

## **Asociación Argentina de Economía Agraria**

# **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA SUSTENTABILIDAD SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL EN SISTEMAS AGRÍCOLAS Y AGRICOLA-GANADEROS**

*Setiembre, 2007*

Salminis, Javier  
[jsalminis@ayv.unrc.edu.ar](mailto:jsalminis@ayv.unrc.edu.ar)<sup>1</sup>

Geymonat, Marcela  
[mgeymonat@ayv.unrc.edu.ar](mailto:mgeymonat@ayv.unrc.edu.ar)<sup>1</sup>

Demo, Claudio  
[cdemo@ayv.unrc.edu.ar](mailto:cdemo@ayv.unrc.edu.ar)<sup>1</sup>

## **Trabajo de Investigación**

---

<sup>1</sup>Docentes investigadores del Dpto. de Economía Agraria, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.  
Ruta 36, km. 601. (5800) Río Cuarto, Córdoba.  
T.E.: (0358) 4676145/519  
Fax: (0358) 4680280

## **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA SUSTENTABILIDAD SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL ENTRE SISTEMAS AGRÍCOLAS Y AGRÍCOLA-GANADEROS**

### **Resumen**

Sobre la base de la información física y económica generada por un equipo interdisciplinario de investigadores durante más de 12 años, obtenida a escala en un predio real, se presenta en este trabajo un análisis comparativo de la sustentabilidad socioeconómica y ambiental de dos sistemas productivos, uno agrícola y otro agrícola-ganadero, representativos de modelos de producción predominantes en la llanura ondulada del suroeste de la provincia de Córdoba. Región que se encuentra sometida a fuertes procesos de degradación ambiental y emigración, como consecuencia del modo de aprovechamiento de sus recursos naturales.

Siguiendo con los procedimientos aplicados en trabajos anteriores, se utilizó experimentalmente el método conocido como Marco de Evaluación *MESMIS*, que procura integrar y analizar la sustentabilidad en sus tres dimensiones: social, económica y ambiental.

Como resultado, se pudo observar que ambos sistemas presentan una aceptable sustentabilidad general, sobresaliendo los atributos económicos en el sistema agrícola puro, y los socioambientales en el agrícola ganadero.

**Palabras Clave:** Sustentabilidad - Evaluación tecnológica - *MESMIS*

### **Summary**

With the physical and economic information developed by an interdisciplinary investigators' group for more than 12 years, obtained on scale in a real farmer, appears in this work a comparative analysis of the economics and social-environmental sustainability of two productive systems, one agricultural and another agricultural-cattle, representative of predominant models of production in the waved plain of the southwest of the Córdoba province. This region present a strong process of environmental degradation and emigration, as a result of the form of use of natural resources.

Following with the procedures applied in other works, the method known like *Marco de Evaluación MESMIS* was used experimentally, tries to integrate and to analyze the sustainability in its three dimensions: social, economic and environmental. Like result, it was possible to be observed that both systems present an acceptable sustainability, excelling the economic attributes in the agricultural system, and the social-environmental in the cattle agricultural.

**Key Words:** Sustainability – Technological evaluation - *MESMIS*

Clasificación Temática Orientativa

**4. Cambio Tecnológico: 4.4: Aspectos económicos y sociales del manejo de los recursos naturales y del medio ambiente**

## **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA SUSTENTABILIDAD SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL ENTRE SISTEMAS AGRÍCOLAS Y AGRÍCOLA-GANADEROS**

### **Introducción**

Hasta hace algunos años, resultaba frecuente considerar la técnica de Siembra Directa (SD) como una alternativa propia de los cultivos de cosecha, y que para el caso de la implantación de praderas se argumentara la necesidad del laboreo previo del suelo (Rey, 1999). Si bien es cierto que en nuestro país los primeros pasos de la SD fueron dados casi exclusivamente por la agricultura, la mayoría de las investigaciones realizadas permitirían afirmar, en contra de las dudas iniciales, que la implementación de la SD en sistemas mixtos o ganaderos no sólo sería posible, sino también beneficiosa (Krüger, 2007). Sabido es que presenta como ventajas el control de la erosión, el mejoramiento de la economía del agua y una mayor eficiencia en el control de malezas (Ohanian y otros, 2007). En definitiva, actualmente existe una visión ampliamente generalizada de que la adopción de esta herramienta o sistema aporta sustentabilidad al ambiente aún en sistemas agrícolas puros.

De todos modos, un enfoque más abarcativo del concepto de sustentabilidad implica considerar, además del ambiental, otros aspectos, como el social y el económico. En este sentido, dentro del debate sobre el tema ambiental, es relevante el papel que se le da al término de Economía Sustentable, el cual promueve la conexión positiva entre la eficiencia en el manejo de los recursos, el incremento de la producción, la reducción de los desperdicios, la creación de nuevos empleos y la capacidad de generar ingresos, asegurando a la vez la protección del medio ambiente y la elevación de la calidad en la vida.

### **Antecedentes**

**Desde la campaña agrícola 1995/96, un equipo interdisciplinario de docentes lleva adelante un programa de investigación con el objetivo de generar alternativas tecnológicas para sistemas agropecuarios sustentables. El programa se desarrolla en el Campo de Experimentación de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado en el centro - sur de la provincia de Córdoba, situado a 33° 00' S, 64° 40' O y 550 msnm., a 45 km. al oeste de la Ciudad de Río Cuarto.**

**Desde sus comienzos hace ya 12 años, el estudio evalúa, entre otras variables, los resultados físicos de un esquema de rotación agrícola ganadero base maíz, con girasol o soja, de tres sistemas de labranza: convencional, reducida y siembra directa. Cada sistema agrícola incluye, a su vez, distintos tratamientos: con y sin remoción de rastrojos y con o sin fertilización.**

**Simultáneamente, en uno de los lotes de producción del Campo Experimental, y luego de una secuencia de cultivos de maíz y girasol de 5 años, desarrollados bajo los mismos tres sistemas de labranza descriptos anteriormente, se implantó en 1999 una pradera polifítica, con el propósito de evaluar principalmente su producción y su aporte a la sustentabilidad del sistema, según los distintos tratamientos aplicados.**

