

Sistemas de cultivo alternativos desarrollados por productores en el sudeste de la provincia de Buenos Aires

SALEMBIER, C.¹; ELVERDIN, J.²; MEYNARD, J.M.³

RESUMEN

El proceso de expansión de la soja (denominado sojización) en la pampa argentina ha tenido como consecuencia la especialización de numerosas explotaciones agrícolas en el cultivo de soja. Sin embargo, muchos actores del sector agrícola cuestionan la sustentabilidad de los sistemas especializados en ese cultivo. Aun así, cabe preguntarse si las afirmaciones que se hacen sobre la sojización consideran la diversidad de los sistemas de cultivo practicados en las explotaciones agrícolas pampeanas. Este artículo presenta los resultados de un trabajo que se realizó con el fin de identificar y analizar sistemas de cultivo alternativos desarrollados por productores en el partido de Balcarce. El trabajo se dividió en cuatro etapas: (i) caracterización de un sistema predominante basado en el cultivo de soja en la zona de estudio, (ii) identificación de productores que practican sistemas de cultivo alternativos, (iii) descripción y análisis de los distintos sistemas, (iv) evaluación agroambiental y económica de esos sistemas. Se identificaron sistemas alternativos en el partido de Balcarce con prácticas agrícolas distintas de las del sistema predominante. Los sistemas alternativos son caracterizados por rotaciones largas y diversificadas, la combinación de siembra directa y labranza mínima, el uso limitado de plaguicidas, etc. La evaluación reveló que dichos sistemas podían tener mejores resultados agroambientales que el sistema predominante, lo cual nos permitió identificar algunas líneas y preguntas para futuras investigaciones agronómicas.

Palabras clave: innovaciones del terreno, evaluación multicriterio, partido de Balcarce, sistema de cultivo, sojización, sustentabilidad agrícola.

ABSTRACT

The cropping systems of the Argentine Pampas are characterized by the predominance of the soybean crop in the rotation, including in some cases, soybean monoculture. This rose concerns about the sustainability of the production practices. These considerations, however, may neglect the actual diversity of the cropping systems practiced in the Pampas. This article identifies and analyzes alternative cropping systems developed by farmers of the Balcarce County. The research has four main parts: (i) characterization of a predominant system based on the soybean crop, (ii) identification of farmers that undertake alternative cropping systems, (iii) description and analysis of the different systems, and (iv) agro-environmental and economic assessment of these systems. Alternative cropping systems with practices contrasting with those typical of the most common system were identified. The alternative systems exhibit longer and more diverse crop rotations, the combination,

¹INRA, Sciences pour l'Action et le Développement, UE0411 Domaine Expérimental Alénya Roussillon, Mas Blanc, 66200 Alénya, Francia. Correo electrónico: chloe.salembier@supagro.inra.fr

²INTA, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Laboratorio AGRITERRIS. Casilla de correo 276, Balcarce, Argentina (7620). Correo electrónico: elverdin.julio@inta.gob.ar

³INRA, Sciences pour l'Action et le Développement, UMR SAD-APT, 16, rue Claude Bernard 75231 Paris Cedex, France. Correo electrónico: meynard@grignon.inra.fr

in the rotation, of direct seeding and minimum tillage, limited use of pesticides, etc. The assessment revealed that alternative cropping systems could have better agro-environmental results than the most common system based on the soybean crop. These findings allowed the identification of future agronomic research lines.

Keywords: *On-field innovations, multicriteria assessment, Balcarce County, cropping system, soybeanization, farming sustainability*

INTRODUCCIÓN

El fenómeno conocido actualmente como «sojización de las pampas» consiste en un aumento constante, iniciado en los años noventa, de la superficie destinada cada primavera-verano a la producción de soja en el conjunto de las zonas de cultivo. La sojización generalmente se describe como un proceso de uniformización de las prácticas agrícolas en un territorio determinado. La hegemonía de la soja en el territorio de La Pampa no es casual. El cultivo de soja ofrece muchas ventajas a los productores, tanto desde el punto de vista agronómico como económico u organizativo. En las Pampas, el cultivo forma parte de un paquete tecnológico (soja RR + siembra directa + glifosato); su plasticidad permite cultivarla en entornos edafológicos y climáticos muy diversos (terrenos inclinados, de baja capacidad para la producción agrícola) (Andrade y Sadras, 2002), con una presencia casi nula de malezas en el inicio de su inserción durante su ciclo (uso del glifosato) y una reducción de los problemas de erosión y evaporación del suelo, debido a la siembra directa (Castilla, 2013). El paquete tecnológico es muy sencillo de utilizar y permite ahorrar tiempo. La soja actualmente se exporta a un mercado internacional en plena expansión y representa una forma de cultivo poco arriesgada, tanto a nivel comercial como de producción (INTA, 2011). Esas ventajas han originado que, desde los años noventa, numerosas explotaciones hayan ido especializándose en ese cultivo, que se ha convertido en el cultivo principal de las rotaciones y suele sembrarse cada año en las mismas parcelas agrícolas (INTA, 2011).

Desde hace varios años, asociaciones (p. ej., la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa -Aapresid-), investigadores, asesores agrícolas e incluso productores ponen en duda la sustentabilidad (tanto desde el punto de vista medioambiental como social) de los sistemas de cultivo especializados en la soja. A partir de los años noventa, la expansión del cultivo de soja y la simplificación de las labores agrícolas provocaron un incremento de los flujos migratorios hacia las ciudades (proceso iniciado a principios del siglo xx) contribuyendo también a la pérdida de conocimientos propios de la agricultura tradicional local (Hernández, 2009; Hernández, 2007; Albaladejo, 2011, Chaxel *et al.*, 2011). La expansión del monocultivo, o cuasi-monocultivos de soja, ha dado lugar a una homogeneización del paisaje con efectos negativos para la diversidad de la fauna local y los servicios ecosistémicos ligados a la biodiversidad (Benton *et al.*, 2003; Carreño y Viglizzo, 2010). Además contribuyó a aumentar el riesgo de desa-

rollo de plagas y enfermedades en todo el territorio. La simplificación de las prácticas agrícolas lleva asociado el uso repetido del glifosato, que generó la tolerancia de algunas malezas a este herbicida (como, por ejemplo, *Amaranthus sp.*, *Avena fatua L.*, *Lolium sp.* o incluso *Sorghum halepense*. Vila-Aiub, M. M. *et al.*, 2008), lo cual provoca que el productor tenga que recurrir a la utilización de herbicidas adicionales (Caviglia *et al.*, 2004). La expansión de los campos de cereales y plantas oleaginosas en áreas seminaturales, asociada a técnicas de cultivo con un uso intensivo de insumos, aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero (Carreño *et al.*, 2010) y contribuye a la contaminación de las aguas subterráneas (Aparicio *et al.*, 2008). En lo que respecta al suelo, los residuos de soja no aportan suficiente cantidad de carbono orgánico. Hay estudios que demuestran que, a medio plazo, en el caso del monocultivo o de los sistemas basados esencialmente en la soja, el nivel de humus en el suelo disminuye, aun en sistemas de siembra directa (Studdert y Echeverría, 2000; Studdert *et al.*, 2009; Zazo *et al.*, 2011).

