

Asociación Argentina de Economía Agraria

EVALUACIÓN DE SISTEMAS PREDOMINANTES SEGÚN ASPECTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

Octubre 2014

Carlos Ghida Daza

ghidadaza.carlos@inta.gob.ar¹

EEA INTA Marcos Juárez ,CC 2580 Marcos Juárez Cba

TE: 03472-425001 interno 126

Categoría: Trabajo de Investigación

¹ Investigador, Grupo de Economía. INTA EEA Marcos Juárez

EVALUACIÓN DE SISTEMAS PREDOMINANTES SEGÚN ASPECTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

RESUMEN

Los cambios de políticas macro y sectoriales junto a variaciones en los precios relativos favorecieron el importante proceso de agriculturización de las tierras en las últimas décadas.

Según datos de censos nacionales el número de empresas agrícolas aumentó y los sistemas mixtos agrícola bovinos se redujeron al igual que los ganaderos.

La sustentabilidad de las empresas predominantes se ve por ello afectada teniendo en cuenta que los cambios económicos han producido marcadas oscilaciones en la superficie mínima requerida para su mantenimiento.

Los efectos son aún mayores si se considera a la sustentabilidad de la empresa agropecuaria en forma integral, para lo cual se deben analizar, además del aspecto económico, los componentes social y ambiental.

El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de las empresas predominantes en dos zonas considerando criterios de eficiencia basados en indicadores económicos, de riesgo global, ambientales y sociales.

Se concluye que, el criterio de corto plazo, que tiene en cuenta solo el resultado económico puede llevar a elecciones erróneas al evaluar un concepto multidimensional como la sustentabilidad.

La inclusión de aspectos ambientales y sociales en la evaluación de los sistemas es un criterio eficiente que permite mejorar la evaluación de los mismos con un criterio de sustentabilidad.

La consideración de un esquema multiobjetivo permite una mejor caracterización global de los sistemas.

ABSTRACT

In recent decades changes of macro and sectoral policy with variations in relative prices favored important process of agriculturization in land. According to national census data the number of agricultural enterprises increased and cattle and mixed farming systems declined.

Sustainability of farms is therefore affected taking account that economic changes have produced marked oscillations in the minimum area required for maintenance. The effects are even greater when consider the sustainability of agriculture in integral form, for which should analyzed, besides the economic aspect, the social and environmental components.

The objects of the study was to evaluate the behavior of main farms in two zones considering efficiency criteria based on economic indicators, global risk, environmental and social. The short-term approach, which takes into account only the economic result can lead to wrong elections when evaluating a multidimensional concept as sustainability. The inclusion of environmental and social aspects in the evaluation of the systems is an efficient criterion to improve the evaluation with sustainability criteria. The consideration of multiobjectives scheme allows better and global characterization of the system.

Palabras clave: sistemas predominantes, evaluación multiobjetivo

Clasificación temática: 3 Economía de Sistemas Agropecuarios - Diagnóstico y planeamiento de la empresa agropecuaria

EVALUACIÓN DE SISTEMAS PREDOMINANTES SEGÚN ASPECTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas los cambios de políticas macro y sectoriales, desde la apertura económica irrestricta hasta esquemas proteccionistas, junto a variaciones en los precios relativos de insumos de importancia para la producción agrícola (combustibles y agroquímicos) favorecieron el importante proceso de agriculturización de las tierras aptas así como también la adopción de la siembra directa en la agricultura extensiva. (Panigatti J.L. et al,1998)

Según datos de los censos nacionales (CNA 2002 y provisorios del CNA 2008) el número de empresas predominantemente agrícolas en la zona húmeda del sudeste de Córdoba pasó del 50 % al 65 % del total. A su vez los sistemas mixtos agrícola bovinos se redujeron entre censos del 13 % al 8% y los ganaderos bovinos bajaron su ya escasa participación del 4 % al 3% (INDEC, 2014).

La sustentabilidad de las empresas predominantes se ve por ello afectada teniendo en cuenta que los cambios económicos han producido marcadas oscilaciones anuales en la superficie mínima requerida para su mantenimiento –Unidad Económica Agrícola- que ha registrado variaciones, del 42 al 56 % en un período desde 1997/8 al 2008/9 en una zona del sudeste de Córdoba (Ghida Daza, 2010).

Los efectos son mayores aún si se considera a la sustentabilidad de la empresa agropecuaria en forma más integral, para lo cual se deben analizar, además del aspecto económico, los componentes social y ambiental de la firma (Calvente A, 2007).

Teniendo en cuenta los diferentes elementos que se engloban en el concepto de sustentabilidad de la empresa es adecuado considerar el uso de metodologías que tengan en cuenta, en forma conjunta, los diversos factores que afectan la toma de decisiones del productor. Por ello, surge la utilidad del uso de métodos multicriterio o multiobjetivo para determinar las decisiones del productor en su empresa (De Prada, 2008).

Las decisiones del productor consideran, a la vez, factores de coyuntura y largo plazo en aspectos económicos, financieros, productivos, sociales y ambientales (Sarandon S., 2002). La consideración que distintos productores le dé a algunos o a todos los factores hará que, ante una determinada situación concreta se pueda optar por tomar comportamientos distintos según los objetivos del decisor.

Teniendo en cuenta que los tres sistemas analizados (agrícola, mixto y ganadero) abarcan el 76 % de las empresas de la zona húmeda del sudeste de Córdoba y el 68 % del total de firmas de la zona subhúmeda del sur provincial (INDEC,2014) surge la importancia de considerar estos tipos de empresa para analizar el comportamiento de las mismas considerando en forma global diversos criterios de eficiencia (Cabrini S, Calcaterra C., 2013)

El objetivo del trabajo, por lo tanto, fue evaluar el comportamiento de las empresas predominantes en dos zonas ecológicas homogéneas considerando diversos criterios de selección basados en indicadores económicos, de riesgo global, ambientales y sociales. De este modo se muestran los cambios en la eficiencia de los sistemas según se consideren los indicadores en forma aislada con una visión parcial de cada uno o con un criterio global que enfoque más la sustentabilidad de la empresa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona húmeda del sudeste de Córdoba comprende la mayor parte de dos departamentos (Marcos Juárez y Unión) que incluyen 4.153 empresas que abarcan 1,9

millones de hectáreas mientras que la zona subhúmeda comprende cuatro departamentos (Juárez Celman, Pte. R.S.Peña, Río Cuarto y Gral. Roca) con 6.948 empresas que ocupan 4,4 millones de hectáreas. En general, en el total del área analizada predomina la agricultura, específicamente soja con el 68 % de la superficie agrícola cultivada.(MAGyA Córdoba, 2014).

