

LA SOSTENIBILIDAD DE EXPLOTACIONES CAMPESINAS SITUADAS EN UNA RESERVA NATURAL DE ARGENTINA CENTRAL

SUSTAINABILITY OF PEASANTS' FARMS LOCATED IN A NATURAL RESERVE IN CENTRAL ARGENTINA

Daniel M. Cáceres

CONICET y Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, CC 509, 5000, Córdoba, Argentina (dcaceres@agro.unc.edu.ar).

RESUMEN

Las discusiones vinculadas con la sostenibilidad ocupan casi todos los espacios sociales, pero no abundan las investigaciones que hagan operativo el concepto y la mayoría de las discusiones se mantiene en el campo teórico. Utilizando un marco conceptual y un conjunto de tres indicadores ecológicos y tres socioeconómicos, en este trabajo se analiza la sostenibilidad de granjas asentadas en una reserva natural ubicada en Argentina central. Con una serie de datos de cinco años se analizaron: 1) Las trayectorias socioprodutivas de las granjas; 2) las ventajas y desventajas de usar series temporales de datos; 3) los problemas de usar índices que valoran la sostenibilidad de las explotaciones agropecuarias de una manera agregada. No hubo cambios significativos en el Índice de Sostenibilidad Predial (ISP) durante el periodo estudiado, pero hay importantes cambios en el Índice Ecológico y en algunos indicadores primarios (IPs) que integran este último índice (en especial erosión). Prestar escasa atención al comportamiento desagregado de las variables de las que depende la sostenibilidad de los sistemas productivos o considerar de una manera inapropiada las escalas temporales necesarias para su medición, podría conducir a valoraciones erróneas de la sostenibilidad predial. Esto podría incidir erróneamente en la generación de políticas específicas, e impactar negativamente en la conservación de la biodiversidad y la calidad de vida de los campesinos de Argentina central.

Palabras clave: Argentina, campesinos, indicadores de sostenibilidad, índices de sostenibilidad, reserva natural, sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

A pesar de la escasa precisión del concepto de sostenibilidad (Rigby y Cáceres 2001; Macías Cuéllar *et al.*, 2006; Jollands y Harmswort, 2007), esta temática ha despertado un creciente interés en el ámbito científico y en la sociedad en su conjunto. Se destaca la necesidad de abordar el problema de la sostenibilidad desde una perspectiva interdisciplinaria

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: Mayo, 2008. Aprobado: Enero, 2009.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 43: 539-550. 2009.

ABSTRACT

Discussions linked to sustainability occupy almost all social spaces, yet there is not much research that makes the concept operative, and most discussions remain theoretical. Using a theoretical framework and a set of three ecological and three socioeconomic indicators, this work analyzes the sustainability of farms located in a natural reserve in central Argentina. With a series of data of five years, an analysis was carried out of: 1) The socio-productive trajectories of the farms; 2) the advantages and disadvantages of using temporary data series; 3) the problems of using indexes that value the sustainability of farms in an aggregated form. There were no significant changes in the Land Sustainability Index (LSI) during the studied period, although there are important changes in the Ecological Index and in some Primary Indicators (PIs) that make up the latter index (especially erosion). Paying little attention to the disaggregated behavior of the variables on which the sustainability of production systems relies, or an inappropriate consideration of the time scales needed for their measurement, could lead to erroneous valuations of land sustainability. This could erroneously lead to the creation of specific policies, and have a negative impact on the conservation of biodiversity and quality of life of farmers in central Argentina.

Key words: Argentina, peasants, sustainability indicators, sustainability indexes, natural reserve, sustainability.

INTRODUCTION

Despite the inaccuracy of the concept of sustainability (Rigby and Cáceres 2001; Macías Cuéllar *et al.*, 2006; Jollands and Harmswort, 2007), this subject has brought about growing interest in the scientific sphere and in society as a whole. A need is emphasized to deal with the issue of sustainability from an interdisciplinary perspective (Masera *et al.*, 1999; McMichael *et al.*, 2003) and to relate it with ecological, economic and social topics (Figueroa-Bautista *et al.*, 2005, Neri-Noriega *et al.*, 2008; Sánchez-Morales *et al.* 2008). There is a broad consensus on the concept being three-dimensional, although it is necessary to consider a fourth viewpoint

(Masera *et al.*, 1999; McMichael *et al.*, 2003) y vincularlo con cuestiones ecológicas, económicas y sociales (Figuroa-Bautista *et al.*, 2005, Neri-Noriega *et al.*, 2008; Sánchez-Morales *et al.* 2008). Hay un amplio consenso en torno a la tridimensionalidad del concepto, pero es necesario considerar una cuarta arista vinculada con las características y el perfil técnico y político de las instituciones donde se inserta la problemática de la sostenibilidad (Anke y Spangenberg, 2000; Spangenberg, 2002; Cáceres, 2005).

Gran parte del debate respecto a la sostenibilidad se ha mantenido en el plano conceptual, por lo que se propone mover el debate de la teoría a la práctica (Reed y Dougill 2003). Es necesario tener instrumentos que permitan evaluar los distintos modos en que las sociedades se vinculan con la naturaleza, para lo cual el desarrollo y la utilización de indicadores son herramientas apropiadas (Rigby *et al.*, 2001; Reed y Dougill, 2003).

Los indicadores de sostenibilidad se usan de maneras muy distintas, considerando escalas de análisis diferentes o para objetivos particulares. Algunos autores valoran cuestiones eminentemente ambientales (Hopmans *et al.*, 2005; Zhen *et al.*, 2006; Aguilar-Amuchastegui y Henebry, 2007), sociales (González-Esquivel *et al.*, 2006), o financieras (Ruíz-Guevara *et al.*, 2008), mientras que otros realizan planteamientos más integrales (Masera *et al.*, 1999; McMichael *et al.*, 2003; Reed y Dougill, 2003). En la escala de trabajo también se observan diferencias: algunos enfocan su análisis a escalas micro (Lefroy *et al.*, 2000); otros se ocupan del problema desde perspectivas más globales (Azar *et al.*, 1996; Yuan *et al.*, 2003). Incluso, algunos realizan análisis multiescalares para los cuales desarrollan marcos conceptuales y herramientas específicas que incluyen indicadores adecuados a distintos niveles jerárquicos (López-Ridaura *et al.*, 2005; van Cauwenbergh *et al.*, 2007).

Algunos trabajos realizados a nivel sistema de producción (van der Werf y Petit 2002, Viglizzo *et al.* 2006, van Passel *et al.* 2007) proporcionan información valiosa que se podría usar como insumo básico por quienes se ocupan de la formulación de políticas específicas tendientes a favorecer prácticas sociales más sostenibles (Bouman *et al.* 1999, Tzilivakis y Lewis 2004). Esta información podría ser especialmente útil si se basara en monitoreos de los sistemas productivos que involucran series de tiempo más o menos prolongadas, y que permiten visualizar las principales tendencias de cambio donde están las explotaciones (Farrow y Winograd, 2001).

En comparación con estudios conceptuales, son menos abundantes los trabajos donde se toma a los sistemas agropecuarios como unidad de análisis del

linked to the characteristics and the technical and political profile of institutions, from which the problem of sustainability is inserted (Anke and Spangenberg, 2000; Spangenberg, 2002; Cáceres 2005).