Sin embargo, es necesario preguntarse si las afirmaciones que se hacen sobre la sojización pasan por alto la diversidad de los sistemas de cultivo (SC) desarrollados en las explotaciones agrícolas pampeanas. El trabajo que se presenta en este artículo se basa en la hipótesis de que existen, en las Pampas, productores que han desarrollado métodos de producción que tienen mejor comportamiento ambiental, que el del sistema predominante. El objetivo de la investigación es identificar, describir y evaluar, a partir de criterios económicos, agronómicos y medioambientales, los sistemas de cultivo alternativos desarrollados por los productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de la zona de estudio

El trabajo de investigación se llevó a cabo entre 2012 y 2013 en el partido de Balcarce, situado en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Ese distrito se caracteriza por presentar actividades agrícolas diversificadas. Actualmente se observan explotaciones de policultivo, explotaciones mixtas, o especializadas en la papa. Sin embargo, desde hace dos décadas, en el partido de Balcarce, siguiendo la tendencia nacional, la soja ha ido ganando protagonismo año tras año en el conjunto de las superficies de cultivo, siendo del 4,7% de la superficie sembrada en la campaña 1992/1993, 13,5% en 2002/2003, llegando al 53% en 2012/2013 (SIIA, 2015).

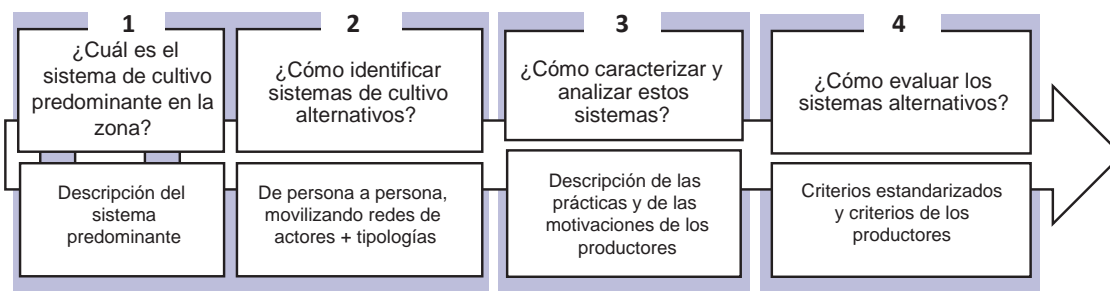


Figura 1. Esquema recapitulativo de las etapas del trabajo.

Metodología de identificación, caracterización y evaluación de sistemas de cultivo alternativos desarrollados por productores

La metodología utilizada en este trabajo se basó en 4 etapas (figura 1): (1) caracterización del sistema de cultivo basado en soja (llamado «sistema de cultivo predominante» o SC0); (2) identificación de productores que utilizan sistemas de cultivo alternativos; (3) caracterización de los sistemas de cultivo y de su estrategia agronómica; (4) evaluación de los sistemas de cultivo alternativos a partir de criterios económico, agronómicos y medioambientales, comparándolos con el sistema de cultivo predominante.

- **Etapa 1:** a través de entrevistas semidirigidas, tres asesores, un contratista, dos productores y dos investigadores describieron en los mismos términos el sistema de cultivo que, según ellos, ocupa la mayor parte de la superficie agrícola del partido de Balcarce. Ese sistema de cultivo se basa en rotaciones de dos años con siembra de soja cada año en la misma parcela agrícola. Este sistema de cultivo se utilizó después como «referencia» para identificar sistemas de cultivo alternativos.
- **Etapa 2:** a través de asesores agrícolas (privados, así como del INTA y del CREA), investigadores del INTA y agricultores, se identificaron productores que se consideraban apropiados para realizar el estudio (21 explotaciones).
- **Etapa 3:** una vez identificados los productores, se realizó la descripción (mediante entrevistas semidirigidas) de los sistemas de cultivo «alternativos»: desde la rotación de cultivos a las prácticas de cultivo por especie. Las entrevistas se centraron en (i) la lista de prácticas de los sistemas de cultivo y (ii) los factores que motivaron a los productores a aplicar dichas prácticas (¿qué tipo de rotación de cultivos realizan?; ¿qué técnicas emplean para cada cultivo?; ¿por qué motivo utilizan esas prácticas?). Los sistemas de cultivo alternativos se agruparon por tipos en función de su estrategia agronómica (lazo entre prácticas agrícolas y motivaciones). La elaboración de un Análisis de Componentes Principales (ACP) a partir de las prácticas más representativas de las estrategias agronómicas de los sistemas permitió confirmar estadísticamente las agrupaciones.

- **Etapa 4:** el objetivo de la evaluación fue comparar los resultados de los sistemas alternativos entre sí y con el sistema de cultivo predominante. Los indicadores escogidos para realizar el trabajo (tabla 1) se corresponden con los criterios que utilizaron los productores encuestados para evaluar sus prácticas (criterios presentados cuando explicaban sus motivaciones) y con otros criterios de evaluación complementarios para determinar la sustentabilidad agroambiental de los sistemas de cultivo.

RESULTADOS

Descripción de la estrategia agronómica del sistema predominante y de los sistemas de cultivo alternativos desarrollados por productores

El sistema de cultivo predominante, que los distintos participantes encuestados en el partido de Balcarce describieron entre 2012 y 2013, se caracteriza por una rotación de una duración de dos años con tres cultivos distintos: soja de ciclo largo durante el primer año (de noviembre a mayo), un cereal en el segundo año (trigo y, recientemente mayor participación de cebada; en función de los precios del mercado) y soja de segunda (de finales de diciembre-principios de enero a mayo-junio).

Todas las investigaciones coinciden al constatar que la estrategia agronómica de este sistema se basa en el objetivo de conseguir una rentabilidad económica elevada a corto plazo. Esto se consigue (i) utilizando un capital mínimo (destinado principalmente al alquiler de las tierras, las prestaciones de servicios de contratistas o encargados de campo y los insumos) y (ii) previniendo cualquier riesgo que exponga la producción mediante la utilización sistemática de insumos químicos para obtener una productividad satisfactoria. Además, los dos productores encuestados señalaron que también buscan optimizar el uso del suelo (limitar los períodos de barbecho con soja de segunda).

A diferencia de los del sistema predominante, los productores que ponen en práctica los veintidós sistemas de cultivo alternativos identificados señalaron que gestionan su actividad productiva con una visión de negocio a medio y largo plazo (principalmente, porque cultivan sus propias