Para los cálculos se usaron los precios promedio a cosecha de la década 2004/13 en productos agrícolas actualizados a moneda de mayo de 2014 mediante el Índice de Precios Internos Mayoristas (IPIM) (Indec, 2014), a su vez, los precios de insumos corresponden a los de mayo de 2014 (Márgenes Agropecuarios, 2014), la estructura productiva usada corresponde a la modal de la zona analizada (Ghida Daza, 2005). Los rendimientos agrícolas utilizados corresponden al promedio de la década mencionada en las dos zonas analizadas (MINAGRI,2013).

En base a información preliminar del CNA 2008 se agruparon los sistemas en base a variables clasificatorias (Peretti et al, 1994) y, dentro de los tres tipos de empresas predominantes por zona, se agruparon los estratos de superficie que correspondían al 70 % del número de empresas y superficie ocupada.

Se determinó, como indicador económico de las empresas analizadas el Resultado Operativo (descontando a los ingresos brutos el costo directo de cada actividad y los gastos fijos efectivos de estructura) en base a metodologías de uso común en Administración Rural (Ghida Daza et al, 2009).

Con la finalidad de evaluar el riesgo se utilizó el programa libre Simulación 4 que se ejecuta en la planilla Excel y permite realizar iteraciones en base a una distribución de probabilidad preasignada (en este caso se consideraron distribuciones triangulares de precios de productos y productividad por actividad del sistema). De este modo se calcularon mil iteraciones considerándolo un número adecuado para que se estabilicen las soluciones. En el cuadro 1 se muestran los parámetros de las distribuciones de precios considerando los precios mensuales durante la década.

Cuadro 1: Parámetros de las distribuciones triangulares de precios (\$ mayo 2014 /t)

Parámetros	Modal	mínimo	máximo
Trigo	1.082	772	1.593
Soja II	1.558	1.13	2.241
Soja I	“	“	“
Maíz	781	569	1.110
Girasol	1.647	970	2.246
Maní	3.116	1.589	5.796
Ganadería Ciclo completo(\$ /kg)	11,5	5,7	14,2

En el cuadro 2 se presentan los parámetros de las distribuciones de productividad

Cuadro 2: Parámetros de las distribuciones triangulares de productividad (t/ha)

ZAH	Húmeda (VI)			Subhúmeda (V)		
	Modal	mínimo	máximo	Modal	mínimo	máximo
Trigo	3	1,6	5,48	1,9	0,8	3,25
Soja II	2,5	1,7	3,1	1,774	1,33	2,4
Soja I	3,33	2,55	3,9	2,365	1,775	3,2
Maíz	8,81	6	10	6,269	5	7,5
Girasol				2,065	1,7	2,5
Maní				2,075	1,4	2,75

Gan. Ciclo completo	260	200	340	250	200	340
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

En base a la simulación se obtuvieron los Resultados Operativos promedio, mínimo y coeficiente de variación (CV %) para cada sistema para evaluar el aspecto económico y el riesgo global.

La dimensión social de la sustentabilidad se evaluó mediante el cálculo del uso de horas hombre totales de los sistemas incluyendo las tareas de implantación y protección en cultivos agrícolas y forrajeros, agregando la mano de obra exclusiva para ganadería según el stock de ganado de la empresa.

Para cada sistema se calcularon también tres indicadores ambientales para evaluar el concepto multidimensional de sustentabilidad. De este modo se consideraron:

- Balance de nutrientes, en base al cálculo del valor económico del balance de los principales nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) por actividad y global en cada solución a partir del método de “costos evitados” (Cristeche E, Penna J, 2008) y (Manchado J, 2010) . De esta forma, en base a información de pérdida neta de nutrientes en agricultura ya existente (IPNI, 2014) se obtuvo el total de pérdida de nutrientes en moneda de mayo de 2014.
- Balance de carbono orgánico (CO), considerando una proporción de materia orgánica promedio en suelos agrícolas pampeanos húmedos de 2,45 % y de 1,45 % para la zona subhúmeda (IPNI, 2014) y aplicando metodología de acuerdo a bibliografía (Alvarez y Steinbach, 2006) se obtuvo los balances de CO en toneladas /hectárea para los sistemas.
- Riesgo de contaminación por agroquímicos, mediante el coeficiente EIQ (Kovach et al, 1992) para cada agroquímico, donde el impacto ambiental de plaguicidas se evalúa por un único valor adimensional que concentra la acción sobre tres componentes : efecto sobre los trabajadores rurales, sobre el consumo y el efecto ecológico. De este modo se calcula el EIQ de campo por actividad conociendo el porcentaje de ingrediente activo, dosis, número de aplicaciones por agroquímico por cultivo. La suma de este coeficiente en cada actividad de las soluciones óptimas permite calcular un EIQ global comparativo.

El detalle de cálculo de coeficientes de indicadores ambientales se muestra en los anexos 1 y 2.

De esta forma se contó con siete ítems a considerar en la medición de la eficiencia de las soluciones, estos eran: Resultado Operativo (RO) total promedio (en \$) como índice económico, mínimo RO (\$) y CV % como indicadores del riesgo global, los tres indicadores ambientales ya mencionados y horas hombre total por sistema (índice social),

A partir de una tabla en que se incluyeron los resultados de cada ítem en las soluciones, se normalizaron los resultados de cada indicador para hacerlos comparativos entre si.

