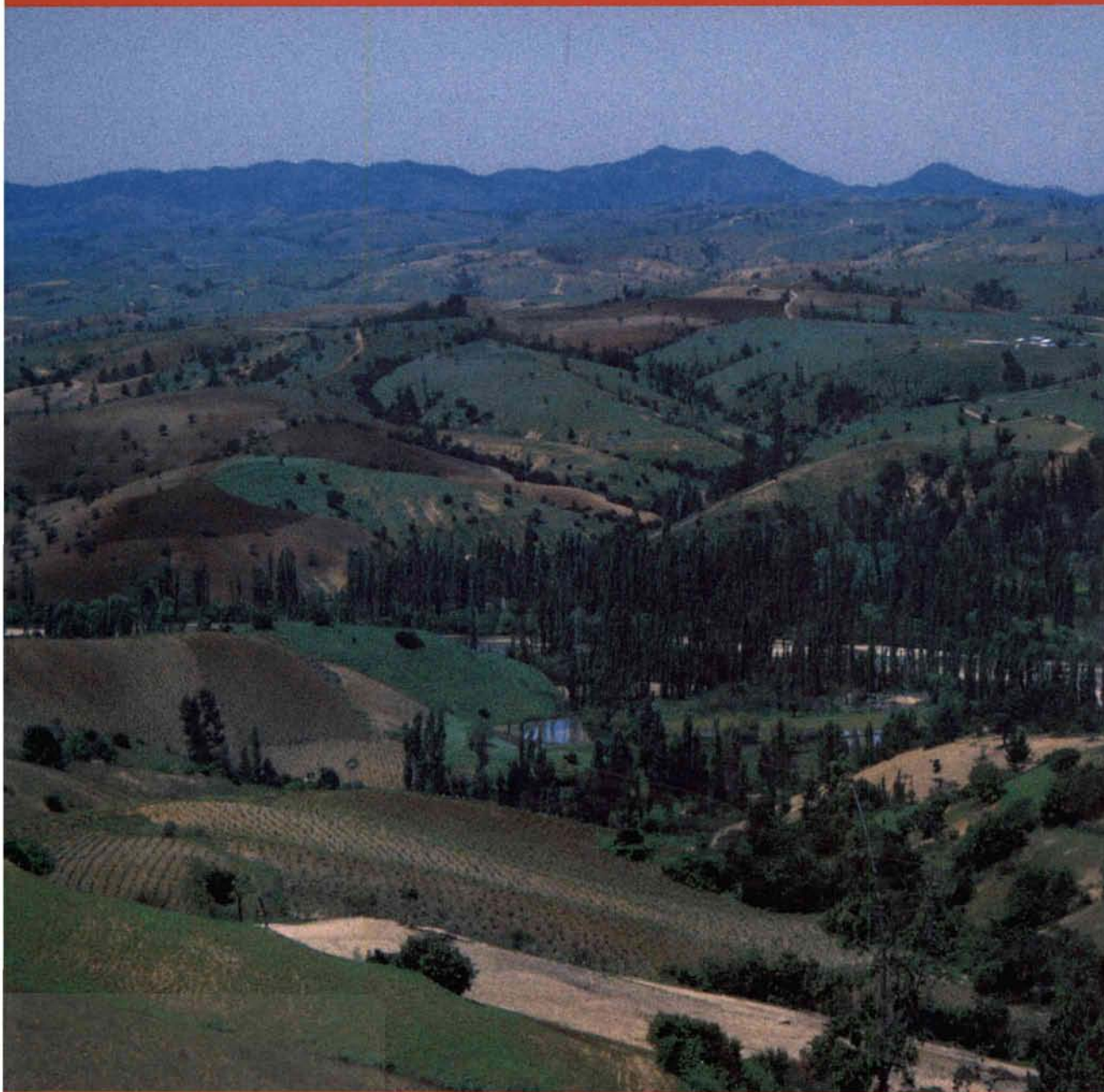


OPERACIONALIZACION DEL CONCEPTO DE SISTEMAS DE PRODUCCION SOSTENIBLES

Julio A. Berdegú / Eduardo Ramírez
EDITORES



ARCHIV
102926



La Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP), tiene su origen en 1986, en una serie de reuniones entre investigadores, extensionistas y agentes de desarrollo rural, preocupados de encontrar soluciones metodológicas innovativas que permitieran mejorar el impacto y la eficiencia de sus proyectos.

Gradualmente la red se ha ido desarrollando y expandiendo, hasta incluir en la actualidad a 39 instituciones asociadas, tanto públicas como privadas. De esta forma, RIMISP está presente en 13 países, principalmente de América Latina. A través de sus miembros, la labor de RIMISP llega en mayor o menor medida a más de 1.750 investigadores, extensionistas, planificadores, académicos universitarios y agentes de desarrollo rural.

Las instituciones miembros de RIMISP comparten el objetivo de generar y validar conceptos, métodos e instrumentos para elevar la eficiencia y el impacto de los proyectos orientados al desarrollo de una agricultura campesina sostenibles y competitiva en América Latina.

Entre los principales servicios que RIMISP presta a sus asociados se encuentran los siguientes: Apoyo a la formación de consorcios inter-institucionales; cofinanciamiento de investigación metodológica; asesoría técnica y metodológica a proyectos de investigación y desarrollo rural; capacitación de profesionales y técnicos; edición de publicaciones; y realización de los Encuentros Internacionales de RIMISP.

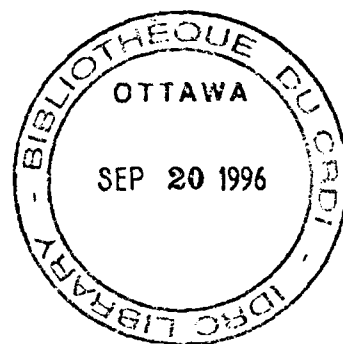
RIMISP
Casilla 228 - Correo 22
Santiago, Chile
Tel./Fax (+56 2) 223 2423
E-mail: rimisp@reuna.cl

IDRC - Lib.

Este informe se presenta tal como se recibió por el CIID de parte del o de los becarios del proyecto.
No ha sido sometido a revisión por pares ni a otros procesos de evaluación.

Esta obra se usa con el permiso de Rimisp-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.

© 1995, Rimisp-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.



ARCHIV
631.95 (8)
B 4

OPERACIONALIZACION DEL CONCEPTO DE SISTEMAS DE PRODUCCION SOSTENIBLES

Julio A. Berdegú / Eduardo Ramírez

EDITORES

**Red Internacional de Metodología de Investigación
de Sistemas de Producción - RIMISP**

Santiago de Chile, julio de 1995

© RIMISP
RED INTERNACIONAL DE METODOLOGIA
DE INVESTIGACION DE SISTEMAS DE PRODUCCION
Inscripción N° 94.177
ISBN 956-7271-07-0
Julio 1995

Diseño y Producción Gráfica: M. Luisa Jaramillo

Esta Edición se terminó de Imprimir en Valgraf Ltda.
General Bari 237, Providencia
Santiago de Chile, Julio de 1995

IMPRESO EN CHILE / PRINTED IN CHILE

INDICE

- 7 Presentación
- 11 Operacionalización del Concepto de Sostenibilidad:
Un Método Basado en la Productividad Total.
Larry Harrington, Peter Jones y Manuel Winograd
- 39 Evaluación de la Sustentabilidad de Sistemas de Producción
Campesinos en Relación a la Erosión del Suelo.
Eduardo Ramírez y Hugo Martínez
- 67 Evaluación de Proyectos para el Desarrollo Rural Sostenible:
El Plan Sierra en la República Dominicana.
Alain de Janvry, Elisabeth Sadoulet y Blas Santos
- 93 Elementos para el Desarrollo Metodológico del Tema de la
Sostenibilidad Agrícola en América Latina por RIMISP.
Evaristo Eduardo de Miranda
- 111 Recomendaciones para el Trabajo Futuro de RIMISP en el
Tema de Sistemas de Producción Sostenibles.

P R E S E N T A C I O N

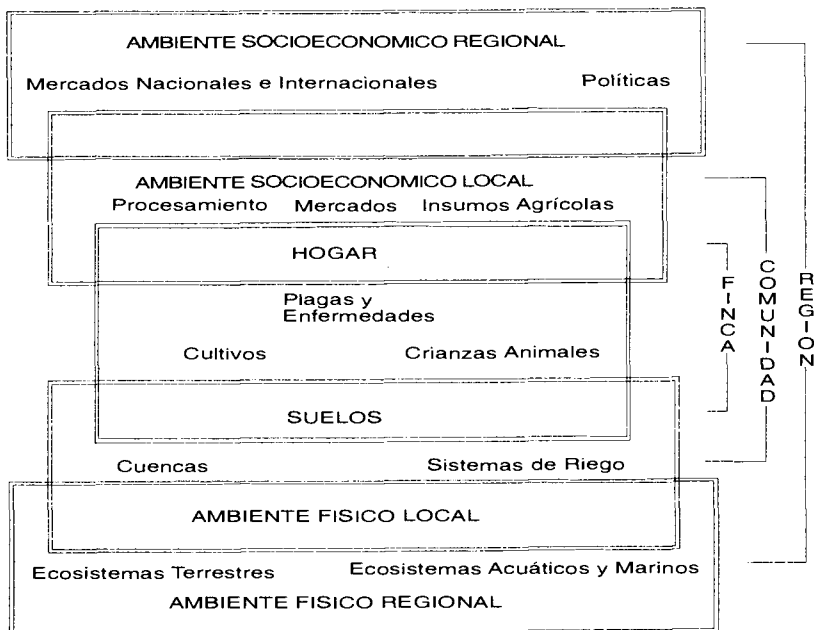
La presente publicación corresponde a una selección de trabajos presentados en el Sexto Encuentro Internacional de RIMISP, realizado en Jaguariuna, Sao Paulo, Brasil, en abril de 1994.

La discusión en esta reunión se centró en un tema: operacionalización del concepto de sistemas de producción sustentables. Se buscaba, además, discutir este tema considerando el efecto de las relaciones de los sistemas productivos con sus entornos "macro".

Resulta evidente que existe un nexo entre ambos temas. Desde un punto de vista conceptual se podría dar al menos el siguiente argumento:

Cuando las actividades agrícolas que intentamos orientar están vinculadas a procesos de deterioro de los recursos naturales, por ejemplo: suelo y vegetación; una agricultura más sustentable seguramente requerirá una redefinición de los Sistemas de Uso del Suelo a nivel micro-regional y no sólo la disponibilidad de nuevos componentes tecnológicos. En la medida en que un Sistema de Uso del Suelo a nivel micro-regional es el producto de la interacción en el tiempo entre un medio físico-biológico y un medio socio-económico-cultural, su transformación difícilmente puede ser provocada por el simple efecto de cambios técnicos puntuales.

El modelo propuesto por Hart y Sands (1990), es explicativo de este argumento:



Nos interesa esta relación desde el punto de vista del investigador, extensionista o agente de desarrollo rural que opera a nivel local o regional. La pregunta clave de este sujeto será "¿Cómo mi acción local se ve afectada y afecta a otras señales que recibe el agricultor y que tienen su origen en los mercados de bienes y servicios y en las políticas macro y sectoriales?".

Desde el punto de vista de nuestra discusión en RIMISP VI, restringimos las acciones locales del investigador extensionista o agente de desarrollo, a aquellas que en forma directa buscan mejorar la sustentabilidad del sistema por la vía de provocar un cambio en los Sistemas de Uso del Suelo a nivel micro-regional.

Estas acciones son potencialmente muy diversas. Por ejemplo:

- *Para el investigador y el extensionista:* introducción de un nuevo cultivo o de una nueva variedad resistente a una plaga que reducía o anulaba la competitividad de un cultivo; o de una tecnología de manejo que eleva la rentabilidad de un cultivo en comparación con los demás existentes en la zona.
- *Para el agente de desarrollo:* Diseño de un sistema de crédito que financie cultivos o actividades que se desean estimular; promoción de organizaciones que mejoren la eficiencia de la comercialización de un producto en particular y, por ende, su rentabilidad relativa; impulso de un proyecto de riego que permita la introducción de nuevos cultivos.

Al acotar el problema a cambios locales y regionales que específicamente enfrentan o mejoran la sustentabilidad de los Sistemas de Uso del Suelo, es posible que cobre efecto un problema particular, el de la potencial contradicción, al menos en el corto plazo, entre el beneficio económico individual y la sustentabilidad del sistema regional.

El problema a tratar en RIMISP VI fue el siguiente:

Analizar metodologías e instrumentos analíticos que permitan a investigadores, extensionistas y agentes de desarrollo que actúan a nivel local y regional, evaluar la relación entre proyectos que estén explícitamente orientados a fomentar Sistemas de Uso del Suelo más sustentables y los estímulos que reciben los agricultores desde los mercados de bienes y servicios y desde las políticas macro y sectoriales.

El presente texto pretende contribuir a la discusión de actualidad, relacionada a cómo enfrentar en los ecosistemas de la región, un desarrollo que sea sostenible en el tiempo, pero que a la vez responda a los requerimientos para así apoyar el logro de una mayor calidad de vida de las familias campesinas de América Latina.

El VI Encuentro Internacional de RIMISP contó con el patrocinio del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID, Ottawa, Canadá) y de la Comisión de las Comunidades Europeas, Dirección General XII. A ambas instituciones, expresamos nuestro reconocimiento.

Finalmente deseamos agradecer la valiosa ayuda de ECOFUERZA - Investigación y Desarrollo que actuó como entidad organizadora local del VI Encuentro Internacional de RIMISP, con el apoyo del Núcleo de Monitoreamiento Ambiental de EMBRAPA.