Indicador	Descripción, cálculo e interpretación
Indicador de aumento de malezas tolerantes al glifosato	La información de este indicador cualitativo fue recopilada durante las entrevistas con los productores. Los sistemas de cultivo se clasificaron en tres categorías en función de la tolerancia identificada en las parcelas por los agricultores: i) ninguna tolerancia identificada en los campos por el agricultor (Nota=1); ii) tolerancia que no afecta las técnicas de cultivo (Nota=2); iii) tolerancia perjudicial según el agricultor y utilización de herbicidas adicionales (ingredientes activos distintos del glifosato) (Nota=3). Esta información proviene tanto de observaciones del agricultor en su campo como de lo que le diagnostica el asesor con el cual trabaja.
Indicador de frecuencia de tratamientos (IFT) (Brunet <i>et al</i> , 2007)	El IFT refleja el uso de productos fitosanitarios y la «dependencia» que tienen los agricultores de esos productos. Para calcular el IFT, se tuvo en cuenta el conjunto de años de rotación (cultivos extensivos y praderas). $IFT \text{ parcela} = \sum t [(DA/DHt) \times PPT]$ donde <i>DA</i> es la dosis aplicada, <i>DH</i> la dosis homologada por la guía de productos fitosanitarios (CASAFE, 2007), <i>PPT</i> la ratio superficie tratada/superficie total de la parcela y <i>t</i> el tipo de tratamiento. Para el cultivo de papa (el «papero» alquila la misma parcelas cada 5 años), se utilizaron técnicas de cultivo basadas en las descripciones de dos productores y un técnico del INTA.
Indicador de evolución del carbono orgánico en el suelo (COS, kg C/ha)	El COS se calculó con el programa SIMEOS-AMG, desarrollado por Agro-Transfert Ressource et Territoire y el INRA (Duparque <i>et al.</i> , 2011). Esta aplicación permite simular la evolución del carbono orgánico en el suelo de una parcela, para un sistema de cultivo determinado. Los cálculos se basan en los trabajos realizados por Andriulo <i>et al.</i> , (1999) en Argentina y Francia.
Indicadores de volatilización de NH ₃ , emisión de N ₂ O, lixiviación de NO ₃ y consumo energético	Estos indicadores permiten evaluar la carga de nitrógeno y el consumo energético de una parcela para un sistema de cultivo determinado. Se calculan con el programa CRITER, a través del método INDIGO (Bockstaller y Girardin, 2008), para el conjunto de la rotación.
Valor agregado bruto (VAB en \$) de cultivos extensivos	El VAB es la diferencia entre la producción bruta y los gastos. Los gastos incluyen los costos ligados a los insumos y la mano de obra (contratistas, Mesa de Asesores CREA de Mar y Sierras). Para el cálculo, se utilizaron (i) los rendimientos medios por cultivo proporcionados por los productores (en las entrevistas), y (ii) los precios de venta de las producciones y de los productos y servicios (medias interanuales de los precios de 2003 a 2013, precios proporcionados por el programa Agroseries (AACREA). En el caso de las rotaciones que incluyen cultivos forrajeros anuales de 3 a 4 meses, el producto bruto correspondiente a ese período se calculó a partir (i) del peso promedio de la carne por hectárea en el caso de la producción de carne (avena = 135 kg/ha, raigrás italiano = 220 kg/ha, sorgo = 216 kg/ha) y (ii) de la media interanual de los precios de venta del kilo de carne (de 2003 a 2013). El VAB se considera un indicador económico que proporciona información sobre el valor agregado generado por hectárea a corto plazo. En el caso de las rotaciones que incluyen praderas plurianuales, el cálculo solo se realizó para los años correspondientes a los cultivos extensivos. El valor agregado generado por las praderas entra dentro de una lógica de gestión a mediano-largo plazo de la ganadería y del conjunto de la explotación. Por eso, resulta difícil compararlo con los VAB de los cultivos anuales, obtenidos a nivel de parcela, que forman parte de estrategias comerciales a corto plazo.
Rendimiento de la inversión (RI en \$/\$)	El RI es la relación entre el VAB y los gastos para un sistema de cultivo determinado. Se utilizaron los mismos datos que en el cálculo del VAB. En el caso de las rotaciones que incluyen praderas plurianuales, el cálculo solo se realizó basándose en los años de cultivos extensivos (no se tuvieron en cuenta los años de cultivo de papa, cuyo valor agregado bruto se obtiene a partir del alquiler de las tierras).
Indicador de riesgo (%)	Es el coeficiente de variación calculado a partir de las variaciones interanuales de los precios y de los rendimientos correspondientes a un cultivo de la rotación (a excepción de las praderas plurianuales) para un sistema determinado. Este indicador se calculó con el programa RISK (http://www.palisade.com/risk/). Se tomaron como referencia las variaciones de precios y rendimientos del AACREA para el distrito de Balcarce.
Indicador de optimización del uso del suelo (%)	Porcentaje de suelo ocupado por cultivos (cereales, oleaginosas, forrajes) o praderas durante el año. Este indicador refleja el nivel de intensificación en el uso del suelo.

Tabla 1. Lista de los indicadores utilizados para evaluar los sistemas de cultivo, descripciones de su significado y modalidades de cálculo e interpretación.

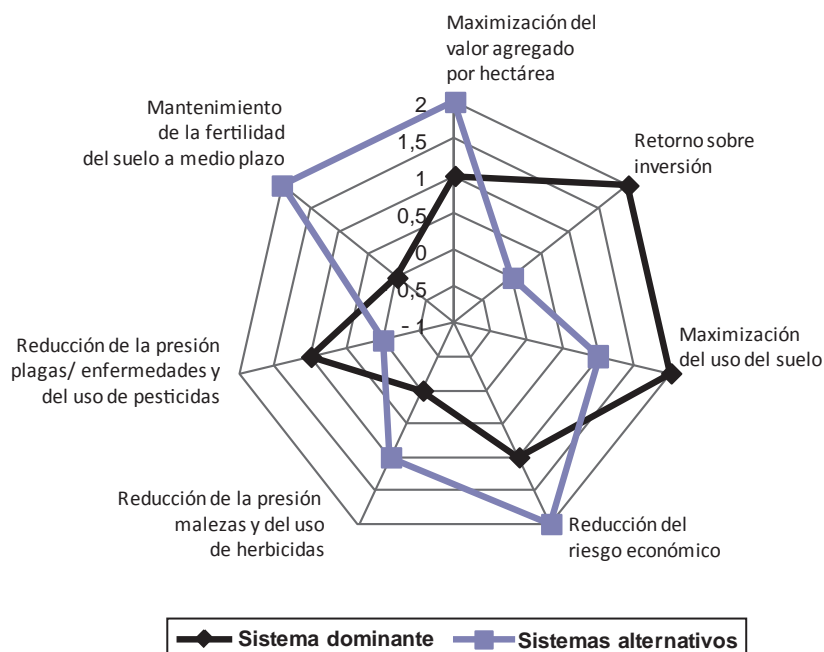


Figura 2. Criterios de evaluación mencionados por los productores que desarrollan el sistema predominante (curva negra) y por los productores que desarrollan los sistemas de cultivo alternativos (curva gris).

tierras). A la hora de explicar las motivaciones que los han conducido a poner en práctica dichos sistemas de cultivo alternativos, los productores mencionaron otros criterios además de la rentabilidad económica a corto plazo (figura 2). Esos criterios específicos hacen referencia a rendimientos económicos y agroambientales.

La tabla 2 presenta las principales características agronómicas de los veintidós sistemas de cultivo alternativos. Se clasificaron en cinco tipos en función de la estrategia agronómica (similitudes entre los sistemas utilizados y criterios de evaluación mencionados por los productores). Por otro lado, la tabla 3 reúne las principales rotaciones de cultivo identificadas.

El tipo 1 (SC del 1 al 3) engloba sistemas de cultivo similares al sistema predominante, con rotaciones más diversificadas (de 3 años de media), pero utilizan insumos (plaguicidas y fertilizantes) de manera intensiva. La siembra directa y la aplicación sistemática de plaguicidas permiten ganar tiempo y simplificar las labores, ya que se considera que las observaciones de campo requieren demasiado tiempo. En dos de las tres parcelas del tipo 1 se riega regularmente el maíz y la soja.

El tipo 2 (SC del 4 al 9) se caracteriza por rotaciones largas y diversificadas (4 años de media), con una incorporación ocasional de colza, girasol, maíz, trigo o cebada. La soja se siembra con menos frecuencia que en el sistema predominante y el tipo 1. Los productores afirman que los motivos por los que diversifican las rotaciones son:

La disminución de los riesgos sanitarios en las parcelas y reducción del uso de plaguicidas. Se refieren sobre todo a las malezas. Por ese motivo intentan alternar distintos principios activos. Para ellos, es muy importante no contribuir al desarrollo de poblaciones tolerantes al glifosato.

El mantenimiento de la fertilidad de los suelos a medio plazo mediante el cultivo de cereales (trigo, cebada y maíz), cuyos residuos orgánicos tienen una relación C/N elevada y permiten conservar los niveles de humus.

La diversificación de las especies o las variedades, así como de las vías de comercialización, con el fin de repartir los riesgos (ligados al mercado o a la producción).

