

## Un marco conceptual para la identificación y evaluación de alternativas agroecológicas en investigación

Conceptual frame to identification and test agro ecological alternatives in research

TITTONELL, Pablo Adrián<sup>1</sup>; DE GRAZIA, Javier<sup>2</sup>

1 Unité de Recherche Systèmes de Culture Annuels, Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Paris- France; 2 Cátedra de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Buenos Aires - Argentina; jadegrazia@yahoo.com/ degrazia@agrarias.unlz.edu.ar.

---

**RESUMEN:** La "modernización" de la agricultura, que en Latinoamérica parece manifestarse a través de la intensificación y de la concentración de recursos productivos, lleva al establecimiento de agroecosistemas no sustentables, con graves consecuencias socio-económicas y ambientales. La investigación agroecológica permite identificar alternativas para contrarrestar tales efectos, con especial impacto en los sectores campesinos de menores recursos. Si bien no es posible hallar estrategias de aplicación universal, los principios agroecológicos básicos pueden hacerse extensivos a diversas situaciones para una mayor eficiencia en investigación. Un marco conceptual ha sido desarrollado para intentar responder: ¿Cómo se puede agrupar y sistematizar la información existente, a fin de capitalizar sus resultados en diferentes ámbitos y evitar superposiciones? ¿Es posible contar con un mecanismo de integración, síntesis y re-formulación que complemente a la investigación y permita direccionar sus acciones? ¿Cuáles son las pautas a considerar para la comparación de resultados y tendencias provenientes de situaciones biofísica y socioeconómicamente diversas? Ciertos ejemplos regionales de Argentina son utilizados para ilustrar estos conceptos. Tres tipos de sistemas han sido considerados para la derivación de estudios de caso: (I) Alta Adaptabilidad, Baja Fragilidad (AABF); (II) Adaptabilidad y Fragilidad Medias (MAMF) y (III) Baja Adaptabilidad, Alta Fragilidad (BAAF). La aplicación de este marco conceptual permite identificar los aspectos de la sustentabilidad que operan en el proceso de intensificación, los que deben ser abordados por los programas de investigación.

**PALABRAS CLAVE:** Enfoques multi-disciplinarios; enfoques multi-escala; intensificación; agro-biodiversidad; conservación de recursos.

**ABSTRACT:** Agriculture "modernization", that in Latin-American seems to be manifested through productive resources intensification and concentration, leads to establishment non sustainable agro-systems, with serious socio-economical and environment consequences. Agro-ecological research allows identify alternatives to counteract those effects, with special hit to farmers with lower recourses. Although it isn't possible find universal strategies, the agro-ecological basic principles can get to be extensive to different situation for higher research efficiency. Conceptual frame development for try to answer: ¿How it can be able to put together and systematize the existent information, in order to capitalize its results in different areas and avoid extra measure? ¿It's possible rely on a mechanism of integration, synthesis and re-establish that complement the researching and allow leads its actions? ¿Which are the rules to consider for compare the results and tendencies come from different bio-physical and socio-economical situations? Some Argentinean regional examples are use to illustrate this concepts. Three types of systems have been considered for the derivation of case studies: (I) High Adaptability, Lower Fragility (AABF); (II) Medium Adaptability and Fragility (MAMF) and (III) Low Adaptability, High Fragility (BAAF). The implementation of this framework identifies aspects of sustainability in the process of intensification, which must be addressed by research programs.

**KEY WORDS:** multi-disciplinary approaches; multi-scale approaches; intensification; agro-biodiversity; resources conservation.

### **Intensificación productiva y concentración de recursos: consecuencias sociales y ambientales**

En diversos países de Latinoamérica, los sistemas productivos agropecuarios (i.e. agroecosistemas<sup>1</sup>) se hallan frente a un notable proceso de intensificación, que trae aparejadas ventajas y desventajas desde los puntos de vista socioeconómico y ambiental. Beneficios económicos de corto plazo se encuentran frecuentemente ligados al deterioro de los recursos productivos en el mediano y en el largo plazo (SERAGELDIN, 2003). La magnitud de tal deterioro y su reversibilidad dependen de la intensidad y eficiencia en el uso de los recursos y de las propiedades de resistencia y resiliencia de los ecosistemas (ESWARAN, 1994; HOLLING, 2000). Las consecuencias sociales, económicas y ambientales de tales procesos de deterioro se encuentran a menudo estrechamente interrelacionadas. Fenómenos socioeconómicos como la migración hacia centros urbanos y la concentración de tierras y/o de otros recursos productivos constituyen ejemplos claros de este tipo (BUCHER y HUSZAR, 1999). Tales consecuencias recaen notablemente sobre los campesinos de menores recursos, en especial, quienes carecen de la capacidad de compensar el deterioro en la productividad de sus tierras mediante el uso de insumos externos.