A large part of the debate on sustainability has been kept at a conceptual level, thus the proposal to move the debate from theory to practice (Reed and Dougill 2003). It is necessary to have instruments to help evaluate the different ways in which societies relate to nature, and for this, the development and use of indicators are appropriate tools (Rigby *et al.*, 2001; Reed and Dougill, 2003).

Sustainability indicators are used in very different ways, considering different analysis scales, or for particular objectives. Some authors value eminently environmental (Hopmans *et al.*, 2005; Zhen *et al.*, 2006; Aguilar-Amuchastegui and Henebry, 2007), social (González-Esquivel *et al.*, 2006), or financial matters (Ruíz Guevara *et al.*, 2008), while others have a more comprehensive approach (Masera *et al.*, 1999; McMichael *et al.*, 2003; Reed and Dougill, 2003). On a work scale there are also differences: some focus their analysis on micro scales (Lefroy *et al.*, 2000); others face the problem from more global perspectives (Azar *et al.*, 1996; Yuan *et al.*, 2003). Some even carry out multi-scale analyses, for which they develop theoretical frameworks and specific tools that include indicators adapted to different hierarchical levels (López-Ridaura *et al.*, 2005; van Cauwenbergh *et al.*, 2007).

Some studies carried out at a production system level (van der Werf and Petit 2002, Viglizzo *et al.* 2006, van Passel *et al.* 2007) provide valuable information that could be used as a basic input by those who create specific policies with a tendency to favor more sustainable social practices (Bouman *et al.* 1999, Tzilivakis and Lewis 2004). This information could be especially useful if based on the monitoring of production systems that involve more prolonged series of time, and that help visualize the main trends of change where farms are (Farrow and Winograd, 2001).

In comparison with conceptual studies, there are less studies that take agricultural systems as a unit of analysis of the problem of sustainability (Lefroy *et al.*, 2000; Bastianoni *et al.*, 2001; McMichael *et al.*, 2003). However, in different areas of the world, there has been significant progress to help make the concept operative in terms of land. In Latin America, investigations based on MESMIS (Framework for the Evaluation of natural resource Management Systems using Sustainability Indicators) have perhaps captured the most attention. MESMIS is an interdisciplinary and interinstitutional initiative, led by the NGO GIRA, which provides a systemic, participative, interdisciplinary and flexible theoretical framework for the evaluation of the

problema de la sostenibilidad (Lefroy *et al.*, 2000; Bastianoni *et al.*, 2001; McMichael *et al.*, 2003). No obstante, en distintos lugares del mundo se han logrado avances significativos para hacer operativo el concepto a escala predial. En Latinoamérica, tal vez las investigaciones basadas en MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales mediante Indicadores de Sostenibilidad) han acaparado mayor atención. MESMIS es una iniciativa interdisciplinaria e interinstitucional coordinada por la ONG GIRA que propone un marco de referencia sistémico, participativo, interdisciplinario y flexible para evaluar la sostenibilidad de sistemas agropecuarios (Masera *et al.*, 1999; López-Ridaura *et al.*, 2002). Masera y López-Ridaura (2000) compilan y analizan cinco experiencias y Astier y Holland (2007) seis. Desde una perspectiva más general y con el objetivo de evaluar MESMIS Speelman *et al.* (2007) analizan 28 casos. Estas publicaciones permiten constatar que MESMIS ha sido bastante usado en Latinoamérica, en especial en México.

En el presente trabajo se enfoca el problema de la valoración de la sostenibilidad desde el análisis de una serie temporal de datos correspondientes a sistemas productivos campesinos. Se analizan sus trayectorias socioproductivas, las ventajas y desventajas de usar series temporales de datos en el análisis de problemas de sostenibilidad, y se indaga los problemas que pueden surgir al usar índices que valoran la sostenibilidad agregada de las granjas. El problema se sitúa en un contexto biofísico crítico, ya que los sistemas estudiados están en una reserva natural importante para la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en la Reserva Hídrica Provincial Achala (117.531 ha) que es el área de amortiguamiento del Parque Nacional Quebrada del Condorito (Provincia de Córdoba, Argentina). La región es el núcleo de la cuenca hídrica más importante de la provincia, y abastece de agua potable a la ciudad de Córdoba. Es una meseta de altura situada entre 2000 y 2300 m (Cabido *et al.*, 1987), el clima es típicamente de montaña, con temperaturas bajas en invierno, grandes variaciones térmicas, fuertes vientos, lluvias concentradas en el verano y algunas nevadas (Cabido, 1985). La vegetación es un pastizal determinado climáticamente con uso ganadero (Pucheta *et al.*, 1998) y la principal actividad productiva es la ganadería extensiva (Cabido *et al.*, 1987). En la zona hay unas pocas estancias y alrededor de 60 pequeñas granjas. Además, el área ha registrado un creciente desarrollo turístico (Cáceres 2003).

Los campesinos asentados en la reserva crían ovejas y cabras, y a veces vacas. La mayoría son propietarios de las tierras que ocupan, aunque sólo 25 % tiene títulos de propiedad. En general poseen entre 30 y 200 ha, pero los límites de sus campos no son estrictos y

sustainability of agricultural systems (Masera *et al.*, 1999; López-Ridaura *et al.*, 2002). Masera and López-Ridaura (2000) compile and analyze 5 experiences, and Astier and Holland (2007), six. From a more general perspective, and with the aim of evaluating MESMIS, Speelman *et al.* (2007) analyze 28 cases. These publications help confirm that MESMIS has been widely used in Latin America, and especially in México.

This study focuses on the problem of the valuation of sustainability from the analysis of a temporary series of data that correspond to peasant farming systems. Their socio-productive trajectories are analyzed, along with the advantages and disadvantages of using temporary series of data in the analysis of sustainability problems, and an investigation is carried out on the problems of using indexes that value aggregated sustainability of farms. The problem lies in a critical biophysical context, since the systems studied are located in natural reserve of great importance for the conservation of biodiversity and the provision of ecosystemic services.

MATERIALS AND METHODS

Fieldwork was carried out in the Achala Provincial Hydric Reserve (117.531 inhabitants), which is the buffer zone of the Quebrada del Condorito National Park (Province of Córdoba, Argentina). The area is the heart of the most important river basin in the province, and it supplies the city of Córdoba with drinkable water. It is a tableland between 2000 and 2300 m above sea level (Cabido *et al.*, 1987), its weather is typically mountainous, with low temperatures in winter, great thermal variations, strong winds, rains concentrated in the summer and some snowfall (Cabido, 1985). Vegetation is composed of grasslands determined by weather, used for raising cattle (Pucheta *et al.*, 1998) and the main productive activity is extensive stockbreeding (Cabido *et al.*, 1987). In the area there are a few *estancias* and around 60 small farms. Also, the area has had an increasing tourist trade (Cáceres 2003).