La distribución de las cargas de trabajo entre varias especies durante el año. Algunos intentan escalonar las fechas de siembra de la soja de segunda para disminuir los riesgos climáticos y la siembran después de la colza, el trigo y la cebada.

Todos los sistemas de cultivo del tipo 2 son utilizados por propietarios que asumen la gestión de la actividad productiva y dan mucha importancia al hecho de mantener la fertilidad del suelo a medio plazo.

Los tipos 3 (SC del 10 al 15) y 5 (SC del 19 al 22) son practicados en explotaciones mixtas (agricultura y ganadería) por productores que se ocupan de la actividad productiva. En el tipo 3 las rotaciones son cortas (de 2 a 3 años) y la soja de segunda es sustituida por un verdeo (raigrás o

avena). Los animales consumen directamente el verdeo o se cosecha para conservarlo. Los verdeos no requieren un uso elevado de insumos ni demasiado tiempo de trabajo. Por eso, los productores lo consideran una producción complementaria, como en el caso de la soja de segunda, ya que puede compensar una mala cosecha del cultivo anterior. Por otro lado, algunos integran el verdeo como una manera de tener una cubierta vegetal permanente en las parcelas (mantenimiento de la estructura del suelo y reducción de la erosión). Esos sistemas de cultivo (tipo 3) utilizan algunas técnicas, poco comunes ni conocidas: (i) labranza mínima en determinados años para descompactar el suelo pisoteado por los animales durante el pastoreo del verdeo (p. ej.: arado, rastra de discos), (ii) control mecánico de malezas o incluso, en el caso de un productor, (iii) pasar una henificadora para voltear la cubierta vegetal y favorecer la eliminación de algunas plagas (p. ej., el bicho bolita, la babosa, semilla de malezas), que los pájaros comen. La integración de esos cultivos en la rotación, junto con las observaciones recurrentes realizadas por los productores y la labranza ocasional, permite reducir el uso de plaguicidas (que se utilizan más como curativos que preventivos).

En el tipo 4 (SC del 16 al 18), la rotación es más extensa y se diversifica utilizando maíz, trigo, cebada, colza, avena, además de recurrir al cultivo periódico (cada cinco años) de la papa. La tierra se remueve antes y después de cultivar la papa. El propietario alquila las tierras a una tercera persona por un período de un año. El papero se ocupa de todo el proceso: desde la plantación hasta la cosecha. Esta opción ofrece a los productores una renta anual fija, así como un cultivo suplementario para diversificar las rotaciones, lo cual reduce la aparición de plagas y enfermedades en los cultivos. Como el nivel de fertilizantes empleados en el cultivo de la papa es muy elevado, y con el fin de reducir el riesgo de una mala valorización del saldo de nitrógeno, algunos productores dividen el terreno dedicado a la papa para sembrar especies distintas al año siguiente. Debido al uso de labranzas y la prolongación de la rotación, la utilización del glifosato se reduce, pero las exigencias de la papa hacen que la media de los fitosanitarios (fungicidas e insecticidas) utilizados en la rotación siga siendo elevada.

En el tipo 5 (SC del 19 al 22), la rotación de grandes cultivos es relativamente diversificada (cereales y oleaginosas) y se interrumpe periódicamente para incorporar praderas plurianuales durante un período de 2 a 5 años. Según los productores, estas praderas (cultivos de gramíneas y leguminosas) tienen el doble propósito de (i) proporcionar forrajes al ganado durante todo el año y (ii) conservar la fertilidad (química, física y biológica) del suelo gracias a los aportes orgánicos de la pradera y a su función de cubierta vegetal que evita la erosión del suelo. La utilización puntual de la labranza (roturar la pastura para implantar después cultivos anuales), la diversidad de especies y la introducción de praderas plurianuales contribuyen a reducir el uso de plaguicidas (uso nulo algunos años).

A través del análisis de componentes principales (ACP) (figura 3) pudimos confirmar las similitudes entre los sis-

temas de cultivo que se habían agrupado por tipos. El eje CP1 separa los sistemas según la duración y la diversificación de las rotaciones, el uso de glifosato y el empleo de la labranza reducida; el eje CP2 distingue los sistemas en función del uso de plaguicidas (herbicidas no incluidos) y la incorporación de la papa o de los verdeos en las rotaciones.

Resultados de la evaluación de los sistemas de cultivo alternativos y del sistema predominante

La tabla 4 ilustra los resultados de la evaluación multicriterio por tipo de sistemas de cultivo. No se han incluido los indicadores de volatilización de NH_3 , emisiones de N_2O , lixiviación de NO_3 y consumo energético ya que los resultados son bastante similares y relativamente bajos.

Evaluación económica

Los resultados del VAB y del RI son sensibles a las variaciones de rendimiento. Los datos utilizados para realizar los cálculos no proceden de mediciones precisas, sino que se han obtenido a partir de estimaciones de medias proporcionadas por los productores. Además, las medias se han elaborado a partir de muestras pequeñas. Por ese motivo, el análisis de la evaluación económica que proponemos a continuación presenta únicamente las tendencias generales.

El tipo 1 tiene el VAB más alto, mientras que los demás sistemas han conseguido resultados de VAB similares. Eso se debe a los elevados rendimientos del tipo 1, que han resultado favorecidos por la irrigación de algunos cultivos (maíz y soja de segunda en algunos casos). Los otros tipos alcanzaron resultados económicos similares de distintas maneras: (i) el sistema predominante se caracteriza por el uso del suelo más intensivo (optimización del uso del suelo) y cada año introduce la soja en la rotación, en un contexto de plena expansión del mercado de la soja (precios de venta elevados); (ii) los tipos 2, 3 y 5, que utilizan rotaciones largas y diversificadas, requieren de media un consumo de insumos más bajo; (iii) el tipo 4 recurre al cultivo de la papa (cada cinco años se integra en la rotación), que proporciona una renta anual fija y elevada (debido al alquiler de la tierra), y aporta nitrógeno al suelo para el cultivo siguiente (trigo, maíz o girasol).

En lo que respecta al rendimiento de la inversión, los tipos 3 y 5 han conseguido los mejores resultados, seguidos muy de cerca por el sistema predominante (SC0). El tipo 1 ha tenido el peor resultado. El tipo 3 incluye cada dos o tres años el cultivo de forrajes en la rotación que es poco dependiente de insumos (nivel bajo o nulo de plaguicidas y fertilizantes). En cuanto a los cultivos anuales del tipo 5 (sin incluir los años de praderas), es posible que la diversificación de cultivos y el uso de praderas aumenten la regulación biótica y la fertilidad del suelo, de ahí que los cultivos de la rotación no necesiten un uso elevado de insumos (plaguicidas y fertilizantes). Por el contrario, el resultado del tipo 1 está ligado a un nivel elevado de utilización de