**A partir de la información física generada en los ensayos, se han venido analizando económicamente los diferentes planteos agrícolas allí desarrollados. Del análisis de los costos y márgenes realizados para las diferentes labranzas y tratamientos, y sobre la base de las variables productivas obtenidas en los distintos cultivos, se ha indagado sobre cuáles sistemas eran más ventajosos desde el punto de vista económico (Castillo y otros, 1997; Salminis y otros, 1998; Demo y otros, 2003; Salminis y otros, 2005a).**

En una etapa siguiente del programa de investigación, se propuso ampliar la evaluación económica hacia los planos social y ambiental, al considerarse imprescindible sumar el factor sustentabilidad a las propuestas tecnológicas analizadas, dado que la evaluación económica por sí sola resulta inconclusa para lograr aproximarse a tecnologías que den respuestas generales para el desarrollo sostenible (Salminis y otros, 2005b).

En este sentido, se utilizó en evaluaciones posteriores la denominada “*Metodología para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad*” (MESMIS) (Mäser y otros, 1999), ampliamente difundida en Latinoamérica en virtud de su simplicidad e integralidad (Salminis y otros, 2006).

De acuerdo con la hipótesis que los sistemas productivos basados en la rotación agrícola ganadera/bovina resultarían socioeconómica y ambientalmente más sustentables que los sistemas estrictamente agrícolas, en esta fase del estudio se confrontaron un conjunto de parámetros seleccionados de dos modelos:

**Sistema agrícola puro (SA): 7 años de agricultura en siembra directa con fertilización y sin remoción de rastrojos.**

**Sistema mixto agrícola-ganadero (SAG): 3 años de pradera con pastura consociada de alfalfa (*Medicago sativa* L.); festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb), pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y cebadilla criolla (*Bromus unioloides* HBK), seguido de 4 años de agricultura en Siembra Directa, con fertilización y pastoreo de rastrojos.**

### Material y métodos

En resumen, la Metodología MESMIS permite la comparación entre sistemas de manejo alternativos a escala predial, enfocada a determinar la sustentabilidad de los mismos. Su punto de partida es la identificación de sus aspectos críticos, y su finalidad es impulsar cambios tanto generales como específicos, para obtener los mejores niveles de producción posible, con la mayor equidad en la distribución de lo producido y la negativización de la tasa de deterioro ambiental.

El método evalúa sistemas o técnicas de producción en forma relativa, a través de indicadores que referencian las tres principales dimensiones inherentes a la sustentabilidad (Social, Ambiental y Económica), basándose en atributos imprescindibles que debiera contemplar un manejo sustentable, los cuales son:

- Productividad*, como la habilidad del sistema de proveer el nivel requerido de satisfactores;
- Autodependencia*, que es la capacidad del sistema de regular su interacción con el exterior.
- Adaptabilidad*, que implica la posibilidad de encontrar nuevos equilibrios que mantengan la productividad ante cambios externos;
- Equidad*, que es la habilidad del sistema para distribuir la productividad de una manera justa;
- Estabilidad*, entendida como la propiedad de mantener una productividad no decreciente en el tiempo;
- Resiliencia*, que significa la capacidad de recuperar la productividad normal luego de una crisis;

Esquemáticamente, el mecanismo de evaluación contiene seis pasos:

**Tabla 1: Etapas de la Metodología MESMIS**

Etapas	Descripción	Actividades
--------	-------------	-------------

1	Definición del objeto de evaluación	Descripción de los sistemas de referencia y alternativos bajo estudio y su contexto.
2	Identificación de puntos críticos	Identificación de los factores claves o aspectos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para ser sustentables.
3	Selección de criterios de diagnóstico e indicadores	Determinación de criterios e indicadores específicos, pertinentes, sensibles y cuantificables.
4	Medición y monitoreo	Recopilación de información experimental y bibliográfica, y utilización de modelos, encuestas y otras técnicas.
5	Integración de resultados	Síntesis, ordenamiento y presentación integral de la información generada y recopilada.
6	Conclusiones y recomendaciones	Emisión del juicio de valor sobre la sustentabilidad de los sistemas analizados. Cierre del primer ciclo de evaluación.

## Resultados y discusión

### 1) Primer paso: Definición del objeto de la evaluación

La secuencia de rotación entre sistemas de producción del período analizado comprende:

**Tabla 2: Esquema general de rotación de cultivos del ensayo**

<b>Campaña</b>	<b>Sistema Agrícola Ganadero</b>	<b>Sistema Agrícola Puro</b>
1999/00	Pradera	Maíz
2000/01	Pradera	Girasol
2001/02	Pradera	Maíz
2002/03	Maíz, con pastoreo de rastrojos	Maíz
2003/04	Soja	Soja
2004/05	Maíz, con pastoreo de rastrojos	Maíz
2005/06	Soja	Soja

### **Sistema Agrícola:**

En su primera parte, el estudio consistió en la obtención de los parámetros físicos y económicos de los cultivos, según los sistemas de labranza empleados (Siembra Directa, Labranza Reducida y Labranza Convencional) y los distintos tratamientos aplicados, esto es, con o sin fertilización, y con aprovechamiento de los rastrojos del cultivo anterior o no.

De acuerdo con los datos obtenidos de análisis anteriores (Salminis y otros, 2006), se seleccionó para esta fase del trabajo el sistema Siembra Directa, con fertilización y sin remoción de rastrojos, en función de que a lo largo de los distintos ciclos productivos este sistema o generó los mejores resultados (la mayoría de las veces), o no presentó diferencias significativas con algunos de los resultados de los otros tratamientos.