Actualmente en Argentina tiene lugar un proceso de reemplazo de sistemas de producción tradicionales, con un importante sesgo cultural y regional, por sistemas de producción de commodities a gran escala (ALESSANDRÍA et al., 2001), aparejado a un proceso simultáneo de concentración de recursos productivos (PENGUE, 2001). Ecosistemas marginales son crecientemente incorporados a la producción (frecuentemente monocultivos), resultando en agroecosistemas de extrema fragilidad. Sistemas tradicionalmente mixtos (i.e. rotaciones agrícola-ganaderas) son abandonados y/o simplificados,

con pérdidas de diversidad espacial y temporal a diferentes escalas. Sistemas de producción tradicionalmente manejo-intensivos (e.g. producción hortícola periurbana) son corrientemente concebidos como insumo-intensivos, generando dependencias, afectando a la calidad alimenticia y ambiental de la producción, y comprometiendo su eficiencia biofísica y económica. Un denominador común a todos estos procesos es el bajo grado (o la ausencia total) de sustentabilidad de los agroecosistemas resultantes en sus distintas dimensiones (económica, social, ecológica, etc.).

### **Buscando respuestas mediante “investigación agroecológica”**

El enfoque agroecológico provee las bases científicas para el desarrollo de sistemas de producción sustentables, apoyándose en la agrobiodiversidad de los mismos como eje de su funcionamiento (VANDERMEER et al., 1998). La Agroecología ha emergido como una disciplina que provee los fundamentos y principios ecológicos para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas productivos, capaces de conservar sus recursos naturales, y que sean al mismo tiempo culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables (GLIESSMAN, 1990). Este enfoque, holístico e inter-disciplinario, aparece como una alternativa promisoría para la identificación y evaluación de propuestas tendientes a contrarrestar los efectos de la ‘intensificación’ de los sistemas, que se manifiesta en una creciente inestabilidad productiva, frecuente en los sectores de menores recursos y/o de agricultura familiar. Así lo demuestran los resultados de una serie de proyectos llevados a cabo por organizaciones no gubernamentales (ONG's) en Asia, África y América Latina (ALTIERI, 1999a; PRETTY, 1999).

Sin embargo, los agroecosistemas resultantes

de los procesos de investigación-diseminación-adopción en diferentes partes del mundo no pueden ser extrapolados como tales. Sólo sus principios agroecológicos pueden ser aplicados en el estudio, diseño y manejo de sistemas productivos en diferentes situaciones geográficas (COOPER y DENNING, 2001). En esta línea, Altieri (2003) ha señalado la necesidad de ampliar la cobertura de las instituciones de investigación en términos de escala espacial y de diversidad de los sistemas bajo estudio a fin de capitalizar la información y el conocimiento generados a escalas locales. Para ello, un objetivo clave de los programas de investigación debe ser generar herramientas metodológicas que permitan un análisis comparativo de la experiencia recogida en diferentes sistemas, extrayendo principios básicos que puedan ser aplicados en diferentes iniciativas locales.

Por otra parte, en diversos círculos académicos existe la necesidad de un marco estratégico para el desarrollo de programas de investigación-extensión que permita utilizar sus recursos de manera eficiente, evitando la repetición y superposición de tópicos de trabajo y áreas de incumbencia. En los siguientes apartados se presenta el marco conceptual que ha sido utilizado para el desarrollo de un programa de investigación en la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina, donde se han vinculado diferentes proyectos con un eje temático en común: la sustentabilidad de los sistemas productivos bajo intensificación, con énfasis en los sectores rurales de pequeña y mediana escala (TITTONEL y DE GRAZIA, 2003), al cual se le han ido incorporando nuevos proyectos para la profundización de ciertas líneas de investigación (TITTONEL y DE GRAZIA, 2006; DE GRAZIA y TITTONELL, 2009). Los sistemas bajo estudio son caracterizados de acuerdo a algunos de sus atributos, y las áreas de trabajo son definidas sobre la base de su incumbencia en los diferentes aspectos de la sustentabilidad. Ciertos lineamientos

metodológicos de carácter general son discutidos e ilustrados con ejemplos regionales.

### **Un enfoque conceptual ecosistémico<sup>2</sup> e integrador**

Los sistemas productivos sustentables presentan una serie de atributos estrechamente vinculados con criterios de diagnóstico identificables y, preferentemente, mensurables. Tales atributos han sido enumerados de la siguiente manera: productividad, equidad, estabilidad, adaptabilidad y auto-confianza (LÓPEZ RIDAURA et al., 2000). Los atributos de productividad y estabilidad, cuyos criterios de diagnóstico incluyen eficiencia, diversidad espacio-temporal y conservación de recursos, han constituido el eje temático y brindado la referencia conceptual para el desarrollo de este marco. De este modo, cualquier alternativa tecnológica tendiente a incrementar la productividad en los sectores de menores recursos debe ser ponderada considerando su impacto sobre los diferentes atributos que hacen a los sistemas productivos sustentables. Para ello, es necesario adoptar un enfoque sistémico (multi-escalar y multi-disciplinario) que permita generar indicadores lo suficientemente sensibles para evaluar impactos y monitorear resultados en diferentes ámbitos.