		Duración de la rotación	N.º de cultivos durante un período de 5 años	N.º de especies durante un período de 5 años	Frecuencia de soja	N.º de aplicaciones de glifosato	N.º de aplicaciones de plaguicidas (herbicidas no incluidos)	Promedio sobre trigo-maíz kg N/ha	Utilización de labranza	Frecuencia de praderas	Frecuencia de verdeos	Frecuencia de papa	Frecuencia de colza
Tipo 1	SC0	2,0	7,5	2,5	1,0	4,0	2,0	75	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SC1	3,0	7,5	2,5	0,8	4,0	3,0	126	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SC2	3,0	6,7	3,5	0,7	4,0	3,7	126	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SC3	4,0	7,5	4,0	0,8	4,3	3,0	126	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Tipo 2	SC4	5,0	7,0	3,5	0,8	3,8	0,0	97	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SC5	4,0	7,5	4,0	0,8	3,3	1,5	110	2,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	SC6	5,0	7,0	4,4	0,7	3,3	1,2	73	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SC7	5,0	6,0	4,0	0,5	3,0	1,0	66	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SC8	4,0	5,5	4,0	0,5	2,8	1,3	53	2,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	SC9	3,0	5,0	4,0	0,3	2,5	1,8	75	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tipo 3	SC10	3,0	6,7	3,0	0,7	1,0	1,0	41	3,0	0,0	0,3	0,0	0,0
	SC11	2,0	7,5	3,5	0,5	2,0	0,0	91	2,0	0,0	0,5	0,0	0,0
	SC12	2,0	7,5	3,0	0,5	2,8	0,0	105	2,0	0,0	0,5	0,0	0,0
	SC13	2,0	7,5	3,5	0,5	2,0	0,0	80	2,0	0,0	0,5	0,0	0,0
	SC14	2,0	7,5	4,0	0,5	3,0	1,0	75	2,0	0,0	0,5	0,0	0,0
	SC15	2,0	7,5	5,0	0,4	2,7	1,8	75	2,0	0,0	0,3	0,0	0,3
Tipo 4	SC16	5,0	6,0	4,5	0,6	2,8	3,6	112	2,0	0,0	0,0	0,2	0,1
	SC17	5,0	6,5	5,0	0,3	1,6	4,2	92	2,0	0,0	0,1	0,2	0,0
	SC18	5,0	7,0	5,0	0,5	1,6	4,2	92	2,0	0,0	0,1	0,2	0,0
Tipo 5	SC19	5,0	5,0	4,0	0,2	0,8	0,2	78	3,0	0,4	0,2	0,0	0,0
	SC20	6,0	6,7	4,5	0,4	1,7	0,0	105	2,0	0,3	0,1	0,0	0,0
	SC21	9,0	5,5	4,0	0,4	1,7	0,4	92	2,0	0,4	0,2	0,0	0,0
	SC22	12,0	6,3	5,0	0,4	1,5	2,0	66	2,0	0,4	0,0	0,1	0,0

Tabla 2. Principales características de los veintidós sistemas de cultivo alternativos, agrupados en cinco grandes tipos. Se consideraron las características siguientes: duración de la rotación; número de cultivos sembrados en un período de cinco años (cultivos principales y secundarios); número de especies utilizadas en la rotación en un período de cinco años; frecuencia de soja en la rotación; promedio de aplicaciones de glifosato al año; promedio de aplicaciones de plaguicidas al año (herbicidas no incluidos); promedio de aplicaciones de nitrógeno sobre el cereal (trigo o maíz); labranza ocasional (1: siembra directa utilizada en todas las especies; 2: labranza mínima ocasional; 3: labranza ocasional); frecuencia de verdeos, papa y colza en la rotación.

insumos en las parcelas agrícolas (plaguicidas y fertilizantes). El SC0 tiene un RI bastante elevado, puesto que la soja se cultiva cada año en las parcelas y es menos dependiente de insumos (sobre todo, en cuanto a fertilizantes) que la mayoría de los cultivos de diversificación.

Si se exceptúa el tipo 4, que presenta una ventaja adicional, ya que cada cinco años percibe una renta procedente del alquiler de las tierras a un papero, los tipos 2, 3, y 5 presentan el nivel de riesgo más bajo. Eso demuestra que la diversificación de cultivos (cereales, oleaginosas y forra-

je) contribuye a disminuir el riesgo (tanto desde el punto de vista comercial como a nivel de la producción). Algunos productores, con el fin de limitar los riesgos y al mismo tiempo optimizar el uso del suelo, diversifican los cultivos antecesores y las fechas de siembra de soja de segunda (antecesores en los tipos 2, 3 y 4: colza, trigo y cebada). Al contrario de lo que se suele afirmar (INTA, 2011), el sistema predominante no parece el de menor riesgo. La soja de segunda (introducida cada dos años en la rotación para optimizar el uso del suelo, en el SC0 y el Tipo 1) es un cultivo

Rotaciones	
SC0	[S] / [T o C + SII]
Tipo 1	[S] / [T o C+SII] / [(T o C + SII) o G]
	[S] / [T o C + SII] / [M]
	[S] / [Co+SII] / [T o C + SII] / [M]
Tipo 2	[M] / [S] / [T o C + SII] / [S] / [S o (T o C + SII)]
	[G] / [Co + S] / [T o C + SII] / [M]
	[S] / [G] / [M] / [C + SII] / [G o M o S]
	[M] / [S] / [G] / [Co + SII]
	[M] / [S] / [G o M]
Tipo 3	[S] / [A + SII] / [M]
	[S] / [T o C + RG o A o RA].
	[C o Co + SII o A] / [G o M o S]
Tipo 4	[Pa] / [T + SII o M] / [S] / [T o Co + SII] o G] / [S]
	[Pa] / [M] / [S o G] / [(T o C + SII o A o RG] / [S o (T o C + SII)]
	[Pa] / [G] / [T o C + A o RG] / [S] / [T o C + SII]
Tipo 5	[M] / [S] / [A o So] / [P] / [P]
	[S] / [T o C + SII o RA o RG o A] / [S] / [T o C + P] / [P]
	[S] / [G] / [(T o C) + (A o RG o SII)] / [S] / [A + SII] / [P x4]
	[C +SII] / [S] / [T + SII] / [C + SII] / [M o T] / [S o P (x5)] / [Pa] / [M]

Tabla 3. Rotaciones identificadas en los distintos tipos de sistemas de cultivo. Descripción de las rotaciones: entre corchetes [...] se indican (i) la especie principal cultivada en un año determinado; (ii) la especie principal y una especie secundaria [... + ...], y (iii) distintas especies que pueden sustituirse entre sí [... o ...]. S: soja. T: trigo. C: cebada. Co: colza. G: girasol. SII: soja de segunda. M: maíz (granos, dulce o para producir semillas). RG: raigrás. A: avena. So: sorgo. P: pradera. Pa: papa. RA: rebrote del cultivo anterior (usado como forraje).

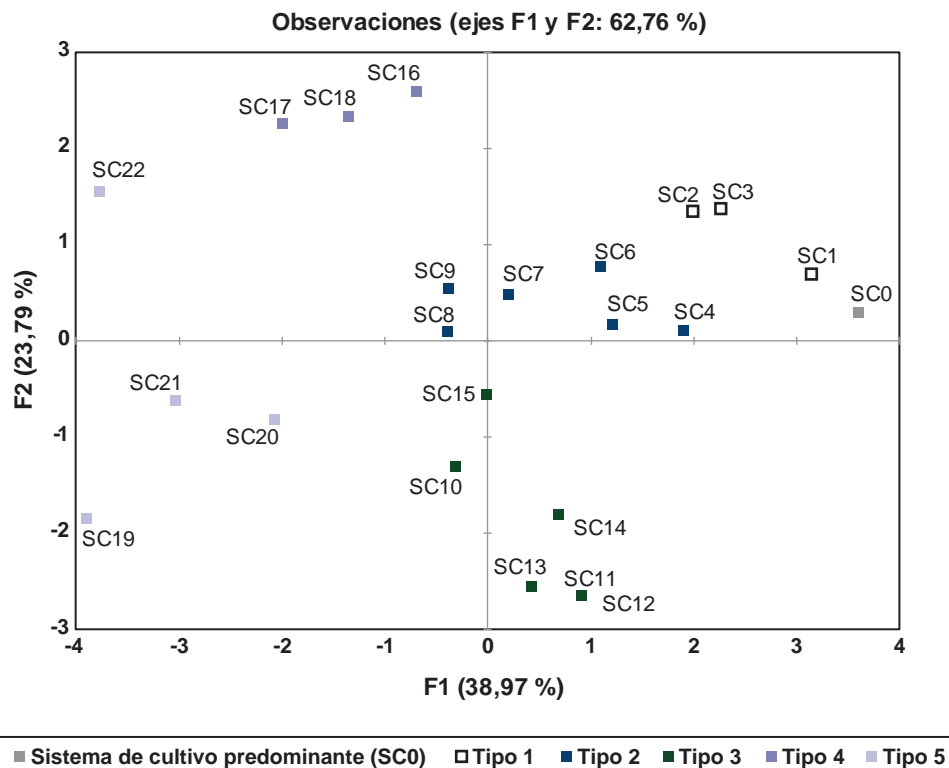


Figura 3. Observaciones proyectadas sobre el plano de los distintos tipos de sistemas de cultivo. Representación de los resultados del Análisis de Componentes Principales (ACP).