Los modelos técnicos aplicados según los distintos cultivos fueron los siguientes:

**Tabla 3: Modelos técnicos según cultivos, en siembra directa con fertilización**

<i>Productos</i>	<i>Girasol 2000/01</i>	<i>Maíz 1999/00- 2001/02- 2002/03- 2004/05</i>	<i>Soja 2003/04- 2005/06</i>
	Unidades/ha	Unidades/ha	Unidades/ha
UTAs totales (promedio)	2,2	2.31	2,45
Glifosato 48% (lt.)	5,50	2,80 ó 3,00	7,5 ó 9,5
2,4D (100%)	0,45	-	-
Atrazina 48% (lt.) ó Atrazina 90% + Metolacoloro (lt.)	-	2,50 1,80 + 1,30	-
ó Acetoclor (+ Flurocloridona en maíz))	1,35	1,00	-
Nicosulfurón (lt.)	-	0,045 ó 0,050	-
Fluazipop P Butil (5%)	1,75	-	-
Lambdacialotrina (lt.)	-	0,050	-
Cipermetrina (lt.)	-	-	0,15
Endosulfán (lt.)	-	-	1,00
Arrancador o Fosfato (kg.)	65	80 a 120	50
Urea (kg.)	100	90 a 120	-
Sulfato de Calcio (kg)	-	-	0 - 96

#### **Sistema mixto agrícola ganadero:**

En abril de 1999 se implantó una pradera integrada por alfalfa (*Medicago sativa*), 7 kg/ha; festuca alta (*Festuca arundinacea*), 3 kg/ha; pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), 3 kg/ha; y cebadilla criolla (*Bromus unioloides*), 6 kg/ha., utilizando tres sistemas de labranza: siembra directa (SD), reducida (LR) y convencional (LC), y aplicándose inicialmente 3 lt. de Glifosato 48% y 30 kg. de Fosfato diamónico.

Del análisis de las determinaciones periódicas de biomasa durante los tres años de su aprovechamiento, se concluyó que la producción promedio de forrajes no presentó interacción significativa entre sistemas de labranza e intensidad de defoliación, es decir, los efectos fueron independientes y aditivos (Ohanian y otros, 2007).

De acuerdo con ello, se seleccionó para este análisis el sistema de labranza SD, que aportó en cada período la siguiente producción total anual (alfalfa más gramíneas) y acumulada en los tres años:

**Tabla 4: Producción total de forraje (Toneladas MS/ha)**

	1999/00	2000/01	2001/02	Total
Producción de forraje	5.2	6.4	5.5	17.1

Fuente: Ohanian y otros, 2007.<sup>2</sup>

A partir de esa disponibilidad de materia seca, y descartando el material muerto, se estimó la producción de carne por hectárea, en una relación de 10 a 1, es decir, 10 kg/MS/ha = 1 kg/carne/ha., arrojando los siguientes guarismos:

**Tabla 5: Producciones anuales de carne (kg/ha)**

	1999/00	2000/01	2001/02	Promedio anual
Producción de carne	420	560	460	480

Fuente: Espósito, G., 2007.

Asimismo, el pastoreo invernal de los rastrojos de maíz, en los años en que se realizó este cultivo en el sistema mixto agrícola-ganadero (campañas 2002/03 y 2004/05), generó una producción de carne instantánea estimada en 16,3 y 23,3 kg/carne/ha. respectivamente, siguiendo la misma relación de 10 a 1 aplicada en el caso anterior y considerando una eficiencia de cosecha del rastrojo del 25%.

**2 y 3) Segundo y tercer paso: Identificación de los puntos críticos del sistema y selección de indicadores**

A efectos de comparar la sustentabilidad de los sistemas propuestos, se consideraron los siguientes puntos críticos:

**Tabla 6: Identificación de puntos críticos y selección de indicadores**

<i>Atributo</i>	<i>Puntos Críticos</i>	<i>Criterios</i>	<i>Indicador</i>
* Productividad	*Resultado Económico	*Resultado y eficiencia económica	*MB *MB/CD
* Autodependencia	*Accesibilidad a las tecnologías.	*Autosuficiencia	*Nivel de costos
* Adaptabilidad	*Estabilidad de los ingresos	*Seguridad del resultado económico	*Estabilidad de resultados económicos
* Equidad	*Efectos sobre la mano de obra	*Distribución del producido	*Proporción de los costos destinados a mano de obra
* Estabilidad * Rescilenia * Confiabilidad	*Impacto ambiental interno y externo al predio	*Conservación de los recursos *Impacto ambiental interno y externo	*Incidencia del uso de agroquímicos *Materia Orgánica (CO)

<sup>2</sup> Pagliaricci y otros (1997) reportaron para praderas de la región producciones de biomasa de 5,0 a 12,0 toneladas de MS/ha/año, en praderas de 1 a 6 años de implantación.

		*Fortaleza ambiental	*Fósforo en suelo (ppm)
			*Densificación del suelo

#### **4) Cuarto paso: *Descripción y utilización de los indicadores***

##### 4.1) Indicadores económicos

Los resultados de los indicadores empleados fueron obtenidos en su totalidad por los investigadores del Programa “Desarrollo de alternativas tecnológicas para una producción agropecuaria sustentable”, medidos por diferentes subgrupos del equipo en el mismo ensayo.

La información física fue valuada económicamente a través de la metodología del Margen Bruto (MB), desarrollada por el SIERP<sup>3</sup> (Peretti y otros, 1994), y los resultados se expresaron en \$/ha., aplicando el mismo criterio para toda la serie<sup>4</sup>.

En el caso de los cultivos, las labores se valorizaron según los coeficientes y valores corrientes de la UTA para la región. Los insumos se cotizaron según precios orientativos del mercado al momento de uso, mientras que los gastos de cosecha contemplados en el estudio se obtuvieron promediando costos reales de la zona, los cuales incluyen una proporción fija básica y otra variable, ajustada según rendimiento.

La valorización de las producciones se realizó en base al promedio de los precios indicados por la Cámara Arbitral de Cereales de la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR, 2004, 2005, 2006) para los meses de mayo/junio/julio de cada campaña, descontándose a los mismos los usuales gastos de comercialización del mercado regional. En todos los casos, los resultados fueron cotejados con los de publicaciones especializadas (Revista Agromercado, 1995-2006; Peretti y otros; 1999-2006).