Complementariamente, en base a un esquema de ponderación de los indicadores, (Arias Martin, 1992) se consideró evaluar los resultados dando distinta preferencia en cada ítem (un 50 % más de ponderación respecto al resto). De este modo se analizaba como se modificaba la elección del sistema eficiente según distinta preferencia o función objetivo del productor, para ello se plantearon cuatro opciones de preferencia (promedio de todos los indicadores, averso al riesgo que privilegia los menores índices de riesgo, el que busca la menor pérdida ambiental y el que prefiere mayor uso de la mano de obra). A partir de estos resultados con distinta priorización se compararon los planteos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 3 se muestran las características de uso de suelo y mano de obra utilizada de los sistemas predominantes en la zona húmeda del sudeste de Córdoba (ZAH VI)

Ítems	SISTEMAS		
	AGRÍCOLA	MIXTO AG-BOVINO	GANADERO
zona	Marcos Juárez	Marcos Juárez	Marcos Juárez
Sup total (ha)	243	307	340
Trigo /soja II	50	32	4
VI /soja II		12	8
Maíz	50	32	3
Soja I	138	102	13
Sorgo granífero			1
Girasol			2
SUP AGRÍCOLA	238 (98 %)	178 (58%)	31 (9 %)
Alfalfa pura		28	32
Alfalfa consociada		13	6
Verdeo invierno		24	2
Verdeo verano		12	
Campo natural y monte		46	243
SUP GANADERA		123 (40%)	283 (83 %)
Casco, caminos , desp	5 (2 %)	6 (2 %)	26 (8 %)
Sup alquilada % (ha)	60 % (146 ha)	54 % (166 ha)	41 % (99 ha)
Mano de Obra			
Familiar (EH)	1.34	1.38	2.5
Asalariada perm (EH)	0.52	0.66	0.3
Asal transitoria (EH)	0.04	0.02	0.35
% familiar	70 %	67 %	79 %
EH total	1,9	2,06	3.15

Cuadro 3: sistemas de la ZAH VI

Fuente: información preliminar del CNA 2008 de Córdoba

Del cuadro se observa la predominancia de soja de primera en los planteos agrícola y mixto, también la superficie alquilada es mayoritaria en los modelos con mayor proporción de agricultura. La mayor mano de obra total corresponde a los esquemas más ganaderos y la participación de trabajadores asalariados tiene mayor predominancia en la agricultura. En el cuadro 4 se presenta similar esquema referido a la zona subhúmeda (ZAH V)

Cuadro 4: sistemas predominantes de ZAH V

Ítems	SISTEMAS		
	AGRÍCOLA	MIXTO AG-BOVINO	GANADERO
zona	Laboulaye	Rio Cuarto	Huinca Renancó
Sup total (ha)	410	319	372
Trigo /soja II	50	6	2
VI /soja II	2	9	16
Maíz	94	74	7
Soja I	190	96	10
Sorgo granífero		2	
Maní	27	4	16
Girasol	3	3	4
SUP AGRÍCOLA	366 (89 %)	194 (61 %)	39 (10 %)
Alfalfa pura	1	28	47
Alfalfa consociada		3	28
Verdeo invierno	2	3	1
Verdeo verano		1	
Campo natural y monte	5	64	169
SUP GANADERA	8 (2 %)	99 (31 %)	246 (66 %)
Casco, caminos , desp	36 (9 %)	26 (8 %)	87 (24 %)
Sup alquilada % (ha)	41 % (168)	29 % (93)	24 % (89)
Mano de Obra			
Familiar (EH)	1.83	1.54	1.51
Asalariada perm (EH)	0.22	0.41	1.00
Asal transitoria (EH)	0.27	0.15	0.13
% familiar	79 %	73 %	57 %
EH total	2.32	2.1	2.64

S
e
mu
estr
a
tam
bié
n, a
pes
ar
de
ser
una
zon
a
con
tier
ras
de
me
nor

calidad agrícola, una importante predominancia de soja y la inclusión de otras oleaginosas, especialmente maní que se ha difundido en los suelos con mayor aptitud agrícola de la zona subhúmeda. La participación de tierra alquilada en el total es menor en esta zona.

En el cuadro 5 se detallan los valores de los Costos Fijos de estructura de los sistemas en base a la caracterización de mejoras y maquinarias obtenidas por los informes preliminares del CNA 2008 e informantes calificados.

Cuadro 5: Costos Fijos de estructura (\$ mayo 2014)

Sistema predominante	ZAH VI		ZAH V	
	\$ total	\$ /ha	\$ total	\$ /ha
Agrícola	115.463	475,1	135.378	330,2
Mixto agrícola –bovino	135.027	439,8	139.142	436,2
Ganadero bovino	117.730	346,3	135.762	364,9

Se muestran montos globales que no difieren marcadamente entre sistemas, al ajustarlos por la superficie trabajada presentan, en la zona húmeda, mayores valores cuando aumenta el uso agrícola. Cabe mencionar que, en la zona subhúmeda presenta mayores valores los sistemas con más ganadería por el mayor uso de tierra propia respecto al alquiler lo que aumenta el capital de estas empresas.

En base a los parámetros de las distribuciones de precios y rindes, el uso del suelo, los costos directos de las actividades y los costos fijos se realizó la simulación Montecarlo con mil iteraciones obteniéndose el cuadro 6 que resume los resultados por sistema.

Cuadro 6: Resultados de la simulación de sistemas predominantes

	ZAH VI			ZAH V		
	Agrícola	Mixto	Ganad.	Agrícola	Mixto	Ganad.
Resultado Operativo (\$)	330.940	378.365	328.379	259.096	267.079	87.137
Coefficiente Variación (%)	41,2	33,1	28,1	61,1	36,3	108,3
ROp mín (\$)	-26.016	44.540	88.122	-145.397	18.779	-147.249
R Op MAX (\$)	816.533	746.770	585.961	259.096	636.092	645.604

Se observa, en la zona húmeda (ZAH VI), un mayor nivel de riesgo en la empresa agrícola teniendo en cuenta el coeficiente de variación de la simulación y el mínimo más bajo de los tres sistemas. La mayor estabilidad del modelo ganadero obedece a la menor variabilidad del subsistema ganadero y la menor participación de superficie alquilada en el total.

