

# CAPÍTULO 14

## INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN DIFERENTES AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA REGIÓN CENTRAL DE CÓRDOBA, ARGENTINA

*Data de submissão: 18/09/2020*

*Data de aceite: 01/12/2020*

### José Luis Zamar

Facultad de Ciencias Agropecuarias,  
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina  
jzamar@agro.unc.edu.ar

### Vilda Miryam Arborno

Facultad de Ciencias Agropecuarias,  
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina  
marborno@agro.unc.edu.ar

### Gustavo Enrique Re

Facultad de Ciencias Agropecuarias,  
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina  
gustavoenriquere@gmail.com

### Claudia Susana Revelli

Facultad de Ciencias Agropecuarias,  
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina  
claudiareveli@hotmail.com

### María Alejandra Rojas

Facultad de Ciencias Agropecuarias,  
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina  
alerojas@agro.unc.edu.ar

**RESUMEN:** Se evaluó comparativamente la sustentabilidad de sistemas productivos con diferentes niveles de complejidad estructural y funcional en la zona central de Córdoba, Argentina. Se utilizó una matriz de indicadores con un abordaje multidisciplinario, que integró los aspectos ambiental, social y económico. Se analizaron tres agrosistemas mixtos de producción extensiva, en las zonas

serrana, pampeana y semiárida central, un agrícola puro con producción animal de autoconsumo y un sistema agrícola biodinámico en el periurbano de la ciudad de Córdoba, determinándose los puntos críticos de sustentabilidad en cada uno de ellos. Los resultados denotan que estos sistemas productivos, al afectar la biodiversidad, la calidad del ecosistema (resiliencia y matriz del paisaje) y simplificar la oferta de alimentos, comprometen la perdurabilidad del ambiente físico-biológico y no alcanzan para respaldar la soberanía alimentaria a nivel local y regional.

**PALABRAS-CLAVE:** aspectos ambientales, económicos y sociales; integración; complejidad estructural y funcional; sistemas productivos.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los sistemas agropecuarios en Argentina sufrieron transformaciones sin precedentes. La generalización del modelo productivista dominante – pampeanización: agriculturización y sojización-, ha provocado importantes desajustes en la sostenibilidad de los sistemas de la zona semiárida, tanto en lo ecológico como en lo social. La expansión del monocultivo de soja, además de reducir superficies de otros cultivos extensivos, afectó los sistemas ganaderos, mixtos y fruti-

hortícolas, hegemonizando espacial y temporalmente el uso del territorio, y propiciando la desaparición de productores, la migración rural-urbana, el despoblamiento de zonas rurales, la concentración de tierras y una creciente importancia del agronegocio o grandes empresas, tanto en la producción como en las cadenas de valor de commodities (Viglizzo, 2010). Estos procesos llevaron al empobrecimiento e incluso la desaparición de los tradicionales actores sociales del medio rural: campesinos, medianos y pequeños productores agropecuarios, trabajadores rurales, etc. y al deterioro de la salud de las poblaciones circundantes (Coppi, 2010).

La región central de la Provincia de Córdoba posee una limitante ambiental para la agricultura de secano debido a la disponibilidad hídrica y condiciones edáficas más restringidas que la región pampeana (Apezteguia, 2005). En consecuencia, son más propensos a los procesos de degradación, erosión y agotamiento.

Ante el negativo impacto ambiental, social y cultural de la expansión de la frontera agrícola es necesario plantear un cambio hacia un modelo agrícola más sustentable. Para operacionalizar la sustentabilidad se ha construido diversos procedimientos, categorías de análisis y descriptores y sus respectivos indicadores. Sin embargo, es importante entender que no existe un conjunto de indicadores universales; las diferencias en la escala de análisis (predio, finca, región), tipo de establecimiento, objetivos deseados, actividad productiva, características de los agricultores, hacen imposible su generalización. Existen marcos conceptuales para el desarrollo de indicadores, como la propuesta metodológica de Astier et al. (2002), Smyth y Dumanski (1995) y Sarandón et al. (2014).

Como hipótesis, se plantea que los sistemas de mayor complejidad e integración presentan mejores patrones de sustentabilidad ecológica, económica y social. El objetivo del trabajo fue evaluar comparativamente la sustentabilidad en sistemas productivos de la zona central de Córdoba con niveles diferentes de complejidad estructural y funcional, mediante la aplicación de indicadores.