Para el sistema mixto, como componente del Ingreso Bruto ganadero se consignó el Precio Bruto de Venta (PBV) de los kilogramos calculados por el aprovechamiento de la pastura y los rastrojos, tomando como referencia el promedio anual de la categoría “Novillo Liviano” del Mercado de Hacienda de Liniers.

En cuanto a los Costos Directos, se consideró la amortización de la pastura a partir de su costo de implantación (labores, semillas, agroquímicos y fertilización) teniendo en cuenta una vida útil de tres años, además de estimarse los costos sanitarios y de mano de obra, expresados en \$/ha., y los gastos de comercialización, del orden del 8% del Ingreso Bruto<sup>5</sup>. Asimismo, se incluyó un costo relativo de reposición, estimado en función de una eficiencia de stock del 60% y una relación ternero/novillo de 1.1, según promedio histórico 1980-2006 (Revista Agromercado, 2007).

Todos los valores obtenidos en cada campaña fueron actualizados por el Índice de Precios Internos al por Mayor (IPIM), tomando como mes de referencia junio de cada año, y mes objetivo junio de 2006.

<sup>3</sup> SIERP: Sistemas de Información Económica para la Región Pampeana”. Dpto. de Economía de las Estaciones Experimentales de Balcarce, Concepción del Uruguay, Marcos Juárez, Paraná, Pergamino y Rafaela del INTA.

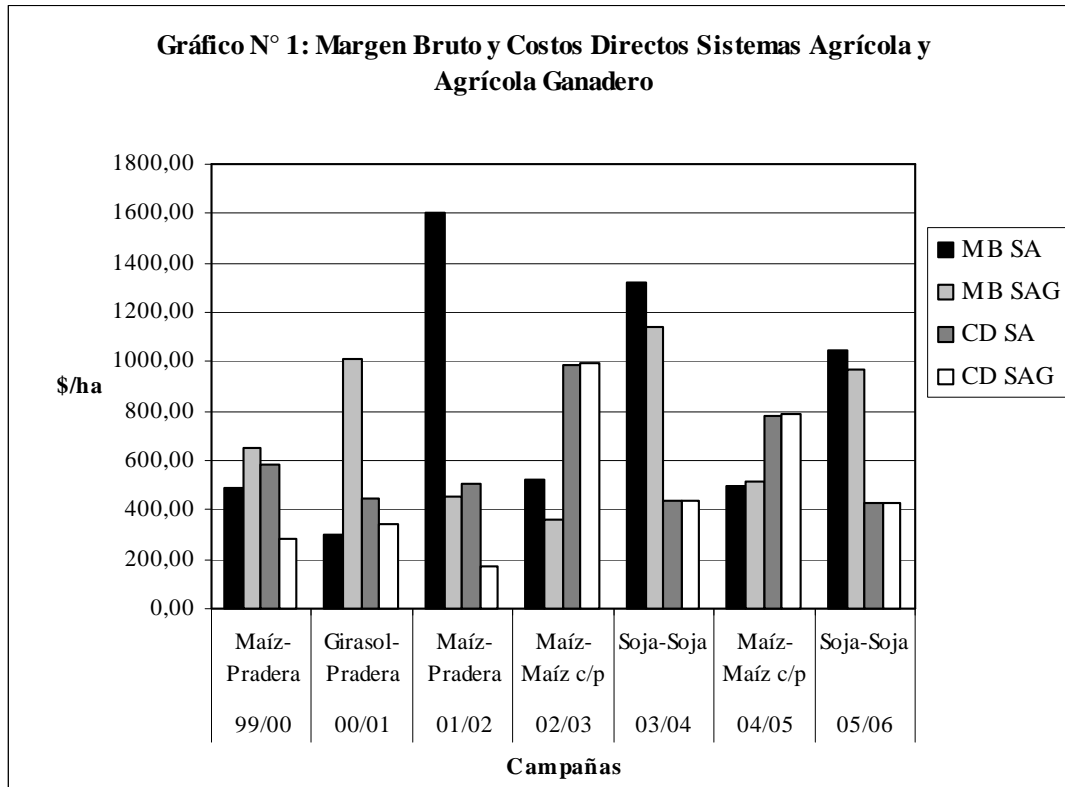
<sup>4</sup> De acuerdo con Zehnder y Borga (2001), cuando se evalúan ejercicios diferentes de una misma empresa, los diferentes criterios utilizados son válidos siempre y cuando no se modifiquen a través del tiempo.

<sup>5</sup> Si bien los intereses suelen ser considerados en los CD como “costos de oportunidad” que retribuyen a factores o recursos más factibles de uso alternativo, y/o para evaluar situaciones en que se recurre al financiamiento externo, existen discrepancias entre diversos autores sobre la conveniencia de incluirlos en un análisis “expost” o de “pasado” (Freire y otros, 2000). Por lo tanto, no fueron considerados en este trabajo.



De acuerdo entonces a la valorización de las producciones físicas y sus costos de realización, se obtuvieron los siguientes parámetros económicos, desde la campaña 1999/2000 hasta la campaña 2005/2006, para cada uno de los sistemas seleccionados (Sistema Agrícola -SA-, en siembra directa con fertilización, sin remoción de rastrojos) y Sistema Agrícola Ganadero -SAG-, en siembra directa con fertilización y con utilización de rastrojos) desarrollados en el ensayo:

Margen Bruto:



A partir de las series de márgenes brutos, y de acuerdo con la metodología descripta, se determinó su promedio y la proporción relativa de cada uno con respecto a un 2do. valor óptimo, que fue de 1321,54 \$/ha, en la campaña agrícola 2003/04. La decisión de descartar el mejor valor óptimo fue tomada en razón de que la campaña 2001/02 fue absolutamente atípica en cuanto al contexto macroeconómico nacional.