En la zona subhúmeda (ZAH V) el mayor nivel de riesgo se da en la empresa ganadera, a pesar de similar productividad respecto a la zona húmeda, debido a la alta proporción de superficie alquilada en este subsistema ganadero.

Para calcular la extracción neta de nutrientes se utilizaron los coeficientes del cuadro 7

Cuadro 7: Extracción neta de nutrientes (kg de nutriente / unidad de producto)

Producto	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Maíz (IPNI) kg nut /tgrano	13,1	2,64	3,47
Soja I (IPNI) “	48,5	5,40	16,8
Sorgo granifero (IPNI) “	20	4,00	4
Trigo (IPNI) “	18,11	3,52	3,52
Girasol (IPNI) “	21,3	6	5
Maní (IPNI)	44	3,5	11
Carne (kg/t) (Balcarce)	24,5	7,15	1,705

Fuente: Machado C, 2010

En base a los coeficientes, los rendimientos promedios del quinquenio y las dosis promedio de fertilización por actividad según el manejo modal se elaboró el cuadro 8 que muestra el valor del balance de nutrientes por hectárea.

Cuadro 8: valor del balance de nutrientes por actividad y sistema (\$ /ha)

BAL NUTRIENTES	AGRÍC VI B	MIXTO VI B	GANAD VI A	AGRÍC V D	MIXTO V B	GANAD V C
TRIGO/SOJAII	-1112,7	-1053,5	-1237,4	-702,6	-606,3	-784,9
SOJA II	-1064	-1064	-1125	-685,4	-687,4	-824,4
MAÍZ	-393,7	-447,4	-503,8	-304,5	-273,5	-288,9
SOJA I	-1330	-1330	-1406,2	-856,8	-859,3	-1030,5
SORGO G				-660	-731,9	
MANÍ				-1054,8	-887,8	
GIRASOL				-449,1	-461,7	-390,5
HG		127,84	82,57		182,52	189,24

Se observa mayores niveles negativos en los sistemas de la zona húmeda, debido a los mayores rindes que se relacionan con más elevados niveles de extracción respecto a las empresas de la zona subhúmeda. En ambas zonas se muestra el mayor efecto negativo en el cultivo de soja de primera y en el doble cultivo de trigo soja de segunda. El maíz presenta los valores menos negativos entre los cultivos agrícolas en ambas zonas por el fuerte aporte de los niveles de fertilización, mientras que el cultivo de maní en la zona subhúmeda muestra importantes valores negativos comparables a los de soja. En los modelos ganaderos se observan los únicos valores positivos en el balance por el aporte de la fijación de nitrógeno de alfalfa y los bajos niveles de productividad ganadera.

Para determinar el balance de carbono de los sistemas se utilizaron los coeficientes indicados en el anexo 2 y los rindes de los cultivos, en base a estos datos se elaboro el cuadro 9.

Cuadro 9: balance de carbono por actividad, sistemas y zonas (t /ha)

BAL CARBONO	AGRÍCOLA VI B	MIXTO VI B	GANAD VI A	AGRÍCOLA V D	MIXTO V B	GANAD V C
ton /ha						
TRIGO/SOJAII	-3,88	-3,8	-3,68	-2,18	-2,44	-2,02
SOJA II	-2,32	-2,32	-2,282	-1,296	-1,29	-1,282
MAÍZ	-1,31	-1,213	-1,115	-0,512	-0,626	-0,538
SOJA I	-2,044	-2,044	-1,987	-1,1	-1,097	-1,085
SORGO G				-0,945	-0,874	
MANÍ				-1,113	-1,234	

GIRASOL				-1,305	-1,289	-1,344
---------	--	--	--	--------	--------	--------

El cuadro muestra balances más negativos en los cultivos de la zona húmeda (ZAH VI) debido a que sus suelos, al tener mayor contenido de materia orgánica que los de la zona subhúmeda (ZAH V) tienen por lo tanto mayor pérdida anual por mineralización (Menendez J, Hilbert J, 2013). Esto no alcanza a ser compensado por el aporte de biomasa de la mayor productividad en el caso de la zona húmeda.

En una misma zona se muestra mejor comportamiento, es decir menor pérdida, en cereales, especialmente maíz respecto a oleaginosas por su menor aporte de rastrojos.

El efecto ambiental de agroquímicos, medido por el coeficiente EIQ, se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10: valor de EIQ /ha según cultivos y zonas (unidad /ha)

EIQ	AGRÍCOLA VI B	MIXTO VI B	GANAD VI A	AGRÍCOLA V D	MIXTO V B	GANAD V C
TRIGO/SOJAII	190,23	190,23	190,23	190,23	182,56	182,56
SOJA II	104,44	104,44	104,44	104,44	104,44	104,44
MAÍZ	176,04	176,04	176,04	176,04	127,44	127,44
SOJA I	157,15	157,15	157,15	157,15	175,33	175,33
SORGO G				155,72	104,44	
MANÍ				267,1	175,33	
GIRASOL				115,4	127,44	127,44
PP		10,65	10,65		10,65	10,65
VI		5,4	5,4		5,4	5,4

Teniendo en cuenta que el EIQ tiene en cuenta el efecto ambiental de plaguicidas (herbicidas, funguicidas e insecticidas) y no el de fertilizantes se muestra en el cuadro que no hay diferencias de importancia entre zonas al usar similar paquete de plaguicidas difiriendo en general en las dosis de fertilizantes. Cabe destacar los menores valores en recursos forrajeros por los bajos niveles de aplicación de estos agroquímicos.

El aspecto social, medido por las horas hombre dedicadas a cada actividad, se indica en el cuadro 11.

Cuadro 11: horas hombre /hectárea según actividad y zona.