The peasants settled in the reserve raise sheep and goats, and sometimes cows. Most are owners of the lands they live on, although only 25 % have property deeds. In general terms, each one owns between 30 and 200 ha, but the limits of their fields are not rigid, and they often shepherd the lands of neighbors. The average farm contains 32 sheep, 24 goats and 18 cows; in some cases, there are minor species, especially chickens (14 on average) and a small orchard, vegetable garden or greenhouse. Cattle management is extensive, animals feed on natural pastures and very few external inputs are used (only mandatory vaccinations and veterinary products). The production infrastructure of the fields is precarious and production rates are low. Due to deficient infrastructure (e.g., lack of enclosing fences) and high environmental heterogeneity, an accurate estimate cannot be made of the number of cattle; figures have been suggested in the range of 5 and 10 ha per animal unit. Likewise, some farmers produce handicrafts using materials available locally, such as wool,

a menudo pastorean tierras de vecinos. La propiedad promedio posee 32 ovinos, 24 caprinos y 18 vacunos; en algunos casos hay especies menores, principalmente gallinas (14 en promedio), y una pequeña huerta o invernadero. El manejo del ganado es extensivo, se alimentan de pasturas naturales y se usan muy pocos insumos externos (sólo las vacunas obligatorias y algunos productos veterinarios). La infraestructura productiva de los campos es precaria y los índices productivos son bajos. La deficiente infraestructura (e.g., la falta de cerco perimetrales) y la alta heterogeneidad ambiental no permiten determinar con precisión la carga ganadera; se ha sugerido entre 5 y 10 ha por unidad ganadera. Además, algunos productores elaboran artesanías con materias primas disponibles localmente (lana, cuero y arcilla). La producción se destina en gran parte al autoconsumo y también se comercializan excedentes. En todos los casos la mano de obra es familiar. En general, las familias campesinas no satisfacen de manera adecuada sus necesidades básicas (Cáceres 2003).

Tomando como base un diagnóstico socioeconómico (Cáceres, 2003) y algunas actividades de promoción del desarrollo rural y conservación ecológica, se elaboró un marco conceptual (Cáceres 2003, 2006a) que incluye indicadores ecológicos y socioeconómicos. Los indicadores ecológicos son: 1) Fisonomía (aspecto general de la vegetación en un lugar determinado); 2) erosión (procesos de pérdida de suelo); 3) cobertura vegetal (proporción de suelo cubierta por materia vegetal viva o muerta). Los indicadores socioeconómicos son: 1) Ingreso familiar (ingreso monetario mensual del grupo familiar que vive en el sistema productivo); 2) seguridad alimentaria (la capacidad de cada familia para producir el alimento necesario para cubrir su propio consumo); 3) articulación con el contexto (las condiciones en las cuales cada familia se articula con el contexto). Para cada uno de los seis indicadores primarios (IPs), en el Cuadro 1 se indican las categorías que lo describen y los valores que puede asumir; en cuatro casos se incluyen factores de corrección (FC) que permiten ajustar el valor de los indicadores primarios. Además se detalla el cálculo de los índices ecológicos (IE) y socioeconómicos (IS) y de sostenibilidad predial (ISP) (Cáceres, 2006b).

Para seleccionar los indicadores se usó el concepto de sostenibilidad situada. Enfoque que confronta las ideas que vinculan mecánicamente la idea de sostenibilidad con prácticas productivas específicas (y viceversa), ya que la sostenibilidad no puede ser evaluada en abstracto sin considerar las condiciones ecológicas, económicas, sociales e institucionales en las que ocurren (Cáceres 2005, 2008). Las principales características socioproductivas de los sistemas productivos y las estrategias de reproducción social de los productores fueron descritos por Cáceres (2003). Tomando como base esta información se construyó una lista de 20 posibles indicadores, los cuales fueron analizados, priorizados, integrados y redefinidos en dos talleres donde participaron técnicos y científicos con experiencia de trabajo en la región. En una jornada de campo donde también participaron campesinos, se realizaron los ajustes finales. La idea de sostenibilidad también fue considerada para evaluar el marco institucional, ya que se tuvieron en cuenta las características de los equipos técnicos pertenecientes a las instituciones involucradas en la investigación (en particular, la Agencia Córdoba Ambiente y la Administración de Parques Nacionales). Así, se diseñaron

leather and clay. Production is aimed mostly at self-supply and surplus is sold. In all cases, workforce is supplied by each family. In general, peasant families do not properly satisfy their basic needs (Cáceres 2003).

Based on a socioeconomic diagnosis (Cáceres, 2003) and a few activities for the promotion of rural development and environmental conservation, a theoretical framework was created (Cáceres 2003, 2006a) that includes environmental and socioeconomic indicators. The environmental indicators are: 1) Physiognomy (general aspect of vegetation in a specific place); 2) erosion (soil loss processes); 3) vegetation cover (proportion of land covered by live or dead plant material). The socioeconomic indicators are: 1) Family income (monthly monetary income of the family that lives on the farm); 2) food security (each family's capacity to produce enough food for all its members); 3) coordination with the context (conditions in which each family coordinates with the context). For each of the six Primary Indicators (PIs), Table 1 shows the categories that describe each, along with its values; four cases include correction factors (CF) which help adjust the value of the primary indicators. Also, the calculations of the Environmental and Socioeconomic Indexes (EI and SI, respectively) are specified, as well as the Land Sustainability Index (LSI) (Cáceres, 2006b).

In order to select the indicators, the concept of situated sustainability was used. This approach confronts ideas that mechanically relate the idea of sustainability with specific production practices (and vice versa), since sustainability cannot be evaluated in abstract without considering the ecological, economic, social and institutional conditions they take place in (Cáceres 2005, 2008). The main socio-productive characteristics of production systems and farmers' strategies of social reproduction were described by Cáceres (2003). Based on this information, a list was made of 20 possible indicators, which were analyzed, prioritized, integrated and redefined in two workshops attended by technicians and scientists with work experience in the area. Final adjustments were made in a day of field work in which peasants also participated. The idea of sustainability was also considered to evaluate the institutional framework, since the characteristics of the technical teams that belonged to institutions involved were taken into account (particularly, the Córdoba Wildlife Agency - *Agencia Córdoba Ambiente* and the National Parks Administration - *Administración de Parques Nacionales*). In this way, instruments were designed that did not rely on the permanent participation of scientists, nor would they require the use of measuring instruments or methods that were not available to scientists from non-scientific institutes.

The aim of this work was not to provide detailed information on the way of building and using indicators and indexes (see details and specific field protocol in Cáceres 2006b), but there are a few general comments that help understand Table 1, especially the column of socioeconomic indicators. The values of the family income PI are put into context according to the own communities' characteristics. As a consequence, references to very high or very low incomes must be taken in relative terms and related to the maximum and minimum incomes of these families in the area. Food security is directly related to the degree of production diversification in the farms. In other

Cuadro 1. Indicadores de sostenibilidad para los sistemas de producción campesinos de la Reserva Hídrica Provincial Achala, Argentina.
Table 1. Sustainability indicators for peasant production systems in the Achala Provincial Hydric Reserve, Argentina.

Indicadores ecológicos		Indicadores socioeconómicos	
Fisonomía	20	Ingreso familiar	20
Césped-pajonal	20	Muy alto	20
Pajonal	15	Alto	15
Césped	10	Medio	10
Pastizal-pedregal	0	Bajo	5
		Muy bajo	0
FC: no	0	FC: precariedad del ingreso	±2
Erosión	15	Seguridad alimentaria	15
Sin erosión	15	Se construye a partir de la integración de rubros productivos	
Erosión laminar	10		
Escalones incipientes	7		
Escalones consolidados	5		
Cárcavas	0		
FC: actividad erosiva	±2	FC: productores/consumidores	±2
Cobertura vegetal	15	Articulación con el contexto	15
Total	15	Se construye a partir de la integración de variables específicas	
Alta	10		
Media	5		
Baja	0		
FC: altura de la vegetación	±2	FC: no	0
IE (50): F + (E ± FC) + (C ± FC)		IS (50): (I ± FC) + (S ± FC) + A	
		ISP (100): IE + IS	

FC: factor de corrección; IE: índice ecológico; IS: índice socioeconómico; ISP: índice de sostenibilidad predial. Los números indican el puntaje máximo posible para cada indicador, factor de corrección, o índice. (Cáceres, 2006b) ♦ CF: correction factor; EI: ecological index; SI: socioeconomic index; LSI: land sustainability index. Figures indicate the highest possible score for each indicator, correction factor, or index. (Cáceres, 2006b).

instrumentos que no dependieran de la participación permanente de científicos, ni demandaran el uso de instrumental o métodos de medición no accesibles por técnicos de instituciones no científicas.