Julio A. Berdegúe
Eduardo Ramírez V.
EDITORES

Santiago de Chile, julio, 1995

OPERACIONALIZACION DEL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD: UN METODO BASADO EN LA PRODUCTIVIDAD TOTAL

Larry Harrington*
Peter Jones**
Manuel Winograd***

PROPOSITO DE LA PONENCIA Y PANORAMA GENERAL

La idea de que la agricultura debe ser sostenible es irrefutable. Las investigaciones encaminadas a determinar cómo se podría fomentar este tipo de agricultura abundan, en parte porque generalmente se piensa que son fundamentales para el futuro de la humanidad. Sin embargo, los objetivos nobles no bastan. Pese al entusiasmo actual, llegará el día (y muy pronto) en que se plantearán preguntas incómodas acerca de la eficacia de esas investigaciones, como por ejemplo: ¿Cómo saber si se está avanzando hacia el logro de los objetivos de sostenibilidad? y ¿Cómo detectar si los sistemas agrícolas se están volviendo más o menos sostenibles? Ahora es el momento de comenzar a prepararse para responder a esas interrogantes. Para evaluar el impacto de las investigaciones encaminadas a fomentar la sostenibilidad, se requiere la capacidad de detectar el avance hacia los objetivos de ésta. Por tanto, los investigadores necesitan contar con indicadores de sostenibilidad.

En este trabajo se analizan varios temas. Se examina en primer lugar, el concepto de la sostenibilidad y se describen algunas de las características que deben tener los indicadores de ésta. Enseguida se presenta el concepto de productividad total (PT). Este se define como la suma del valor de todos los productos dividida por la suma del valor de todos los insumos, incluidos todos los costos económicos y ambientales. Se emplean los números índice para evaluar los cambios en la PT en el transcurso del tiempo y así se eliminan los efectos de los cambios en los precios relativos de insumos y productos. Se sugiere que, en principio, la PT debe ser el primer indicador de sostenibilidad; es decir, se considera que un sistema agrícola es sostenible cuando las tendencias de la PT no son declinantes. Los componentes de la PT pueden usarse como indicadores secundarios de la sostenibilidad. Se puede lograr una mejor comprensión de las tendencias de la PT si se toman en cuenta varios procesos:

- Cambios técnicos dentro de los sistemas de cultivo, incluyendo la adopción de nuevos insumos que aumentan la productividad y los ajustes en las tasas del uso de insumos.

* CIMMYT, México.

** CIAT, Colombia.

*** GASE, Argentina.

- Cambios en la calidad de los recursos naturales (y el efecto de las prácticas de la producción agrícola en esos recursos).
- Cambios en el ambiente externo (y el efecto de las prácticas de la población agrícola en ese ambiente).

Sin embargo, en la práctica parece probable que la estimación y pronóstico de las tendencias de la PT, será difícil. Se propone que los investigadores también desearán crear "indicadores sustitutos", es decir, variables fácilmente observables y quizás cualitativas, que estén vinculadas estrechamente a los componentes de la PT. Enseguida, se exploran algunos problemas del uso de los indicadores sustitutos en varios niveles de los sistemas y por distintos usuarios. Por último, se describen varios métodos que se han usado para estimar la PT, junto con otras formas de abordar la creación de indicadores sustitutos.

EL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD Y LA FUNCION DE LOS INDICADORES

La Sostenibilidad

Son innumerables las definiciones de sostenibilidad (o de sistemas agrícolas sostenibles) que han surgido en los últimos años. No obstante, muchas, o quizás todas ellas, se pueden clasificar en varias categorías generales. Cabe señalar que los enfoques o conceptos que se describen enseguida no se excluyen mutuamente; de hecho, muchos observadores (nosotros entre ellos) hacen hincapié en uno de ellos, al mismo tiempo que reconocen la validez de otros.

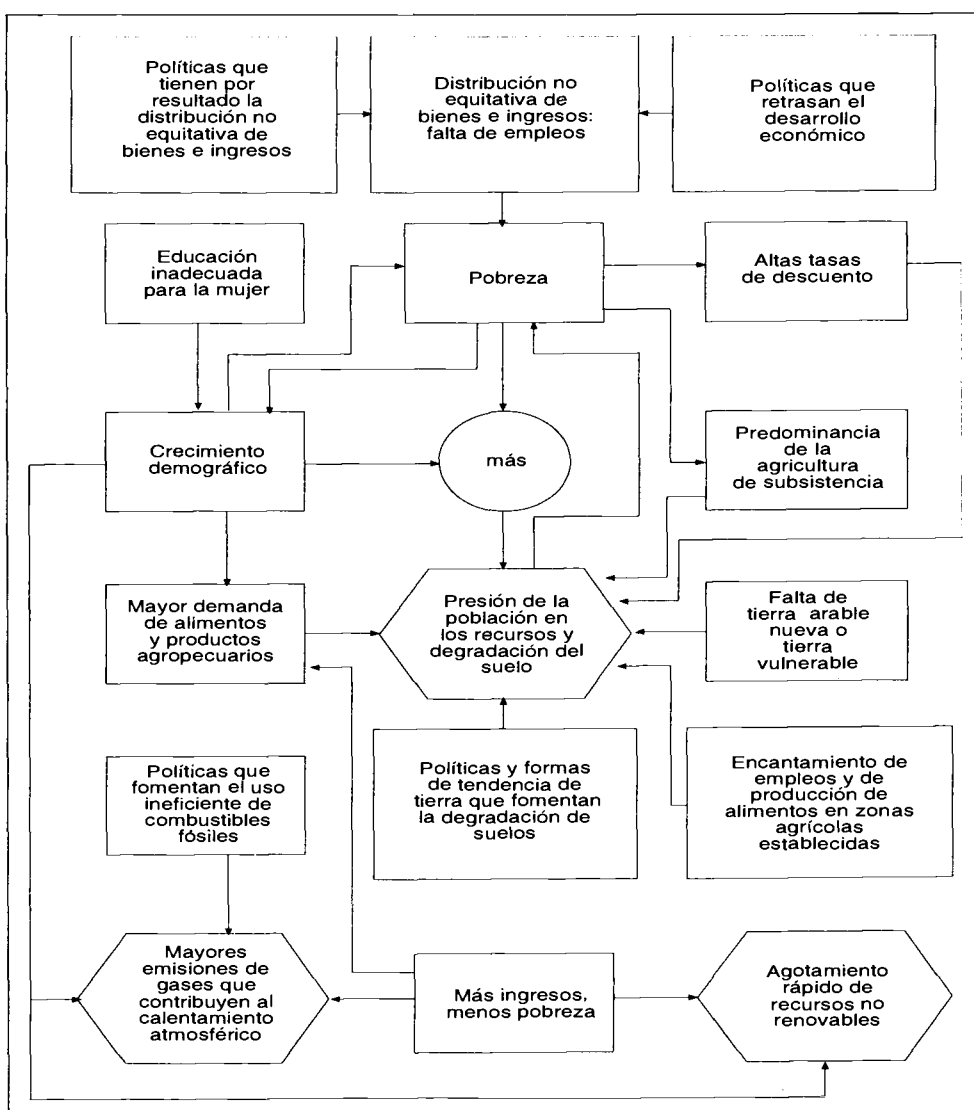
Agroecología. La sostenibilidad se entiende como la capacidad de un sistema de recuperarse de condiciones adversas o perturbaciones, gracias en gran parte a su diversidad, pues cuenta con numerosas vías de canalización de energía y nutrientes (Conway, 1986).

Administración. La sostenibilidad se entiende como la administración humana de los recursos del planeta, lo cual conlleva una responsabilidad, frente a las especies no humanas y las generaciones futuras, de utilizar y conservar esos recursos sabiamente. Entre otras cosas, este razonamiento implica que el crecimiento de la población humana y las actividades económicas, deben restringirse (Batie, 1989).

Crecimiento sostenible. La sostenibilidad se entiende como la necesidad de reducir al mínimo el daño a los recursos naturales y, al mismo tiempo, satisfacer las demandas de productos agrícolas. La definición del CGIAR (Consultive Group for International Agricultural Research) pertenece principalmente a esta categoría (CIMMYT, 1989). Esta es la interpretación de sostenibilidad que se emplea en este trabajo.

El enfoque de "crecimiento sostenible", hace hincapié en la necesidad de incrementar la producción agrícola para satisfacer la creciente demanda de alimentos. Sin embargo, esto no implica que la producción pueda seguir incrementándose en forma indefinida y, afortunadamente, no es necesario suponer que así será. El mundo desarrollado ha demostrado que el crecimiento demográfico está estrechamente vinculado al desarrollo y bienestar humanos. Contribuyen a reducir el índice de natalidad y el crecimiento de la población, los ingresos mayores, una mejor educación (especialmente para la mujer) y el acceso a información sobre la planeación familiar (Poleman, 1989; Robey, Rutstein y Morris, 1993). A medida que este fenómeno se vaya extendiendo en el mundo en desarrollo, se estabilizarán gradualmente los aumentos en la demanda de alimentos provocados por el crecimiento demográfico.

FIGURA N° 1. La pobreza, el aumento de ingresos y los problemas de sostenibilidad.



En general, es sumamente importante comprender las causas de los problemas de la sostenibilidad, pues éstos rápidamente se vuelven parte de los problemas del desarrollo general. Los problemas de la sostenibilidad se han atribuido a la presión que ejerce la población en los recursos, a la pobreza y la marginalización, a la inseguridad de los derechos de uso de suelo, a la maximización de los beneficios a corto plazo, al comportamiento de los grandes terratenientes y a ciertos tipos de políticas. Las interacciones entre estos factores son bastante complejas y no es posible plantearlas a fondo aquí, pero en la Figura 1 se resumen las más importantes (Harrington, 1993).

Muchos consideran que una definición específica de agricultura sostenible (principalmente del tipo "crecimiento sostenible") es de particular interés y relevancia: "Un sistema agrícola sostenible es aquel que puede satisfacer en forma indefinida la creciente demanda de alimento y sustento, a costos económicos y ambientales socialmente aceptables" (Crosson, 1992). Cabe señalar que en los "costos económicos y ambientales" se incluyen todos los costos relacionados con la producción, dentro y fuera de la parcela. Se muestran en el Cuadro 1 varios ejemplos de los costos económicos y ambientales.

La ventaja de la definición de Crosson es que resalta el hecho de que no es posible satisfacer las demandas, ni lograr incrementos en la producción, sin un costo. Además, subraya la idea de que se pueden balancear distintos tipos de costos y que existe la opción de incurrir en costos en una región para reducirlos en otra. Por consiguiente, esta definición admite la posibilidad de que un sistema pueda ser sostenible, aunque algunos de sus componentes no lo sean, o quizá tenga que adaptarse en forma dinámica a las circunstancias externas cambiantes para ser sostenible.

Cuadro N° 1. Algunos ejemplos de los costos económicos y ambientales de satisfacer la creciente demanda de productos agrícolas.

Costos económicos en la finca	Costos económicos fuera de la finca	Costos ambientales
<p>A corto plazo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costos actuales de los insumos externos y los suministrados por el agricultor, p.ej., fertilizante, mano de obra tierra, residuos de cultivo <p>A largo plazo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas de productividad por erosión y menor fertilidad del suelo, o por salinización gradual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de productividad por limo depositado en las instalaciones de riego en tierras bajas, proceso asociado con la erosión en tierras altas • Generación de electricidad ineficiente debido a la mala calidad de agua asociada con la erosión en tierras altas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de la calidad de agua y efectos en la salud pública: residuos de plaguicidas, nitratos etc.- • Pérdida de biodiversidad por expansión de tierras y deforestación. • Mayores emisiones de los gases que calientan la atmósfera y posible contribución a los cambios en clima mundial.

Indicadores y Medidas

Un indicador se define como una variable que llama la atención hacia algo. Entonces, los indicadores de sostenibilidad se pueden definir como variables que apuntan o dirigen la atención hacia procesos, estados o tendencias asociadas con la sostenibilidad de un sistema. Estos indicadores pueden basarse en "medidas" (variables cuantitativas) o "no medidas" (variables cualitativas). Como ejemplos: la erosión neta del suelo (toneladas netas de suelo que se pierden por hectárea cada año), es una medida; lo que un grupo de agricultores percibe respecto a los cambios en el transcurso del tiempo en la calidad de la tierra, constituye una "no medida". Los indicadores no tienen forzosamente que basarse en las medidas; de igual manera, no todas las medidas son necesariamente indicadores. Un cambio en los nutrientes del suelo, que ha sido estimado en forma precisa, no es un indicador cuando la sostenibilidad se ve amenazada, no por la pérdida de fertilidad, sino por la reducción en la capa freática.

Características que Deben Tener los Indicadores

Parece razonable que un buen indicador de la sostenibilidad deba:

- Cambiar a medida que el sistema deje de estar en un estado de equilibrio (en otras palabras, debe dar una indicación clara de que el comportamiento del sistema muestra una tendencia a declinar, debido a procesos de degradación de recursos).
- En particular, debe dar aviso de procesos de degradación irreversibles (o de que los costos de revertir un proceso, probablemente resulten socialmente inaceptables).
- Tener en cuenta el ciclo completo que el sistema atraviesa en el tiempo (los indicadores deben reflejar los efectos de las rotaciones de cultivo a largo plazo, si es que los hay).
- Señalar los nexos con otros niveles del sistema, en los que los procesos de degradación podrían abordarse con más facilidad.
- Distinguir claramente entre causas y efectos: los procesos de deterioro del sistema (efectos), no deben confundirse con las características que hacen que el sistema sea vulnerable al deterioro (causas).
- Tener un alcance geográfico útil y completo.
- Ser fácilmente detectable, relativamente sencillo y eficaz en cuanto a los costos, aprovechando en lo posible la información existente.

