles adecuados de agrobiodiversidad funcional 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). 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).

Con frecuencia, la biodiversidad es medida únicamente a través del clásico Índice de Shannon, que permite evaluar solamente la riqueza y equitatividad entre especies. Esta medida no es suficiente para evaluar la agrobiodiversidad funcional y estimar el potencial de regulación biótica de un sistema. Un manejo sustentable de los agroecosistemas requiere una nueva caracterización de la agrobiodiversidad, teniendo en cuenta las interacciones entre componentes presentes en el agroecosistema, ya que de ellas derivan los servicios ecológicos (GRIFFON, 2008). Uno de los desafíos es poder estimar los niveles de agrobiodiversidad funcional, pasando de los conceptos más biológicos de conservación descriptos por las ciencias naturales, a parámetros funcionales, necesarios

para establecer las posibles estrategias de manejo en los agroecosistemas. La Figura 2 muestra varios índices que podrían utilizarse para la evaluación de distintos aspectos de la agrobiodiversidad funcional. Hay que tener en cuenta, además, que es un valor sitio dependiente, difícilmente extrapolable, lo que dificulta aún más disponer de valores universales.

Por otro lado, no siempre existe una clara percepción de los servicios ecológicos presentes en un agroecosistema por parte de técnicos y productores. Esto se asocia a la deficiente formación de profesionales y técnicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas con un enfoque sistémico y holístico (SARANDÓN e HANG, 2002). Además, las decisiones se rigen principalmente por el análisis costo-beneficio, por el cual un aumento de la productividad es contabilizado como un ingreso. Sin embargo, la degradación del capital natural como consecuencia del modelo de agricultura, implica un “costo oculto” que no es contabilizado en el margen bruto (ZAZO et al., 2011). Estos aspectos podrían provocar muchas veces la aplicación de agroquímicos aunque no sea necesario.

Existen varios interrogantes en torno al manejo de la agrobiodiversidad en los sistemas extensivos de la región pampeana, ya que si bien existen muchas líneas de investigación que están orientadas a la transición desde sistemas convencionales hacia sistemas agroecológicos, son pocas las que centran su atención

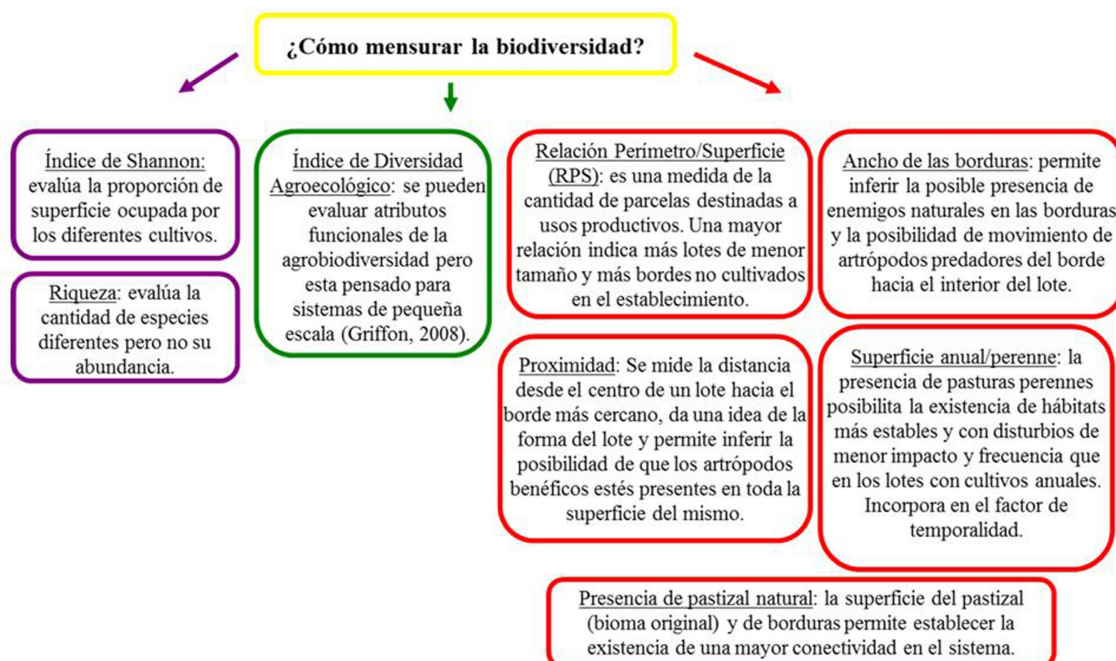


Figura 2. Parámetros clásicos de estimación de la biodiversidad (violeta), nuevas propuestas para la evaluación de la biodiversidad funcional en sistemas tropicales de pequeña superficie (verde) y en sistemas extensivos de clima templado (rojo).