**Tabla 7: Márgenes Brutos promedio y proporción relativa respecto al óptimo**

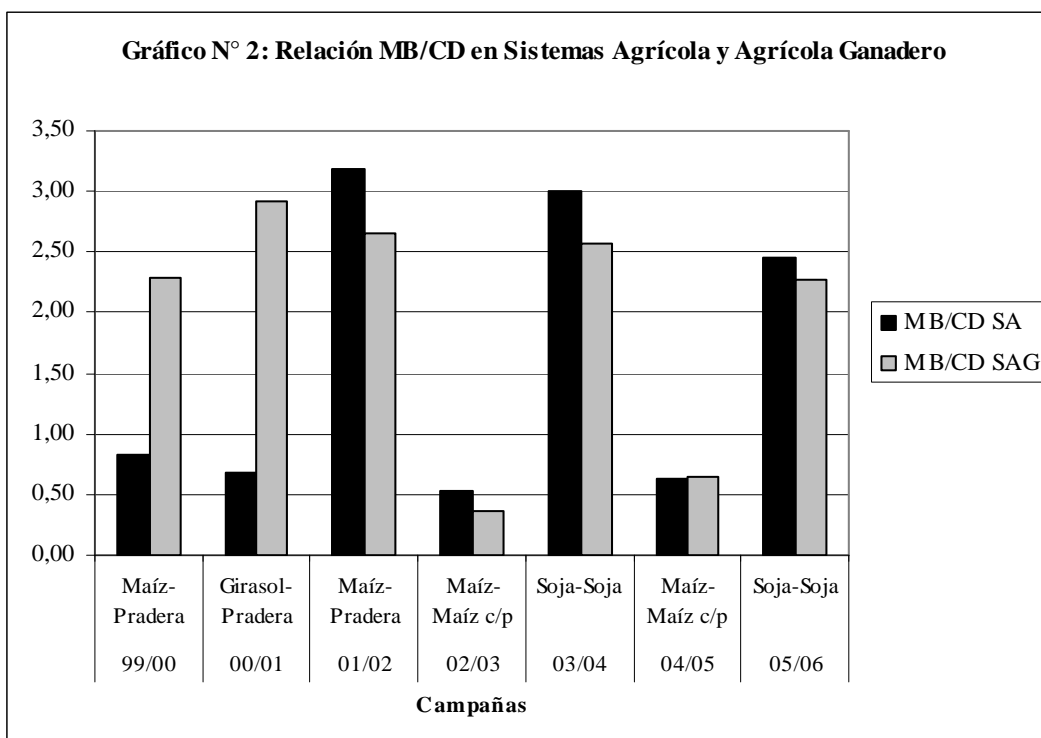
<i>Sistema</i>	<i>Margen Bruto medio de siete años (\$/ha)</i>	<i>Proporción relativa del MB respecto al óptimo (%)</i>
SA	825,21	62.44
SAG	727,88	55.08

Costos Directos: De la misma manera que para el caso de los márgenes brutos, se precisó la proporción relativa con respecto al valor óptimo, que fue de 284,01 \$/ha, el 2do. menor costo individual de todo el ensayo, correspondiente al sistema mixto en la campaña 1999/2000.

**Tabla 8: Costos Directos promedio y proporción relativa respecto al óptimo**

<i>Sistema</i>	<i>Costo Directo promedio (\$/ha)</i>	<i>Proporción relativa de Costo Directo respecto al óptimo (%)</i>
SA	594,20	47.80
SAG	493,15	57.59

Relación Margen Bruto/Costo Directo: Asimismo, se procedió a la selección y determinación de proporciones en relación al óptimo de la relación MB/CD, indicador de la eficiencia de los saldos obtenidos en relación a los recursos financieros utilizados:



La mejor relación MB/CD (descartando el período 2001/02) se observó en el sistema agrícola, soja campaña 2003/04, y fue de 2.99:

**Tabla 9: Relación Margen Bruto/Costo Directo y proporción relativa respecto al óptimo**

<i>Sistema</i>	<i>Relación MB/CD. promedio</i>	<i>Proporción relativa de la MB/CD respecto al óptimo (%)</i>
SA	1.62	54.18
SAG	1.96	65.55

Estabilidad de resultados (MB): La propiedad del sistema para mantener un equilibrio estable constituye otro de los puntos críticos seleccionados al momento de evaluar la sustentabilidad

de diferentes sistemas. En este caso, el indicador utilizado fue el desvío estándar entre los diferentes MB alcanzados por año (14 en total). Se consideró como valor óptimo el desvío estándar obtenido a partir de la selección de los ocho MB más cercanos al promedio:

**Tabla 10: Variación de MB según sistemas**

<i>Sistema</i>	<i>Desvío estándar</i>	<i>Proporción respecto al valor óptimo (%)</i>
Óptimo	250.47	100
SA	497.52	50.34
SAG	308.10	81.30

#### 4.2) Indicador social

Distribución del producido: Asumiendo que aquellas tecnologías que preserven o demanden más mano de obra tienen un efecto positivo desde el punto de vista de la sustentabilidad social del territorio bajo análisis, se midió la proporción de los costos que son insumidos por la mano de obra. Los valores de mano de obra consignados corresponden a la suma del 10% de los costos de labores y cosecha promedio de las distintas campañas con el valor de la mano de obra dedicada a la actividad ganadera en el sistema correspondiente. Se considera óptimo al evento de mayor valor de la mano de obra, que correspondió al SAG en su 2do. año (2000/01) (32,04 \$/ha):

**Tabla 11: Valores de la Mano de Obra (MdeO)**

<i>Sistema</i>	<i>Costo Promedio de Labores (\$/ha)</i>	<i>Costo Promedio de Cosecha (\$/ha)</i>	<i>Valor MdeO en labores y cosecha (\$/ha)</i>	<i>Valor MdeO en ganadería (\$/ha)</i>	<i>Valor MdeO Total (\$/ha)</i>	<i>Ocupación relativa de mano de obra (%)</i>
SA	108,88	126,45	23,33	0	23,33	72.81
SAG	78,17	69,51	14,77	11,85	26.62	83.08

#### 4.3) Indicadores ambientales

Incidencia del uso de agroquímicos: La contaminación del suelo, relacionada estrechamente con la del agua, consiste en la acumulación de residuos líquidos y sólidos nocivos para la salud, tales como detergentes, metales pesados, sustancias orgánicas y tóxicas, grasas, solventes y aceites. Razón por la cual su análisis bien podría considerarse de impacto social además de ambiental.