- Constituir un medio de predecir las tendencias futuras en la calidad de los recursos y en la productividad del sistema agrícola, así como seguir la trayectoria de las respectivas tendencias en el pasado.

Este último punto es de particular importancia en sistemas relativamente nuevos, en tierras donde la agricultura apenas comienza a intensificarse, o cuando se cuenta con poca información sobre tendencias pasadas (útiles), que podrían servir como base para predecir el futuro. Además, si se piensa que el futuro será más turbulento que el pasado, por ejemplo, a causa de los cambios climáticos, entonces las tendencias pasadas tendrán poca utilidad en la creación de indicadores.

PRODUCTIVIDAD TOTAL

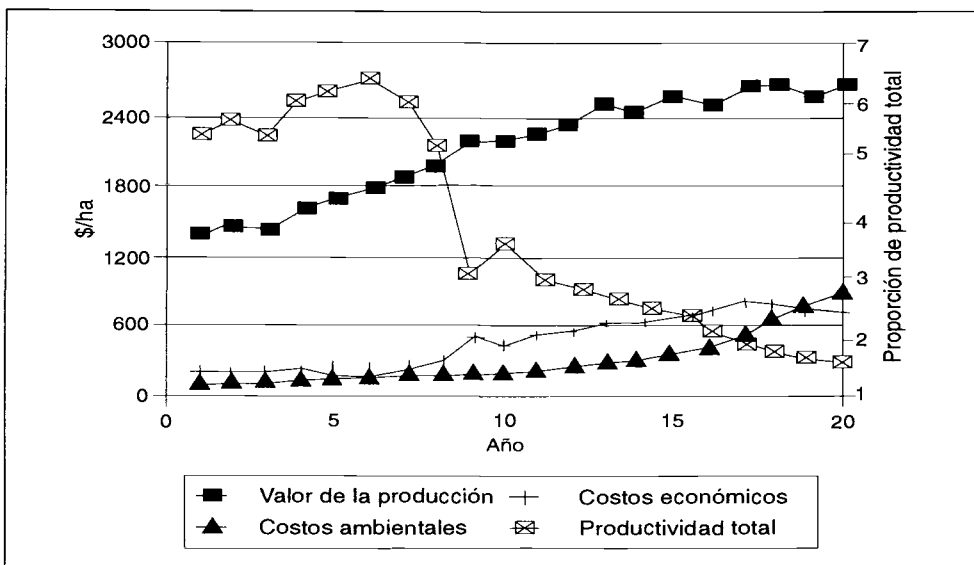
El principal indicador de sostenibilidad que se utiliza en este trabajo, es la productividad total, una medida ideada por Lynam y Herdt (1988) y Crosson y Anderson (1993), que sirve para poner en práctica la definición de Crosson de agricultura sostenible presentada anteriormente. La productividad total se define como la suma de los valores de todos los productos, dividida por la suma de los valores de todos los insumos, incluyendo todos los costos económicos y ambientales. Los números índices se usan para evaluar los cambios en la productividad total en el transcurso del tiempo y eliminar los efectos de los cambios en los precios relativos de insumos y productos. Se reconoce que los costos ambientales pueden ser difíciles de cuantificar y valorar (Pearce, 1993), aunque en tiempos recientes ha habido un avance metodológico considerable en esta área (Winpenny, 1991). Los sistemas agrícolas se consideran sostenibles, cuando la productividad total muestra una tendencia no declinante. Las tendencias declinantes de la PT, indican deterioro de los recursos, o que están ocurriendo efectos ambientales indeseables, a medida que los sistemas agrícolas tratan de satisfacer las demandas crecientes de productos agrícolas.

$$\text{Matemáticamente, } PT = Y / (C + F + X + E) \quad (1)$$

donde PT = productividad total; Y = valor por hectárea de todos los productos de un sistema, incluido el valor de todos los subproductos; C = costos económicos a corto plazo en la parcela ¹, incluyendo los costos de oportunidad de los recursos que pertenecen al productor; F = costos económicos en la parcela a más largo plazo, incluyendo los "costos del usuario"; X = costos económicos fuera de la parcela; E = costos ambientales. Nótese que Y y todos los tipos de costos se valoran en sus precios sociales, es decir, eliminando las distorsiones de precios inducidas por las políticas. En la Figura 2 se presenta un ejemplo hipotético de un sistema no sostenible, que incluye una productividad total declinante asociada con costos económicos y ambientales cada vez mayores.

1 En este contexto, "en la parcela" significa que los costos son pagados por el productor y que no son transferidos a otros productores ni a los consumidores.

FIGURA Nº 2. Estimación de las tendencias de la productividad total: una ilustración hipotética.



La productividad total satisface la mayoría de las características arriba mencionadas, que los indicadores de sostenibilidad deben reunir. Sin embargo, cabe plantearse algunas inquietudes:

- Para hacer una estimación empírica de las tendencias de la productividad total, se requiere una enorme cantidad de información. Todos los productos e insumos (incluyendo los efectos económicos y ambientales fuera de la parcela causados por el sistema de producción), primero deben ser medidos físicamente y luego valorados. La PT no es un indicador "fácilmente detectable y relativamente sencillo".
- Las estimaciones de la productividad total pueden exagerar la sostenibilidad de un sistema cuando el cambio tecnológico es rápido (lo cual conduce a un rápido aumento en el valor de la producción) y cuando, al mismo tiempo, los costos económicos y ambientales fuera de la parcela son difíciles de medir y, en consecuencia, son omitidos.
- Las estimaciones de las tendencias pasadas en la productividad total, dan muy poca idea de las tendencias futuras si la degradación de recursos se acelera (incrementando los costos económicos y ambientales), mientras las fuentes de crecimiento de la productividad se estancan (retrasando el crecimiento del valor de la producción).
- Se supone que los valores ambientales pueden compararse con los valores económicos, es decir, que los costos ambientales de un sistema de producción se pueden combinar con los económicos, para estimar los costos totales. Esto

implica que los costos de satisfacer la creciente demanda de productos agrícolas son "socialmente aceptables" cuando se reducen al mínimo, a pesar de la importancia relativa de los costos ambientales y económicos. Cuando se dice que algunos tipos de daños ambientales son inherentemente inaceptables, esto implica que los costos asociados son infinitos y que la productividad total en esos casos es virtualmente cero.

- Los cambios en la productividad total en el transcurso del tiempo se miden mediante números índices, lo cual elimina los efectos de los cambios en los precios relativos de insumos y productos. Por tanto, los incrementos en los precios de los productos (o reducciones en los precios de los insumos) no aumentarán la productividad total. Sin embargo, el conjunto fijo de precios relativos que se usa para calcular los números índices, puede volverse menos realista con el transcurso del tiempo.

Está claro que la productividad total es muy útil como indicador de sostenibilidad, cuando es fácil obtener estimaciones adecuadas de una amplia gama de costos y beneficios ambientales dentro y fuera de la parcela o del sistema agrícola, y cuando se tienen en cuenta las fuentes probables de crecimiento de la productividad y los efectos probables de la degradación de recursos, al hacer proyecciones de las tendencias de la productividad total.

Indicadores Sustitutos

La complejidad y el costo asociado con la estimación de la PT misma, son causa de preocupación. Cuando los investigadores estiman las tendencias de la productividad total, pueden al mismo tiempo crear "indicadores sustitutos"; es decir, variables (quizá cualitativas), que están correlacionadas con la productividad total o con sus componentes. Es decir, un buen indicador sustituto, se caracteriza por tendencias que son muy similares a las asociadas con la productividad total o sus componentes. La identificación de estos indicadores y el establecimiento de su correlación con la productividad total y la calidad de los recursos, deben formar parte sustancial de cualquier programa de investigación que tenga por objeto permitir que numerosos actores, agricultores tanto como investigadores, participen en la evaluación de las tendencias de la sostenibilidad. Al final de este trabajo, se examinan distintas maneras de crear indicadores sustitutos.

Indicadores Sustitutos y Tipologías y Niveles del Sistema

Los indicadores sustitutos adecuados pueden variar a través de ecosistemas y también a través de los sistemas de producción en un ecosistema. Puede ser necesaria una tipología de sistemas para poder utilizar indicadores sustitutos. Cuando los sistemas de producción y los riesgos para la sostenibilidad del sistema son similares, los indicadores sustitutos también tenderán a ser similares. Por ejemplo, un indicador

basado en la dinámica del rebrote en un campo en descanso (vinculado a las tendencias de fertilidad del suelo y la productividad del sistema), sólo se aplicaría a los subsistemas que incluyen campos en descanso. De igual manera, un indicador basado en ciertas especies de malezas, sólo se aplicaría en aquellos lugares donde esas especies son endémicas. La investigación debe tratar de identificar indicadores sustitutos que tengan el mayor ámbito de aplicación posible.

Lo mejor es crear y utilizar indicadores sustitutos de sostenibilidad, a la luz de un entendimiento general de los procesos de desarrollo agrícola y de cómo éstos evolucionan a distintos niveles del sistema (por ejemplo, a nivel de finca, comunidad, país, ecosistema). En la medida que varían los niveles del sistema, la gama de factores que influyen en la sostenibilidad también varía. Además, deben proporcionar información que responda a las necesidades de distintos actores del sistema que operan en diferentes niveles:

- Los indicadores a niveles que van desde el agroecosistema hasta el país, deben ser útiles para los formuladores de políticas y los planificadores.
- Los indicadores a niveles que van desde la parcela hasta el agroecosistema, deben ser útiles para los investigadores, en la evaluación de tendencias y en la consideración de las distintas intervenciones que podrían revertir las tendencias desfavorables.
- Los indicadores a niveles que van desde la parcela hasta la comunidad, deben ser útiles para los agricultores y las asociaciones de productores y comunitarias, cuando tratan de entender lo que sucede con sus recursos naturales y la productividad de un sistema.

Efectos de los Nexos entre los Niveles de un Sistema

Los sistemas agrícolas se consideran sostenibles, cuando la productividad total muestra tendencias no declinantes. Estas tendencias se asocian con la degradación de recursos o con efectos ambientales negativos. Sin embargo, esto sólo es cierto en un nivel dado del sistema. Cuando un sistema "no sostenible" interactúa en forma significativa con niveles más altos del sistema, puede ser necesario ajustar el juicio de lo que es "no sostenible". Hay que tener en mente los siguientes mecanismos:

- Un nivel más alto de un sistema puede brindar oportunidades de sustituir insumos; por ejemplo, la fertilidad declinante de una parcela dada, puede mejorar con la aplicación de estiércol de corral (que existe a nivel de "toda la finca"), que normalmente se hubiera destinado a otros fines (por ejemplo, como combustible para el hogar).
- Un nivel más alto de un sistema puede brindar oportunidades de sustituir actividades; por ejemplo, la erosión asociada con la producción de cultivos

extensivos puede mejorar si esos cultivos se sustituyen por la horticultura, un cambio posible gracias a las inversiones en la infraestructura rural (caminos, puentes).

- En un nivel más alto de un sistema, se pueden aprovechar las oportunidades de llegar a un balance entre subsistemas; por ejemplo, las inversiones en la agricultura intensiva en zonas favorecidas (junto con niveles socialmente aceptables de contaminación ambiental) pueden, gracias a la generación de ingresos y empleos y a la disminución de la pobreza, reducir la necesidad de la gente pobre de realizar agricultura de subsistencia en laderas vulnerables.

Este último punto es interesante. Podría preguntarse si en América Latina una manera eficaz de evitar la degradación del suelo en las laderas y bordes de los bosques, sería fomentar más empleos mediante las inversiones en zonas agrícolas favorecidas, como por ejemplo, los valles altamente productivos. Este tipo de estrategia es más eficaz (y equitativa), cuando los efectos del empleo y el ingreso son grandes y de amplio alcance y cuando la pobreza disminuye con rapidez.

En conclusión, al evaluar la sostenibilidad de un subsistema, es necesario considerar la posibilidad de que los nexos con niveles más altos de un sistema, pueden ayudar a mejorar el comportamiento declinante del subsistema o la degradación de la calidad de los recursos. Las sumas asociadas con la estimación de la PT, pueden ser bastante diferentes en niveles altos del sistema respecto de las sumas en los niveles bajos de éste.

Categorías de Indicadores y Componentes de la Productividad Total

Las personas que crean indicadores de sostenibilidad, deben evitar la solución fácil de hacer una simple lista, es decir, una conglomeración detallada, pero no estructurada, de todas las variables que podrían estar relacionadas en un momento dado y en cualquier forma con la sostenibilidad. El conceder a este tipo de lista la capacidad de "medir la sostenibilidad", sólo sirve para confundir los indicadores útiles con los inútiles, y ni siquiera permite distinguir entre unos y otros.

Afortunadamente, el concepto de la productividad total ayuda a establecer categorías razonables de indicadores de sostenibilidad. Se indicó anteriormente que un sistema agrícola se considera sostenible cuando la productividad total muestra una tendencia no declinante. Entonces, las tendencias de la productividad total constituyen el indicador primario de la sostenibilidad. No obstante, debe quedar claro que las tendencias de los componentes de la PT son útiles como indicadores secundarios. Estos componentes incluyen:

- Y; el valor por hectárea de todos los productos de un sistema, incluido el valor de todos los subproductos.

- C; los costos económicos a corto plazo en la parcela, incluidos los costos de oportunidad de los recursos que pertenecen al agricultor.
- F; costos económicos a largo plazo en la parcela, incluidos los "costos del usuario".
- X; costos económicos fuera de la parcela.
- E; costos ambientales.