en los sistemas agropecuarios extensivos (ROSENSTEIN et al., 2007; WEYLAND e ZACCAGNINI, 2008). Aún así, todas estas líneas coinciden en que la biodiversidad en todas sus escalas es la clave para lograr sistemas más sustentables, con lo cual es preciso estudiar sistemas que realicen un adecuado uso de la misma y sirvan de base para el rediseño de los actuales sistemas productivos altamente simplificados.

Conclusión

Los valores obtenidos con el índice de Shannon y la relación perímetro/superficie en los sistemas mixtos familiares, indican la importancia de estos sistemas para el mantenimiento de la agrobiodiversidad. Por otra parte, la mayor eficiencia energética en dichos sistemas y el menor ingreso de energía por rubros, a excepción del rubro regulación biótica en el cultivo de girasol, sugieren que el menor uso de insumos podría estar asociado a los valores de agrobiodiversidad encontrados y su relación con el funcionamiento de los procesos ecológicos. Identificar los costos energéticos asociados a dichos procesos permite encontrar una vía para el rediseño de agroecosistemas y/o para redefinir estrategias de manejo agroecológico. Por lo tanto, la sustitución de los sistemas mixtos familiares por sistemas agrícolas empresariales, no es deseable para la sustentabilidad de la región pampeana.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de la Plata por financiar esta investigación, en el marco del proyecto de Tesis Doctoral "Sistemas familiares mixtos de agricultura y ganadería pastoril de la región pampeana: eficiencia en el uso de la energía y rol funcional de la agrobiodiversidad". La misma fue desarrollada en el Curso de Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. A Fernanda Paleologos y Natalia Acosta por su participación en el relevamiento de datos. Un agradecimiento especial a los productores que compartieron su experiencia y nos abrieron las tranqueras de su campo.

Bibliografía

Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola - AACREA. Disponible en: <http://www.aacrea.org.ar> Visitada en: marzo. 2006.

AIZEN, M. et al. Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina. **Revista Ecología Austral**, n.19, p.45-54, 2009.

ALBANESI, R. La modernización en el devenir de la producción familiar capitalizada. **Revista Mundo**

Agrario, v.7, n.14, p.14, 2007.

ALLUVIONE, et al. EUE (energy use efficiency) of cropping systems for a sustainable agriculture. **Energy**, v.36, n.7, p.4468-4481, 2011.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. **Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas**. Medellín: SOCLA, 2010. 83 p.

BALSA, J. Cambios y continuidades en la agricultura pampeana entre 1937 y 2002. La zona agrícola del norte bonaerense. In: BALSA, J.; MATEO G.; OSPITAL S. **Pasado y presente en el agro argentino**. Buenos Aires: Lumiere, 2008. p.587-613.

BLAKE, R.J.; et al. Novel margin management to enhance Auchenorrhyncha biodiversity in intensive grasslands. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n.140, p.506-513, 2011.

CABRERA, A.L. Fitogeografía de la República Argentina. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v.XIV, n.1-2, p.50, 1971.

GHAZVINEH, S.; YOUSEFI, M. Evaluation of consumed energy and greenhouse gas emission from agroecosystems in Kermanshah province. **Technical Journal of Engineering and Applied Sciences**, v.3-4, p.349-354, 2013. Disponible en: www.tjeas.com. Visitada en: diciembre.

GARGOLOFF, N.A. et al, Análisis del conocimiento y manejo de la agrobiodiversidad en horticultores capitalizados, familiares y orgánicos de La Plata, Argentina. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.468-471, 2009.

GRECO, et al. Principios de manejo de plagas en una agricultura sustentable. In: **Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable**. La Plata: Ediciones Científicas Americanas, 2002. Cap.13, p.251-274.

GRIFFON, D. Estimación de la biodiversidad en agroecología. **Revista Agroecología**, v.3, p.25-31, 2008.

GROSS, H.; et al. 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**, v.35, n.5, p.550-573, 2011.