El actual modelo de producción agrícola aporta a este proceso a través del uso de fertilizantes y pesticidas. Paralelamente a la masificación del uso de agroquímicos, a partir de la segunda guerra mundial, comenzaron a evidenciarse efectos de alteración y/o desaparición de animales, vegetales y microorganismos de los ecosistemas y situaciones de intoxicación aguda y crónica en humanos (Kaczewer, 2007).

Dentro de los indicadores de toxicidad de los agroquímicos, uno de los más frecuentemente usados es la dosis letal media (DL50), que expresa la cantidad de producto activo que provoca la muerte de la mitad de los animales tratados (CASAFE, 2003).

En este trabajo se elaboró un “indicador de la incidencia de los agroquímicos” de los modelos productivos, a partir de la combinación entre la DL50 y la cantidad de producto activo que implica cada aplicación por hectárea:

**Tabla 12: DL50/ha de los agroquímicos utilizados**

	<i>DL50 oral aguda (Gr/kg. PV)</i>	<i>Principio. Activo (gr/ha)</i>	<i>DL50/ha.</i>
Glifosato 48%	5,4	2780	514,81
2,4D (100%)	1	450	450
Atrazina 48%	2,738	1200	438,27
ó Acetoclor 90% (+ Flurocloridona 25 EC en maíz)	2	1215	607,5
Nicosulfurón	5	37,5	7,5
Fluazipop P Butil (5%)	4,096	87,5	21,36
Lambdacialotrina 25%	0,512	12,5	24,41
Cipermetrina	2,5	37,5	15
Endosulfán	0,14	500	3571,42

La incidencia de agroquímicos en cada cultivo se obtuvo a partir de la sumatoria de los índices correspondientes a cada aplicación, teniendo en cuenta el planteo técnico respectivo:

**Tabla 13: DL50/ha según cultivo**

<i>Cultivo</i>	<i>DL50/ha.</i>
Girasol	2164,88
Maíz	1507,22
Soja	5067,91
Pradera	533,33

De acuerdo a la secuencia de rotaciones de cada sistema, se obtuvo un índice para cada uno de ellos, y se determinó una relación entre el óptimo, que fue de 0.00 (valor correspondiente a la situación del 2do. año de pastura, la cual no recibió tratamientos), y la situación más contaminante (secuencia con cultivo de soja, con DL50/ha/año= 5067,91):

**Tabla 14: Incidencia de la aplicación de agroquímicos por Sistema**

<i>Sistema</i>	<i>DL50/ha. por sistema</i>	<i>Proporción relativa al óptimo</i>
Sin aplicación de agroquímicos	0.00	100
Sistema A	18329.60	48.33
Sistema AG	13416.94	62.17

Contenido de Materia Orgánica: Diversos autores consideran a la materia orgánica (MO) como el mejor indicador de la calidad, estabilidad de la estructura y productividad de un sistema (Campbell, 1982). La presencia o no de MO influye en las propiedades básicas de los suelos, tales como densidad, capacidad de retención de agua y estabilidad de los agregados, además en la disponibilidad de los nutrientes (Bricchi et al, 2004). Por estas razones, se

considera en este trabajo que los sistemas que logran la preservación o incremento de los contenidos de MO son más sustentables que aquellos que la degradan.

Para la evaluación de este parámetro, a partir de la medición del Carbono Orgánico Total en suelo (expresado en (gCO/g ss), se tomó como referencia el nivel de MO que pueden alcanzar suelos poco perturbados por la mano del hombre, muestreando un terreno natural lindante cubierto por monte y pastizal natural:

**Tabla 15: Evolución del carbono orgánico total del suelo (COT) según diferentes usos del suelo.**

**Unidades: gramos de CO por gramo de suelo seco (gCO g ss<sup>-1</sup>)**

<i>Sistema</i>	<i>Contenido de MO (medido en CO)</i>	<i>Proporción del óptimo</i>
Terreno no perturbado	12.80	100.00
SA	7.00	54.69
SAG	8.65	67.58

Disponibilidad de Fósforo en suelo: El Fósforo constituye, luego del Nitrógeno, el macronutriente que en mayor medida limita el rendimiento de los cultivos de la Región Pampeana. Debido a que interviene en numerosos procesos bioquímicos a nivel celular, se lo considera un nutriente esencial para las plantas y un indicador del deterioro químico de los suelos.

En la región, la utilización de los suelos con propósito agrícola puro durante varias décadas sin la reposición del fósforo extraído por los cultivos, ha provocado que en la mayoría de los casos se observen importantes carencias del mismo.

**Tabla 16: Variación del Fósforo disponible en los primeros 20 cm. de suelo, tras diez años de manejo**

<i>Sistema</i>	<i>Año 1996 (en ppm)</i>	<i>Año 2006 (en ppm)</i>	<i>Variación (en ppm)</i>	<i>Proporción del óptimo</i>
SA	7	20.35	13.35	73 %
SAG	7	21.35	14.35	79 %

Densidad Aparente del Suelo: La estimación de la densidad de los suelos mediante el método del Peso Específico Aparente (PEA), expresado en gramos de suelo por cm<sup>3</sup>, constituye un indicador destacado del nivel de deterioro de los mismos ya que permite inferir la capacidad del movimiento de los fluidos (agua y aire). La compactación puede afectar los procesos químicos de liberación de nutrientes, y procesos físicos como la infiltración y circulación del agua.