MANO DE OBRA	AGRÍCOLA VI B	MIXTO VI B	GANAD VI A	AGRÍCOLA V D	MIXTO V B	GANAD V C
TRIGO/SOJAII	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05
SOJA II	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
MAÍZ	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
SOJA I	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
SORGO G	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
MANÍ	3	3	3	3	3	3
GIRASOL	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
PP		1,2	1,2		1,2	1,2
VI		1,35	1,35		1,35	1,35
VV		1,25	1,25		1,25	1,25

CN		12	6,9		18	14,9
----	--	----	-----	--	----	------

En el caso de las actividades agrícolas no se observan diferencias entre zonas y sistemas ya que el paquete tecnológico es similar para un mismo cultivo, en el doble cultivo trigo /soja de segunda la mayor carga horaria es por el doble uso en un ciclo agrícola. En el caso de la ganadería, que por ser extensiva tiene un alto componente de campo natural (CN), se ha agregado en este ítem el requerimiento de personal según el stock vacuno del sistema que se había determinado con los datos censales.

Para analizar en una visión agregada los indicadores mencionados se elaboró el cuadro 12 que presenta los distintos ítems en forma comparativa relacionándola con la superficie de los sistemas.

Cuadro 12: Indicadores de las empresas predominantes según sistemas y zonas.

Ítems	Unid.	AGRÍC VI B	MIXTO VI B	GANAD VI A	AGRÍC V D	MIXTO V B	GANAD V C
Resultado Operativo	\$/ha	1.390,50	1.257,03	1.049,13	709,85	911,53	305,74
mínimo R. Operativo	\$/ha	-109,31	147,97	281,54	-398,35	64,09	-516,66
Coefficiente Variación	%	41,2	33,1	28,1	61,1	36,3	108,3
Balance de Carbono	t /ha	-2,28	-1,32	-0,19	-1,10	-0,64	-0,15
Balance de Nutrientes	\$/ha	-	-600,44	-29,55	-705,31	-344,32	62,54
EIQ	U /ha	168,07	98,24	14,31	174,00	102,17	20,51
Horas Hombre total	hora t/ha	2,48	3,59	5,73	2,39	5,48	9,44

En los sistemas de la zona húmeda (ZAH VI) se muestra que el mejor resultado económico lo tiene la empresa agrícola pero, a su vez, muestra un Resultado Operativo mínimo negativo y el mayor coeficiente de variación. También presenta los peores valores en los tres índices ambientales y el menor uso de mano de obra. El sistema ganadero bovino presenta la situación inversa, con mejores indicadores de riesgo, ambientales y sociales pero menor resultado económico promedio. La empresa mixta muestra resultados intermedios entre los anteriores-

En la zona subhúmeda (ZAH V) el sistema mixto muestra mejor resultado económico y menor riesgo, presentando además una situación intermedia en las variables ambientales y en el empleo de mano de obra. En situación intermedia se observa la empresa agrícola con mejores resultados y menor riesgo que la ganadera aunque tiene índices ambientales y uso de mano de obra más bajos que el modelo ganadero. El sistema ganadero, a su vez, muestra peores índices respecto al riesgo por el importante componente de superficie alquilada del sistema.

Con la finalidad de considerar en forma conjunta los distintos indicadores se normalizaron los mismos a fin de hacerlos comparativos como porcentajes en el cuadro 13.

Cuadro 13: Indicadores de las empresas predominantes (como % del mejor valor) según sistemas y zonas.

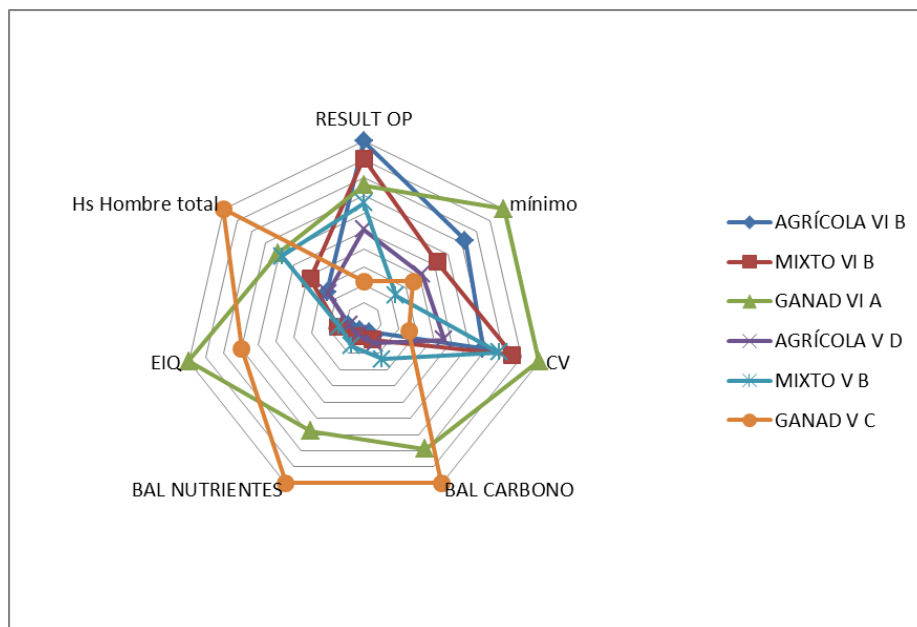
Ítems	AGRÍC VI B	MIXTO VI B	GANAD VI A	AGRÍC V D	MIXTO V B	GANAD V C
Resultado Operativo	100%	90%	75%	51%	66%	22%

mínimo R. Operativo	51%	83%	100%	15%	73%	1%
Coefficiente Variación	68%	85%	100%	46%	77%	26%
Balace de Carbono	7%	11%	79%	14%	23%	100%
Balace de Nutrientes	5%	9%	68%	8%	15%	100%
EIQ	9%	15%	100%	8%	14%	70%
Horas Hombre total	26%	38%	61%	25%	58%	100%

Se muestra que la empresa agrícola de la zona húmeda muestra el mejor comportamiento económico pero el peor desde el punto de vista ambiental y social para toda el área analizada. A su vez, la mejor eficiencia en las variables ambientales y en el empleo se da en los sistemas ganaderos. En la consideración del riesgo presenta el mejor resultado el sistema ganadero de la zona húmeda y los mixtos también tienen buen desempeño.