Indicadores	SC0	Tipo 1		Tipo 2		Tipo 3		Tipo 4		Tipo 5	
		Med	σ	Med	σ	Med	σ	Med	σ	Med	σ
Riesgo (%)	52,5	52,3	1,3	48,1	2,7	45,8	3,5	36,4	1,9	44,6	3,6
RI (\$/\$)	2,4	1,4	0,2	2	0,4	3	0,6	2,2	0,2	2,7	0,9
VAB (en cientos de \$)	7,5	8,4	2,9	7,3	1,4	7,8	1	7,2	0,8	7,6	2
Máx. uso del suelo (%)	79,2	77,3	2,1	68,4	7,4	77,8	2,8	68,1	3,8	79,2	6,2
COS (kg C/ha)	14,4	15,3	0,4	14,9	0,4	15,0	0,8	14,2	0,6	15,9	0,1
IFT	8,4	9,4	1,3	6,6	2,3	4,5	1,4	7,7	0,8	3	2
Tolerancia (NOTA)	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Tolerancia (%)	100	0	100	40	50	83	0	33	0	50	0

Tabla 4. Resultados de los indicadores por tipo de sistemas de cultivo. Para seis indicadores, se aplicaron medias (Med.) y desviaciones estándar (σ), mientras que el indicador cualitativo «tolerancia» se expresó en porcentajes de notas iguales a 1 y 3. RI: retorno de la inversión. VAB: valor agregado bruto de cultivos extensivos (expresado en cientos de \$). Máx. uso del suelo: optimización del uso del suelo. COS: Indicador de carbono orgánico. IFT: indicador de frecuencia de tratamientos. Número de sistemas de cultivo por tipo: 3 SC (tipo 1); 6 SC (tipo 2); 6 SC (tipo 3); 3 SC (tipo 4); 4 SC (tipo 5).

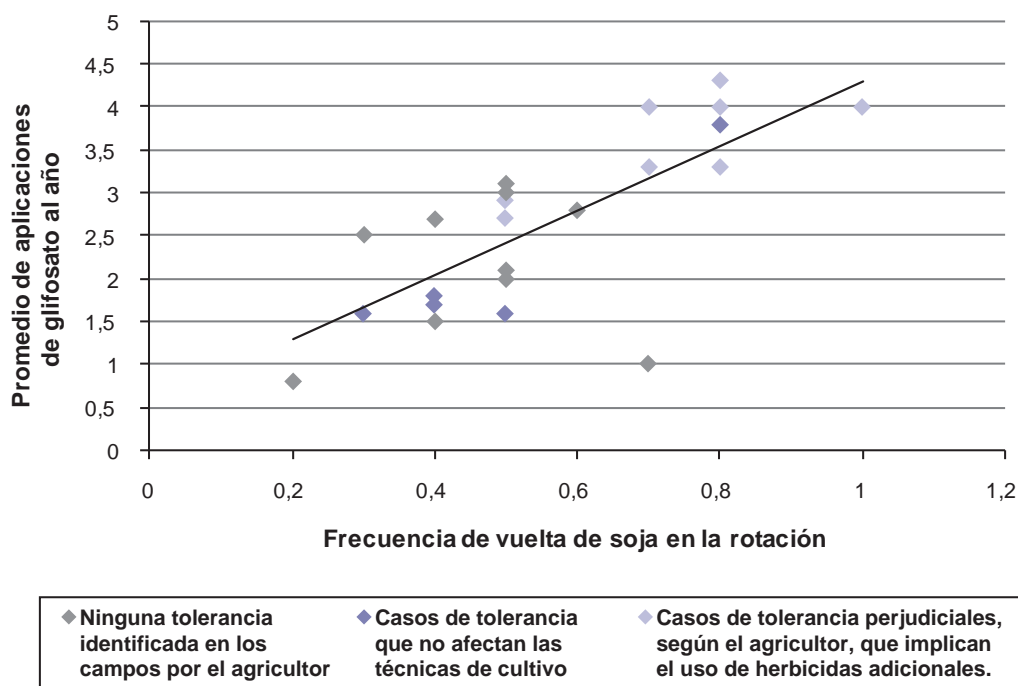


Figura 4. Relación entre la frecuencia de la soja en la rotación, el promedio anual de aplicaciones de glifosato y la presencia de malezas tolerantes (notas del 1 al 3). Se ha ajustado una recta de regresión lineal: $y=3,7768x + 0,5286$.

con riesgo. Esto se debe a que se siembra tarde, después de un cereal (cosecha de diciembre a principios de enero) y su rendimiento puede verse fuertemente afectado por las condiciones de humedad en el suelo y la caída de heladas a principios de otoño (finales de marzo). Aun así, la soja de segunda representa un costo reducido (generalmente no se fertiliza y solo requiere tres aplicaciones de glifosato durante

el ciclo), de ahí que se considere un «plus» que se obtiene después de sembrar un cereal, por su facilidad de manejo.

Evaluación agroambiental

Los resultados obtenidos muestran que el indicador de carbono orgánico (COS) es más elevado en los sistemas

de cultivo alternativos que en el sistema predominante. Debido a la diversificación de especies o a la inclusión de praderas plurianuales en la rotación, los productores consiguen que los niveles de COS se mantengan elevados a mediano y largo plazo. En cambio, como indica el resultado de COS del SC0, no parece que cultivar soja cada año en la misma parcela (cultivo con un nivel bajo de C/N) aporte el carbono orgánico necesario para mantener un nivel elevado, a pesar de la siembra directa. Entre los sistemas diversificados, el tipo 4 ha obtenido el resultado más bajo, debido principalmente a la utilización de la labranza de manera ocasional para sembrar y cosechar la papa.

El sistema predominante y el tipo 1 tienen el IFT más elevado, seguidos muy de cerca por los sistemas de tipo 4. Todos ellos presentan una fuerte dependencia de insumos: en el caso del sistema predominante y del tipo 1, las estrategias de protección de cultivos se basan, sobre todo, en la aplicación sistemática de insumos para obtener rendimientos elevados; el tipo 4, en cambio, requiere un uso intensivo de plaguicidas en el cultivo de papa, lo cual explica en gran parte el elevado IFT. Los tipos 2, 3 y 5 tienen una menor dependencia de insumos debido a la combinación de distintas prácticas agrícolas de los productores: (i) labranza reducida para controlar malezas, (ii) aumento del potencial de regulación biótica gracias a la diversificación de especies y (iii) observaciones de campo para recurrir a las aplicaciones preventivas. Excepto en el caso del tipo 3 (poca dependencia de insumos en el cultivo secundario de forrajes), la presión medioambiental de los plaguicidas es tanto mayor

cuanto mayor es el número de cultivos que se siembran en un período de cinco años (optimización del uso del suelo).