Lo observado en este experimento (Tabla 12) es que tanto el Sistema Agrícola como el Agrícola Ganadero han causado compactación significativa en los primeros 10 centímetros del suelo, sin mostrar mayores diferencias entre ambos.

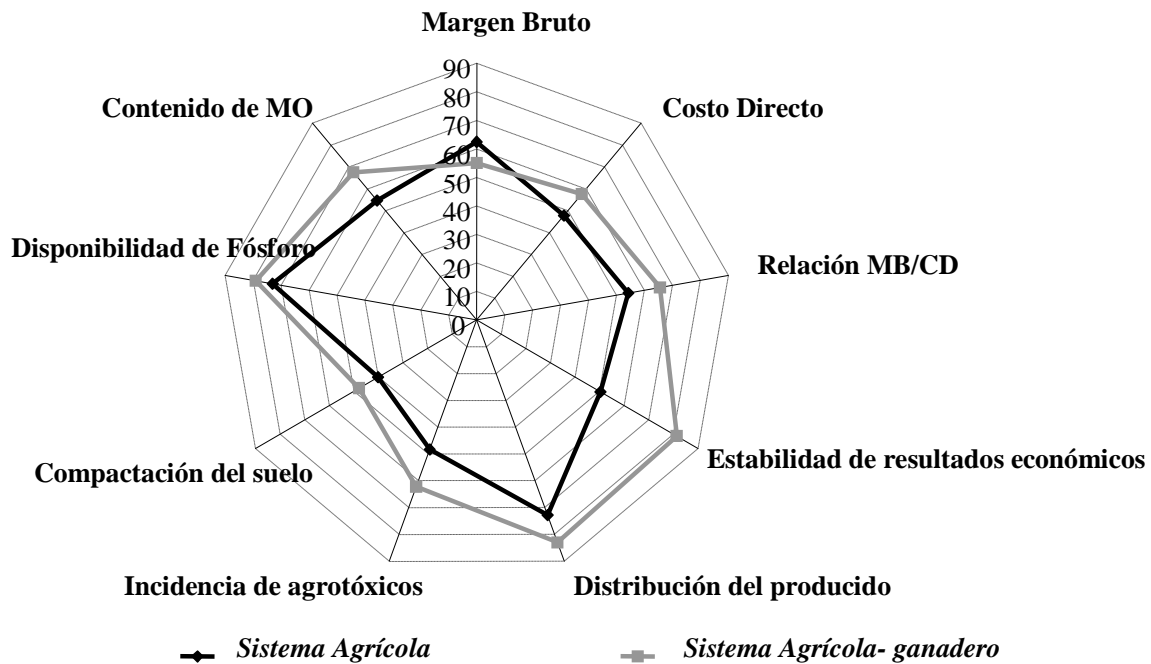
Para estimar el rango de posibilidades de compactación se tomó como testigo el PEA de una fracción del mismo terreno cubierto por monte y pajonales (Espósito, 2007):

**Tabla 17: Modificación del Peso Especifico Aparente de los 10 primeros cm. de suelo, según Sistemas**

Sistema	PEA suelo de 0-10 cm. de profundidad (grs./cm <sup>3</sup> )	Incremento de la Densidad Aparente según posibilidad por tipo de suelo (grs./cm <sup>3</sup> )	Porcentaje del óptimo
Terreno mínima perturbación	1.47		100
Muestra de mayor PEA determinada	1.70	0.23	0
SA	1.61	0.14	40.1
SAG	1.59	0.12	47.8

**5 y 6) Quinto y sexto paso: Integración de los resultados y conclusiones de la evaluación MESMIS**

Los indicadores obtenidos y sistematizados se integraron en un diagrama tipo ameba para proceder a su análisis y extraer las conclusiones:



## Conclusiones

-La sustentabilidad socioeconómica y ambiental de ambos sistemas analizados guarda una semejanza importante según las tendencias de los parámetros observados, con algunos perfiles particulares que los diferencian en un grado no muy significativo a favor del Sistema Mixto en lo integral y al Agrícola puro en lo referente a los resultados económicos.

-En general, los dos sistemas muestran su mayor debilidad en el parámetro físico de orden ambiental que mide la compactación superficial del suelo. Esto constituiría una debilidad muy importante, dada la correlación existente entre compactación y disminución de la velocidad de infiltración del agua de lluvia. En general, y particularmente en esta zona, esta situación constituye el inicio de la escorrentía superficial del agua, que luego va a erosionar campos y caminos en su traslado hacia territorios vecinos de menor cota, en los cuales aporta a procesos de inundaciones.

-El sistema de agricultura pura mostró una mejor performance en el Margen Bruto, lo cual podría explicar, al menos en parte, la agriculturización de la región, relacionada con los cambios en la tipología predominante de los establecimientos agropecuarios pampeanos.

-Debe destacarse la inferioridad de costos del sistema mixto que arrojó el ensayo, lo cual sin dudas está dado por los diferentes niveles tecnológicos utilizados entre los planteos agrícola y ganadero. Este último recibió comparativamente menores aplicaciones de fertilizantes y agroquímicos.

-Si bien no existieron diferencias muy notorias entre los sistemas, el SAG se mostró en conjunto más armónico, destacándose particularmente su superioridad en el indicador referido a la estabilidad de los resultados económicos. No obstante, los desequilibrios estructurales del contexto macroeconómico influyeron seguramente para que los modelos hayan presentado bastante inestabilidad. De todas maneras, se podría reflexionar que ante escenarios tan cambiantes, como a menudo se observan en nuestro país, en el sistema mixto se percibiría un mejor comportamiento.

-Asimismo, se debe destacar el perfil más positivo del SAG en lo referente al indicador de orden social, medido como la distribución del producido en función de la participación de la mano de obra en el volumen del costo de producción.

-Ambos sistemas mostraron una alta sustentabilidad respecto a la disponibilidad de Fósforo disponible en suelo, registrándose una importante recuperación del mismo luego de siete años de producción.

