



European-Latin American Project on Co-innovation of Agro-ecoSystems

EULACIAS

Breaking the spiral of unsustainability in arid and semi-arid areas
in Latin America using an ecosystems approach for co-innovation
of farm livelihoods

Specific targeted research project under FP6 International Cooperation – Developing Countries.
1 February 2007 – 31 January 2010. Contract no. 032387

NEWSLETTER; internal version

September 2008

Items in this Newsletter

- Development of the EULACIAS sustainability indicators framework
- Case Study specific indicators: Uruguay, Argentina and México

Contact: office.eulacias@wur.nl

1. Development of the EULACIAS sustainability indicator framework

C. Pacini, S. Dogliotti, R. Améndola, E. Cittadini, J. Groot, J. Scholberg, J. Alvarez, J. Cortez, W. Rossing.

At the start-up meeting in Montevideo the EULACIAS WP5 teams chose to use the MESMIS framework (López-Ridaura et al., 2002) as a tool for sustainability evaluation of farming systems in the case-studies. The MESMIS framework was selected because its general structure well merges with the EULACIAS requirements of a bottom-up approach and strong interaction with farmers or other stake-holders.

A key step of the MESMIS framework concerns the selection of indicators (Figure 1, Step 3). The selection and classification of EULACIAS indicators and relevant application procedures were carried out in the light of that step, based on a number of attributes and criteria retrieved from a refinement of the MESMIS by Lopez-Ridaura et al., 2005.

The process of indicator selection was undertaken, during a number of 'virtual' meetings in which WP 5 researchers selected sustainability attributes and diagnosis criteria and devised relevant indicators and calculation procedures. One major outcome of this process is working document 5 (WD5), where EULACIAS common indicators are presented.

Common indicators are those applied transversally in all EULACIAS case-studies.

1. Desarrollo del marco de indicadores de sostenibilidad de EULACIAS

En el primer taller de EULACIAS realizado en Montevideo, el equipo del WP 5 decidió usar el marco MESMIS (López-Ridaura et al., 2002) como herramienta para evaluar la sostenibilidad de los sistemas de producción en los estudios de caso. El marco MESMIS fue elegido porque su estructura general es apropiada para un enfoque participativo con fuerte interacción con los agricultores y otros actores relevantes del sector agropecuario.

Un paso fundamental del MESMIS es la selección de indicadores para el diagnóstico y evaluación de la sostenibilidad (Figura 1, paso 3). La selección y clasificación de indicadores se basó en una selección de atributos de la sostenibilidad y criterios de diagnóstico inspirados en una re-elaboración del MESMIS realizada por López-Ridaura et al., 2005.

El proceso de selección de indicadores se llevó adelante mediante una serie de reuniones virtuales periódicas de los investigadores del WP 5 en las cuales se definieron los atributos, criterios de diagnóstico e indicadores de sostenibilidad relevantes y los correspondientes procedimientos de cálculo. Un producto importante de este trabajo es el documento de trabajo del WP5 en donde se presentan los indicadores comunes de sostenibilidad seleccionados.

Indicadores comunes son aquellos que serán aplicados en forma transversal para comparar los tres estudios de caso de EULACIAS.

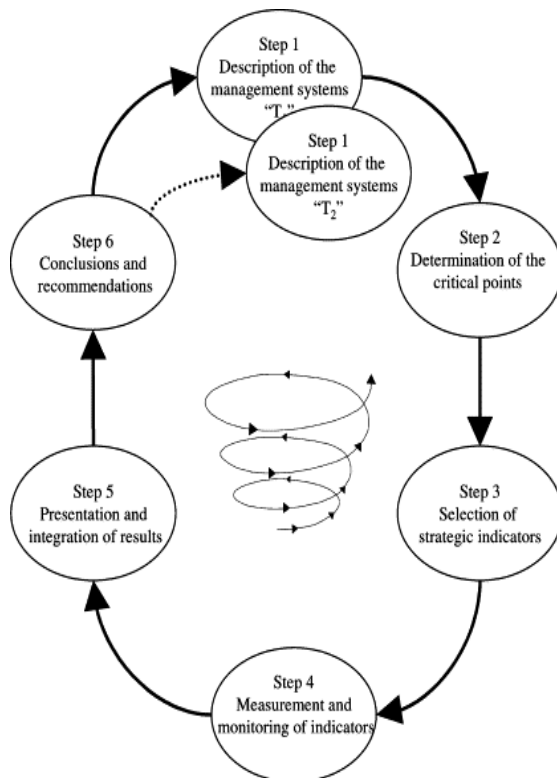


Figure 1. The MESMIS evaluation cycle (López-Ridaura et al. 2002).