IERMANÓ, M.J.; SARANDÓN, S.J. Aplicación del enfoque de la agroecología en el análisis de los agrocombustibles: el caso del biodiesel en argentina. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.1, p.4-17, 2009.

IERMANÓ, M.J.; SARANDÓN, S.J. **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. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar>. Visitada en: 14 de marzo. 2006.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA. **Programa Nacional de Investigación y Desarrollo tecnológico para la pequeña agricultura familiar. Documento Base.** Abril de 2005.
- MOSCIARO, M.; DIMURO, V. **Zonas Agroecológicas homogéneas Buenos Aires Sur.** Buenos Aires: INTA. 2009. 297pp.
- OBRIST, M.K.; DUELLI, P. Rapid biodiversity assessment of arthropods for monitoring average local species richness and related ecosystem services. **Biodiversity & Conservation.** n.19, p. 2201-2220, 2010.
- OBSCHATKO, E. **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 p.
- PALEOLOGOS, et al. Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. **Revista Brasileira de Agroecología,** v.3, n.1, p.28-40, 2008.
- PORTILLO, J.; CONFORTI, A. **Feedlotización de la ganadería argentina.** VI Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. Buenos Aires, 11, 12 y 13 de noviembre de 2009.
- RATHKE, G.W.; et al. Tillage and rotation effect on corn-soybean energy balances in eastern Nebraska. **Soil and Tillage Research,** v.97, n.1, p.60-70, 2007.
- ROSENSTEIN, S. et al. Estrategias productivas, prácticas de control y diversidad biológica: un análisis desde los sistemas de conocimiento. **Revista FAVE-Ciencias Agrarias,** v.5-6, n.1-2, p.42-60, 2007.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la República Argentina – SAGPYA. Disponible en: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar>. Visitada en: 8 de Abril. 2008.
- SANTARCANGELO, J.; FAL, J. Producción y rentabilidad en la ganadería argentina. 1980-2006. **Revista mundo Agrario,** v.10, n.19, p.22, 2009.
- SANTOS, T.; TELLERÍA, J.L. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. **Revista Ecosistemas,** v.15, n.2, p.3-12, 2006.
- SARANDÓN, S.J.; HANG, G. 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.
- SARANDÓN, S.J. Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable: Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica. In: TOMAS LEON SICCARD, MIGUEL A. ALTIERI (Eds.). **Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones.** Bogotá: IDEAS 21, Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), Universidad Nacional de Colombia, Opciones Graficas Editores, 2009. Cap 4: 105-130.
- SCHWAB, A. et al. Estimating the biodiversity of hay meadows in north-eastern Switzerland on the basis of vegetation structure. **Agriculture, Ecosystems and Environment,** n.93, p.197-209, 2002.
- Sistema Integrado de Información Agropecuaria - SIIA. **Estimaciones Agrícolas. Campaña 2013/2014.** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Disponible en: <http://www.sii.gov.ar/> Visitada en: julio. 2014.
- SILI, M. **La Argentina rural: de la crisis de la modernización agraria a la construcción de un nuevo paradigma de desarrollo de los territorios rurales.** Buenos Aires: Ediciones INTA, 2005, 108 pp.
- SWIFT, M.J.; AMN, I.; VAN NOORDWIJK, M. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes-are we asking the right questions?. **Agriculture, Ecosystems and Environment,** n.104, p.113-134, 2004.
- TSAKOUMAGKOS, P (Coord.). **Tecnología y pequeña producción agropecuaria en la Argentina: una caracterización basada en el censo nacional agropecuario 2002 y en estudios de caso.** 1a ed. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2009. 304 p.
- 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.
- UZUNOZ, M.; AKCAY, Y.; ESENGUN, K. Energy Input-output Analysis of Sunflower Seed (*Helianthus annuus* L.) Oil in Turkey. **Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy,** v.3, n.3, p.215-223, 2008.
- WEYLAND, F.; ZACCAGNINI, M.E. Efecto de las

terrazas sobre la diversidad de artrópodos caminadores en cultivos de soja. **Ecología Austral**, n.18, p. 357-366, 2008.

ZAZO, F.E. et al. El "costo oculto" del deterioro del suelo durante el proceso de "sojización" en el Partido de Arrecifes, Argentina. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n.3, p.3-20, 2011.

ZENTNER, R.P. et al. Effects of input management and crop diversity on non-renewable energy use efficiency of cropping systems in the Canadian Prairie. **European journal of agronomy**, v.34, n.2, p.113-123, 2011.