El uso combinado de experimentación y modelización permite establecer un proceso iterativo mediante la síntesis de información y el desarrollo de nuevas hipótesis (LEFFELAAR, 1993), y facilita la proyección multi-escalar de los resultados y de su interacción con - e impacto sobre - otros componentes de los sistemas (GILLER y VAN KEULEN, 2001), tal como se ilustra en la Figura 1. Complementariamente, los enfoques participativos permiten capitalizar la experiencia, los conocimientos y la creatividad de los destinatarios del 'producto' de la investigación (PRETTY et al., 1995). Las experiencias con enfoques metodológicos que permiten vincular el

análisis cuantitativo de agroecosistemas con los procesos de participación campesina (i.e. modelización participativa) han mostrado resultados interesantes y promisorios (TITTONELL, 2003; THORNTON y HERRERO, 2001). Este marco conceptual propone un proceso cíclico en el cual la experimentación en diferentes áreas y la investigación participativa son complementadas con el uso de modelos a diferente escala, como ilustra la Figura 2, a partir del ejemplo dado por

Herrero (1999). Para ello, es necesario identificar y definir inicialmente los sistemas bajo estudio, y categorizar las incumbencias a ser abordadas. En la siguiente sección se describe el enfoque metodológico propuesto para agrupar conceptualmente las áreas de trabajo de acuerdo a las características del sistema bajo estudio y a los criterios de sustentabilidad estudiados.

**Identificación y definición de los sistemas bajo estudio y de las áreas de incumbencia**

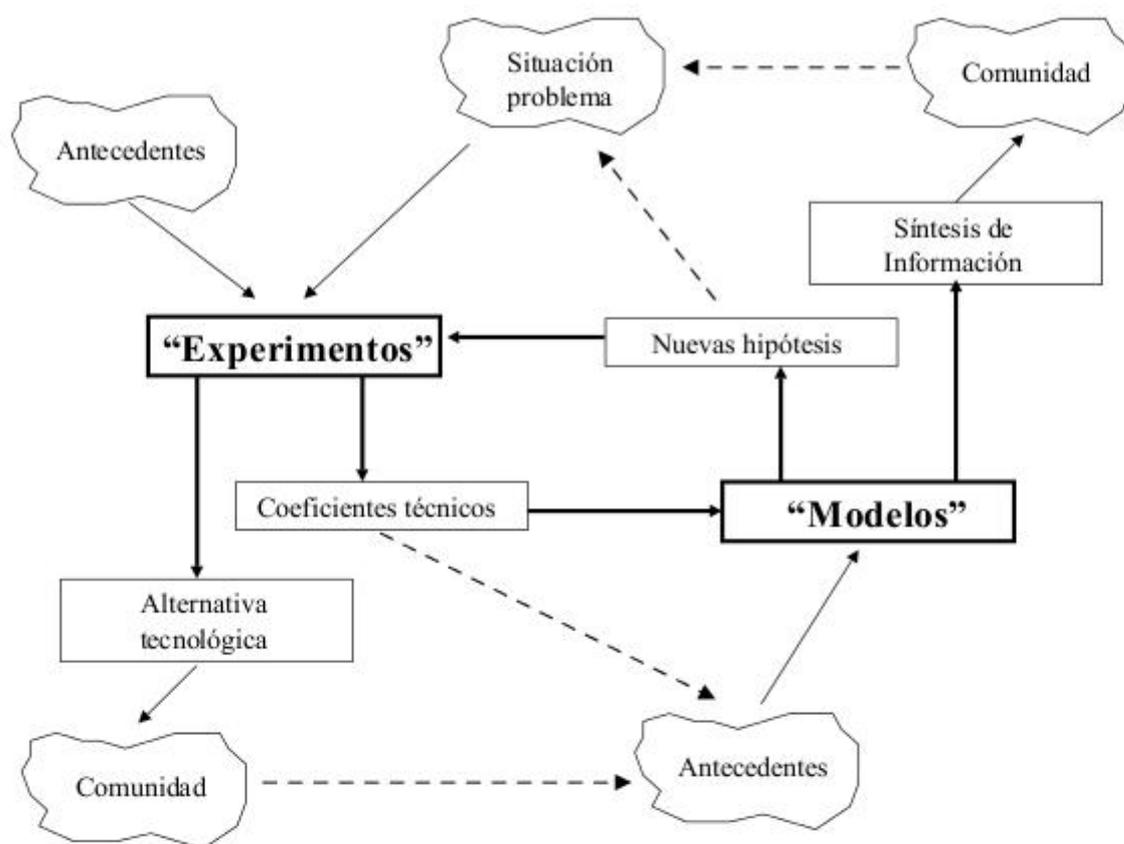


Figura 1: Esquema ilustrando la vinculación entre las etapas de experimentación y modelización en el desarrollo de programas de investigación agrícola aplicada.