Las variables que influyen en la PT y sus componentes, pueden servir como indicadores terciarios. Estos incluyen:

- Cambios en la tecnología agrícola (y factores que afectan las decisiones de los agricultores respecto a la adopción).
- Cambios en la calidad de los recursos naturales (y los efectos sobre ella de las prácticas a nivel de finca).
- Cambios en la calidad del medio ambiente externo (poniendo particular atención en aquellos cambios, sean o no atribuidos a las prácticas de cultivo, que puedan afectar la productividad agrícola).

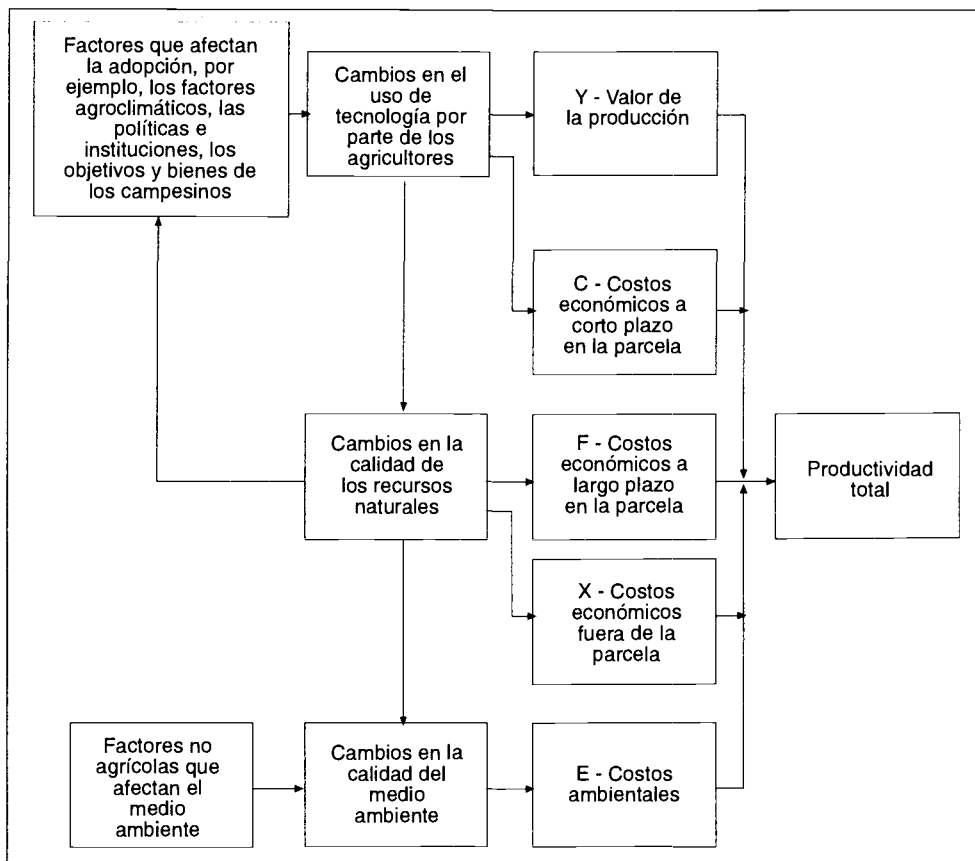
Se ilustran en la Figura 3 las interacciones entre indicadores primarios, secundarios y terciarios. El marco descrito en esa figura puede ser adaptado a cualquier nivel de la jerarquía del sistema, desde el nivel parcela hasta el mundial. Cabe señalar que, en principio, es mejor crear indicadores sustitutos en los niveles secundario y terciario.

Este marco también puede ayudar a analizar la utilidad de la información sobre los problemas de la sostenibilidad, sus causas respectivas y las posibles soluciones, para evaluar las tendencias de la sostenibilidad. Por ejemplo, muchos analistas han señalado que la disminución de las reservas de agua en la capa freática, amenaza la sostenibilidad de los sistemas intensivos de arroz en el Sur de Asia. Están en efecto indicando implícitamente, que los niveles de F y X probablemente son lo suficientemente altos como para inducir una tendencia declinante en la productividad total, pese a los altos niveles actuales de Y. De igual manera, los entusiastas de la labranza conservacionista, a menudo mantienen que la sostenibilidad mejora en la medida en que se adoptan esas prácticas, es decir, que implícitamente afirman que la adopción de estas prácticas incrementa la productividad total porque aumenta Y y/o reduce C, F, X o E.

Por último, cabe señalar que todos los indicadores antes mencionados (primarios, secundarios y terciarios), tienen dimensiones espaciales y temporales. Es decir, que

son de mayor utilidad cuando proporcionan información en cuanto al ritmo e incidencia de los cambios en la productividad total o en sus componentes. Sin una dimensión espacial y temporal, es difícil utilizar los indicadores para fijar las prioridades de investigación o para evaluar el impacto de ésta.

FIGURA Nº 3. Un modelo simplificado de los procesos que afectan los componentes de la productividad total.



En las siguientes secciones, se analizan en mayor detalle los problemas de los costos económicos a largo plazo en la parcela (F), los costos económicos fuera de la parcela (X), y los costos ambientales (E).

La Calidad de los Recursos Naturales y los Costos Económicos a Largo Plazo en la Parcela (F)

Las estimaciones de las tendencias de la calidad de los recursos naturales y los costos económicos a largo plazo en la parcela (asociados con los aumentos de la producción para satisfacer las demandas crecientes de productos agrícolas), son fundamentales para evaluar las tendencias de la productividad total. Por lo general, se requiere bastante información para estimar estas tendencias, por ejemplo:

- La amenaza que para la sostenibilidad representa la degradación de los recursos debe ser identificada y definida (incluyendo información sobre la velocidad y la incidencia del problema).
- La degradación de los recursos debe medirse en términos cualitativos y cuantitativos (por ejemplo, ton/ha-año de suelo perdido a causa de la erosión).
- Debe establecerse la causalidad entre la degradación de los recursos y la productividad de los sistemas agrícolas. Específicamente, hay que estimar las distintas trayectorias de la productividad del sistema ², en presencia y en ausencia de procesos de degradación.
- El costo asociado con la degradación debe estimarse para cada año, tomando en cuenta la pérdida de productividad y/o los aumentos en los costos de producción y, luego, descontarse para llegar a un valor presente.
- La suma de los valores presentes del flujo de costos debe calcularse e incluirse como el factor "F" en las estimaciones de la productividad total.

Un ejemplo sencillo de estos cálculos aparece en el Cuadro 2. En este ejemplo, se supone que la amenaza a la calidad de la tierra es la erosión (y los problemas asociados de pérdida de fertilidad y capacidad reducida de retención de agua). Se estima la pérdida de productividad asociada con la erosión, como la diferencia entre el valor de la producción en ausencia y en presencia de erosión. Los costos de los insumos necesarios para compensar esta pérdida, no se incluyen, a fin de evitar el doble conteo. Nótese que en este ejemplo se subestiman los verdaderos costos económicos a largo plazo de la erosión, puesto que los valores de rescate (la reducción permanente del valor del bien "tierra" después de expirado el período de análisis) y los costos no económicos (por ejemplo, valores de existencia u opción), no se incluyen en el análisis.

Las Externalidades y los Costos Económicos Fuera de la Parcela (X)

Es bien sabido que los agricultores, por lo general, subinvierten en las tecnologías de conservación del suelo cuando los costos de la degradación de éste -y los beneficios de las inversiones en las prácticas que lo conservan- ocurren fuera de la parcela y afectan a "alguien más". En Indonesia, por ejemplo, el costo principal que se asocia con la erosión en las laderas, es la acumulación de limo en la infraestructura de riego en las tierras bajas (UACP, 1987). De igual manera, en Estados Unidos se estima que el costo asociado con el efecto de la erosión en la calidad del agua río abajo, es el doble del costo de una menor productividad en la parcela (Colacicco, Osborn y Alt, 1989).

2 Para los fines de este trabajo, la productividad del sistema se estima como el valor del producto por unidad de tierra. Otra forma de estimarla, es calcular el nivel (y costo) de los insumos requeridos para mantener la producción a un nivel que podría observarse en ausencia de la degradación. No deberán utilizarse estos dos métodos al mismo tiempo, porque esto resultaría en una doble contabilidad.

Cuadro N° 2. Un ejemplo hipotético de la estimación de las pérdidas de productividad a largo plazo en la parcela, asociadas a la erosión.

Año	Erosión (t/ha)	Pérdida de productividad (kg/ha) ^a	Valor de la pérdida de productividad (\$/ha)	Valor de la pérdida de productividad por tonelada erosionada actualmente	Valor descontado de la pérdida de productividad (\$/t) (\$/ha) ^b
1	15	200	400	27	358
2	18	300	600	33	478
3	19	400	800	42	569
4	20	480	960	48	610
5	22	550	1100	50	624
6	22	620	1240	56	628
7	22	670	1340	61	606
8	22	720	1440	65	581
9	22	750	1500	68	540
10	22	770	1540	70	495
Suma	204				5.489

^a Estimada como la diferencia en los rendimientos en ausencia y en presencia de erosión. Los costos de los insumos para compensar esta pérdida de productividad no se incluyen para evitar el doble conteo.

^b Tasa de descuento = 12%.

En muchos países en los que el uso seguro de pesticidas no es necesariamente una alta prioridad, la contaminación del suministro de agua es un problema de particular importancia (McCracken y Conway, 1987). Por último, los recursos de propiedad común son particularmente susceptibles a la degradación, cuando la comunidad no hace cumplir los derechos bien definidos de uso de suelo (Jodha, 1991). Los costos asociados con estos efectos externos suelen ser difíciles de estimar. Sin embargo, si no existe una idea de los costos económicos externos, resultan incompletas las estimaciones de la productividad total y las evaluaciones de la sostenibilidad.

Efectos de la Agricultura en el Ambiente Externo (E)

Dada la preocupación generalizada respecto al estado del planeta Tierra, resulta importante al menos tratar de estimar los costos ambientales asociados con una mayor producción agrícola. Pueden compararse los efectos (pasado o futuros) de las prácticas actuales y alternativas en:

- Las tasas de deforestación.
- Los cambios en la calidad del agua.

- Los cambios en la contaminación ambiental.
- Los cambios en la biodiversidad.
- La captación o liberación de dióxido de carbono (y otros gases que calientan la atmósfera).

Muchos de estos impactos son sumamente difíciles de medir y valorar en términos monetarios, debido a que la mayoría de los bienes o servicios ambientales no se comercializan. La valoración ambiental suele depender de las estimaciones de la productividad total y de juicios equivocados respecto a la sostenibilidad agrícola.

Efectos del Ambiente Externo en la Agricultura

Las tendencias ambientales externas a la agricultura suelen tener una ingerencia importante en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas nacionales y mundiales. Estas tendencias proporcionan el contexto amplio en el que la productividad total y sus componentes deben interpretarse. El desarrollo de prácticas agrícolas "sostenibles" a nivel del agroecosistema, cuando se realiza sin tomar en cuenta las tendencias mundiales, se ha comparado con tratar de ordenar las sillas a bordo del Titanic. Enseguida presentamos ejemplos de tendencias mundiales amplias en el ambiente externo que afectan la agricultura:

- Los cambios en el clima mundial y las consecuencias para la distribución de cultivos y variedades y la adaptación asociada con los cambios de temperatura, o con cambios en el nivel e intensidad de las lluvias.
- Contaminación local causada por actividades urbanas e industriales, por ejemplo, ozono o dióxido de azufre.
- La disponibilidad y los precios de los insumos externos, incluyendo la energía empleada en los fertilizantes y pesticidas, maquinaria agrícola y el transporte y comercialización de productos e insumos agrícolas.
- Las tasas de expansión de la demanda de productos agrícolas, asociadas con el crecimiento demográfico y el aumento y distribución de ingresos.

Pronosticadores de la Adopción y Adaptación Campesinas

Cuando la declinación de la productividad total es un problema y éste es causado por la degradación de recursos, por lo general se buscan soluciones en el cambio técnico (incluyendo los cambios en las prácticas de la producción agrícola y las estrategias del manejo de suelos). El cambio técnico puede darse mediante los ajustes de políticas que crean incentivos para que los agricultores adopten las prácticas de conservación de suelo, mediante la adaptación de los agricultores a la situación

cambiante, o mediante el uso de nuevos insumos o prácticas generadas en cooperación con las estructuras formales de investigación y extensión. Los indicadores que se utilizan para predecir la probabilidad de que se dé un cambio tecnológico a nivel de finca, no suelen ser "indicadores de sostenibilidad". Sin embargo, los indicadores que ayudan a predecir si los agricultores adoptarán prácticas que conservan los recursos, pueden ser una gran ayuda para preparar los argumentos que se presentarán a los encargados de formular políticas y también para establecer las prioridades de una institución de investigación.

DISTINTAS FORMAS DE GENERAR INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

El marco conceptual desarrollado en este trabajo para la evaluación de las tendencias de la sostenibilidad, hace hincapié en el concepto de la productividad total. Resulta interesante examinar el grado en que las otras metodologías para crear indicadores de sostenibilidad, son congruentes con este marco. En esta sección se presentan seis maneras distintas de llevar a cabo esta actividad, y luego se describen varios métodos posibles para establecer indicadores sustitutos.