In WD5 for each indicator a description is given based on the following steps:

- Aim and definition of the indicator with empirical evidence of usefulness,
- Processing method from data to indicator (accompanied, if necessary, by the corresponding algorithm),
- Data recording,
- Spatial aggregation method,
- Threshold/target,
- Practical example of indicator calculation.

During 2007, Jeroen Groot initiated a conceptual study in the field of ecological theory in order to devise a more pragmatic conceptual framework to derive indicators for sustainability evaluation of farming systems. The new concepts and their practical applicability were discussed with Cesare during Jeroen's 1-week visit to Florence University, March 2008. During this week and the following months Jeroen and Cesare wrote a paper on the topic. The paper received comments also from Walter and Johannes, and was later submitted to *Frontiers in Ecology and the Environment* (Groot and Pacini, 2008). Unfortunately, the paper was not accepted and it is in course of revision by the authors. However, the debate goes on. Major lines of development of the discussion

Cada indicador se describió siguiendo los siguientes pasos:

- Definición y objetivo del indicador incluyendo evidencia empírica de su utilidad.
- Método de procesamiento de la información necesaria para calcular el indicador (incluyendo la fórmula si fuera pertinente).
- Colecta de la información
- Método de agregación espacial
- Niveles críticos o metas
- Ejemplo práctico de cálculo del indicador.

Durante el año 2007 Jeroen Groot comenzó un estudio conceptual aplicando la ecología de la producción al diseño de un marco conceptual de evaluación de la sostenibilidad de sistemas agropecuarios más simple de entender y práctico de aplicar que el actual. Las nuevas ideas fueron discutidas entre Cesare y Jeroen durante la visita de este a la Universidad de Florencia (Marzo, 2008) y en los meses siguientes escribieron un artículo que enviaron a la revista *Frontiers in Ecology and the Environment*. Lamentablemente el artículo no fue aceptado y actualmente está siendo revisado por sus autores y el debate en el planteado está abierto dentro de EULACIAS. Los puntos principales de esta discusión se refieren a como combinar la necesidad de un enfoque holístico con la necesidad de estimular la participación de los agricultores tanto en la selección de criterios de evaluación como en el desarrollo de nuevas tecnologías, para la mejor adaptación y adopción de las mismas.

En la Tabla 1 se presentan los indicadores comunes de EULACIAS clasificados por atributos de la sostenibilidad y criterios de diagnóstico.

Teniendo en cuenta los criterios generales establecidos para la lista de indicadores comunes, cada estudio de caso construyó su propia lista de indicadores para evaluar la sostenibilidad en cada región bajo estudio. En los capítulos siguientes presentamos el trabajo de los equipos en cada estudio de caso.

Sería deseable que los productos obtenidos de la aplicación del marco MESMIS en los estudios de caso de EULACIAS y los esfuerzos para adaptarlo a distintas situaciones que permitan un mayor involucramiento de los agricultores puedan ser aprovechados para elaborar avances metodológicos en las etapas de diagnóstico y evaluación de la

deal with possible combinations between the need for a holistic approach and the need of stimulating direct involvement of stakeholders in both decision and development processes, thus enhancing more effective transfer of appropriate technologies.

sostenibilidad de sistemas agropecuarios.

Table 1. Common indicators of EULACIAS

Attribute	Diagnosis criterion	Indicator
Productivity	Economic and Productive	Output/input relation
	Efficiency	Return to labour
		Degree of satisfaction of family income needs
Stability	Stability of natural resources	Soil loss
		Soil organic matter (SOM) balance
		Net income/water use (based on water budget)
	Biodiversity	Balance NPK
		Ecological infrastructure area, crop rotation blocks, field size and field width/length ratio, crop diversity indicator
Resilience Reliability Adaptability	Diversification	Ginni Index (Gross value)
	Stability of labor use	Ginni Index (monthly labor demand – hours)
	Life quality	Life quality indicators (LQI)
	Production reliability	Case-specific indicators
	Vertical integration	Vertical integration
		Percentage of final price received by farmer
	External dependency	Dependency from external inputs, Relevance of off-farm income

In Table 1 common attributes, diagnosis criteria and indicators of the EULACIAS case-studies are presented.