En el gráfico 1 se presenta en forma de esquema radial con vértice en cada uno de los siete ítems el comportamiento de cada sistema, cuanto más cercano al vértice se es más eficiente en ese indicador.

Gráfico 1: Evaluación de los indicadores de los sistemas predominantes



Del gráfico se muestra que el sistema ganadero de la zona húmeda (VI A) contiene una superficie mayor, seguido por el ganadero de la subhúmeda (V C) mientras que el agrícola y el mixto de la zona húmeda tienen menor área pero predominan en el indicador económico.

En el cuadro 14 se muestra la eficiencia de los sistemas considerando el criterio económico y cuatro ponderaciones o funciones objetivo del productor. La primera ponderación considera con igual importancia los cuatro objetivos (económico, riesgo, ambiental y social) luego se considera una mayor importancia (50 % más de ponderación) a cada uno de los tres últimos, con una visión más aversa al riesgo, más ambiental y más social respectivamente.

Cuadro 14: Eficiencia de sistemas predominantes según objetivos

Función objetivo	AGRÍC VI B	MIXTO VI B	GANAD VI A	AGRÍC V D	MIXTO V B	GANAD V C
ECONÓMICO	100%	90%	75%	51%	66%	22%
PROMEDIO	51%	52%	79%	33%	48%	60%
RIESGO	59,6%	60,8%	91,9%	38,0%	54,0%	64,2%
AMBIENTAL	51,6%	53,7%	89,6%	33,7%	50,0%	71,5%
SOCIAL	54,1%	57,0%	87,0%	35,7%	55,0%	72,9%

Se observa una importante diferencia según sea el objetivo de corto plazo (económico) o de largo plazo en que intervienen los otros índices que representan un criterio de sustentabilidad de la empresa. De este modo los sistemas ganaderos muestran mayor eficiencia, tanto en el caso de dar igual preponderancia al promedio de índices como en los casos que se prioriza cada uno de los otros objetivos respecto al económico.

CONCLUSIONES

- El criterio de corto plazo que tiene en cuenta exclusivamente el resultado económico como indicador de la competitividad de un sistema puede llevar a elecciones erróneas al evaluar un concepto multidimensional como es el de sustentabilidad.
- La inclusión en el análisis de aspectos ambientales y sociales en la evaluación económica de los sistemas predominantes se presenta como un criterio eficiente que permite mejorar la evaluación de los mismos bajo un criterio de sustentabilidad.
- El criterio de considerar un esquema multiobjetivo permite una mejor caracterización global de los sistemas en las distintas zonas agroecológicas.
- Este esquema permite también agregar la consideración de efectos ambientales en futuras evaluaciones de análisis de impacto y cambio de escenarios sobre los sistemas agropecuarios predominantes.

BIBLIOGRAFIA

- AlvarezR ,Steinbach H, 2006 Balance de Carbono en suelos cultivados, en Valor Agronómico y Dinámica en los suelos pampeanos. Ed Facultad de Agronomía
- Arias Martin, P. , 1992, Una evaluación crítica de los métodos interactivos de programación multicriterio. Trabajos de Investigación Operativa, Vol nº 1,. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de Madrid.
- Cabrini S, Calcaterra C. 2013. Modelos de optimización con criterios económicos y ambientales para el uso agropecuario de la tierra en el norte de la provincia de Buenos Aires. VI Jornada de la Asoc Argentino Uruguaya de Economía Ecológica. 21 p
- Calvante A, 2007 El concepto moderno de sustentabilidad. Universidad Abierta Sudamericana UAI, Sociología y Desarrollo Sustentable. UAIS-SDS-100.002, 7 p
- Cristeche E, Penna J, 2008 Métodos de valoración económica de los servicios ambientales.

- INTA, 56 p (Proyecto Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales) ISSN 1851-6955; n° 3
- De Prada, J.D., T.-C. Lee, A.R. Angeli, J.M. Cisneros, y A. Cantero G. 2008. Análisis multicriterio para la conservación de suelos: Aplicación a una cuenca representativa del centro Argentino. Revista de la red Iberoamericana de Economía Ecológica 9: p. 45-59. http://www.redibec.org/IVO/rev9_04.pdf
- Dirección de Estadísticas Económicas. 2013 Sec. Planificación, Min Planif. Inv.y Financiamiento Cba, Datos preliminares CNA 2008, comunicación personal.
- Ghida Daza C, 2005 Análisis económico zonal de actividades agrícolas en el sur de Córdoba. Información para Extensión N° 94, EEA INTA Marcos Juárez, 13 p
- Ghida Daza C et al, 2009. Indicadores Económicos para la Gestión de Empresas Agropecuarias. Bases Metodológicas. Ed INTA ISSN 1851-6955, 39 p
- Ghida Daza C, 2010 Evolución de la unidad económica agrícola en el sudeste de Córdoba. INTA EEA Marcos Juárez, Información para Extensión n° 135, 11 p
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2014, sitio web www.indec.mecon.gov.ar (25/07/14)
- IPNI. International Plant Nutrition Institute. Oficina regional para el Cono Sur, sitio Web www.ipni.net (23/07/14)
- Kovach J, Petzoldt C, 1992 A method to measure the environmental impact of pesticides IPM Program Cornell University
- Manchado JC ,2010, La sustentabilidad en la agricultura pampeana. Valoración económica del balance de nutrientes para las principales actividades agropecuarias extensivas del centro sur de la provincia de Buenos Aires. Anales de la 41° Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria,17pp
- Menendez J, HilbertJ , 2013. Cuantificación y uso de biomasa de residuos de cultivos en Argentina para bioenergía. Informes técnicos año 2,N° 4. Ed INTA ISSN 2250-8481,48 p
- Ministerio de Agricultura,Ganadería y Alimentos de Córdoba, página web www.cba.gov.ar (22/07/2014).
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación , (MINAGRI), página web www.minagri.gob.ar (12/07/14)
- Panigatti J.L.,Marelli H., Buschiazzo D., Gil R. 1998 Siembra Directa, Ed Hemisferio Sur 333 p
- Peretti M et al , 1994.Monitoreo Económico de los Sistemas Productivos Predominantes del Sector Agropecuario de Córdoba, vol I, Ed UNRC, ISBN 950-685-012-8, 54 p
- Revista Márgenes Agropecuarios, n° 347, 2014, p 46-48
- Sarandon S, 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas, en Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable (Sarandon S ed) Ediciones Científicas Americanas. Cap 20: 393-414