La Productividad Total de los Factores

La productividad total de los factores (PTF), se define como la suma del valor de todos los productos generados por un sistema de producción, dividido por la suma de todos los insumos (Lynam y Herdt, 1988). Hace ya mucho tiempo que las estimaciones de la PTF se usan en el nivel de la macroeconomía, para identificar la función del cambio tecnológico en el crecimiento económico: cuando se explican y se hacen a un lado las contribuciones de los mayores niveles de insumos, el residuo se atribuye al cambio tecnológico. Se han desarrollado números índices que permiten estimar las tendencias asociadas con los cambios de la PTF en el transcurso del tiempo (Capalbo y Antle, 1988). Las tendencias de la PTF pueden usarse para rastrear los cambios en el comportamiento del sistema e, implícitamente, en la calidad de los recursos, cuando los precios y la tecnología se mantienen constantes. Whitaker y Lalitha (1993) utilizaron este método para evaluar la sostenibilidad de patrones bien definidos de cultivo en la India, con base en datos de ensayos a largo plazo. Ehui y Spencer (1990) usaron una versión más avanzada de esta técnica, para incluir entre los costos de producción, el valor de los nutrientes en el suelo que se pierden a causa de la degradación de éste.

Es evidente que la PTF está estrechamente ligada al concepto de productividad total que se utiliza en este trabajo. Sin embargo, lo usual es que las estimaciones de la PTF incluyan los costos económicos y los beneficios a corto y, a veces, a largo plazo en la parcela (Y, C, F); los costos económicos y los beneficios fuera de la parcela (X) y los impactos en el medio ambiente (E), por lo general no se incluyen.

El Producto Nacional Bruto Agrícola, Ajustado Según la Depreciación de los Recursos Naturales

Las cuentas de los ingresos nacionales por lo general contienen estimaciones del producto agrícola nacional del país en cuestión. Cuando el producto nacional bruto de la agricultura aumenta en términos reales, muchos observadores sienten confianza en el comportamiento del sector. No obstante, gran parte de este crecimiento puede ser pasajero, logrado a expensas de la degradación de los recursos naturales. Cuando se toma en cuenta esta depreciación de capital, las estimaciones del producto nacional bruto de la agricultura son más realistas (Repetto et al., 1989).

Este método se originó para explicar el valor reducido de los bosques y las reservas minerales en las estimaciones de los ingresos nacionales (Repetto y Gillis, 1988).

Recientemente, sin embargo, se le ha aplicado en los sectores agrícolas de dos países, Filipinas y Costa Rica (TSC y WRI, 1992).

El método por lo general:

- Depende mucho de datos secundarios.
- Se utiliza a nivel del sector agrícola y, en consecuencia, nos dice muy poco acerca de las contribuciones de otras tecnologías a las metas de la sostenibilidad.
- Dice poco acerca de la diferencia entre los efectos en la parcela y fuera de ésta (a nivel del país, estas diferencias pierden su utilidad).
- Requiere que al inventario de recursos naturales se le asigne un valor monetario.
- Tiende a no tomar en cuenta los efectos ambientales de una producción agrícola expandida, aparte del deterioro de los recursos naturales.

Además, en este método las comparaciones de los beneficios y costos se basan en sus diferencias, no su proporción, como se hace en la PTF y la PT. Esto dificulta la generación de números índices para estimar las tendencias en el transcurso del tiempo, con el resultado de que los cambios en los precios de insumos y productos, pueden confundirse con los cambios en la productividad de los factores y la calidad del suelo.

Valor Presente de los Beneficios Económicos de Distintas Técnicas, Ajustados Según los Costos Ambientales

Es común utilizar presupuestos de las actividades a nivel de finca o de toda la finca, para evaluar la rentabilidad para el agricultor de distintas prácticas de producción, actividades o combinaciones de éstas. Cuando en el análisis se incluye una gama suficientemente amplia de beneficios y costos ambientales, es posible estimar la

rentabilidad social o económica "ajustada tomando en cuenta los costos ambientales". Por último, cuando la trayectoria en el tiempo de los cambios en la calidad del suelo y los efectos en la productividad, se proyectan para varias alternativas técnicas discretas, es posible estimar los valores presentes netos y comparar esas alternativas.

Faeth et al. (1991) informan los resultados de un análisis de este tipo en Estados Unidos, que muestra que muchos sistemas de cultivo y prácticas de producción parecen rentables a primera vista, pero producen un valor social negativo cuando se toma en cuenta la depreciación (futura) del suelo y se ajustan de acuerdo con el valor de los subsidios (económicamente, es una mera transferencia de un grupo social a otro). En este caso, dada la sensibilidad de la selección de tecnología, por parte de los agricultores, a las políticas agrarias predominantes, el análisis se dirigió en primer lugar a los formuladores de las mismas.

Este enfoque es bastante sólido, pero depende mucho del modelo de trayectorias futuras en el tiempo para la calidad del suelo y la productividad del sistema, de acuerdo con distintos escenarios tecnológicos. Además, vincula en forma explícita la producción del sistema agrícola (Y), con los costos a corto y a largo plazo que se asocian con la degradación de recursos (C, F), para tecnologías bien definidas. Desde un punto de vista conceptual, puede incluir información sobre los costos fuera de la parcela (C). A diferencia del método de la PT, éste hace hincapié en los valores presentes netos asociados con alternativas discretas. Aunque se generan trayectorias futuras para la calidad del suelo y la productividad del sistema, la evaluación de tendencias en sí, por lo general no se efectúa porque (como en el otro método), las comparaciones de beneficios y costos se basan en sus diferencias, no en su proporción, lo cual dificulta la creación de números índice.

El Valor Presente de Distintos Usos de Suelo, Ajustado Según la Degradación de Recursos

Este método es semejante al anterior, salvo que se orienta en forma específica a los distintos usos de suelo y distintas estrategias de ese uso (por ejemplo, el ecoturismo comparado con la agrosilvicultura o con la ganadería extensiva). Como tal, requiere un uso intensivo de datos y es, hasta cierto punto, especulativo. Se han realizado algunos estudios de este tipo sobre los cotos en Africa. Al igual que en el método anterior, deben estimarse para cada alternativa las trayectorias proyectadas en el tiempo, para los costos y beneficios económicos y ambientales.

Medidas Técnicas de la Calidad de los Recursos Naturales

Las medidas técnicas directas de la calidad de los recursos naturales, son las variables que más comúnmente son consideradas "indicadores de sostenibilidad". Por ejemplo, en el Programa Colaborativo de Apoyo al Manejo de Recursos Naturales y a la Agricultura Sostenible (SANREM CRSP), patrocinado por la USAID, los siguientes se usan como "marcadores de sostenibilidad" (Universidad de Georgia, nd):

- Las propiedades pedológicas (contenido de materia orgánica, C, N, P y S, capacidad de intercambio de cationes y aniones, saturación de bases, el pH, capacidad de retención de agua, tasa de infiltración, estabilidad estructural, fuerza mecánica).
- Actividad biótica (respiración microbiana en el suelo, poblaciones de malezas e insectos, incidencia y severidad de enfermedades, tasas de crecimiento del cultivo y rendimiento).
- Medidas hidrológicas (cantidad de escurrimiento, profundidad de la capa freática, cambios en el almacenamiento de agua de superficie).
- Medidas de la calidad del agua (carga de sedimento y nutrientes, medición secuencial de la estructura de la comunidad de invertebrados acuáticos).

Se formuló una lista similar durante un taller regional en el Sur de Asia, celebrado en Katmandú, cuyo tema fue "cómo medir la sostenibilidad" (Harrington, Hobbs y Cassaday, 1993).

Como hicimos notar en una sección anterior, las medidas técnicas de la calidad de los recursos naturales, pueden considerarse indicadores terciarios, debido a su influencia en los componentes de la PT, en especial los costos económicos a largo plazo en la parcela, que se asocian con la producción agrícola (F). La palabra "terciario" no implica que estos indicadores sean poco importantes. Debe resultar evidente que no es posible estimar F y, por consiguiente PT, sin un buen entendimiento de los procesos físicos y biológicos que intervienen en la degradación de recursos. Este entendimiento requiere que se evalúen medidas técnicas útiles en series cronológicas. Además, estas medidas también resultan absolutamente indispensables para comprender la **incidencia** y el **ritmo** de la degradación, factores fundamentales para establecer prioridades y evaluar el impacto de la investigación en la sostenibilidad agrícola.

Dicho lo cual, cabe señalar que las medidas técnicas de la calidad de los recursos, son sólo una parte de la información requerida para evaluar la productividad total. Es evidente que para que sean de más utilidad, estas medidas técnicas deben:

- Hacer hincapié en ese conjunto relativamente pequeño de variables a que F y PT son más sensibles.
- Ser medidas en series cronológicas.
- Incluir vínculos de causa y efecto entre los cambios medidos en la calidad de los recursos, y los cambios a largo plazo en la productividad de éstos.
- Ser relativamente sencillas y poco costosas de implementar.

Modelación de las Tendencias del Uso de Suelo Utilizando Datos de la Observación por Satélite y Otros Datos Secundarios

Aunque se incluye entre las medidas de la calidad de los recursos y del comportamiento de los sistemas, la modelación de las tendencias del uso del suelo puede abarcar mucho más que eso. En esencia, la modelación puede servir para explorar las consecuencias (en el espacio y el tiempo), de los cambios en el uso del suelo a nivel de la parcela o de la finca.

Por ejemplo, si:

- Se sabe que un cambio en las especies de malezas está relacionado con la degradación del suelo (por ejemplo, una disminución en la capacidad de retención de agua);
- Se sabe que este cambio está altamente correlacionado con una declinación de cierta magnitud en el comportamiento de un sistema;
- Es posible detectar este cambio en las especies de malezas por medio de la observación por satélite y;
- Los datos de este tipo de observación existen en serie cronológica;

entonces puede ser posible hacer cálculos bastante precisos de las tendencias del comportamiento de un sistema y de la calidad del suelo para grandes extensiones de tierra, al menos en cuanto respecta a este proceso particular de degradación de recursos. Un ejemplo más claro, quizás, sería el uso de datos de la observación por satélite en serie cronológica, para rastrear los procesos (y secuencias) de deforestación que ocurren actualmente. El consorcio SANREM CRSP, entre otros, planea utilizar la observación por satélite de sus sitios de investigación, para lograr los objetivos descritos anteriormente (Universidad de Georgia, nd), tal y como lo hace el IFPRI en sus actividades en las laderas de Centroamérica (IFPRI, 1993).

Sin embargo, está claro que la extrapolación espacial y temporal de los indicadores de sostenibilidad, no debe confundirse con la creación misma de dichos indicadores. Estos modelos no reemplazan la información acerca de la PT y sus componentes.

METODOS RAPIDOS PARA CREAR INDICADORES SUSTITUTOS

Es evidente que la estimación de la productividad total y sus componentes, requiere de muchos datos y resulta muy costosa. A pesar de su complejidad, ninguno de los anteriores métodos toman en cuenta **todos** los factores que intervienen en la estimación de las tendencias de la PT. La creación de indicadores sustitutos (variables

fácilmente observables y quizá cualitativas, que están correlacionadas con la PT o sus componentes), permitiría a los agricultores, extensionistas e investigadores, participar en la evaluación de las tendencias de la sostenibilidad. Se pueden generar indicadores sustitutos para indicadores secundarios y terciarios. A continuación aparece una lista incompleta de posibles formas de crear indicadores sustitutos.

Tendencias de los Rendimientos

Las tendencias de los rendimientos pueden ser útiles como indicadores sustitutos en ciertas situaciones. Desde luego que las tendencias declinantes de los rendimientos (si no hay una reducción correspondiente del uso de insumos), generalmente se consideran alarmantes. En ese caso, cualquier posibilidad de que haya costos fuera de la parcela o ambientales, sólo refuerza la conclusión de que el sistema no es sostenible. En otras palabras, cuando Y disminuye, pero C,F,X y E son estables o aumentan, la PT declinará. La información sobre las tendencias de los rendimientos es menos útil cuando éstos van en aumento, pero los investigadores sospechan que los cambios en C,F,X o E son importantes. En este caso, hay que tomar en cuenta información adicional.

En general, es más probable que haya datos sobre las tendencias de los rendimientos que otros tipos de información. No es raro que los datos de rendimiento sean los únicos que están disponibles en series cronológicas.

Resultados Fácilmente Observables de la Degradación de Recursos

En una sección anterior, señalamos la importancia de las medidas técnicas de los cambios de la calidad de los recursos. Estas medidas son importantes para comprender los procesos que intervienen en la degradación de recursos y como un factor en la estimación de F. Sin embargo, también señalamos que muchas de estas medidas son complejas y su implementación muy costosa, lo cual hace que la generación de estimaciones en serie cronológica sea mucho más difícil.

No obstante, en ocasiones puede ser posible identificar variables fácilmente observables de la calidad de los recursos. Entre los ejemplos obvios, figuran la presencia de efectos muy marcados de la erosión (carcavas, fisuras, acumulación de limo) o indicios de la degradación causada por agua (por ejemplo, depósitos de sal, señales de anegamientos). De igual forma, se pueden identificar variables que sustituyen medidas bastante complejas de la calidad del suelo, por ejemplo, usar como indicadores especies de malezas o de plantas autóctonas que sean muy susceptibles (o tolerantes) a cambios pedológicos bien definidos. Se pueden establecer niveles de umbral en los que estas malezas o plantas empiezan a emerger o predominar, lo cual permitirá realizar encuestas rápidas de las aldeas o zonas de estudio y, por medio de estos indicadores, lograr una idea general del estado y las tendencias de la calidad de los recursos y el comportamiento del sistema.

Cabe señalar que estos indicadores sustitutos son más útiles si:

- El nexo entre el indicador sustituto (por ejemplo, una especie indicadora) y la variable correspondiente (por ejemplo, la calidad del suelo) está ligado a los cambios en uno o más componentes de la productividad total.
- Existe información sobre los otros componentes de la PT.