Coherently with the general, common scheme, research teams of each single case-study developed case-specific list of indicators. In the following first outcomes of research are given including lists of case-specific indicators. It is desirable that outcomes of the MESMIS framework applications in EULACIAS case-studies and conceptual efforts to further develop the MESMIS approach towards stronger forms of participation of farmers will be merged in order to supply methodological advances in the phases of diagnosis and design of farming systems.

2. Case-specific indicators

EULACIAS is a project in which particular attention is attributed to bottom-up farm analyses. In addition to a more general coordinated effort to build a common framework of indicators as shown in the previous section, local case-study teams have developed case-

2. Indicadores específicos de cada estudio de caso.

En el proyecto EULACIAS se da particular atención al estudio de los predios en conjunto con los agricultores. Además del esfuerzo coordinado para construir una lista común de indicadores, cada equipo local ha desarrollado sus propios indicadores de sostenibilidad adecuados a la realidad de cada región. Las formas en que se estructuran estas listas es diferente en cada caso y es parte del debate el como armonizar las diferencias con el marco general. Esperamos poder profundizar estos aspectos en el Taller de Trelew.

2.1 Indicadores del Estudio de Caso en Uruguay

Para la selección y construcción de estos indicadores consultamos y tomamos como aporte trabajos de aplicación de la metodología MESMIS realizados en Uruguay (Bacigalupe y Salvo, 2007; Aguirre, 2007). La experiencia generada a través del trabajo en el proyecto FPTA 160 por algunos de los

specific sets of indicators tailored to relevant local farming systems. The ways in which the lists are currently structured changes from case to case. If and how such specific lists can be harmonised among them and with the general framework is currently under debate. Some more developments are envisaged during the Trelew meeting.

2.1. Uruguay Case-study specific indicators

In order to build our list of indicators to evaluate the sustainability of the pilot farms in the Uruguay Case study we draw on the experience of previous applications of the MESMIS approach in Uruguay (Bacigalupe and Salvo, 2007; Aguirre, 2007). The learnings of part of the research team during a previous research and development of farming systems project (FPTA 160) and the common list of indicators of EULACIAS, further improved our case specific list of indicators. We identified indicators within the three dimensions of sustainability (environmental, economic and social) and we classified them in four groups of sustainability attributes:

- a) Productivity: capacity of the system to produce the specific combination of goods and services necessary to realize the objectives and goals of the stakeholders involved;
- b) Stability: presence and effectiveness of negative feedback processes to control the internal positive loops leading to self-deterioration at a specific level of productivity;
- c) Adaptability, Reliability, Resilience: capability of the system to stand changes in external variables or driving forces;
- d) Self-reliance: capability of the system to regulate or control its interactions with the environment.

Bio-physical indicators. Bio-physical indicators were classified in three diagnosis criteria: production efficiency, conservation of natural resources and fragility of the production system (Table 2). Production efficiency indicators show the physical productivity of the system compared to attainable levels in the region. Production per unit area and per unit labor is relevant because land and labor are limiting resources in the region. Deterioration of soil quality and loss by erosion are the most relevant environmental

investigadores del equipo y la lista de indicadores comunes del proyecto EULACIAS, enriqueció nuestra propuesta de indicadores de sostenibilidad. Identificamos indicadores en las tres dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, económica y social), y los clasificamos dentro de cuatro grupos de atributos de la sustentabilidad que mejor se acoplan a los objetivos del estudio de caso:

- a) Productividad: capacidad de producir la combinación de bienes necesarios de acuerdo a objetivos y metas.
- b) Estabilidad: nivel de existencia de retro-alimentaciones negativas o positivas que lleven al auto-deterioro o mejora de la productividad.
- c) Adaptabilidad, Confiabilidad, Resiliencia: capacidad o habilidad para soportar cambios de distinto tipo en el ambiente.
- d) Autogestión o Auto-dependencia: capacidad de regular o controlar sus interacciones con el exterior.