Los “experimentos” (i.e. proyectos) proveen información sobre alternativas de manejo mediante ensayos a campo, laboratorio y uso de modelos de cultivos; proveen los coeficientes técnicos necesarios para el desarrollo de tales modelos y para el de aquellos orientados a integrar espacio-temporalmente la información de las distintas partes del sistema. La operación de estos últimos permite generar nuevas hipótesis y/o preguntas necesarias para direccionar la investigación de campo.

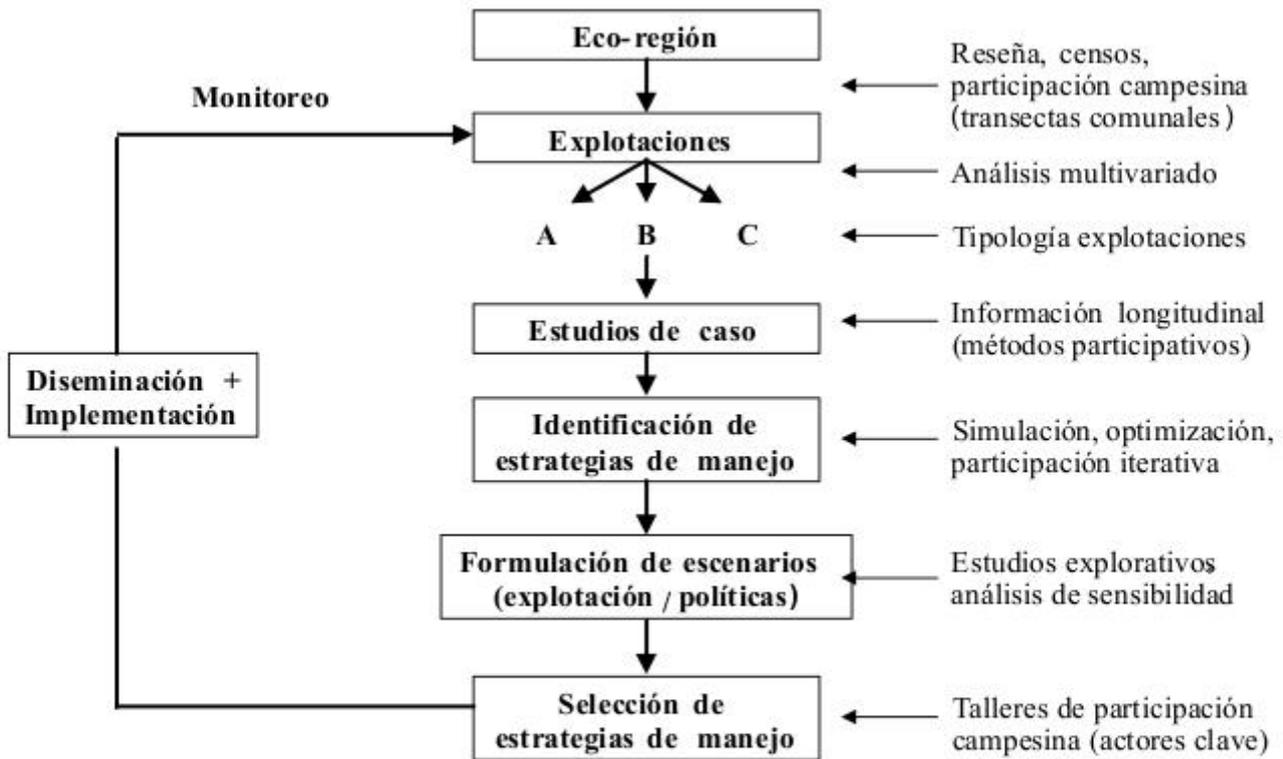


Figura 2: Aplicación de un enfoque de modelización participativa al desarrollo de estrategias de manejo de la alimentación del ganado lechero en una región ecológica tipo (HERRERO, 1999).