Anexo 1:

Valor del balance de nutrientes por actividad

AGRIC VI B

	Pérdida Nut (kg fert /ha)	Fertilización	Saldo Neto (Kg /ha)	Precio fert (\$ /kg)	Balance nutrientes (\$ /ha)
MAIZ					
Urea	220,7	150	-70,7	3,23	-228,42
PDA	44,5	50	5,5	3,98	21,98
Sulfato K	53,8	0	-53,8	3,48	-187,22
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-393,66
SOJA I					
Urea	319,6		-319,6	3,23	-1.032,20
PDA	35,7	50	14,3	3,98	57,10
Sulfato K	102,0	0	-102,0	3,48	-354,96
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-1.330,05
TRIGO /SOJA II					
Urea	380,0	150	-230,0	3,23	-742,76
PDA	54,0	50	-4,0	3,98	-15,92
Sulfato K	101,7		-101,7	3,48	-354,06
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-1.112,73

MIXTO VI B

	Pérdida	Fertilización	Saldo	Precio fert	Balance
--	---------	---------------	-------	-------------	---------

	Nut (kg fert /ha)		Neto (Kg /ha)	(\$ /kg)	nutrientes (\$ /ha)
MAIZ					
Urea	231,7	150	-81,7	3,23	-264,02
PDA	46,7	50	3,3	3,98	13,15
Sulfato K	56,5		-56,5	3,48	-196,55
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-447,42
SOJA I					
Urea	319,6		-319,6	3,23	-1.032,20
PDA	35,7	50	14,3	3,98	57,10
Sulfato K	102,0		-102,0	3,48	-354,96
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-1.330,05
TRIGO /SOJA II					
Urea	387,0	150	-237,0	3,23	-765,51
PDA	55,4	50	-5,4	3,98	-21,49
Sulfato K	76,6		-76,6	3,48	-266,57
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-1.053,57

GANADERO VI A

	Pérdida Nut (kg fert /ha)	Fertilización	Saldo Neto (Kg /ha)	Precio fert (\$ /kg)	Balance nutrientes (\$ /ha)
MAIZ					
Urea	243,3	150	-93,3	3,23	-301,23
PDA	49,1	50	0,9	3,98	3,46
Sulfato K	59,2		-59,2	3,48	-206,02
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-503,79
SOJA I					
Urea	335,4		-335,4	3,23	-1.083,34
PDA	37,4	50	12,6	3,98	50,15
Sulfato K	107,2		-107,2	3,48	-373,06
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-1.406,25
TRIGO /SOJA II					
Urea	406,5	150	-256,5	3,23	-828,64
PDA	58,2	50	-8,2	3,98	-32,53
Sulfato K	108,1		-108,1	3,48	-376,26
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-1.237,43

AGRICOLA V D

	Pérdida Nut (kg fert /ha)	Fertilización	Saldo Neto (Kg /ha)	Precio fert (\$ /kg)	Balance nutrientes (\$ /ha)
MAIZ					
Urea	161,7	150	-11,7	3,23	-37,64
PDA	32,6	0	-32,6	3,98	-129,78
Sulfato K	39,4		-39,4	3,48	-137,11
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-304,53

SOJA I					
Urea	220,4		-220,4	3,23	-712,00
PDA	24,6	50	25,4	3,98	101,23
Sulfato K	70,4		-70,4	3,48	-244,99
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-855,77
TRIGO /SOJA II					
Urea	250,4	100	-150,4	3,23	-485,90
PDA	35,0	40	5,0	3,98	19,90
Sulfato K	68,0		-68,0	3,48	-236,64
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-702,64
SORGO GRAN					
Urea	200,0	80	-120,0	3,23	-387,60
PDA	37,0	0	-37,0	3,98	-147,09
Sulfato K	36,0		-36,0	3,48	-125,28
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-659,97
GIRASOL					
Urea	88,0		-88,0	3,23	-284,38
PDA	24,8	0	-24,8	3,98	-98,63
Sulfato K	19,0		-19,0	3,48	-66,12
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-449,14
MANI					
Urea	242,6	0	-242,6	3,23	-783,63
PDA	19,3	0	-19,3	3,98	-77,00
Sulfato K	55,8		-55,8	3,48	-194,18
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-1.054,81

MIXTO V B

	Pérdida Nut (kg fert /ha)	Fertilización	Saldo Neto (Kg /ha)	Precio fert (\$ /kg)	Balance nutrientes (\$ /ha)
MAIZ					
Urea	148,0	150	2,0	3,23	6,32
PDA	29,8	0	-29,8	3,98	-118,53
Sulfato K	36,0		-36,0	3,48	-125,28
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-237,50
SOJA I					
Urea	221,3		-221,3	3,23	-714,81
PDA	24,6	50	25,4	3,98	101,23
Sulfato K	70,6		-70,6	3,48	-245,69
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-859,27
TRIGO /SOJA II					
Urea	229,6	100	-129,6	3,23	-418,50
PDA	30,9	40	9,1	3,98	36,34
Sulfato K	64,4		-64,4	3,48	-224,11
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-606,27
SORGO GRAN					
Urea	215,2	80	-135,2	3,23	-436,75
PDA	39,1	0	-39,1	3,98	-155,74
Sulfato K	40,0		-40,0	3,48	-139,20
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-731,69
GIRASOL					
Urea	90,4		-90,4	3,23	-292,10