El objetivo de este trabajo no fue brindar información detallada acerca del modo de construcción y uso los indicadores e índices (ver detalles y protocolo específico de campo en Cáceres 2006b), pero se incluyen algunos comentarios generales que ayudan a comprender el Cuadro 1, sobre todo la columna correspondiente a los indicadores socioeconómicos. Los valores que asume el IP ingreso familiar son contextualizados según las características propias de estas comunidades. En consecuencia, las referencias a ingresos muy altos o muy bajos deben ser tomadas en términos relativos y vinculadas con los ingresos máximos o mínimos que alcanzan estas familias en la región. La seguridad alimentaria está directamente relacionada con el grado de diversificación productiva en las granjas. Es decir, mientras más rubros se produzcan más probable será para las familias alcanzar su seguridad alimentaria. Se incluyen los rubros producidos específicamente para el autoconsumo (e.g., huerta y aves de corral) y los de doble propósito (e.g., cabras, ovejas y vacas). El valor del indicador surge al asignar un puntaje a cada rubro destinado al consumo interno, ajustado según la magnitud del rubro en cada explotación. El IP articulación con el contexto depende del comportamiento de las variables: Nivel educativo, capacitación no formal, diversificación de su articulación a los mercados, seguridad

words, the greater the variety of the production, the stronger the possibility for these families to have food security. Varieties produced specifically for self-subsistence (e.g., fruit, vegetables and fowl) and those with a double purpose (e.g., goats, sheep and cows) are included. The value of the indicator arises when assigning a score to each variety produced for subsistence, set according to the magnitude of the variety in each farm. The articulation PI with the context depends on the behavior of the variables: education, informal training, diversification of varieties to markets, social security and organization. The value of the indicator is built with scores assigned to each variable based on established criteria. Both PIs and partial indexes (EI, SI) and the final index (LSI) are positive figures, and they shift between clearly explicit minimum and maximum values.

To gather information in the field, 14 small farms were selected in strategic and representative places in the Reserve (representing 23 % of small farmers in the region). The team that carried out this investigation also took part in the other rural promotion and development activities in the area. During the formulation of a socio-productive diagnosis (Cáceres 2001), and taking the work from several workshops, the most appropriate farmers and farms, from the point of view of the objectives, were pointed out. To choose the cases, samples were taken in a directed, nonrandom manner, based on environmental criteria (representativeness of the biophysical environment), socio-productive criteria (socio-productive profile of

social, y organización. El valor del indicador se construye con puntajes asignados a cada variable en función de criterios establecidos. Tanto los IPs, como los índices parciales (IE, IS) y el índice final (ISP) son números positivos y varían entre valores mínimos y máximos claramente explicitados.

Para recabar la información en el campo se seleccionaron 14 sistemas productivos de pequeños productores ubicadas en lugares estratégicos y representativos de la Reserva (representa 23 % de los pequeños productores de la región). El equipo que efectuó esta investigación participaba también de las otras actividades de promoción y desarrollo rural en el área. Durante la elaboración de un diagnóstico socioproductivo (Cáceres 2001) y a partir de varios talleres, se identificaron los productores y sistemas productivos más apropiados desde el punto de vista de los objetivos. Para seleccionar los casos se realizó un muestreo no aleatorio dirigido basado en criterios ambientales (representatividad del ambiente biofísico) y socioproductivos (perfil socioproductivo de la explotación), cuestiones operativas en especial accesibilidad (se descartaron las explotaciones que estaban a más de 3 h de caminata desde el último lugar al que se podía acceder con vehículo), y predisposición de los productores para participar en la investigación (dado que se requería recabar información económica y social de la familia).

Las observaciones ecológicas se realizaron en parcelas de 5×5 m cada una (tres parcelas por campo) y la información socioeconómica fue recabada mediante entrevistas realizadas a los jefes de familia. Las mediciones se tomaron de 2002 a 2006 y para comparar los datos obtenidos, las mediciones y entrevistas se realizaron entre el 15 de septiembre y el 15 de octubre de cada año. Todas las observaciones se efectuaron siguiendo el protocolo propuesto por Cáceres (2006b). Los datos se ordenaron en matrices por indicador, con las cuales se calcularon los índices específicos. La información sistematizada se ordenó en cuadros que permitieron conocer la evolución de los valores de los indicadores a lo largo del estudio. Las series de datos anuales fueron comparadas utilizando una prueba de t para muestras apareadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No es posible presentar toda la información desagregada por razones de espacio. Se presentan primero las variaciones anuales del ISP, luego los cambios observados entre 2002 y 2006 en los índices parciales (IE e IS) y finalmente se analizan las variaciones de los IPs que componen los índices parciales.

El índice de sostenibilidad predial (ISP)

El ISP es un índice general que permite agregar la información ecológica (sintetizada en el IE) y socioeconómica (sintetizada en el IS); es una medida global que permite valorar y comparar el desempeño integral de los sistemas agropecuarios. Entre 2002 y 2006 el ISP pasó de 61.36 a 59.36 puntos, pero no hubo diferencias significativas ($p \leq 0.03$). El retroceso

the farming activity); operative matters, particularly accessibility (farms further than 3 h by foot from the last place accessible by motor vehicle were ruled out), and willingness of farmers to participate in the investigation (due to the need of collecting economic and social information on the family).

Environmental observations were carried out on 5×5 m land plots (three plots per field) and the socioeconomic information was gathered by interviewing heads of families. Measurements were taken between 2002 and 2006, and to compare the data gathered, measurements and interviews were carried out between September 15th and October 25th of each year. All observations were made following the protocol proposed by Cáceres (2006b). Data were ordered by matrixes by indicator, which were used to calculate the specific indexes. The systematized information was ordered into tables that helped present the evolution of the indicator values throughout the study. The annual data series were compared by running a t-test for paired samples.

RESULTS AND DISCUSSION

Due to insufficient space, it is not possible to present all the information broken down. First, the annual variations of the LSI were presented; later, the changes observed between 2002 and 2006 in the partial indexes were displayed (EI and SI), followed by the analysis of the variations of PIs that make up the partial indexes.

The land sustainability index (LSI)

The LSI is a general index that helps add the environmental (summarized in the EI) and the socioeconomic information (summarized in the SI); it is a global measurement that helps value and compare the integral performance of agricultural systems. Between 2002 and 2006, the LSI went from 61.36 to 59.36 points, yet there were no significant differences ($p \leq 0.03$). The regression in LSI values was not progressive, but instead there were important fluctuations in the evaluated time period. Based on the record for 2002, the LSI presents two consecutive yearly falls; it picks up in the fourth year and it is stable in the fifth year (Table 2).