En el sistema predominante y el tipo 1, los productores destacan la presencia de malezas tolerantes al glifosato y el empleo de otros ingredientes activos para controlarlas en los cultivos de soja. Tal y como se indica en la figura 4, que muestra el conjunto de sistemas de cultivo estudiados, la aparición de malezas tolerantes aumenta con el incremento del uso de la soja en la rotación y el número de aplicaciones de glifosato.

La figura 5 muestra la relación entre el indicador de uso de pesticidas (IFT) y el indicador de riesgo. Salvo en el caso del tipo 4 (el cultivo de papa hace que el IFT aumente a la vez que disminuye el riesgo), podemos observar que, en general, los sistemas con menos dependencia de plaguicidas parecen tener un nivel de riesgo más bajo (tipos 2, 3 y 5). Los resultados demuestran que la estrategia que consiste en aplicar plaguicidas de manera preventiva, con el objetivo de evitar la aparición de plagas o enfermedades en rotaciones de duración corta de sistemas especializados en la soja (sistema predominante y tipo 1), no constituye el mejor medio para limitar los riesgos económicos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio nos ha permitido identificar en el partido de Balcarce sistemas de cultivo con prácticas agrícolas distintas de las del sistema predominante. Hemos encontrado

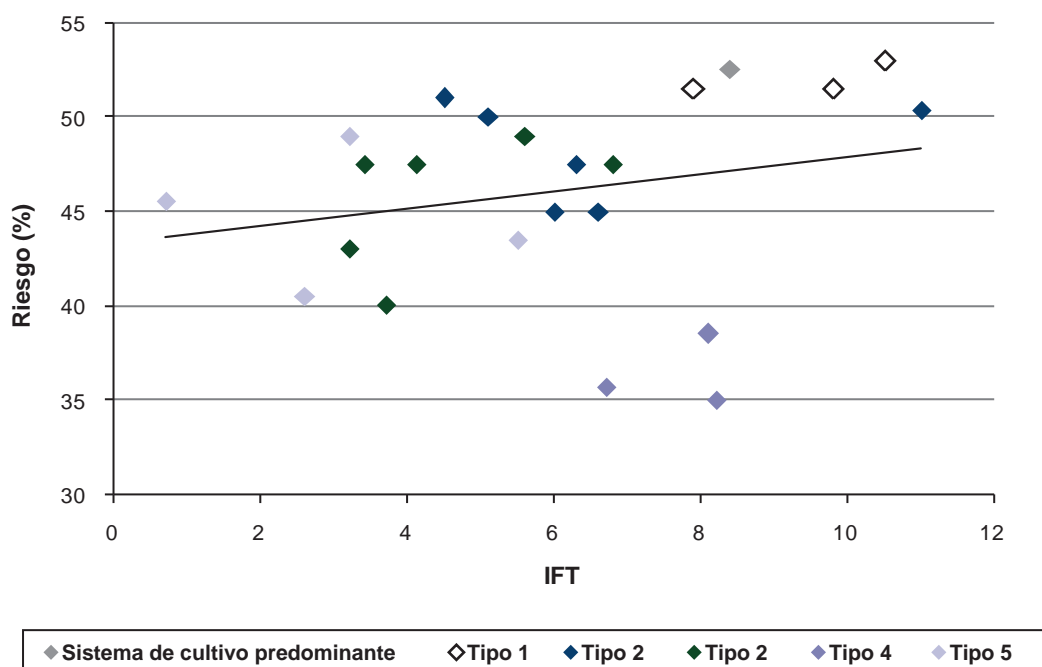


Figura 5. Relación entre el resultado del indicador de uso de pesticidas (IFT) y el resultado del indicador de riesgo. La recta de regresión lineal no tiene en cuenta los puntos del tipo 4 (véase texto): $y = 0,4624x + 43,293$.

sistemas alternativos en todo tipo de explotaciones, independiente de los tamaños (de 30 hectáreas hasta 10000 hectáreas, sumando tierras propias y alquiladas). Los sistemas estudiados presentan una mayor diversificación que el sistema predominante, lo cual permite reducir de forma global los riesgos sanitarios gracias al potencial de regulación biótica (Altieri, 1995; Wezel *et al.*, 2013). De los resultados obtenidos se desprende que existen sistemas de cultivo con un mejor rendimiento medioambiental que el sistema predominante y que dichos sistemas, cuya dependencia de insumos es reducida gracias a la diversificación, dan resultados que consideran satisfactorios los productores que los utilizan. De hecho, al contrario de lo que se tiende a afirmar en la literatura (INTA, 2011), los sistemas alternativos resultan menos riesgosos que el sistema predominante.

Estos «métodos de producción» originales podrían servir de fuente de inspiración para desarrollar sistemas de cultivo sustentables en la región de estudio:

Diversificación de cultivos, asociada a un cambio en el modelo de aplicación de insumos. Los resultados demuestran que se podría aplicar en cultivos extensivos y que podría limitar la propagación de malezas tolerantes (tipo 2). La integración de cultivos de forrajes o praderas plurianuales en las rotaciones no está en consonancia con la tendencia actual hacia la especialización de las explotaciones, ni tampoco con la mayoría de las prácticas agrícolas de las explotaciones que combinan la agricultura y la ganadería, donde algunas parcelas se dedican a la ganadería y otras a la producción de cultivos comerciales. Algunos estudios destacan el interés agronómico de asociar praderas y cultivos extensivos para mantener el nivel de fertilidad del suelo elevado (Zazo *et al.*, 2011; Studdert *et al.*, 1997), y así lo indican los resultados de COS para los tipos 3 y 5.

Pruebas sobre el uso ocasional de la labranza mínima por parte de algunos productores, en una región donde parece que la siembra directa se haya prácticamente generalizado. La idea es conservar las ventajas de la práctica habitual de la siembra directa y recurrir de vez en cuando a la labranza mínima a fin de incorporar los residuos de los cultivos (con miras a limitar los inóculos de la superficie y la aparición de babosas y bichos bolitas) o para descompactar el suelo y favorecer el arraigo de los cultivos.

Para concluir, este trabajo ha permitido avanzar en la elaboración de una metodología con el objetivo de consolidar referencias sobre sistemas de cultivo alternativos desarrollados por productores. Las situaciones analizadas han ofrecido la posibilidad de descubrir nuevas combinaciones de prácticas agrícolas que parecen prometedoras para el diseño de sistemas de cultivo sustentables. Más que aportar soluciones operativas, que ni el tamaño de la muestra ni la falta de mediciones permiten validar, un trabajo de estas características ofrece la posibilidad de identificar cuestiones en las que sería importante ahondar para preparar el cambio de los sistemas existentes hacia una mayor sustentabilidad. ¿Con qué frecuencia se debería recurrir a la labranza mínima para conservar las ventajas de un sistema con siembra directa? ¿Cuál es el impacto real de una henificadora en la

eliminación de plagas por los pájaros? ¿Qué potencial de regulación biótica y disminución de pesticidas tiene la diversificación de especies (en la rotación, en la superficie de la explotación)? Esas cuestiones merecerían ser estudiadas para (i) desarrollar mecanismos de observación y de medición en los campos de los productores y (ii) realizar experimentos.