## METODOLOGÍA

La metodología desarrollada incluyó las siguientes etapas:

a *Selección y caracterización de los agroecosistemas evaluados*

Se seleccionaron cinco sistemas agropecuarios, con diferente complejidad en sus aspectos estructurales y funcionales: un sistema mixto de producción extensiva ubicado en zona serrana, un sistema mixto ubicado en llanura pampeana, un sistema agrícola puro con producción animal de

autoconsumo, un sistema mixto con ganadería bovina de carne y leche, ambos en zona semiárida central y un sistema agroecológico biodinámico ubicado en el periurbano de la ciudad de Córdoba. Se dispuso de información sobre los agroecosistemas seleccionados provenientes de trabajos de extensión, investigación y docencia de miembros del equipo de investigación.

b *Elaboración de la matriz de Indicadores utilizados.*

Se elaboró una matriz con categorías de análisis, indicadores y subindicadores de sustentabilidad, estandarizados en un rango de 0 a 1. Se construyó el protocolo de recogida de datos para entrevistar a los productores. Se consideraron los aspectos ecológicos, económicos y sociales. Las categorías de análisis empleadas se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Matriz de categorías e indicadores utilizados

<b>Categorías o Descriptores Ambientales</b>	<b>Indicadores</b>
Suelo	Conservación de la fertilidad química Conservación de las propiedades físicas Conservación de las propiedades biológicas
Biodiversidad	Variabilidad de la diversidad de especies cultivadas Diversidad de la producción animal Diversidad de especies nativas
Agua	Accesibilidad para fines productivos
Calidad del agroecosistema	Matriz del paisaje Adaptabilidad a eventos meteorológicos extremos (por ejemplo, granizo, sequía, precipitaciones intensas)
Riesgo potencial de contaminación de recursos externos	Agua subterránea Impacto sobre la atmósfera Recursos externos en general
<b>Categorías o Descriptores Económicos</b>	
Estabilidad	Estrategias productivas Capacidad de integración Capacidad de autogestión Dependencia tecnológica Estrategias financieras
Rentabilidad	Rentabilidad Valor agregado
<b>Categorías o Descriptores Sociales</b>	
Calidad de vida del agricultor	Satisfacción de las necesidades básicas Riesgo a la salud Grado de satisfacción del productor
Autogestión	Control del sistema
Tenencia de la tierra	Tenencia de la tierra
Ofrecimiento de alimentos variados	Acceso de la población a alimentos variados

c *Obtención de datos de los sistemas productivos a evaluar*

En cada agroecosistema se realizaron observaciones directas con registros fotográficos y se entrevistó al productor, mediante encuestas semi-estructuradas. En gabinete se estandarizaron los subindicadores de

cada agroecosistema estudiado, aplicando un análisis multicriterio e interdisciplinario, aportados por las diferentes formaciones del equipo de investigadores. Los resultados obtenidos se organizaron en tablas y gráficos tipo ameba (Astier, 2002) para comparar los diferentes establecimientos y facilitar el análisis integral de los diversos aspectos de la sustentabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los promedios generales (sustentabilidad general) de los sistemas analizados muestran que aquellos de mayor complejidad e integración presentan mejores patrones de sustentabilidad, concordando con la hipótesis propuesta (Tabla 1). El espectro de los sistemas analizados no refleja niveles extremos del gradiente de sustentabilidad regional, debido a que los productores entrevistados perciben que sus sistemas productivos poseen ciertas condiciones de sustentabilidad.

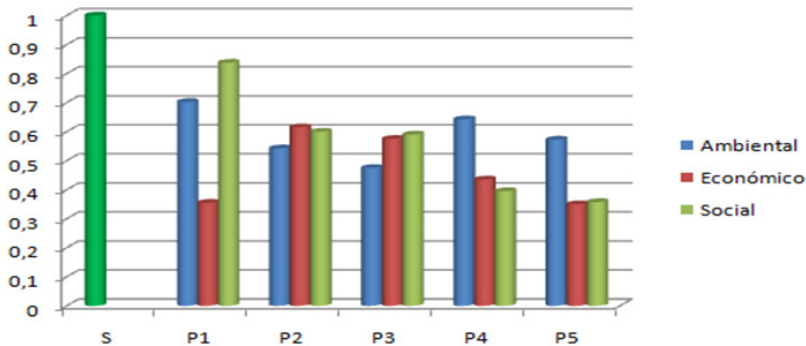
Si se considera que el valor umbral de sustentabilidad adoptado para todas las categorías fue 0,50, el aspecto más comprometido fue el económico, con un 60% de productores debajo de este umbral; le sigue lo social (40%); en tanto, el aspecto ambiental registró el mejor perfil (el 80 % de los productores estudiados superó el umbral) debido a que implementan prácticas de conservación de sus recursos, pero se encuentran vulnerables en lo económico y lo social (Tabla 2).