Las Adaptaciones Campesinas que Ocultan la Degradación

La degradación de recursos no siempre conduce directamente a una declinación similar en el comportamiento del sistema. Los sistemas agrícolas suelen tener cierta flexibilidad, lo cual permite al agricultor introducir adaptaciones que amortigüen los efectos de la degradación. Jodha (1989) señala, por ejemplo, que los agricultores en Nepal reemplazan el ganado bovino con el caprino cuando escasea el forraje y, que en muchas zonas, los productores siembran sorgo en vez de maíz, cuando disminuye la capacidad de retención de agua del suelo. Existen también otros ejemplos en los Cerrados de Brasil, donde el pasto *Panicum* es desplazado por *Brachiaria* cuando la fertilidad se deteriora.

Pueden servir como indicadores sustitutos los datos de cómo los agricultores utilizan las adaptaciones. Al igual que en el caso anterior, hay que establecer vínculos de causa y efecto entre los procesos de degradación, los umbrales a partir de los cuales los agricultores introducen ciertas adaptaciones y los efectos de éstas en el comportamiento del sistema (productividad total). En particular, los investigadores deben poder demostrar que las adaptaciones de los agricultores son el resultado de la declinante calidad de los recursos, y no de otros factores como los cambios en las condiciones del mercado.

Evaluación a Nivel de Comunidad de las Causas de la Degradación de Recursos

La degradación de recursos y la declinación de la productividad total, son difíciles de medir. No obstante, cuando existen factores causales bien definidos que están fuertemente correlacionados con estos procesos, puede ser más fácil rastrear las **causas** que los **efectos**, en especial cuando es posible utilizar métodos participativos. Por ejemplo, puede usarse la evaluación a nivel de comunidad para estimar:

- Los incrementos en las tasas de inmigración (que afectan la presión ejercida por la población sobre los recursos y la erosión).
- Los cambios en el manejo de residuos o en las cantidades de materia orgánica aplicadas en los campos (que afectan la fertilidad del suelo).
- Los cambios en la población de ganado y la producción de estiércol por unidad de tierra cultivada (que afectan la fertilidad del suelo) (Harrington et al., 1990).

- Los cambios en los ingresos y el patrimonio de las familias campesinas (que afectan la capacidad de éstas de invertir en técnicas específicas de conservación, o de ahorrar) (Anderson y Thampillai, 1990).
- Los cambios en la disponibilidad per cápita de los recursos de propiedad común, o cambios en la manera en que éstos son manejados dentro de la comunidad (que afectan los bienes a que tienen acceso los más pobres y, por tanto, la presión ejercida en los recursos marginales) (Jodha, 1991).
- Los cambios en la implementación local de las políticas del precio del agua (que afectan la velocidad del agotamiento del agua del subsuelo).
- Los cambios que tienden a una menor diversificación de los sistemas agrícolas (que afectan la acumulación de plagas, enfermedades o malezas).

Para que este método sea factible, es necesario forjar un vínculo confiable entre el factor causal y el proceso de degradación (lo que no siempre es fácil) y la identificación del factor causal mismo debe ser susceptible de evaluación mediante métodos participativos a nivel de comunidad (véase una descripción de estos métodos en Lightfoot et al., 1992, o Mishra et al., 1992).

Adopción Campesina de Prácticas que Conservan los Recursos

A veces, la información sobre la adopción campesina de prácticas que conservan los recursos, puede utilizarse para deducir los cambios que han ocurrido en el ritmo y la incidencia de la degradación de recursos y los cambios en la PT. Por ejemplo, cuando la paja de maíz y de sorgo en los sistemas de cultivo en ladera en Centroamérica ya no es quemada, sino que se deja como cubierta en la superficie del suelo, se observan reducciones drásticas y constantes en las tasas de erosión (Tripp et al., 1993, Bravo Espinoza et al., 1993, van Nieuwkoop, 1993). Además, cuando la adopción campesina de las prácticas de conservación puede detectarse mediante la observación por satélite, estos indicadores se pueden usar en zonas bastante amplias a un costo mínimo. Desde luego, es necesario establecer un vínculo cuantitativo entre la adopción de la tecnología, los costos económicos a largo plazo (F) y la productividad total. Sin embargo, una vez hecho esto, se puede usar el monitoreo de la adopción campesina para estimar el ritmo y la incidencia de la degradación y se puede avanzar hacia lograr revertir esa tendencia.

No obstante, hay que tener cuidado de no valerse de argumentos circulares. A veces, ciertas técnicas son definidas *a priori* como "sostenibles", sin un análisis de los efectos que tienen en la productividad total. En la medida en que esas técnicas son adoptadas, se dice que los sistemas agrícolas se vuelven más sostenibles. Por ejemplo, es posible que un sistema dado sea considerado más sostenible cuando se ha reducido el uso de insumos externos debido a que, según la sabiduría tradicional,

un uso reducido de insumos fomenta la sostenibilidad. Por eso, es necesario evitar este tipo de argumentos circulares.

La Elaboración Participativa de Mapas de Recursos

Se ha demostrado que los grupos campesinos son capaces de construir mapas de sus comunidades locales, que manifiestan un poder y conocimientos considerables (Chambers, 1992, Lightfoot et al., 1989). Se pueden elaborar este tipo de mapas de los recursos naturales, con símbolos que correspondan a las categorías de calidad de suelo descritas en términos locales. Entonces se pide a los residentes más antiguos que dibujen una serie de mapas, en que cada mapa muestre las categorías estándar de calidad de suelo, tal y como fueron establecidas en momentos específicos del pasado. Esto proporciona una serie cronológica con la que se pueden estimar las tendencias de la calidad de recursos. Por otra parte, pueden verificarse las características del comportamiento de las distintas categorías de la calidad del suelo³, y pueden deducirse las consecuencias para las tendencias globales del comportamiento del sistema agrícola.

Los resultados de la elaboración participativa de mapas, deben calibrarse con las medidas técnicas de la calidad del suelo y de la productividad total. En particular, hay que tener cuidado de reducir al mínimo el sesgo introducido por las fallas de memoria. Nótese que los mapas de recursos se pueden usar para abarcar con relativa rapidez zonas bastante extensas, cuando no se cuenta con datos de observación por satélite, o cuando los datos secundarios en general no existen o no son fiables (Gill, 1993).

La Evaluación Participativa Utilizando el Análisis de Cohortes

Distintos grupos de agricultores en una ecoregión suelen tener diferente experiencia (en cuanto a su duración) con una técnica de producción dada o con una estrategia de manejo de suelos. En este caso, las percepciones de los agricultores más experimentados (y las observaciones realizadas en sus campos) pueden ser útiles para pronosticar los cambios que otros agricultores probablemente enfrentarán tarde o temprano. En los terai de Nepal, por ejemplo, se encontró que los agricultores que sólo tenían experiencia reciente con los sistemas intensivos arroz-trigo, se entusiasmaron con las mejoras en el comportamiento del sistema debidas a la introducción de insumos modernos. Por el contrario, a los agricultores que tenían más experiencia les preocupaba más el hecho de que la productividad del sistema se estaba estancando a pesar de los niveles cada vez más altos de esos insumos (Harrington et al., 1990). Diferencias de este tipo pueden servir como indicadores cuando se calibran con medidas de la PT y de la calidad de recursos. Nótese que hay que tener

3 Los términos que usan los agricultores para las categorías de suelo, a menudo se refieren en forma bastante explícita a la productividad de la tierra en distintas circunstancias, por ejemplo, "retiene agua mucho tiempo y es bueno para sembrar arroz tradicional".

cuidado con el método, porque los primeros innovadores no tienen la ventaja de contar con los conocimientos acumulados de sus vecinos. Como resultado, los adoptadores posteriores pueden manejar mejor los primeros pasos de la adopción.

HACIA UN PROGRAMA DE INVESTIGACION PARA LA CREACION DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

La idea de la productividad total es útil para operacionalizar el concepto de sostenibilidad, porque vincula la calidad de los recursos agrícolas, los impactos fuera de la parcela y los efectos en el medio ambiente, al comportamiento y productividad de los sistemas agrícolas. Además, ayuda a los administradores de la investigación y a los formuladores de políticas a establecer prioridades y evaluar los impactos, porque les permite definir y, hasta cierto punto, elegir la naturaleza e incidencia de los costos de satisfacer la demanda creciente de productos agrícolas. El desarrollo de tecnología y los cambios en las políticas pueden influir, hasta cierto punto, en la importancia de los costos económicos ambientales, externos y a largo plazo en el desarrollo de la agricultura.

Desde luego que hay que reconocer que la productividad total no es un indicador perfecto de la sostenibilidad. Las estimaciones de las tendencias pasadas de la PT, pueden no indicar cuál será la sostenibilidad futura, si se acelera la degradación de recursos (y aumentan los costos económicos y ambientales), mientras se estanca el crecimiento de la productividad (y se retrasa el crecimiento del valor de la producción). Además, la PT no toma en cuenta en forma **explícita** el concepto de irreversibilidad, aunque éste debería formar parte **implícita** de los costos asignados a las distintas clases de degradación de recursos o de impactos ambientales. No obstante, la PT es un útil marco conceptual para vincular los conceptos más importantes y, lo que es igualmente significativo, para señalar las áreas en que se necesita más investigación.

La investigación de los indicadores de sostenibilidad que se vale del concepto de productividad total, debe hacer hincapié en varios temas, incluyendo los siguientes:

1. Desarrollo, adaptación y uso de métodos para la medición y valoración de los costos económicos y ambientales asociados con distintas prácticas agrícolas. Se ha avanzado en forma considerable hacia la generación de métodos para valorar los bienes ambientales (Winpenney, 1991; Pearce, 1993; Munasinghe, 1993), pero éstos no se emplean comúnmente en las comparaciones de tecnologías agrícolas. Las herramientas de medición y valoración ambientales, por lo general no son muy conocidas en las instituciones de investigación agrícola.
2. Desarrollo, adaptación y uso de métodos para evaluar los efectos a largo plazo de la degradación de recursos en la productividad de los sistemas agrícolas, en

particular las trayectorias de tiempo asociadas con los vínculos entre degradación y productividad. Pueden explorarse varias alternativas, incluyendo los ensayos a largo plazo, el monitoreo realizado por agricultores, la modelización, la evaluación participativa, el uso de datos de observación por satélite en series cronológicas, el uso de datos tomados de distintos lugares para simular información en series cronológicas, etc. Aunque la mayoría de estos enfoques no son nuevos, por lo general no se han utilizado para generar información que sea útil en la estimación de la productividad total.

3. Desarrollo, adaptación y uso de métodos para evaluar la incidencia espacial de los problemas de la degradación de recursos, incluyendo información sobre el ritmo, causas y posibles soluciones de esos problemas. Se debe hacer un uso más vigoroso de los GIS (sistemas de información geográfica), como instrumento para organizar y utilizar información pertinente a la productividad total y sus componentes.
4. Desarrollo de maneras de vincular las estimaciones de la PT y sus componentes, a los problemas de desarrollo general que nos preocupan a todos: pobreza, crecimiento demográfico, generación de ingresos y empleos, seguridad alimentaria y calidad de vida.
5. Desarrollo de maneras de vincular firmemente los indicadores sustitutos (incluyendo, pero no limitándose a los enunciados anteriormente) a los componentes específicos de la productividad total. Esto permitirá una participación más amplia en las evaluaciones de sostenibilidad, en el contexto de un marco conceptual razonable. En esta forma, los indicadores sustitutos pueden ayudar a operacionalizar el concepto de sostenibilidad, en el contexto de un enfoque de productividad total.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los útiles comentarios a una versión anterior de esta ponencia, de varios de sus colegas: Stephen Beebe, Daniel Buckles, Derek Byerlee, Kelly Cassaday, Greg Edmeades, Tony Fischer, Gilberto Gallopin, Peter Hobbs, Miguel Angel López Pereira, Craig Meisner, Michael Morris, Patrick Wall y Jeff White. Los autores son los responsables de los errores que puedan quedar. Partes de este trabajo fueron extraídas de un documento futuro del CIMMYT y el CIAT sobre los indicadores de la sostenibilidad. Los autores agradecen a Alma McNab por su colaboración en la traducción de este documento.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson J. y Thampillai J., 1990. **Soil conservation in developing countries: Project and policy intervention**, Policy and Research Series, World Bank, Washington, DC.
- Batie S., 1989. **Sustainable development: Challenges to the profession of agricultural economics**, Presidential Address, AAEA Summer Meeting 1989, Baton Rouge, Louisiana, July 30 - August 2, 1989.
- Bravo Espinosa M., Jiménez J.L. y van Nieuwkoop M., 1993. **Avances de la investigación en sistemas de labranza de conservación en la Región Mixteca Oaxaqueña, México**, Manuscrito inédito.
- Capalbo S. y Antle J., ed., 1988. **Agricultural productivity: Measurement and explanation**, Washington D.C., EUA, Resources for the Future, 404 pages.
- Chambers R., 1992. **Methods for analysis by farmers: The professional challenge**, September 11, 1992. Presented at the 12th Annual Farming Systems Symposium, Michigan State University, 13-18 September, 1992.
- CIMMYT. 1989. **Toward the 21st century: Strategic issues and operational strategies of CIMMYT**, México, D.F., México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
- Colacicco D., Osborn T. y Alt K., 1989. Economic damage from soil erosion. *Journal of Soil and Water Conservation*, January-February, 1989.
- Conway G., 1986. **Agroecosystem analysis for research and development**, Winrock International, Bangkok.
- Crosson P., 1992. **Sustainable food and fiber production**, Presentación en la reunión anual de la American Association for the Advancement of Science, Chicago, February 9, 1992.
- Crosson P. y Anderson J., 1993. **Incorporation of natural resources and environmental issues in the research agenda of NARSs**. A report to ISNAR, manuscrito inédito.
- Ehui S. y Spencer D., 1990. **Indices for measuring the sustainability and economic viability of farming systems**, Resource and Management Program Research Monograph, IITA, Ibadan.
- Faeth P., Repetto R., Kross K., Dai Q. y Helmers G., 1991. **Paying the farm bill: US agricultural policy and the transition to sustainable agriculture**, World Resources Institute, Washington D.C., 70 p.
- Gill G., 1993. **O.K. the data's lousy, but its all we've got (being a critique of conventional methods)**, International Institute for Environment and Development Gatekeeper Series N° 38. Londres, Inglaterra.
- Harrington L., 1993. **Sustainable agriculture for uplands in Asia: Direct vs. preventive contributions of new technology**, Trabajo invitado al CGPRT Centre Regional Seminar "Upland Agriculture in Asia", Bogor, Indonesia, April 6-8 1993.
- Harrington L., Hobbs P., Pokhrel T., Sharma B., Fujisake S. y Lightfoot C., 1990. The rice-wheat pattern in the Nepal Terai: Issues in the identification and definition of sustainability problems. *Journal for Farming Systems Research-Extension*. 1(2):1-27.
- Harrington L., Hobbs P. y Cassaday K. ed., 1993. **Methods of measuring sustainability through farmer monitoring: Application to the rice-wheat cropping pattern in South Asia**, Proceedings of a Workshop, 6-9 May 1992, Katmandu, Nepal, CIMMYT, Mexico City.
- IFPRI, 1993. **Policy research for sustainable intensification of the Central America hillsides**, A Proposal to the Inter-American Development Bank (IDB), May, 1993.
- Jodha N.S., 1991. **Rural common property resources: A growing crisis**, International Institute for Environment and Development, Gatekeeper Series No.SA24, Londres, Inglaterra.