This behavior helps present the problem of the validity of measurements that value the sustainability of these farms using short series of data (Cáceres, 2005, 2008). Although it has not been an aspect of much study so far, evidence presented here shows the possible errors that can be made if the data series to be used were too short. If in the case studied, only the first 2 or 3 years were to be considered, the tendency observed would have been a declining one (2002-2004). The opposite would have occurred, had the years 2004-2006 been considered. Even if it had been the years 2002-2004, significant differences would have shown

en los valores del ISP no fue progresivo, sino que hubo importantes fluctuaciones en el periodo evaluado. Con base al registro correspondiente al 2002, el ISP registra dos descensos anuales consecutivos, repunta en el cuarto año y es estable en el quinto (Cuadro 2).

Este comportamiento permite plantear el problema de la validez de las mediciones que valoran la sostenibilidad de las explotaciones agropecuarias utilizando series de datos cortas (Cáceres, 2005, 2008). Si bien no ha sido un aspecto muy estudiado hasta ahora, la evidencia aquí presentada advierte sobre los errores que se podrían cometer si se usan series de datos demasiado breves. Efectivamente, si en el caso estudiado se considerara sólo los dos o tres primeros años, la tendencia observada hubiera sido francamente declinante (2002-2004). Lo opuesto hubiera ocurrido si se considerara el trienio 2004-2006. Incluso si se considerara el periodo 2002-2004, se hubiera identificado diferencias significativas entre los valores observados al principio y al final del trienio ($p \leq 0.03$). Estos resultados entrarían en conflicto con los aquí presentados, ya que para el quinquenio 2002-2006 no hubo diferencias significativas entre el comienzo y el final de la serie de datos.

Resulta difícil estimar cuál debiera ser el periodo durante el cual medir los indicadores de sostenibilidad para permitir análisis y valoraciones confiables. Esto depende de las particularidades de los sistemas productivos, de su homogeneidad interna, de situaciones en que los niveles productivos sean muy distintos a los valores históricos, del tipo de estrategias de reproducción social que implementen los productores, de situaciones climáticas poco frecuentes, de fuertes variaciones de precios, de problemas de comercialización, o de cambios en las políticas macroeconómicas que afectan directa o indirectamente a los sistemas en estudio. Para explotaciones ganaderas como las aquí estudiadas, un periodo de cuatro o cinco años podría ser adecuado (Cáceres, 2005). Obviamente, mientras más prolongada sea la serie analizada, más confiable será la evaluación realizada.

Índices parciales e indicadores primarios

En el Cuadro 3 se presenta la variación de los IE e IS entre 2002 y 2006. A diferencia del caso de ISP, el IE muestra un importante retroceso de 33.93 a 30.71 puntos ($p \leq 0.01$). En contraste, el IS no muestra cambios significativos y registra un ligero aumento de 27.34 a 28.64 puntos ($p \leq 0.46$).

El objetivo de este trabajo no fue analizar en profundidad por qué los sistemas productivos estudiados observan comportamientos dispares. No obstante, es posible especular que las variaciones se deben a un

Cuadro 2. Variaciones anuales del índice de sostenibilidad predial (ISP) entre 2002 y 2006.

Table 2. Annual variations of the land sustainability index (LSI) between 2002 and 2006.

Sistemas productivos	Años				
	2002	2003	2004	2005	2006
1	66.33	56.67	58.33	67.67	70
2	63.33	58.67	57	57	57.67
3	71.67	71.33	67.67	69	64.67
4	61	49.50	56.67	55.67	60.33
5	59.33	70.33	72.67	73	69.67
6	64	68	62.67	70	67.33
7	60.33	60	53.67	58.67	56.33
8	53.67	55	49.67	52	55.33
9	69.33	61.67	59.67	59	58
10	50	49.67	49	49.33	58
11	53	52.67	48.67	43	40.33
12	62.33	60	58	59	53.67
13	61.67	56.33	56	55.33	56
14	63	63	61	62.33	63.67
\bar{x}	61.36	59.49	57.90	59.36	59.36
DE	6.99				
p	0.30				

up between the values observed at the beginning and the end of this 3-year period ($p \leq 0.03$). These results would be conflictive with those shown here, since for the years 2002-2006 there were no significant differences between the beginning and the end of the data series.

It is difficult to estimate the best time period for measuring sustainability indicators in order to allow reliable analyses and valuations. This depends on the particularities of each farm, their internal homogeneity, the situations in which production levels differ noticeably from historical figures, the type of reproduction strategies implemented by farmers, infrequent weather situations, strong variations in prices, commercialization problems or changes in macroeconomic policies that may directly or indirectly affect the systems studied. For cattle farms like those studied here, a 4- or 5-year period may be adequate (Cáceres, 2005). Obviously, the longer the series analyzed, the more reliable the evaluation will be.

Partial indexes and primary indicators

The variation of EI and SI between 2002 and 2006 is shown in Table 3. Unlike the case of the LSI, the EI displays an important regression from 33.93 to 30.71 points ($p \leq 0.01$). The Si, on the other hand, shows no significant changes and displays a slight increase from 27.34 to 28.64 points ($p \leq 0.46$).

The aim of this work was not to analyze in depth the reasons why the production systems studied present

Cuadro 3. Variación de los índices ecológico (IE) y socioeconómico (IS) entre 2002 y 2006.

Table 3. Variation of the environmental (IE) and socioeconomic (IS) indexes between 2002 and 2006.

Sistemas productivos	Índice ecológico		Índice socioeconómico	
	2002	2006	2002	2006
1	33.33	31	33	39
2	31.33	25.67	32	32
3	38.67	33.67	33	31
4	41	40.33	20	20
5	40.33	38.67	19	31
6	36	27.33	28	40
7	36.33	36.33	24	20
8	25.67	23.33	28	32
9	30.33	25	39	33
10	33	36	17	22
11	26	21.33	27	19
12	35.33	30.67	27	23
13	33.67	28	28	28
14	34	32.67	29	31
	33.93	30.71	27.34	28.64
DE	2.99	6.10		
P	0.001	0.46		

conjunto de causas relacionadas con cuestiones micro o macro. Entre las primeras se destaca el manejo productivo y los ciclos anuales de variación del clima, y entre las segundas aspectos más globales que contextualizar los ciclos productivos, como las etapas de crisis o crecimiento de la economía nacional, las políticas específicas dirigidas al sector agropecuario, y el accionar de programas privados u oficiales destinados a fomentar el desarrollo rural. Un detalle del comportamiento de los IPs que conforman el IE se presenta en el Cuadro 4. Si se considera los promedios anuales, los tres indicadores muestran al final del periodo un puntaje menor al observado inicialmente. El indicador de erosión muestra el retroceso más importante, lo que revela diferencias altamente significativas entre las mediciones realizadas al inicio y al final del quinquenio ($p \leq 0.03$). El indicador primario de cobertura muestra un retroceso menor, con diferencias sólo marginalmente significativas ($p \leq 0.09$). El indicador de fisonomía presenta una leve disminución ($p \leq 0.71$).