El esquema ilustra las diferentes etapas del proceso de investigación-extensión, indicando las diferentes herramientas metodológicas a utilizar en cada una. El análisis cuantitativo del agroecosistema es complementado con la participación de los campesinos y de otros actores clave involucrados en diferentes instancias del proceso de cambio. Es importante contar con indicadores sensibles durante las etapas de identificación y selección de estrategias, los cuales pueden ser derivados en forma

Existen diversos enfoques para caracterizar sistemas productivos que permiten su análisis a través de situaciones geo-demográficas variables; frecuentemente tales enfoques combinan aspectos biofísicos y criterios socioeconómicos a diferentes escalas de trabajo (ver ejemplos en METTRICK, 1993). Los sistemas productivos han sido agrupados aquí de acuerdo a su adaptabilidad frente a los cambios y a su fragilidad frente al deterioro o degradación (Cuadro 1). La

adaptabilidad de un agroecosistema indica su capacidad de innovación frente a cambios en las condiciones de contexto, biofísicas y socioeconómicas. Estas últimas suelen ser más dinámicas, y por lo tanto, son las que definen la capacidad de adaptación del sistema. Por otra parte, la adaptabilidad del sistema condiciona el grado de libertad en la elección de alternativas productivas posibles. La fragilidad biofísica está determinada, en principio, por las propiedades de

resistencia y resiliencia del ecosistema, aunque los sistemas productivos pueden ser más o menos dependientes de éstas, de acuerdo a su grado de transformación (ALTIERI, 1999b). Por ejemplo, un sistema hortícola medianamente tecnificado puede adaptarse más fácilmente a los cambios en el mercado debido a su versatilidad; es menos frágil en términos biofísicos debido al grado de transformación del ambiente (i.e. invernaderos, riego, cultivos sin suelo) y al elevado uso de insumos. Lo contrario ocurre en un sistema pastoril en la región del Chaco árido argentino (bajo las condiciones de mercado y de desarrollo tecnológico actuales), donde el ambiente es frágil debido a su susceptibilidad a procesos de degradación, y la capacidad de adaptación del sistema (especialmente cultural, pero también económica por falta de inversión o escaso desarrollo de mercados) es baja (KARLIN et al., 1994). Este análisis constituye, a la vez, una etapa de diagnóstico inicial que permite caracterizar a los

sistemas.

Los tres tipos de sistemas en el Cuadro 1 han sido considerados para la derivación de estudios de caso y para la definición de las áreas de incumbencia del programa de investigación (I) Alta Adaptabilidad, Baja Fragilidad (AABF); (II) Adaptabilidad y Fragilidad Medias (MAMF) y (III) Baja Adaptabilidad, Alta Fragilidad (BAAF). Los mismos pueden ser aproximadamente homologados con las definiciones ‘clásicas’: sistemas tipo I (insumo-dependientes) o “intensivos”; sistemas tipo II cuya adaptabilidad y fragilidad deben ser definidas comparativamente en cada situación, “semi-intensivos a extensivos”; y sistemas tipo III (¿extensivos?) o “marginales”. Los conceptos de intensidad y marginalidad son conservados en la terminología debido a su uso corriente y conocido.

Posteriormente, las áreas del programa de investigación fueron definidas de acuerdo al tipo de sistema bajo estudio y al aspecto de la

**Cuadro 1:** Ejemplos de diferentes tipos de sistemas en Argentina que han sido considerados en el programa de investigación “Sustentabilidad de agrosistemas bajo intensificación” (TITTONELL y DE GRAZIA, 2003).

Fragilidad biofísica	Adaptabilidad socio-económico-cultural		
	Alta	Media	Baja
Alta			<i>Sistemas pastoriles en el Chaco seco (BAAF)</i>
Media		<i>Sistemas agrícola-ganaderos pampeanos (MAMF)</i>	
Baja	<i>Sistemas hortícolas periurbanos (AABF)</i>		

AABF: alta adaptabilidad, baja fragilidad; MAMF: adaptabilidad y fragilidad medias; BAAF: baja adaptabilidad, alta fragilidad.

sustentabilidad que ellas abordan (Cuadro 2). Sin embargo, el desarrollo y la evaluación de ciertas alternativas tecnológicas pueden tener implicancias en más de un área simultáneamente. Por otra parte, los criterios de diagnóstico de los atributos de un sistema sustentable son potencialmente distintos a diferentes escalas espacio-temporales (GÓMEZ et al., 1996). La síntesis cognitiva y el análisis multi-escalar obtenido mediante modelización permiten vincular los resultados de las diferentes áreas y ampliar su cobertura dentro de un mismo tipo de sistema. La literatura ofrece abundantes ejemplos sobre este tipo de enfoques (VAN KEULEN y VEENEKLAAS, 1993; DROOGERS y BOUMA, 1997; DECKERS, 2002).