- Jodha N.S., 1989. **Mountain agriculture: Search for sustainability**, Presented at the International FSR/E Symposium, Fayetteville, Arkansas, October 9-12 1989.
- Lighfoot C., Axinn N., Singh N.P., Bottrall A. y Conway G., 1989. **Training resource book for agroecosystem mapping**, Process documentation of an experiential learning exercise in agroecosystem mapping held at Rajendra Agricultural University, Pusa, Samastipur, Bihar, India, March 1989. IRRI and Ford Foundation, Nueva Delhi, India.
- Lighfoot C., Dalsgaard P., Bimbao M. y Fermin F., 1992. **Farmer participatory procedures for managing and monitoring sustainable farming systems**, Manuscrito inédito.
- Lynam J. y Herdt R., 1988. **Sense and sensibility: Sustainability as an objective in international agricultural research**, CIP-Rockefeller conference on farmers and food systems, CIP, Lima, Perú.
- McCracken J. y Conway G., 1987. **Pesticide hazards in the Third World: New Evidence from the Philippines**, International Institute for Environment and Development, Gatekeeper Series N0.SAI.
- Mishra P.R., Bottrall A.F. y John K.C., 1992. **Beyond FSR/E: designing sustainable farming systems on a fragile upland environment in Eastern India**, Presentado en el Asian Farming Systems Symposium, Colombo, Sri Lanka, 2-5 November 1992.
- Munasinghe M., ed., 1993. **Environmental economics and natural resources management in developing countries**, World Bank, Washington D.C., 307 p.
- Pearce D., 1993. **Valuing the environment: Past practice, future prospect**, Presentado en el First Annual International Conference on Environmentally Sustainable Development, World Bank, Washington D.C., September 30-October 1, 1993.
- Poleman T., 1989. **Hunger of plenty? The food/population prospect two centuries after Malthus**, Cornell Agricultural Economics Staff Paper 89-30, Cornell University, Ithaca, N. Y.
- Repetto R., et al., 1989. **Wasting assets: Natural resources in the national income accounts**, Washington D.C.: World Resources Institute.
- Repetto R. y Gillis M., ed., 1988. **Public policies and the misuse of forest resources**, A World Resources Institute Book, Cambridge University Press, 432 p.
- Robey B., Rutstein S.O. y Morris L., 1993. The fertility decline in developing countries, *Scientific American*, December, pp.60-67
- Tripp R., Bukles D., van Nieuwkoop M. y Harrington L., 1993. **Land classification, land economics and technical change: Awkward issues in farmer adoption of land-conserving technologies**, Presentado en el "Seminario para la Definición de una Metodología de Evaluación de Tierras para una Agricultura Sostenible en México", 1993.
- TSC y WRI, 1992. **Accounts overdue: Natural resources depreciation in Costa Rica**, Washington D.C.: Tropical Science Center and World Resources Institute.
- UACP, 1987. **Farming system research: Upland agriculture and conservation research highlights, 1985-86**. Ministry of Agriculture, Agency for Agricultural Research and Development. Indonesia.
- University of Georgia,(nd.) **A landscape approach to sustainability in the tropics**, The Global Plan for the SANREM CRSP submitted by a consortium led by the University of Georgia.
- van Nieuwkoop M., 1993. **Síntesis de los estudios de diagnóstico realizados dentro del Proyecto "El Sistema de Labranza de Conservación en Maíz de Temporal" durante el ciclo PV-92**, CIMMYT Economics Program, Mimeo.
- Whitaker M. y Lalitha S., 1993. **Quantifying the relative productivity and sustainability of alternative cropping systems**, ICRISAT, India, April 1993.
- Winpenny J., 1991. **Values for the environment: A guide to economic appraisal**, London: HMSO. 277 pages.

EVALUACION DE LA SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCION CAMPESINOS EN RELACIONA LA EROSION DEL SUELO

Eduardo Ramírez*
Hugo Martínez

INTRODUCCION

El Grupo de Investigaciones Agrarias (GIA), ejecutó el proyecto denominado "Metodologías de caracterización, diseño y evaluación de impacto ambiental de sistemas de producción campesinos". Dicho proyecto contó con el apoyo técnico y la ayuda financiera de la Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP).

Uno de los objetivos específicos del proyecto fue desarrollar una metodología de evaluación de impacto ambiental a nivel de sistema de producción, donde la unidad de análisis sea el predio. Se buscaba desarrollar:

- Un indicador del impacto ambiental de un sistema predial.
- Una metodología de evaluación *ex ante* del impacto ambiental de nuevas alternativas tecnológicas, a nivel del sistema predial en conjunto.

REVISION BIBLIOGRAFICA

La Definición de Sustentabilidad y sus Alcances a Nivel Global

Los países están enfrentados a la disyuntiva del desarrollo. Las presiones políticas e intereses económicos a corto plazo rigen los patrones de crecimiento, los cuales se fundamentan en el incremento de la utilización de insumos materiales y de energía. Esto, más la creciente contaminación del medio ambiente, nos conducirán a colapsar los ecosistemas.

Para asegurar el desarrollo y sobrevivencia de la humanidad, se debe reducir el uso de las actuales formas de energía, detener la sobrexplotación de bosques, usar racionalmente el suelo, así como disminuir la cantidad de contaminantes que se vacían en los ecosistemas. El logro de ésto pasa por cambiar la concepción de desarrollo que predomina en el presente, por una basada en formas y procesos que no destruyan los elementos, ni alteren el funcionamiento de los ecosistemas, de los cuales ellos mismos dependen. Esta nueva concepción es el desarrollo sustentable.

* GIA, Chile.

La Comisión Mundial Sobre Medio Ambiente y Desarrollo propone el cumplimiento de las siguientes condiciones si se pretende alcanzar este tipo de desarrollo (Mac Neill, 1992):

- Equiparar el crecimiento económico con las necesidades y aspiraciones humanas verdaderas.
- Distribuir de manera más equitativa los frutos del crecimiento económico.
- Valorizar y manejar adecuadamente los recursos naturales.
- Aumentar la eficiencia en la utilización de la energía y de los recursos naturales.
- Reorientar la investigación y las propuestas tecnológicas.
- Relacionar el medio ambiente y la economía en el proceso de toma de decisiones.
- Abogar por un sistema político que asegure la efectiva participación de la población en el proceso de toma de decisiones.

Con relación a las anteriores condiciones, es posible decir que aún cuando algunos gobiernos están dando importantes pasos hacia el logro de éstas, tales como: nuevas legislaciones (Villaroel, 1993), realización y evaluación de estudios de impacto ambiental (Illanes, 1993), incorporación del estado de los recursos naturales a las cuentas nacionales (Gligo, 1986), todavía no existen programas coherentes y consistentes a nivel de país, que permitan vislumbrar el logro de este tipo de desarrollo en el corto plazo.

Entre los sectores productivos que participan en el crecimiento económico está la agricultura, la que podemos definir como un conjunto de procesos ligados en el tiempo y espacio, mediante los cuales una superficie de tierra es artificializada con el objetivo de aumentar su productividad, en aquellos rubros que son interesantes para el hombre.

De acuerdo a tal definición la agricultura representa *per se* una alteración del ecosistema, la cual puede llegar a ser en mayor o menor grado negativa para el medio ambiente, por la degradación, contaminación y agotamiento de recursos naturales (erosión, salinización y acidificación de suelos, acumulación de desechos químicos y orgánicos y extinción de especies vegetales y animales, etc.). El resultado final de dicha artificialización depende de la intensidad de ésta y de la fragilidad del ecosistema.

Es necesario introducir el concepto de desarrollo sustentable a la agricultura, pensando en prevenir problemas, tratando de anticiparse a hechos que indiscutible-

mente ocurrirán y que en muchos casos ya existen. Al respecto en Chile podemos citar la salinización de suelos en Copiapó (Gurovich, 1991; Martínez, 1991), la erosión de suelos en la Octava Región de Chile, etc. Es determinante dilucidar cuál es la fuente real del problema, para que de este modo la solución sea realmente efectiva y obedezca a una lógica de sustentabilidad (Berdegué, 1991b).

En general, pueden distinguirse tres tipos de interpretaciones del concepto de sustentabilidad (Harrington, 1992). Estas son la agroecológica, la relacionada con la equidad y la que toma en cuenta el crecimiento económico.

La visión agroecológica define la sustentabilidad como la habilidad de un sistema agrícola para mantener su productividad frente a diferentes presiones permanentes (stress) o perturbaciones (Conway, 1985). Por otra parte, Altieri (1991), la asocia directamente con la diversidad del sistema, vale decir con la cantidad de actividades que ocurren relacionadas en el tiempo y espacio, por ejemplo: rotaciones culturales, agricultura mixta, cultivos asociados. La razón de tal apreciación es que la existencia de diversos elementos dentro de un sistema agropecuario, favorece el reciclaje de nutrientes y la eficiencia en el uso de agua, nutrientes y radiación solar. Desde este punto de vista, la sustentabilidad puede mejorar a través de la ejecución de actividades que promuevan el reciclaje de nutrientes y energía y el aprovechamiento de las compatibilidades e incompatibilidades entre especies (vegetales y animales) y, por lo tanto, la reducción en la utilización de insumos. Para este mismo autor, la productividad de los agrosistemas no puede crecer indefinidamente dados los límites fisiológicos del cultivo, la capacidad de carga del hábitat y el costo de la tecnología. La productividad máxima se alcanza de manera sostenida cuando se logra establecer un manejo en equilibrio con las condiciones del medio, siendo éste por lo tanto específico de cada sistema.

Desde otro punto de vista, la sustentabilidad está directamente ligada con la equidad. Es así que para Conway (1985), corresponde al grado de homogeneidad con que se distribuyen los productos del agrosistema entre productores y consumidores. Dentro de esta misma interpretación, se le puede relacionar con el derecho de las futuras generaciones a disponer de recursos naturales en cantidad y calidad suficientes para su desarrollo.

El enfoque que incorpora la visión del crecimiento económico, señala que la sustentabilidad implica usar los recursos a una tasa menor a la cual ellos son generados, emitir desechos a una tasa menor a la cual ellos son absorbidos y optimizar la eficiencia en la utilización de los recursos (Barbier y Mc Cracken, citados por Harrington, 1992).

Por otra parte podemos agregar que la sustentabilidad puede ser evaluada al observar la tendencia en los niveles de productividad que alcanza un agrosistema en un período relativamente largo de tiempo. Si la gráfica de la tendencia tiene pendiente

positiva o igual a cero significa que el funcionamiento del sistema es sustentable, mientras que si es negativa, estaría en una condición no sustentable.

Es importante tener en cuenta lo anterior, para separar el efecto que pueda tener en el funcionamiento del sistema, una leve modificación de sus condiciones de equilibrio por un período corto de tiempo (por ejemplo, un año con mayor precipitación que la habitual), provocando una fluctuación en la productividad. La reacción del sistema frente a este tipo de perturbaciones se define como estabilidad del sistema y puede verse alterada por factores ambientales, socioeconómicos y de manejo (Harrington, 1994).

Sin embargo, Berdegú y Miranda (1990) enfatizan que el concepto de sustentabilidad de un sistema agrícola implica la mantención de la productividad en presencia de una tasa constante de incorporación de insumos y energía. Según estos autores, no basta que una curva de productividad sea positiva, para afirmar que un sistema es sostenible.

El alto crecimiento experimentado por la agricultura mundial de las últimas décadas, se debe en parte al modelo tecnológico tipo "Revolución Verde" que se ha empleado en la mayoría de los países. Dicho modelo ha significado incorporar a los agrosistemas tradicionales, homogeneidad genética a través de la selección genética y monocultivo de especies, acompañadas por un alto consumo energético (fertilizantes, pesticidas, maquinaria, etc). Si bien ha habido un aumento notable de los rendimientos en gran número de rubros, no es menos cierto que ésto se ha logrado con un excesivo consumo de insumos y una exagerada artificialización de los agrosistemas, creando paralelamente degradación y contaminación de los recursos y dependencia tecnológica.