Estos resultados permiten comprender mejor cómo ocurre el deterioro ecológico de los sistemas estudiados y que ya adelantaban los valores del IE (Cuadro 3). Los valores registrados son consistentes con el modo en que ocurren algunos procesos ecológicos, ya que la erosión y la cobertura miden situaciones altamente dinámicas y directamente vinculadas al manejo productivo o a las variaciones climáticas. En contraste, se esperaba la escasa variación observada en la fisonomía, ya que esta variable está vinculada con procesos más

uneven behaviors. However, it is possible to speculate that the variations are due to a set of causes, related to micro or macro matters. The production management and annual weather variations stand out amongst the former, and amongst the latter, more global aspects than contextualizing production cycles, such as the crisis or growth phases of the national economy, specific policies aimed at farmers, and the implementation of private or official programs aimed at promoting rural development. Details of the behavior of PIs that make up the EI are shown in Table 4. If annual average is taken into account, all three indicators show lower points at the end of the time period than at the beginning. The erosion indicator shows the most important regression, revealing highly significant differences between measurements taken at the beginning and end of the 5-year period ($p \leq 0.03$). The primary cover indicator shows a minor regression, with only marginally significant differences ($p \leq 0.09$). The physiognomy indicator presents a slight fall ($p \leq 0.71$).

These results help understand how deterioration of the studied systems occurs, as well as the fact that they forecast the values of the EI (Table 3). The recorded values are consistent with the way in which some environmental processes take place, since erosion and cover measure highly dynamic situations, related directly to the production management or weather variations. In contrast, the scarce variation observed in the physiognomy was expected, since this variable is linked to more structural processes of the production system, and consequently, its variation rate is lower.

Cuadro 4. Variación de los indicadores primarios fisonomía, erosión y cobertura entre 2002 y 2006.

Table 4. Variation of the primary indicators physiognomy, erosion and cover between 2002 and 2006.

Sistemas productivos	Fisonomía		Erosión		Cobertura	
	2002	2006	2002	2006	2002	2006
1	15	15	8.33	5.33	10	10.67
2	13.33	10	10	9.33	8	6.33
3	20	18.33	10.67	6.67	8	8.67
4	16.67	18.33	12.33	12.33	12	9.67
5	18.33	18.33	10.67	9	11.33	11.33
6	16.67	16.67	8	5.67	11.33	5
7	20	20	8	5.67	8.33	10.67
8	13.33	13.33	6.33	5.67	6	4.33
9	10	10	8.33	6.33	12	8.67
10	16.67	16.67	7	7	9.33	12.33
11	13.33	13.33	7.33	4.67	5.33	3.33
12	18.33	20	6.33	3.67	10.67	7
13	13.33	13.33	10.67	6	9.67	8.67
14	15	15	9	8.67	10	9
	15.71	15.60	8.78	6.86	9.43	8.26
DE	1.22	1.46	2.45			
P	0.71	0.0003	0.09			

estructurales del sistema productivo y, en consecuencia, su tasa de variación es menor.

Los IPs que componen el IS tienen un comportamiento diferente (Cuadro 5). Al final del quinquenio los tres indicadores muestran incrementos en sus valores medios. El indicador sobre ingreso económico muestra un mayor aumento relativo, mientras que los de seguridad alimentaria y articulación con el contexto presentan mejoras marginales, aunque ninguno de los tres incrementos es significativo.

Es interesante destacar la mayor variabilidad observada en el IS, porque en diciembre de 2001 hubo en Argentina una fuerte crisis debido al agotamiento del modelo económico imperante durante la década de 1990 (Perry y Servén 2002). Esta crisis impactó sistemáticamente a toda la economía y, especialmente, a los sectores sociales más vulnerables. No impactó de igual manera a todos los campesinos ya que, a pesar de tener una base estructural similar, han desarrollado estrategias de reproducción social diferentes que se comportaron con mayor o menor grado de resiliencia frente a la crisis. Desde 2004 y acompañando la recuperación de la economía, mejoraron paulatinamente las condiciones socioeconómicas de estos productores.

A pesar de que en el quinquenio el ISP no muestra diferencias significativas, el análisis de la información desagregada (índices parciales e IPs), permite observar que los sistemas productivos estudiados sufren un deterioro ecológico ligado a la erosión y en menor grado en la cobertura. En contraste, los indicadores socioeconómicos no registran deterioros y muestran una situación estable. Esto permite destacar la importancia de desagregar los valores que miden la sostenibilidad de los sistemas productivos. La medición de situaciones estables desde el punto de vista de la sostenibilidad predial, puede enmascarar la ocurrencia de procesos ecológicos o socioeconómicos que podrían llegar a comprometer su sostenibilidad. Este tipo de situaciones debe considerarse especialmente, ya que muchos procesos que ocurren al interior de las explotaciones agropecuarias presentan comportamientos no lineales (Canals *et al.*, 2006; Vatn *et al.*, 2006). En consecuencia, aun cuando se observe cierta estabilidad socioproductiva global, podrían estar ocurriendo procesos que comprometan la sostenibilidad de mediano o largo plazo de los sistemas. El análisis desagregado de la información predial puede actuar como un sistema de alerta temprana y prevenir sobre la ocurrencia de desajustes socioproductivos que podrían desencadenar procesos de deterioro no lineal de los sistemas productivos.

No es posible comparar esta metodología con otras usadas en la región, ya que no existen otros estudios que evalúen la sostenibilidad de sistemas productivos

Cuadro 5. Variación de los indicadores primarios ingreso económico, seguridad alimentaria y articulación con el contexto entre 2002 y 2006.

Table 5. Variation of the primary indicators income, food security and coordination with the context, between 2002 and 2006.

Sistemas productivos	Ingreso económico		Seguridad alimentaria		Articulación contexto	
	2002	2006	2002	2006	2002	2006
1	18	18	9	10	6	11
2	20	20	7	7	5	5
3	20	20	8	6	5	5
4	8	10	6	7	6	3
5	5	12	5	9	9	10
6	12	17	6	11	10	12
7	10	7	8	8	6	5
8	12	10	9	13	7	9
9	20	20	14	8	5	5
10	8	12	6	7	3	3
11	12	7	9	8	6	4
12	7	12	13	7	7	4
13	12	12	9	10	7	6
14	20	20	2	2	7	9
	13.14	14.07	7.93	8.07	6.36	6.48
DE	3.34		3.25		2.18	
p	0.31		0.87		0.81	

The PIs that make up the SI display a different behavior (Table 5). At the end of the 5 years, the three indicators show rises in their median values. The indicator on economic income shows a relatively greater increase, while the one for food security and coordination with the context present marginal improvements, although neither one is significant.

It is interesting to point out that the greatest variability is displayed in SI, because in December, 2001, Argentina underwent a strong crisis due to a decline in the prevailing economic model during the 1990s (Perry and Servén 2002). This crisis systematically affected the entire economy, and especially the more vulnerable social strata. It did not impact all peasants to the same extent, because, despite they have a similar structural basis, they have developed different social reproduction strategies, which were more or less resilient to the crisis. From 2004 onwards, and along with the economic recovery, the socioeconomic conditions of these farmers gradually improved. Despite the lack of significant differences in the LSI for the 5 years, the analysis of broken down information (partial indexes and PIs), helps notice that the farms studied undergo ecological deterioration related to erosion, and to a lesser extent, to cover. Conversely, socioeconomic indicators present no deterioration, but a situation of stability, instead. This helps emphasize the importance of breaking down the values that measure the sustainability of the production

en la Provincia de Córdoba. No obstante, puede ser interesante contrastarla en relación al principal marco conceptual usado en Latinoamérica: MESMIS. Si bien fueron concebidos en contextos distintos y con finalidades diferentes, ambos marcos conceptuales comparten criterios conceptuales y metodológicos claves: 1) La necesidad de referir la sostenibilidad a un contexto geográfico e histórico determinado; 2) la construcción de indicadores con un marco referencial y atributos claves; 3) el abordaje interdisciplinario y la concepción de la sostenibilidad como un concepto tridimensional; 4) el valor comparativo de la sostenibilidad (entre sistemas); 5) la necesidad de considerar los resultados de las evaluaciones como un punto de partida para la transformación socioproductiva y la generación de políticas ambientales y socioproductivas. Tal vez las principales diferencias radiquen en que la metodología aquí propuesta enfatiza la simplicidad del método y la importancia de estudiar las trayectorias socioproductivas mediante series de tiempo relativamente prolongadas, mientras que el MESMIS aparece como un marco más flexible y con mayor capacidad de dar respuestas metodológicas a distintas escalas espaciales y sociales.