La eficiencia en el uso de los recursos resulta clave, especialmente en sistemas de tipo I. Los atributos productividad y estabilidad de los sistemas son altamente dependientes de la asignación y aprovechamiento de los diferentes factores de la producción (DE HAAN et al., 2000). La variabilidad de los mercados y la estrechez de los márgenes económicos conducen a la necesidad de desarrollar alternativas tecnológicas para hacer más eficiente los procesos productivos. Los proyectos circunscriptos en este ámbito corresponden al área de incumbencia I e, de

acuerdo al ejemplo propuesto. Sin embargo, los principios básicos agroecológicos en relación con el uso eficiente de los recursos (i.e. radiación solar, agua, nutrientes, espacio geográfico, trabajo familiar) derivados de investigaciones en esta área, pueden hacerse extensivos a otros sistemas, concerniendo así a las áreas de incumbencia II e y III e (Cuadro 2).

Los criterios de diagnóstico diversidad y conservación corresponden al atributo estabilidad de los sistemas productivos (LÓPEZ RIDAURA et al., 2000). La diversidad ha sido considerada aquí como un criterio amplio que involucra aspectos naturales y culturales, y que adquiere diferentes dimensiones al cambiar la escala de trabajo. Así, tanto la biodiversidad edáfica (i.e. micro flora y micro y meso fauna del suelo), como la diversificación espacio-temporal de cultivos (i.e. policulturas), o la diversidad cultural que sustenta el capital cognoscitivo de una comunidad, constituyen variables de diversidad que hacen a la estabilidad de los sistemas productivos (áreas I - III d). Concomitantemente, el criterio de conservación estará vinculado a estas diferencias de escala. De acuerdo a su temática, ciertos proyectos de investigación son capaces de ahondar en principios agroecológicos, cuya

**Cuadro 2:** Áreas de incumbencia de los diferentes proyectos dentro de un programa de investigación tomando como ejemplo los sistemas productivos "tipo" identificados en Argentina.

Criterio de diagnóstico	Tipo de sistema		
	AABF	MAMF	BAAF
Eficiencia	I e	II e	III e
Diversidad	I d	II d	III d
Conservación	I c	II c	III c

AABF: alta adaptabilidad, baja fragilidad; MAMF: adaptabilidad y fragilidad medias; BAAF: baja adaptabilidad, alta fragilidad. e: eficiencia; d: diversidad; c: conservación.

comprensión resulta de utilidad en más de un área de incumbencia simultáneamente (e.g. alternativas tendientes a enriquecer la fracción orgánica edáfica en cantidad y calidad), a diferentes escalas de trabajo.

### **Hacia un uso eficiente de recursos en investigación agroecológica aplicada**

La utilización de este marco conceptual permite identificar 'vacíos' en la información existente en las diferentes áreas de incumbencia y direccionar así, la investigación en forma más eficiente. Los diferentes proyectos que conforman un programa deben ser caracterizados de acuerdo al/las área/s de incumbencia a abordar (Cuadro 2). Frecuentemente, al iniciar un programa de investigación en una nueva región, se intenta abarcar un amplio espectro de incumbencias y tópicos de trabajo, que probablemente han sido abordados en experiencias previas, o que pueden ser extrapolados desde situaciones comparables. La investigación agroecológica debe evitar las experiencias desalentadoras de la investigación clásica; un ejemplo claro lo constituye la investigación en manejo de la fertilidad de suelos en África sub-Sahariana, donde por más de 20 años se ha trabajado en el desarrollo de alternativas tecnológicas más eficientes, sin considerar aspectos de conservación ni de diversidad socio-económica y cultural, con una escasa participación de los campesinos (SÁNCHEZ et al., 1997). Como resultados se observan una baja o nula adopción de tales alternativas, y un alto grado de superposición de incumbencias y repetición de temas de investigación. Indicadores de eficiencia, diversidad y conservación pueden ser obtenidos mediante procesos participativos de una manera más sencilla, y deben ser considerados al momento de evaluar el impacto de un proyecto.

A menudo la investigación 'formal' produce resultados y conocimiento que pueden ser

incorporados en planteos agroecológicos. Por ejemplo, un enfoque de gran utilidad puede ser derivado de las experiencias de Silveira et al. (2001) en el nordeste de Brasil para el estudio de flujos de materia orgánica en agroecosistemas semi-áridos demográficamente comparables, o del ancestral sistema de manejo agroforestal Quezungual, practicado por agricultores de pequeña escala en las altitudes de Honduras (HELLIN et al., 1999). Sin embargo, la mayor parte de la investigación agronómica clásica en Latinoamérica ha sido desarrollada dentro de las áreas de incumbencia I e II e siguiendo el criterio de maximizar los rendimientos a través de la incorporación de insumos con diferente grado de intensidad (Cuadro 2).