PDA	25,7	0	-25,7	3,98	-102,10
Sulfato K	19,4		-19,4	3,48	-67,51
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-461,71
MANI					
Urea	204,1	0	-204,1	3,23	-659,34
PDA	16,3	0	-16,3	3,98	-64,89
Sulfato K	47,0		-47,0	3,48	-163,56
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-887,79

GANADERO V C

	Pérdida Nut (kg fert /ha)	Fertilización	Saldo Neto (Kg /ha)	Precio fert (\$ /kg)	Balance nutrientes (\$ /ha)
MAIZ					
Urea	158,5	150	-8,5	3,23	-27,38
PDA	32,0	0	-32,0	3,98	-127,19
Sulfato K	38,6		-38,6	3,48	-134,33
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-288,90
SOJA I					
Urea	193,5		-193,5	3,23	-624,93
PDA	43,5	50	6,5	3,98	25,96
Sulfato K	124,0		-124,0	3,48	-431,52
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-1.030,50
TRIGO /SOJA II					
Urea	268,3	100	-168,3	3,23	-543,48
PDA	38,0	40	2,0	3,98	7,79
Sulfato K	71,6		-71,6	3,48	-249,17
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-784,86
GIRASOL					
Urea	73,3		-73,3	3,23	-236,63
PDA	23,3	0	-23,3	3,98	-92,58
Sulfato K	17,6		-17,6	3,48	-61,25
Valor de pérdida de nutrientes (\$ /ha)					-390,46

Anexo 2: Balance de carbono (en toneladas /ha)

ZAH VI B

RENDIMIENTOS PARA CALCULO DE BALANCE DE CARBONO

AGRICOLA	REND	coef CO	Aporte CO	Perdida CO	Balance CO
TRIGO	3,567	0,45	1,60515	3,166	-1,56085
SOJA II	2,275	0,37	0,84175	3,166	-2,32425
MAÍZ	7,75	0,24	1,86	3,166	-1,306
SOJA I	3,033	0,37	1,12221	3,166	-2,04379
MIXTO AG GAN					
TRIGO	3,74535	0,45	1,6854075	3,166	-1,4805925
SOJA II	2,275	0,37	0,84175	3,166	-2,32425

MAÍZ	8,1375	0,24	1,953	3,166	-1,213
SOJA I	3,033	0,37	1,12221	3,166	-2,04379
GANADERO BOVINO					
TRIGO	3,9326175	0,45	1,769677875	3,166	-1,39632213
SOJA II	2,38875	0,37	0,8838375	3,166	-2,2821625
MAÍZ	8,544375	0,24	2,05065	3,166	-1,11535
SOJA I	3,18465	0,37	1,1783205	3,166	-1,9876795

ZAH V

RENDIMIENTOS PARA CALCULO DE BALANCE DE CARBONO

AGRICOLA	REND	coef CO	Aporte CO	Perdida CO	Balance CO
TRIGO	2,192	0,45	0,9864	1,874	-0,8876
SOJA II	1,563	0,37	0,57831	1,874	-1,29569
MAÍZ	5,676	0,24	1,36224	1,874	-0,51176
SOJA I	2,092	0,37	0,77404	1,874	-1,09996
SORGO G	4,647	0,2	0,9294	1,874	-0,9446
MANÍ	2,537	0,3	0,7611	1,874	-1,1129
GIRASOL	1,897	0,3	0,5691	1,874	-1,3049
MIXTO AG BOV					
TRIGO	1,617	0,45	0,72765	1,874	-1,14635
SOJA II	1,575	0,37	0,58275	1,874	-1,29125
MAÍZ	5,2	0,24	1,248	1,874	-0,626
SOJA I	2,1	0,37	0,777	1,874	-1,097
SORGO G	5	0,2	1	1,874	-0,874
MANÍ	2,133	0,3	0,6399	1,874	-1,2341
GIRASOL	1,95	0,3	0,585	1,874	-1,289
GANADERO BOVINO					
TRIGO	2,533	0,45	1,13985	1,874	-0,73415
SOJA II	1,6	0,37	0,592	1,874	-1,282
MAÍZ	5,567	0,24	1,33608	1,874	-0,53792
SOJA I	2,133	0,37	0,78921	1,874	-1,08479
GIRASOL	1,767	0,3	0,5301	1,874	-1,3439

COEF EIQ	TRIGO	SOJA II	SOJA I	MAÍZ	SORGO	GIRASOL	MANI
fungicida amistar	38,03	38,03	38,03	38,03	38,03	38,03	38,03
fung Opera	27,01	27,01	27,01	27,01	27,01	27,01	27,01
HERBICIDAS (dosis)							
glifosato	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33
Atrazina	22,85	22,85	22,85	22,85	22,85	22,85	22,85
Guardian	19,86	19,86	19,86	19,86	19,86	19,86	19,86
Misil II	26,33	26,33	26,33	26,33	26,33	26,33	26,33
Dual	22	22	22	22	22	22	22

Twink pack	19,86	19,86	19,86	19,86	19,86	19,86	19,86
fungicida sphere	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78
Metolaclor (dual gold)	22	22	22	22	22	22	22
Cadre	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
Spyder	9,73	9,73	9,73	9,73	9,73	9,73	9,73
Galant	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
2,4-DB	26	26	26	26	26	26	26
2,4-D	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33
INSECTICIDAS (dosis)							
Decis	28,38	28,38	28,38	28,38	28,38	28,38	28,38
Cipermetrina	36,35	36,35	36,35	36,35	36,35	36,35	36,35
Clorpirifos	26,85	26,85	26,85	26,85	26,85	26,85	26,85
ImpAmb /ha	85,79	104,445	150,435	173,205	155,725	115,398	267,1019

	AGRÍC VI B	MIXTO VI B	GANAD VI A	AGRÍC V D	MIXTO V B	GANAD V C
EIQ	40000,2	29569,47	4478,57	63508,5	29936,43	5844,61
Hs Hombre total	589,8	1080	1794,7	873,6	1605,05	2690,65