CONCLUSIONES

El ISP no mostró cambios significativos en el quinquenio 2002-2006, pero si se analiza el subperíodo 2002-2004, existe un deterioro significativo del índice, seguido por una marcada recuperación (2004-2006). Entonces, se debe considerar periodos de medición relativamente largos para disminuir la probabilidad de errores vinculados a factores de variación internos o externos, que respondan a cuestiones coyunturales o extraordinarias (por ejemplo, climáticas, productivas, o económicas).

La estabilidad del ISP no implica que no ocurran cambios importantes en los sistemas productivos. Si se desagrega este índice es posible observar deterioros significativos en el IE y en algunos de los IPs que lo componen (erosión y cobertura), lo que podría desencadenar comportamientos no lineales que afectarían negativamente al ISP. Esto sugiere que el uso de índices prediales agregados puede enmascarar la ocurrencia de procesos críticos del funcionamiento sistémico. En síntesis, considerar inapropiadamente las escalas temporales necesarias para medir la sostenibilidad, o prestar escasa atención al comportamiento desagregado de las variables de las que depende, puede conducir a valoraciones erróneas de la sostenibilidad predial. Ignorar estas cuestiones podría incidir en la generación de políticas específicas y afectar negativamente la conservación de la biodiversidad y la calidad de vida de las comunidades campesinas.

systems. The measurement of stable situations, from the viewpoint of land stability, can cover up the incidence of environmental or socioeconomic processes, which could jeopardize their sustainability. This type of situations must be especially considered, since many processes that take place inside farms present non-linear behaviors (Canals *et al.*, 2006; Vatn *et al.*, 2006). Consequently, even when a certain global socio-productive stability is observed, processes could be taking place that jeopardize the medium- or long-term sustainability of the systems. The broken down analysis of the land information can act as an early alert system and warn on the occurrence of socio-productive imbalances that could trigger non-linear deterioration processes in the production systems.

It is not possible to compare this methodology with others used in the area, as there are no other studies that evaluate the sustainability of production systems in the province of Córdoba. In any case, it could be interesting to contrast it in relation to the main theoretical framework used in Latin America: MESMIS. Although they were conceived in different contexts and with different aims, both theoretical frameworks share key conceptual and methodological criteria: 1) The need to refer sustainability to a particular geographical and historical context; 2) the construction of indicators with key attributes and theoretical framework; 3) the interdisciplinary approach and the perception of sustainability as a three-dimensional concept; 4) the comparative value of sustainability (between systems); 5) the need to consider the results of evaluations as a starting point for socio-productive transformation and the creation of environmental and socio-productive policies. Perhaps the main differences lie in the fact that the methodology proposed here emphasizes the simplicity of the method and the importance of studying the socio-productive trajectories by means of relatively prolonged time periods, while MEMSIS appears to be a more flexible framework with a greater capacity to provide methodological answers at different spatial and social levels.

CONCLUSIONS

LSI did not show significant changes in the 2002-2006 time period, but if we analyze the 2002-2004 sub-period, there is a significant deterioration of the index, followed by a strong recovery (2004-2006). Then, relatively long time periods must be considered for taking measurements, to reduce the possibilities of errors related to internal or external variation factors that respond to contextual or extraordinary (e.g., weather, production or economic) matters.

AGRADECIMIENTOS

Mi reconocimiento a la Administración de Parques Nacionales (APN), al Global Environmental Facility (GRF), a la Agencia Córdoba Ambiente (ACA), a la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). También agradezco el apoyo financiero del Instituto Interamericano sobre el Cambio Global (IAI) CRN 2015 mediante el Fondo GEO-0452325 de la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) de los EE.UU.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Amuchastegui N., and G. M. Henebry. 2007. Assessing sustainability indicators for tropical forest: spatio-temporal heterogeneity, logging intensity, and dung beetle communities. *For. Ecol. Manage.* 253: 56-67.
- Anke V., and J. H. Spangenberg. 2000. A guide to community sustainability indicators. *Environ. Impact Assessment Rev.* 20: 381-392.
- Astier M., y J. Hollands. 2007. Sustentabilidad y Campesinado. Seis Experiencias Agroecológicas en Latinoamérica. Mundiprensa-GIRA-ILEIA, México D.F. 262 p.
- Azar C., J. Holmberg, and K. Lindgren. 1996. Socio-ecological indicators for sustainability. *Ecol. Econ.* 18: 89-112.
- Bastianoni S., N. Marchettini, M. Panzneri, and E. Tiezzi. 2001. Sustainability assessment of a farm in the Chianti area (Italy). *J. Cleaner Prod.* 9: 365-373.
- Bouman B. A. M., H. G. P. Jansen, A. Schipper, A. Nieuwenhuys, H. Hengsdijk, and J. Bouma. 1999. A framework for integrated biophysical and economic land use analysis at different scales. *Agric. Ecosystems & Environ.* 75: 55-73.
- Cabido M. 1985. Las comunidades vegetales de la pampa de Achala. Sierras de Córdoba, Argentina. *Documents Phytosociologiques* 9: 431-443.
- Cabido M., R. Breimer, and G. Vega. 1987. Plant communities and associated soil types in a high plateau of the Córdoba mountains, Central Argentina. *Mountain Res. Develop.* 7: 25-42.
- Cáceres, D. 2003. Using sustainability indicators from a situated perspective. A case study from the Highlands of Central Argentina. *In: Koutsouris, A. (ed). Innovative Structures for the Sustainable Development of Mountainous Areas.* National and Kapodistrian University of Athens, Thessaloniki. pp: 54-60.
- Cáceres, D. 2005. Tecnología, sustentabilidad y trayectorias productivas. *In: Benencia, R., y C. Flood (eds). Trayectorias y Contextos. Organizaciones Rurales en la Argentina de los Noventa.* La Colmena, Buenos Aires. pp: 105-136.
- Cáceres, D. 2008. La sustentabilidad de los sistemas campesinos analizada desde dos enfoques: estados *versus* procesos. *Interciencia* 33 (8): 578-585.
- Cáceres, D. 2006a. Sustentabilidad como concepto situado. Un marco conceptual para la construcción de indicadores. *Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario* 8: 165-178.
- Cáceres, D. 2006b. Indicadores de sustentabilidad para el monitoreo de sistemas campesinos de Argentina Central. *Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario* 8: 179-196.
- Canals L. M., R. Clift, L. Basson, Y. Hansen, and M. Brandão. 2006. State-of-the-Art: Land Use in LCA. *Int. J. Life Cycle Assessment* 11 363-368.
- Farrow A., and M. Winograd. 2001. Land use modelling at the regional scale: an input to rural sustainability indicators for Central America. *Agric., Ecosystems & Environ.* 85: 249-268.