**Tabla 2.** Valores promedio de los aspectos de la sustentabilidad de los cinco casos de estudio.

Tipo de agroecosistemas evaluados	Sustentabilidad general	Ambiental	Económico	Social
Agricultura intensiva biodinámica	0,69	0,70	0,36 *	0,84
Mixto extensivo con tambo	0,58	0,54	0,62	0,60
Mixto extensivo serrano	0,54	0,48 *	0,58	0,59
Mixto extensivo llanura pampeana	0,50	0,64	0,44 *	0,40 *
Agrícola puro con granja para autoconsumo	0,44 *	0,57	0,35 *	0,36 *

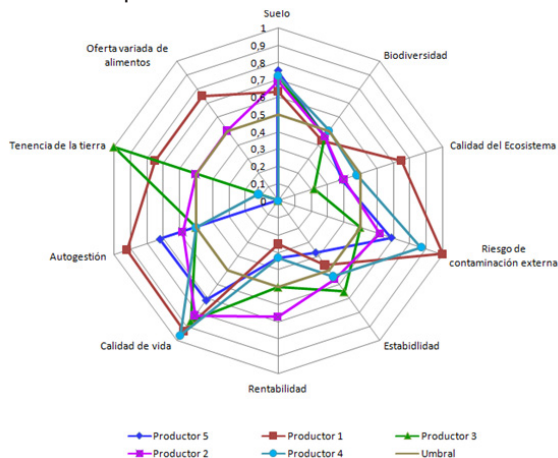
(\*) Valores por debajo del nivel umbral de sustentabilidad

En la unidad productiva de mayor complejidad estructural - mixto extensivo, con agroindustria (tambo-P2) - se evidencia que la estrategia del productor tiende a equilibrar los tres aspectos de la sustentabilidad, alcanzando resultados más equitativos por encima del umbral crítico (Fig. 1); mientras que en las otras unidades productivas se encuentran algunos aspectos por debajo de dicho umbral.



**FIGURA 1.** Representación de los promedios generales de sustentabilidad en los sistemas estudiados. S: Sustentabilidad máxima; P: Productor.

En el gráfico de ameba (Fig. 2), se destaca con valores por encima del umbral las categorías ambientales: suelo y riesgo de contaminación y las sociales: calidad de vida y autogestión. En este nivel de análisis se visualiza que los productores implementan de manera autogestiva prácticas de conservación del suelo y agua y se adecuan a la legislación provincial de uso de agroquímicos. No obstante, las categorías del aspecto económico no manifiestan esa performance, presentando una distribución heterogénea en el rango de rentabilidad. Esto indica que los beneficios económicos de las diferentes unidades de producción varían en el corto y largo plazo para satisfacer las necesidades básicas, lo que ocasiona mayor vulnerabilidad para acceder a créditos y generar mejoras estructurales de los sistemas productivos.



**FIGURA 2.** Representación de la sustentabilidad a nivel de categorías de los sistemas productivos analizados en la Región Central de Córdoba, Argentina.

Se observan valores críticos para la categoría ambiental: biodiversidad y calidad del ecosistema, así como en la categoría social: el ofrecimiento de alimentos variados. Estos resultados denotan que estos sistemas productivos comprometen la perdurabilidad del ambiente físico-biológico y no alcanzarían a respaldar la soberanía alimentaria.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a nivel de promedios generales muestran que los sistemas de mayor complejidad e integración presentan mejores patrones de sustentabilidad, concordando con la hipótesis propuesta. Si bien en el aspecto ambiental los casos de los productores analizados implementan prácticas de conservación de sus recursos (suelo, agua y uso de agroquímicos), se encuentran vulnerables en los aspectos económico y social. Los resultados denotan que estos sistemas productivos al afectar la biodiversidad, la calidad del ecosistema (resiliencia y matriz del paisaje) y simplificar la oferta de alimentos, comprometen la perdurabilidad del ambiente físico-biológico y no alcanzan a contribuir a la soberanía alimentaria a nivel local y regional. Esta falta de sustentabilidad se debe al alto condicionamiento que los sistemas productivos tienen por el modelo agroalimentario nacional de exportación, que promueve un manejo territorial, económico, social y cultural hegemónico por la presión del agronegocio.

## AGRADECIMIENTOS

A los productores que muy amablemente abrieron sus tranqueras para facilitar el estudio de sus unidades productivas y de esta manera contribuyeron al desarrollo de este trabajo.

A la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba que financió el proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apezteguía, H.P., 2005. Dinámica de la materia orgánica de los suelos de la región semiárida central de Córdoba (Argentina). PhD thesis, Escuela para Graduados, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Univ.Nac. de Córdoba.

Astier M, López Ridaura S, Pérez Agis E, Masera OR. 2002. El Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región Purhepecha, México. En Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable (Sarandón SJ, ed). Ediciones Científicas Americanas: 415-430 pp.

Coppi, G. O. 2010. La agriculturización en el contexto de una nueva ruralidad: Nuevos actores pluriactivos en el departamento Río Primero de la provincia de Córdoba. Geograficando, 6(6). Disponible en Memoria Académica: [http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art\\_revistas/pr.4744/pr.4744.pdf](http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4744/pr.4744.pdf)

Sarandón S.J. y Flores C. C. 2014. Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En: S. J. Sarandón y C. C. Flores (Ed) Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Edulo (Ed. Univ. de La Plata): 375-510 pp.

Smyth AJ, Dumanski J. 1995. A framework for evaluating sustainable land management. Canadian Journal Soil Science 75:401-406.

Viglizzo, E. F. 2010. Huella de carbono, ambiente y agricultura en el Cono Sur de Sudamérica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) Pg. 44