Los indicadores biofísicos

Los indicadores biofísicos se clasificaron en cuatro criterios de diagnóstico: la eficiencia productiva, vinculada al atributo de productividad del sistema, la conservación de los recursos naturales vinculada al atributo de estabilidad del sistema, y la fragilidad del sistema productivo y la biodiversidad vinculados a los atributos de adaptabilidad, confiabilidad y resiliencia (Tabla 1). Los indicadores de eficiencia productiva reflejan la productividad física del sistema poniéndolo en el contexto de los niveles aceptables o alcanzables en la región. Es importante la producción por unidad de superficie y por hora de trabajo ya que estos son los recursos más limitantes. En la conservación de los recursos naturales el énfasis está puesto en el recurso suelo por el grado de deterioro en su calidad que ha alcanzado en esta región. A excepción de uno de los predio piloto, los estudios realizados muestran un importante nivel de deterioro de la calidad del suelo. Los indicadores seleccionados están relacionados al riesgo de erosión, a la evolución del contenido de materia orgánica en el horizonte superficial y al balance de nutrientes principales. Dada la lentitud en los cambios de algunos de estos componentes, la estrategia de evaluación incluye además de la medición directa, el uso de modelos de simulación

impacts of agriculture in the region, and so we found in all but one of the pilot farms. Selected indicators reveal the risk of erosion, soil organic matter loss, and nutrient balance. Due to the slow rate of these processes we selected as evaluation strategy not only direct measurements (soil analysis), but also simulation models such as RUSLE and ROTSOM (García y Clérici, 1996; Dogliotti et al., 2004). During the diagnosis phase we found in several farms a large fraction of the cropped area that is never harvested or products are never sold due to different causes. High frequency of these problems and a highly variable labor demand distribution during the year are the most important sources of farm system fragility.

Social indicators.

The family is the main component of farm systems. Life quality and network of relations and knowledge are essential for family well being and consequently to farm system sustainability. Two social diagnosis criteria were distinguished: life quality and human capital accumulation (Table 3). We need to use qualitative and quantitative indicators to reflect the subjective and objective components of life quality (living conditions and perceived degree of satisfaction) (Chiappe, 2002). We understand human capital as a production factor depending on the quality of knowledge and individual productivity of people involved in the production process. The social capital reflects the quantity and quality of human relationships of a group of people which allow individuals to benefit from the opportunities emerging from those relationships. It considers cooperation and coordination of efforts by individuals for collective benefit.

Economic indicators.

Economic indicators were classified in five diagnosis criteria: economic efficiency, income diversification, commercial channels diversification, economic self-sufficiency and dependence of external inputs. The selection of indicators presented in Table 4 is based on the following criteria:

- a) Reveal the productivity of the systems in terms of income for the family, and returns of capital and labor;
- b) Select widely accepted indicators to be

validados en el país para estimar erosión (RUSLE, García y Clérici, 1996) y evolución de la materia orgánica en el largo plazo (Dogliotti et al., 2004). Durante el diagnóstico hemos encontrado en algunos predios que una fracción importante del área que se siembra no llega a cosecharse y que una fracción significativa del producto cosechado nunca llega a comercializarse. Alta frecuencia de estos problemas y la concentración excesiva de tareas en algunos momentos del año son las causas más importantes de fragilidad de estos sistemas.

Los indicadores sociales

En los sistemas de producción familiar, la familia es el componente fundamental. Para que sea sostenible el sistema debe asegurarse el bienestar del núcleo familiar así como la generación de redes y conocimiento. Distinguimos dos criterios de diagnóstico: la calidad de vida, vinculada al atributo de estabilidad y la acumulación de capital humano y social vinculada al atributo de autogestión (Tabla 3). La calidad de vida es una combinación de componentes objetivos y subjetivos, es decir, de las condiciones de vida de una persona junto a la satisfacción que ésta experimenta. Es necesario utilizar indicadores cuantitativos y cualitativos, ya que estos últimos permiten obtener información perceptual, actitudinal y motivacional que no puede obtenerse por métodos cuantitativos (Chiappe, 2002). Entendemos como capital humano los factores de producción dependientes de la calidad de la formación y productividad de las personas involucradas en un proceso productivo, incluyendo la capacidad y capacitación individual de las personas. El capital social mide la sociabilidad de un conjunto humano y los aspectos que permiten que prospere la colaboración y el uso, por parte de los actores individuales, de las oportunidades que surgen en estas relaciones sociales. Considera aspectos referentes a la generación de las redes sociales, ya que está constituido por los aspectos que facilitan la coordinación y la cooperación para el beneficio mutuo.

Los indicadores económicos

Se clasificaron en cinco criterios de diagnóstico: la eficiencia económica vinculada al atributo de productividad, la diversificación

able to compare with other production systems in the region and abroad; c) Evaluate the adaptability, reliability and resilience of the pilot farms through the diversification and distribution on time of income, and the quality of links between the farm and the commercial chain; d) Evaluate pilot farms self-reliance through their use of credit and external inputs.