The stability of LSI does not imply that there are no important changes in production systems. If this index is broken down, it becomes possible to observe significant deteriorations in the EI and in some of the PIs that it is composed of (erosion and cover), which could trigger non-linear behaviors that could have a negative impact on the LSI. This suggests that the use of aggregated land indexes can cover up the occurrence of critical processes of the systemic functioning. In summary, inappropriately considering the timeframes needed to measure sustainability, or paying little attention to the non-aggregated behaviors of the variables on which it relies, can lead to erroneous valuations of land sustainability. Ignoring these matters could affect the creation of specific politics and have a negative impact on the conservation of biodiversity and the quality of life of peasant communities.

End of the English version—



- Figuroa-Bautista P., P. R. W. Garritsen, V. M. Villalvazo-López, y G. Cruz-Sandoval. 2005. Articulando la sustentabilidad ecológica, económica y social: el caso del cacahuate orgánico. *Econ. Soc. y Territorio* 19: 477-497.
- González-Esquivel C. E., H. Ríos-Granados, L. Brunett-Pérez, S. Zamorano-Camiro, y C. I. Villa-Méndez. 2006. ¿Es posible evaluar la dimensión social de la sustentabilidad? Aplicación de una metodología en dos comunidades campesinas del valle de Toluca, México. *Convergencia* 13, 40: 107-139.
- Hopmans P., J. Bauhus, P. Khanna, and C. Weston. 2005. Carbon and nitrogen in forest soils: potential indicators for sustainable management of eucalyptus forests in south-eastern Australia. *Forest Ecol. Manage.* 220: 75-85.
- Jollands N., and G. Harmsworth. 2007. Participation of indigenous groups in sustainable development monitoring: rationale and examples from New Zealand. *Ecol. Econ.* 62: 716-726.
- Lefroy R. D. B., H. D. Bechstedt, and M. Rais. 2000. Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia, and Thailand. *Agric. Ecosystems & Environ.* 81: 137-146.
- López-Ridaura S., M. K van Ittersum, O. Masera, P. A. Leffelaar, M. Astier, and H. van Keulen. 2005. Sustainability evaluation; applying ecological principles and tools to natural resource managements systems. *In: Maples, A. D. (ed). Sustainable Development: New Research.* Nova Science Publishers, Inc. New York. pp: 139-167.
- López-Ridaura S., O. Masera, and M. Astier. 2000. Evaluating the sustainability of integrated peasantry systems. *The MESMIS framework.* LEISA Newsletter 16,4: 28-30.
- López-Ridaura S., O. Masera, and M. Astier. 2002. Evaluating the sustainability of complex socioenvironmental systems. *The MESMIS framework.* *Ecol. Indicators* 2: 135-148.
- Macías-Cuellar, H., O. Tellez-Valdez, P. Dávila-Aranda, y A. Casas-Fernández. 2006. Los estudios de sustentabilidad. *Ciencias* 81: 20-31.
- Masera, O., M. Astier, y S. López-Ridaura. 1999. Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. *El Marco de Evaluación MESMIS.* Mundiprensa - GIRA - UNAM. México D.F. 124 p.

- McMichael, A. J., C. D. Butler, and C. Folke. 2003. New visions for addressing sustainability. *Science* 302: 1919-1920.
- Neri-Noriega, R., I. Ocampo-Fletes, J. F. Escobedo-Castillo, A. Pérez-Magaña, y S. E. Rappo-Miguez. 2008. La sustentabilidad de los sistemas agrícolas con pequeña irrigación. El caso de San Pablo Actipan. *Ra Ximhai* 4, 2: 139-163.
- Perry, G., y L. Serven. 2002. La anatomía de una crisis múltiple: qué tenía Argentina de especial y qué podemos aprender de ella. *Desarrollo Econ.* 42, 167: 323-375.
- Pucheta, E., F. Vendramini, M. Cabido, y S. Díaz. 1998. Estructura y funcionamiento de un pastizal de montaña bajo pastoreo y su respuesta luego de su exclusión. *Rev. Fac. Agron. de la UNLP* 103: 77-92.
- Reed, M. S., and A. J. Dougill. 2003. Facilitating grass-roots sustainable development through sustainability indicators: a Kalahari case study. *In: Proceedings of Frontiers 2: European Applications in Ecological Economics*. Tenerife, Canary Islands. pp: 1-19.
- Rigby, D., and D. Cáceres. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agric. Systems* 68: 21-40.
- Rigby, D., P. Woodhouse, T. Young, and M. Burton. 2001. Constructing a farm level indicator of agricultural practice. *Ecol. Econ.* 39: 463-478.
- Ruíz-Gevara, C., C. H. Avila-Bello, L. A. García-Hernández, y L. Brunett-Pérez. 2008. Sustentabilidad financiera: el caso de una empresa ganadera de bovino de doble propósito. *Rev. Mex. Agronegocios*, 22: 503-515.
- Sánchez-Morales P., I. Ocampo-Fletes, M. Sánchez-Hernández, y T. Martínez-Saldaña. 2008. Proceso autogestivo para la conservación del suelo y agua en sistema campesinos sustentables. Los casos de Vicente Guerrero y La Reforma, Tlaxala. *Ra Ximhai* 4, 2: 165-181.
- Spangenberg, J. H. 2002. Environmental space and the prism of sustainability: framework for indicators measuring sustainable development. *Ecol. Indicators* 2: 295-309.
- Speelman, E. N., S. López-Ridaura, N. A. Colomer, M. Astier, and O. R. Masera. 2007. Ten years of sustainability evaluation using MESMIS framework: lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. *The Int. J. Sustainable Devel. World Ecol.* 14 (4): 345-361.
- Tzilivakis, J., and K. A. Lewis. 2004. The development and use of farm-level indicators in England. *Sustainable Develop.* 12: 107-120.
- van Cauwenbergh N., K. Biala, C. Biolders, V. Brouckaert, L. Franchois, V. Garcia C., M. Hermy, E. Mathijs, B. Muys, J. Reijnders, X. Sauvenier, J. Valckx, M. Vanclooster, B. van der Veken, E. Wauters, and A. Peeters. 2007. SAFE - A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agric. Ecosystems & Environ.* 120: 229-242.
- van der Werf, H. M. G., and J. Petit. 2002. Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agric. Ecosystems & Environ.* 93: 131-145.
- van Passel, S., F. Nevens, E. Mathijs, and G. van Huylbroeck. 2007. Measuring farm sustainability and explaining differences in sustainable efficiency. *Ecol. Econ.* 62: 149-161.
- Vatn, A., L. Bakken, M. A. Bleken, O. H. Baadshaug, H. Fykse, L. E. Haugen, H. Lundekvam, J. Morken, E. Romstad, P. K. Rorstad, A. O. Skjelvag, and T. Sogn. 2006. A methodology for integrated economic and environmental analysis of pollution from agriculture. *Agric. Systems* 88: 270-293.
- Viglizzo, E. F., F. Frank, J. Bernardos, D. E. Buschiazzo, and S. Cabo. 2006. A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the pampas of Argentina. *Environ. Monitoring and Assessment* 117: 109-134.
- Yuan, W., P. James, K. Hudgson, S. M. Hutchinson, and C. Shi. 2003. Development of sustainability indicators by communities in China: a case study of Chongming County, Shanghai. *J. Environ. Manage.* 68: 253-261.
- Zhen L., M. A. Zoebisch, G. Chen, and Z. Feng. 2006. Sustainability of farmers' soil fertility management practices: a case study in the North China Plain. *J. Environ. Manage.* 79: 409-419.