Un enfoque sistémico como el propuesto en este marco permite identificar las necesidades de investigación y favorecer:

(i) La vinculación de proyectos de investigación cuyos temas son afines o comparten el mismo área de incumbencia, y/o mediante el uso de modelos integradores de la información básica derivada de los mismos, generando respuestas e identificando nuevas consignas a diferentes escalas de trabajo.

(ii) La ponderación del impacto de ciertas alternativas sobre los distintos atributos y elementos de diagnóstico de sustentabilidad, y que puede ser estudiado no sólo sobre uno de los componentes del sistema sino sobre la totalidad de éste.

(iii) El uso eficiente de recursos de investigación, especialmente en instituciones y universidades que afrontan realidades presupuestarias cada vez más limitadas, explotando al mismo tiempo las oportunidades de la vinculación inter-disciplinaria (e interinstitucional) y favoreciendo la transferencia de experiencias útiles.

### **Conclusiones**

Diferentes sistemas como los ejemplificados para el caso argentino presentan, sin embargo, atributos comunes que permiten su vinculación. El proceso de intensificación que tiene lugar actualmente en estos agroecosistemas, que impacta en mayor medida sobre los sectores rurales de menores recursos, requiere de alternativas que permitan asegurar, en principio, su productividad y estabilidad. La aplicación de este marco conceptual permite identificar los aspectos de la sustentabilidad que operan en tal sentido, los que deben ser abordados por los programas de investigación. Es necesario diferenciar el impacto de la investigación en los atributos de eficiencia, diversidad y conservación, y tipificar el sistema bajo estudio según su adaptabilidad y/o fragilidad, a fin de que los principios agroecológicos básicos derivados de la misma puedan hacerse extensivos (¡o no!) a otros agroecosistemas, ampliando su cobertura geográfica.

#### Notas

- 1 Según las definiciones vertidas en Sarandón, 2002.
- 2 Según las definiciones vertidas en Altieri, 1999.

#### Referencias Bibliográficas

- ALESSANDRÍA, E.; LEGUÍA, H.; PIETRARELLI, L.; SÁNCHEZ, J.; LUQUE, S.; ARBORNO, M.; ZAMAR, J.L.; RUBIN, D. La agrodiversidad en sistemas extensivos. El caso de Córdoba. **LEISA**, n.16, p.0-11, 2001.
- ALTIERI, M. Applying agroecology to enhance productivity of peasant farming systems in Latin America. **Environment, Development and Sustainability**, n.1, p.197-217, 1999a.
- ALTIERI, M. **Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable**. Editorial Nordan-Comunidad, Montevideo, Uruguay, 1999b, 325 p.
- ALTIERI, M. **Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments**. Department of Environmental Science Policy and Management, University of California, Berkeley, USA. <http://agroeco.org/brasil/material/nrm>, 2003, 28 p.
- BUCHER, E.H.; HUSZAR, P.C. Sustainable management of the Grand Chaco of South America: Ecological promise and economic constraints. **Journal of Environmental Management**, n.57, p.99-108, 1999.
- COOPER, P.J.M.; DENNING, G. Ten fundamentals for scaling-up agroforestry innovations. **LEISA**, n.17, p.13-14, 2001.
- DECKERS, J. A systems approach to target balanced nutrient management in soilscares of Sub-Saharan Africa. In: VANLAUWE, B. et al. (EDS.). **Integrated plant nutrient management in Sub-Saharan Africa**. From concepts to practice. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 2002, p.47-62.
- DE GRAZIA, J.; TITTONELL, P.A. Alternativas tecnológicas para aumentar la eficiencia y asegurar la diversidad y conservación de los recursos productivos. Proyecto de Investigación, Departamentos de Suelo y de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina, 2009, 34 p.
- DE HAAN, J.; VAN ITTERSUM, M.V.; DE RIDDER, N. **Introductory module on quantitative analysis of agroecosystems (QUASI-Intro)**. Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands, 2000, 343 p.
- DROOGERS, P.; BOUMA, J. Soil survey input in exploratory modeling of sustainable land management practices. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, n.61, p.1704-1710, 1997.
- ESWARAN, H. Soil resilience and sustainable land management in the context of AGENDA 21. In: GREENLAND, D.J.; SZABOLCS, S. (EDS.). **Soil resilience and sustainable land use**. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 1994, p.21-32.
- GILLER, K.; VAN KEULEN, H. **The NUANCES framework: Nutrient use in animal and cropping systems - Efficiency and scales**. Plant Production Systems, Department of Plant Sciences, Wageningen University, The Netherlands, 2001, 7 p.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecology: Researching the ecological basis for sustainable agriculture**. Ed. Springer Verlag, 1990, 380 p.
- GÓMEZ, A.A.; SWETE, D.E.; SYERS, J.K.; COUGLAN, K.L. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. En: **Methods for Assessing Soil Quality**. SSSA Special Pub. 49, Madison, Wisconsin, USA, 1996, p.401-410.