2.2. Argentinean Case-study specific indicators

The Argentinean case is actually composed by three sub-cases, located in different valleys where sweet cherries are grown: Valle del Chubut, Sarmiento and Los Antiguos. Large differences among these sites make that the relative importance of the different indicators is heterogeneous. Moreover, some indicators are analogous to those used in the other cases, but with some specific aspects as a result of the perennial and (usually) monoculture characteristics of these systems.

de ingresos, y la de canales de comercialización vinculadas a la adaptabilidad, confiabilidad y resiliencia. Por último, la autosuficiencia de recursos económicos y la dependencia de insumos externos, vinculados al atributo de autogestión. La selección de los indicadores presentados en la Tabla 2 responde a los siguientes criterios:

- Reflejar la productividad del sistema en términos de ingresos económicos para la familia.
- Contar con indicadores generales que nos permitan realizar comparaciones con otros sistemas de producción ya sea dentro del territorio nacional o fuera de fronteras.
- Evaluar la adaptabilidad del sistema a través de la diversificación de ingresos y su distribución a lo largo del año, y la diversificación de vías comerciales y la inserción en la cadena comercial.
- Evaluar la autogestión del sistema a través del nivel de endeudamiento, dependencia de insumos externos y autosuficiencia económica.

Table 2. Bio-physical indicators of Uruguay case-study

Attribute	Diagnosis criterion	Indicator
Productivity	Production	Commercial yield
		Commercial yield per unit of labor
	Efficiency	Animal production (Kg meat) per grazed area
		Animal production (Kg meat) per unit labor
Stability	Natural	Soil erosion
		Average soil organic matter rate of change in the top 20 cm
	Resource conservation	Nutrient balance (NPK)
		Evolution of nutrient content in the top soil
		Evolution of biological activity in the topsoil
		Environmental impact of pesticides in soil, water and air
		Evolution of weed population
		Harvested fraction
		Commercialized fraction
		Labor demand distribution
Reliability, Adaptability, Resilience	Production system	Fraction of area with ecological infra-structure
		Rotation length
	fragility	Field length / width ratio
		Crop diversity
	Biodiversity	

Table 3. Social indicators of Uruguay case-study

Attribute	Diagnosis criterion	Indicator
Stability	Life quality	Housing quality
		Quality of house surroundings
		Leisure time
		Health quality
		Access to social security
		Overcrowding level
		Degree of personal satisfaction
Self-reliance	Human and Social capital accumulation	Participation on training/human resource building activities

Table 4. Economic indicators of Uruguay case-study

Attribute	Diagnosis criterion	Indicator
Productivity	Economic Efficiency	Degree of satisfaction of income requirements
		Family income
		Net income
		Labor productivity
Reliability	Income Diversification	Input/output relationship
		Income distribution among production activities
		Income distribution along the year
Adaptability	Commercial channels	Off-farm income relevance
		Income distribution among commercial channels
Resilience	Diversification	Vertical integration level
		Farm gate price fraction
Self-reliance	Economic resources self-ufficiency	Indebtedness level
		Percentage of total costs covered by external funds
		External inputs dependency
		Off-farm inputs to total inputs ratio

The list of case-specific indicators is presented in Table 5. Besides the indicators shown in Table 5, some economic indicators are calculated using a Data Base named INFOCHACRA, developed by Ana Laura Torres. This software allows collecting farm-level information as an electronic book-keeping, from which the indicators (and graphs) can be extracted. The case-specific indicators calculated with INFOCHACRA are: Gross value of product, Total costs, Net income, Real income and Break-even year to recover orchards' investment.

2.3. Mexico Case-study specific indicators

Specific sustainability indicators in the Mexican Case Study are aimed at the evaluation of productivity and efficiency of the agricultural and animal production subsystems of the dairy system at Marcos Castellanos. Eighteen indicators located in five categories refer to forage production (maize crop and native pasture), feeding strategies, the animal component and the operation and administrative management of the system. Selected indicators are the presented in Table 6. Measurement of variables leading to estimates of these indicators takes place through keeping frequent records in farms using the software AGROPEC Star, which has been designed for farm administration.