El INTA ha llevado a cabo otros trabajos que describen y evalúan sistemas de cultivo alternativos desarrollados por productores en la pampa (Zazo *et al.*, 2011; Iermano y Sarrandon, 2011; Krüger *et al.*, 2009; De Prada *et al.*, 2013). Este trabajo proporciona algunos resultados complementarios, pero sobre todo ofrece bloques metodológicos para profundizar y repetir este tipo de estudios con el fin de identificar prácticas alternativas que puedan servir de base a trabajos de investigación agronómica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco del Programa Internacional Agriterris (Argentina, Francia, Brasil), que ha sido financiado por la Agencia Francesa de Investigación (projet Interra) y el INRA (Departamento SAD). Ha contado con el apoyo del INTA (Balcarce). Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las colegas del INTA (especialmente a F. Andrade, M. Mosciaro y G. Studdert), del INRA (en particular a C. Albaladejo, S. Chaxel y P. Gasselin) y de AACREA (en particular a J. Gonzales-Montaner y N. Tagle), así como a todos los productores, contratistas y asesores que participaron en las entrevistas.

REFERENCIAS

- ALBALADEJO, C. 2011. Les transformations de l'espace rural pampéen face à la mondialisation en *Annales de Géographie*, julio-agosto de 2012, pp. 387-409.
- ALTIERI, M.A. 1995. *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Boulder: Westview Press.
- ANDRADE, F.; SADRAS, V. 2002. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. EEA INTA Balcarce, FCA UNMP. pp 450.
- ANDRIULO, A.; MARY, B.; GUÉRIF, J. 1999. Modelling soil carbon dynamics with various cropping sequences on the rolling pampas en *Agronomie*, Vol. 19 (5), pp. 365-377.
- APARICIO, V.; COSTA, J.L.; ZAMORA, M. 2008. Nitrate leaching assessment in a long term experiment under supplementary irrigation in humid Argentina en *Agricultural Water Management*, núm. 95, pp. 1361-1372.
- BENTON, T.G.; VICKERY, J.A.; WILSON, J. D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution*, abril de 2003, pp. 182-188.
- BOCKSTALLER, C.; GIRARDIN, P. 2008. Mode de calcul des indicateurs agri-environnementaux de la méthode Indigo. Document INRA-ARAA. INRA, Colmar, 91 pp.
- BRUNET, N.; GUICHARD, L.; OMON, B.; PINGAULT, N.; PLEYBER, E.; SEILER, A. 2007. L'indicateur de fréquence de traitements (IFT): un indicateur pour une utilisation durable des pesticides en *Courrier de l'environnement de l'INRA*, núm. 56, pp. 13-24.
- CARREÑO, L.V.; PEREYRA, H.; RICARD, M.F. 2010. Captura y emisión de gases de efecto invernadero en Viglizzo, E.F.; Jobbágy,

- E.G. (coord.) *Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental*. Buenos Aires: INTA, pp. 31-36.
- CARREÑO, L.V.; VIGLIZZO, E.F. 2010. Efecto de la agricultura sobre la provisión de servicios eco-sistémico en Viglizzo, E.F.; Jobbágy E.G. (coord.) *Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental*. Buenos Aires: INTA, pp. 47-52.
- CÁMARA DE SANIDAD AGROPECUARIA Y FERTILIZANTES 2007 *Guía de productos fitosanitarios para la república Argentina*. Tomo 1 y 2. CASAFE, Buenos Aires
- CASTILLA, F. 2013. Siembra directa, La elegida para conservar el suelo en *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, Vol. 30, núm. 2, pp. 118-123.
- CAVIGLIA, O.P.; SADRAS, V.O.; ANDRADE, F. H. 2004. Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in double-cropped wheat-soybean in *Field Crop Research*, Vol. 87, mayo de 2004, pp. 117-129.
- CHAXEL, S.; MOITY-MAIZI, P.; ELVERDIN, J. 2011. Nuevas categorías para reconstruir la historia y la actualidad agraria de Balcarce en *vii Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y agroindustriales*. Buenos Aires, 1-4 noviembre 2011.
- DE PRADA, J.D.; DE PRADA, J.D.; GIL, H.A.; PEREYRA, C.I.; BECERRA, V.H. 2013. La inclusión de la dimensión económica en la Evaluación de Impacto Ambiental en *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, Vol. 39, núm. 3, pp. 259-266.
- DUPARQUE, A.; TOMIS, V.; MARY, B.; BOIZARD, H.; DAMAY, N. 2011. Le bilan humique AMG. Pour une démarche de conseil fondée sur des cas-types régionaux en *10^e Rencontre de la fertilisation raisonnée et de l'analyse COMIFER-GEMAS (23-24 de noviembre de 2011. Reims)*. 19 pp.
- HERNÁNDEZ, V. 2009. Ruralidad y el paradigma de los agonegocios en las pampas gringas en Gras, C.; Hernández, V. (ed.) *La Argentina rural. De la agricultura familiar a los agonegocios*, Buenos Aires: Biblos. 18 pp.
- HERNÁNDEZ, V. 2007. Entrepreneurs "sans terre" et "pasteurs de la connaissance": une nouvelle bourgeoisie rurale? en Hernández, V.; Ould-Ahmed P.; Papail J.; Phélinas, P. (coord.) *Turbulences monétaires et sociales. L'Amérique latine dans une perspective comparée*. Paris: l'Harmattan, pp. 209-258.
- IERMANO, M.J.; SARANDON, S. 2011. Aplicando la Agroecología en sistemas extensivos de clima templado. Los desafíos de la evaluación y el manejo de la agro biodiversidad en *Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia (12-16 de diciembre de 2011. Brasil)*.
- INTA. 2011. Ejes conceptuales para el posicionamiento institucional ante el fenómeno de la soja. Documento de uso interno. Buenos Aires. 83 pp.
- KRÜGER, H.; LAGRANGE, S.; LÓPEZ, R.; PRESA, C.; VENNANZI, S. 2009. Sustentabilidad ambiental de explotaciones agropecuarias del sur de la provincia de Buenos Aires. Diagnóstico preliminar basado sobre la aplicación del modelo AgroEcoIndex® en *vi Jornadas interdisciplinarias de estudios agrarios y agroindustriales*. Facultad de Ciencias Económicas-UBA Buenos Aires (11-13 de noviembre 2009. Buenos Aires). 18 pp.
- SIIA 2015 Sistema Integrado de Información Agropecuaria-Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación Argentina. <http://www.sia.gov.ar/series> Consulta realizada el 13 de julio de 2015.
- STUDDERT, G.; ECHEVERRIA, H.; CASANOVAS, E. 1997. Crop-pasture rotation for sustaining the quality and productivity of a typical Argudoll in *Soil Sciences Society of America Journal*, núm. 61, pp. 1466-1472.
- STUDDERT, G.; ECHEVERRIA, H. 2000. Crop rotations and nitrogen fertilization to manage soil organic carbon dynamics in *Soil Sciences Society of America Journal*, núm. 64, pp. 1496-1503.
- STUDDERT, G.; DOMÍNGUEZ, G.; AGOSTINI, M. 2009. Labranzas y rotaciones para un uso sustentable de los suelos del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina en *Simposio Efectos de la Agricultura, la lechería y la ganadería en el recurso natural suelo: impactos y propuestas*. Montevideo, Uruguay.
- VILA-AIUB, M. M.; VIDAL, R. A.; BALBI, M. C.; GUNDEL, P. E.; TRUCCO, F.; GHERSA, C. M. 2008. Glyphosate-resistant weeds of South American cropping systems: an overview. *Pest Management Science* 64:366-371
- WEZEL, A.; CASAGRANDE, M.; CELETTE, F.; VIAN, J.F.; FERRER, A.; PEIGNE, J. 2013. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review en *Agronomy for Sustainable Development*. DOI 10.1007/s13593-013-0180-7.
- ZAZO, F.; FLORES, C.; SARANDON, S. 2011. El "costo oculto" del deterioro del suelo durante el proceso de "sojización" en el Partido de Arrecifes, Argentina en *Revista Brasileira de Agroecologia*, Vol. 6 (3), pp. 3-20.