-Finalmente, puede afirmarse que si bien ambos sistemas presentaron resultados favorables para la casi totalidad de los indicadores socioeconómicos y ambientales desarrollados, el sistema mixto se perfila con un mayor grado de sustentabilidad integral. Esta cualidad podría consolidarse más aún si se incluyeran en la evaluación indicadores que evaluaran la generación de puestos de trabajo tranqueras afueras y de agregado de valor en el sistema agroalimentario.

## **Bibliografía**

BRICCHI, E.; FORMIA, F.; ESPÓSITO, G.; RIBERI, L.; and H. AQUINO (2004): "The effect of topography, tillage and stubble grazing on soil structure and organic carbon levels". Spanish Journal of Agricultural Research (2004) 2 (3), 409-418.

BCR (2004, 2005, 2006): "Anuario Estadístico".

CAMPBELL, C. (1982): "Loss of organic matter and potentially mineralizable nitrogen from Saskatchewan soils due to cropping". Can. J. Soil Sci. 62:651-656.

CASAFE (2003): "Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina, Tomo 1". Dir.: O. Pórfido. Pág. 13

CASTILLO, C.; GESUMARÍA, J.; ESPÓSITO, G.; SALMINIS, J.; BONGIOVANNI, M. Y E. ZORZA (1997): "Efectos de distintos sistemas de labranza en la producción del cultivo de maíz". Tomo 1. IV Jornadas Científico-Técnicas de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. pp. 207-209.

ESPOSITO, G. (2007): "Doce años de experimentación con ganadería en Siembra Directa". 4° Simposio de Ganadería en Siembra Directa. AAPRESID, San Luis, 9 y 10/05/07.

**FREIRE, V.; ISSALY, L.; OHANIAN, A.; VIGLIOCCO, M; SALMINIS, J.; PAGLIARICCI, H. (2000): "Producción de carne bovina con diferentes cargas ganaderas en praderas en la pampa subhúmeda argentina. II: Resultados económicos". Revista ITEA (Información Técnica Económica Agraria). ISSN 1130-6009. Zaragoza, España. 2000. Vol 96A N°1 (56-66).**

**KACZEWER, J.(2007): "Agroquímicos: Toxicología del Glifosato": En: <http://www.ecositio.com.ar>, 10/08/07.**

**KRÜGER, H. (2007): "Equilibrio del suelo en Siembra Directa ¿Qué cambia cuando introducimos la ganadería?". 4° Simposio de Ganadería en Siembra Directa. AAPRESID, San Luis, 9 y 10/05/07.**

DEMO, C.; SALMINIS, J. y J. GESUMARÍA (2003): "Evaluación económica de diferentes sistemas de labranza en el centro sur de la provincia de Córdoba". En: Anales de la 34° Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Octubre. 2003. Río Cuarto.

MASERA, O., ASTIER, M., y S. LÓPEZ- RIDAURA (1999): "Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación MESMIS". Ed. Mundi-Prensa, GIRA, UNAM, México, D.F.

OHANIAN, A.; PEREYRA, T.; SAROFF, C.; GONZÁLEZ, S.; PAGLIARICCI, H. (2007): "Producción primaria de una pradera polifítica implantada bajo diferentes sistemas de labranza y defoliada con distintas intensidades". Revista UNRC (en prensa), Agosto de 2007.

PAGLIARICCI, H, PEREYRA, T. y A. OHANIAN (1997): "Estimación del crecimiento y la producción de una pastura consociada en el centro-sur de la provincia de Córdoba, Argentina". Información Técnica Económica Agraria; 93 (1): 68-83. Zaragoza, España.

PERETTI, M.; ISSALY, C.; PIZARRO, L.; FREIRE, V.; GHIDA DAZA, C.; PRADO, A.; SALMINIS, J.; SANCHEZ, C.; URQUIZA, B.; VIGLIOCCO, M. "Monitoreo económico de los sistemas productivos predominantes del sector agropecuario de Córdoba". Volúmenes VI al IX. Años 1999 - 2006. INTA EEA Marcos Juárez, UNRC - FAV, INTA EEA Manfredi, SAGyRR de Córdoba. Dpto. de Imprenta y Publicaciones de la UNRC.

Revista AGROMERCADO. Varios números. 1999-2006.

Revista AGROMERCADO (2007). Síntesis Económica. N° 134, Febrero 2007.

REY, J. L. (1999): "Fundamentos de la siembra directa en planteos ganaderos. Parte I". Forrajes & Granos Journal; (44): 72-73.

SALMINIS, J.; FERNÁNDEZ, E. Y L. CHOLAKY (1998): "Evaluación económica del cultivo de girasol en una explotación mixta, según tres sistemas de labranza". III Reunión Nacional de Oleaginosos. Universidad Nacional del Sur y Asociación Argentina de Oleaginosos. Bahía Blanca, 20-22/05/1998. pp. 143-145.



SALMINIS, J.; GEYMONAT, M.; y C. DEMO (2005a): “Análisis económico del cultivo de girasol bajo distintos sistemas de labranza”. Tercer Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR, Asociación Argentina de Girasol. Buenos Aires, 31 de Mayo y 1 de Junio de 2005.

SALMINIS, J., DEMO, C. y M. GEYMONAT (2005b): “Evaluación de la sustentabilidad de alternativas tecnológicas para el desarrollo agropecuario en la llanura ondulada del sur de Córdoba”. XXXVI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Fac. de Ciencias Agrarias, UNLZ. Buenos Aires.

SALMINIS, J., GEYMONAT, M., y C. DEMO (2006): “Evaluación de la sustentabilidad socioeconómica y ambiental de diferentes técnicas agrícolas: aplicación experimental del marco de evaluación *mesmis*”. 37° Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. AAEA. ISSN 1666 - 0285. Octubre 2006. Villa Giardino, Córdoba. pp. 39.

ZEHNDER, R. y S. BORGA (2001): “Pautas metodológicas para establecer el costo de producción en empresas tamberas”. INTA Rafaela, Anuario 2001 – Economía.