2.2. Indicadores específicos del estudio de caso argentino

El caso argentino en realidad está compuesto por tres sub-casos, localizados en diferentes valles en los cuales se cultivan cerezos: Valle del Chubut, Sarmiento y Los Antiguos. Las grandes diferencias entre estos sitios hacen que la importancia relativa de los diferentes indicadores sea heterogénea. Además, algunos indicadores son análogos a aquellos usados en los otros casos, pero con algunos aspectos específicos resultantes de las características de perennidad y (usualmente) monocultivo de estos sistemas. En la Tabla 5 se presenta la lista de indicadores específicos del caso. Además de los indicadores de esta tabla, algunos indicadores económicos fueron calculados usando una Base de Datos denominada INFOCHACRA, desarrollada por Ana Laura Torres. Este software permite recolectar información a nivel predial como un libro de campo electrónico del cual los indicadores (y gráficos) pueden ser extraídos. Los indicadores específicos del caso calculados con INFOCHACRA son: Valor bruto de la producción, Costo Total, Ingreso Neto, Ingreso Real y Años para recuperar las inversiones en montes.

2.3 Indicadores específicos del estudio de caso Mexicano

Los indicadores de sustentabilidad específicos seleccionados para el estudio de caso mexicano tienen como objetivo principal la evaluación de la productividad y eficiencia de los subsistemas agrícola y animal del sistema de producción de leche del municipio de Marcos Castellanos. Se escogieron 18

Table 5. Specific indicators of the Argentina case-study

Attribute	Indicator
Productivity	Farm productivity
	Total yield
	Exportable yield
	Leaf Area Index
Stability	Health status of the orchard
	Chrysopids population
	Earthworms population
	Wind soil erosion
Resilience	Yield variability
Reliability	Exportable quality
Adaptability	Total number of frost events per season
	Frost events controlled over frost events occurred
	Wind effect on fruit yield
	Wind effect on fruit quality

Table 6. Specific indicators of the Mexico case-study

Category	Indicator
Maize crop and Utilization	Yield in terms of dry matter (DM), metabolizable energy (ME) and crude protein
	Relationship between yield and N fertilization
	Economic efficiency of DM, ME and CP production
	Dependence of maize production on external resources
Feeding Strategy	Production and economic efficiency of concentrate use
	Economic efficiency of feeding
	Dependence of feeding on external resources
	Feeding costs
	Area and productivity of sown pastures
Cattle Management	Production efficiency
	Economic efficiency of cattle costs
	Health management (frequency of mastitis)
	Reproduction management (calving interval)
	Genetic improvement (use of artificial insemination)
	Administrative management (use of records)
Rangeland	Cover and diversity of grasses
	Stocking rate
	Productivity

indicadores distribuidos en cinco categorías que hacen referencia a la producción de forraje (cultivo de maíz y su utilización y agostadero), y a aspectos de la estrategia de alimentación, del componente animal y del manejo operativo y administrativo del sistema. Los indicadores seleccionados se presentan en la Tabla 6. Las variables necesarias para el cálculo de estos indicadores se colectan en visitas periódicas a los establecimientos lecheros utilizando el programa AGROPEC farm, especialmente diseñado para la administración lecherías.

References

- Aguirre, S., 2007.** Evaluación de la sustentabilidad en predios hortícolas salteños. Tesis MSc. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.
- Bacigalupe, G.F., Salvo, G., 2007.** Selección de Indicadores para la Evaluación de la Sustentabilidad en Sistemas de Producción Orgánica en los Departamentos de Montevideo y Canelones. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Montevideo Uruguay.
- Chiappe, M. (2002).** Dimensiones sociales de la agricultura sustentable. In: Sarandón, S. ed. Agroecología; el camino hacia una agricultura sustentable. E.C.A pp. 83-98. La Plata, Argentina
- Dogliotti, S., Rossing, W.A.H., Van Ittersum, M.K. (2004).** Systematic design and evaluation of crop rotations enhancing soil conservation, soil fertility and farm income: a case study for vegetable farms in South Uruguay. *Agricultural Systems* 80, 277-302
- García, F., Clérico, C. (1996).** The use of the RUSLE Model in Uruguay. *Annals of the XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*, Agosto 4-8, Aguas de Lindoa, Brasil.
- López-Ridaura, S., Masera, O., Astier, M. (2002).** Evaluating sustainability of complex socio-environmental systems, the MESMIS framework. *Ecological Indicators* 2, 135–148.
- Lopez-Ridaura, S., van Keulen, H., van Ittersum, M. K. and Lefelaar, P. A. (2005).** Multiscale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resources management systems. *Environ. Dev. Sustain.* 7, 51–69.