- HELLIN, J.; WELCHEZ, L.A.; CHERRET, I. The Quezungal system: an indigenous agroforestry system from western Honduras. **Agroforestry Systems**, n.46, p.229-237, 1999.
- HERRERO, M. Integrating methodologies for analysing crop-livestock production systems. In: THORNTON, P.K.; ODERO, A.N. (EDS.). **Workshop on Ecoregional Research at ILRI-International Livestock Research Institute**, Nairobi, Kenya, 1999, p.87-96.
- HOLLING, C.S. Theories for sustainable futures. **Conservation Ecology**, v.4, n.2, p.7, 2000.
- KARLIN, U.O.; CATALAN, L.A.; COIRINI, R. **La naturaleza y el hombre en el Chaco seco. Proyecto Desarrollo agroforestal en comunidades rurales del noroeste argentino**. Convenio UNC-GTZ (Universidad Nacional de Córdoba - Sociedad Alemana de Cooperación Técnica), Córdoba, Argentina, 1994, 163 p.
- LEFFELAAR, P. **On system analysis and simulation of ecological processes, with examples in CSMP and FORTRAN**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1993, 294 p.
- LÓPEZ RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. The MESMIS framework. **LEISA**, n.16, p.28-30, 2000.
- METRICK, H. **Development oriented research in agriculture: an ICRA textbook**. The International Centre for Development Oriented Research in Agriculture (ICRA), Wageningen, The Netherlands. 1993, 290 p.
- PENGUE, W.A. Impactos de la expansión de la soja en Argentina. Globalización, desarrollo agropecuario e ingeniería genética: un modelo para armar. **Biodiversidad**, n.29, p.7-14, 2001.
- PRETTY, J. Can sustainable agriculture feed Africa? New evidence on progress, processes and impacts. **Environment, Development and Sustainability**, n.1, p.253-274, 1999.
- PRETTY, J.; GUIJT, I.; SCOONES, I.; THOMPSON, J. **A trainer's guide for participatory learning and action**. IIED Methodology Series, ISBN 1 899825 00 2, International Institute for Environment and Development, London, UK. 1995, 267 p.
- SÁNCHEZ, P.; SHEPHERD, K.; SOULE, M.; PLACE, F.M.; BURESH, R.; IZAC, A.M.N. Soil fertility replenishment in Africa: an investment in natural resource capital. In: BURESH, R.J.; SÁNCHEZ, P.A. (EDS.) **Replenishing Soil Fertility in Africa**. Vol. ASSA, CSSA, SSSA, Wisconsin, USA, 1997, p.1-46.
- SARANDÓN, S.J.. **Agroecología: El camino para una agricultura sustentable**. Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Argentina, 2002.
- SERAGELDIN, I. Nurturing and nourishing the world's poor: Important roles of horticulture in sustainable development. **Chronica Horticulturae**, n.43, p.4-10, 2003.
- SILVEIRA, L.M.; TIESSEN, H.; TONNEAU, J.P. Organic matter management in family agriculture of semiarid Paraíba, Brazil. In: MARTINS, M. et al. (EDS.). **Managing Organic Matter in Tropical Soils**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 2001, p.215-223.
- THORNTON, P.K.; HERRERO, M. Integrated crop-livestock simulation models for scenario analysis and impact assessment. **Agricultural Systems**, n.70, p.581-602, 2001.
- TITTONELL, P.A. Soil fertility gradients in smallholder farms of western Kenya. Their origin, magnitude and importance. MSc thesis. Production Ecology, Sub-Department Plant Production Systems, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands, [Http://dpw.wau.nl/pp/staff](http://dpw.wau.nl/pp/staff), 2003, 233 p.
- TITTONELL, P.A.; DE GRAZIA, J. Sustentabilidad de los sistemas productivos bajo intensificación: identificación y evaluación de alternativas tecnológicas mediante experimentación y modelización. Programa de Investigación, Departamentos de Suelo y de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina, 2003, 81 p.
- TITTONELL, P.A.; DE GRAZIA, J. Atributos y criterios de diagnóstico de la sustentabilidad a diferentes escalas espacio-temporales para sistemas productivos bajo intensificación. Proyecto de Investigación, Departamentos de Suelo y de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina, 2006, 54 p.
- VANDERMEER, J.; VAN NOORDWIJK, M.; ANDERSON, J.; ONG, C.; PERFECTO, I. Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n.67, p.1-22, 1998.
- VAN KEULEN, H.; VEENEKLASS, F.R. Options for agricultural development: a case study for Mali's fifth region. In: PENNING DE VRIES, F.W.T. (EDS.). **System Approaches for Agricultural Development**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1993, p.367-380.