Desde el punto de vista energético, esta agricultura es altamente ineficiente, presentando relaciones egreso/ingreso calórico del orden de 3 a 1, mientras que los sistemas tradicionales exhiben valores de 15 a 1 (Pimentel, citado por Altieri, 1991).

Los antecedentes antes mencionados demuestran que la agricultura que predomina en la actualidad no es sustentable.

Dadas las condiciones contingentes, ya discutidas, es urgente desarrollar y validar métodos que permitan analizar de manera objetiva el estado actual y las tendencias futuras del funcionamiento de los agrosistemas.

La Cuantificación de la Sustentabilidad en Agrosistemas

Un tema a discutir relativo a la sustentabilidad, es la cuantificación de ésta. Mac Rae et al., citados por Harrington (1991), plantean que la cuantificación tiende a distorsionar el avance del conocimiento en este tópico, ya que se requiere escoger variables que puedan ser medidas, en desmedro de otras conceptualmente más

relevantes en la explicación del fenómeno. Harrington (1991), refuta tal apreciación, diciendo que la falta de cuantificación puede conducir a un razonamiento circular por el hecho de estimarse la sustentabilidad relativa de un sistema, de acuerdo a si son realizadas en él prácticas que *a priori* se han definido como sustentables.

Una forma de medir la sustentabilidad es mediante el enfoque direccional, el cual evalúa el sentido del cambio en el sistema. Para esto es necesario suponer la existencia de una relación entre variables de control y de estado. De este modo, la sustentabilidad se relaciona con la dirección del cambio y no con la magnitud de éste, por ejemplo: el aumentar el nivel de nutrientes en un suelo de baja fertilidad, significará incrementar la sustentabilidad de dicho sistema.

Desde el punto de vista agroecológico, la medición de la sustentabilidad es estimar la biodiversidad del sistema, así como su resistencia y elasticidad a las perturbaciones a que esté sometido. Para tal propósito hay que definir indicadores de biodiversidad, resistencia y elasticidad. Aún no han habido muchos avances en formular tales indicadores.

Para la interpretación del crecimiento sustentable, la medición de la sustentabilidad de la productividad del sistema, cuando ésta es función de factores internos, puede realizarse a través de varias vías, pero típicamente utilizando de una manera u otra las tendencias de rendimiento y producción y el factor total de productividad. El problema de tales indicadores es que no permiten separar claramente el efecto de la tecnología y la degradación de los recursos naturales, de los aspectos económicos (Harrington, 1991).

En una visión menos abstracta, la sustentabilidad de un agrosistema normalmente está relacionada con procesos tales como la erosión de suelos, salinización de áreas regadas, deforestación, deterioro de la estructura del suelo, agotamiento del suelo, contaminación de suelos y aguas, falta de capital para la compra de insumos agrícolas, etc. La evaluación de tales procesos ayudaría a determinar si el funcionamiento del agrosistema es sustentable. Luego, una forma simple, pero parcial, de medir la sustentabilidad es mediante el cálculo de las tasas de ocurrencia de los procesos degradativos que las prácticas agrícolas originan o acentúan.

Dichas tasas debieran ser menores o iguales a las tasas de regeneración del recurso (formación de suelos, reciclaje y mineralización de nutrientes, absorción de desechos, etc.), para que se considere que no hay una pérdida irreversible de él. **El problema sustancial de este enfoque es elegir procesos relevantes, que puedan ser cuantificados y determinar o conocer las tasas de regeneración del recurso que aseguren su mantenimiento.**

En todo caso, en ninguno de los métodos antes señalados se ha considerado la sustentabilidad desde el punto de vista agroecológico, es decir, en términos de

resistencia y elasticidad, sino solo en forma de eficiencia, dejando de lado las ventajas de la diversidad, la cual se presenta como una solución bien fundamentada a la falta de sustentabilidad de la agricultura actual (Altieri, 1991).

MATERIAL Y METODO

Material

La evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción campesinos, desde el punto de vista de la erosión del suelo, se desarrolló sobre explotaciones representativas de los tipos de sistemas de producción de la precordillera Andina y del secano interior de la provincia de Ñuble, Octava Región de Chile. La descripción general del tipo es la siguiente:

TIPO 4: Minifundio, con un componente complementario de mediería, orientado principalmente al autoconsumo, aunque genera ventas que presentan la mitad del ingreso monetario del productor. Una cuarta parte de la producción se realiza en tierras tomadas en medias, aunque los campesinos globalmente sólo cultivan la mitad de la tierra de sus explotaciones. Este grupo reúne al 22% de las explotaciones clasificadas (Berdegué et al., 1989).

Se realizó un diagnóstico de las explotaciones, a través de una entrevista semiestructurada en profundidad (Ramírez y Martínez, 1995). De ella se obtuvo la estructura y el funcionamiento de los sistemas.

La apreciación del proyecto relativa a la importancia prioritaria de la erosión del suelo, como principal proceso desestabilizador de la sustentabilidad ambiental de estos sistemas productivos, se basó en las siguientes fuentes: a) Resultados de anteriores proyectos de investigación del GIA en las mismas localidades; b) Resultados de investigaciones específicas sobre la erosión del suelo en zonas de precordillera y secano interior de la Octava región de Chile, conducidas por especialistas de la Universidad de Concepción y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias; c) Resultados de entrevistas grupales (focus groups) con campesinos de la zonas estudiadas, cuyos resultados se reportan parcialmente más adelante.

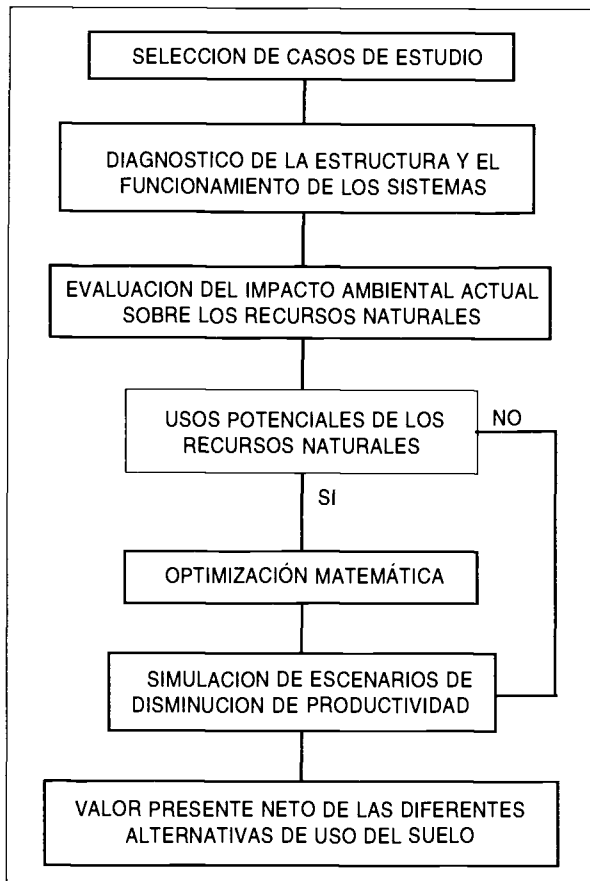
Adicionalmente, se reconstituyeron con los agricultores, cuatro temporadas consecutivas, enfatizando en: a) Manejo del suelo; b) Manejo de los residuos y; c) Resultado económico.

Finalmente, se realizaron mediciones en terreno de las características topográficas de los predios de los casos estudiados, como son pendiente, largo de la pendiente, etc. Junto con lo anterior se procedió a tomar muestras de suelo para análisis químicos.

Método

En la Figura 1 se muestran los pasos que se siguieron para la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas productivos, en los dos estudios de caso realizados en este proyecto.

FIGURA Nº 1 . Esquema de la metodología usada.



Selección de casos: Se seleccionó un testigo del sistema de producción de entre los identificados en un proyecto anterior del GIA (Berdegué et al., 1989).

Diagnóstico de la estructura y el funcionamiento de los sistemas: El diagnóstico de la estructura y el funcionamiento de los sistemas de producción se realizó a través de la técnica de entrevista semiestructurada en profundidad, definida por Ramírez y Martínez (1995).

Evaluación del impacto actual sobre los recursos naturales: Esta evaluación se realizó en base a: a) Entrevista con expertos de instituciones de investigación agrícola y profesores universitarios que hubiesen realizado investigaciones en la zona de estudio; b) Análisis de

discurso en base a técnicas de "Focus Groups" de grupos de agricultores representativos del tipo 4, de cada una de las áreas agroecológicas dentro de las cuales se localizan los estudios de caso; c) Análisis de laboratorio de muestras de suelo y; d) Simulación de la erosión a través de la ecuación universal de la erosión.

En esta etapa metodológico del proyecto, se descansó fuertemente sobre métodos cualitativos. Por limitaciones de tiempo y de recursos, resultaba imposible para este proyecto basar la evaluación del impacto ambiental actual, en un análisis o diagnóstico acabado del sistema y de cada uno de los procesos que podrían aparecer vinculados al logro o no del atributo de sostenibilidad.

Se optó, en consecuencia, por una aproximación basada en la opinión de dos tipos de expertos: En primer lugar, los propios campesinos, reconociendo que ellos cuentan con experiencias y conocimientos sobre la evolución de sus formas de practicar la agricultura y sobre la condición de los recursos naturales que han estado bajo su dominio y manejo muchas veces por varias generaciones.

El segundo tipo de expertos, corresponde a los profesionales e investigadores, principalmente de la Universidad de Concepción y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, entidades que han desarrollado durante muchos años distintos tipos de proyectos de investigación en las zonas incluidas en este estudio. La opinión del equipo técnico del proyecto del GIA -institución presente en estas zonas desde 1988- también corresponde a esta segunda categoría de fuentes expertas de información.

La opinión de los campesinos se recabó mediante la técnica de entrevistas grupales o "Focus Groups", conducidas por especialistas subcontratados por el GIA expresamente para realizar esta investigación sobre la percepción de los agricultores respecto de sus recursos naturales y de la relación entre éstos y las sistemas productivos locales.

Para este trabajo, se formaron dos grupos de discusión, uno en cada una de las microregiones incluidas en la investigación (Quillón, en la zona agroecológica del Secano Interior y El Carmen, en la zona agroecológica de la precordillera Andina). El grupo de Quillón incluyó seis personas (dos menores de 30 años y cuatro entre 30 y 50 años de edad), hombres, minifundistas. El grupo de El Carmen, también incluyó seis hombres, minifundistas, todos entre 30 y 50 años de edad.

Inicialmente se establecieron modelos e índices para un conjunto de variables relacionadas con los recursos naturales (erosión, nutrientes, contaminación por productos químicos, etc.) (Di Silvestre, 1992). Sin embargo, se llegó a la conclusión de que juntar procesos de carácter irreversible con otros reversibles, tendía a distorsionar los efectos de la agricultura sobre el medio ambiente.

Lo anterior implicó determinar caso a caso, uno o más elementos de la misma jerarquía, que fueran importantes desde el punto de vista de degradación o contaminación de los recursos naturales.

Es así como, para la agricultura de ladera, se decidió privilegiar el análisis de la erosión hídrica y su efecto sobre la sostenibilidad del sistema de producción.

Uso potencial de los recursos naturales: Determinación de variables de decisión (rubros productivos) y de técnicas alternativas de labranza, o bien, determinación de las alternativas de uso de los recursos, distintas a las actuales, cuando el funcionamiento de los sistemas de cultivo realizados por los agricultores no satisfacen el objetivo de minimización del impacto ambiental.

Optimización matemática: Cuando existen más de dos potenciales usos del suelo, se procedió a realizar optimización matemática, a través de técnicas multicriterio (Maino, et al., 1993), con el objetivo de evaluar el intercambio (trade off) entre los objetivos de margen bruto e impacto ambiental.

Determinación de escenarios de disminución de la productividad: Para evaluar el impacto de la degradación de los recursos naturales en el mediano y largo plazo, se determinaron tres escenarios de disminución de la productividad, de 10%, 40% y 70% del margen bruto en un ciclo de 20 años.

Cálculo del Valor Presente Neto (VPN): El indicador usado es el Valor Presente Neto, como una medida de rendimiento del capital invertido, equivalente a la diferencia de los beneficios y los costos actualizados durante el período de inversión a una cierta tasa de interés de descuento, equivalente a la de inversiones alternativas.

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

El análisis del impacto sobre los recursos naturales de sistemas de producción campesinos, se realizó en torno a dos estudios de caso localizados en dos condiciones agroecológicas distintas, como son las de secano interior y las de precordillera Andina.

Percepción de los Campesinos

Los campesinos están en conocimiento de que la calidad de la tierra no ha sido siempre igual. Hay un consenso en que el uso del suelo ha causado un deterioro que afecta la productividad actual del recurso.

"En estos últimos tiempos se ha ido enfermado, por decirlo así, la tierra año tras año. Antes no era tanto; antes era más la capa vegetal que se notaba más firme, uno veía los campos más verdes, con su capa más gruesa, más firme" (Campesino de El Carmen)

Sin embargo, para los campesinos de Quillón, el recurso suelo nunca se ha caracterizado por su calidad. El logro de niveles de producción considerados aceptables, siempre ha significado un esfuerzo excepcional. Solo la influencia a veces positiva de factores externos, como las lluvias o el precio de los productos que colocan en el mercado, ha permitido el logro de resultados favorables.

"Los terrenos de nosotros han sido siempre malos, malos, malos, pero tenía un clima favorable y un mercado favorable" (Campesino de Quillón).

Estas opiniones revelan que la calidad de los recursos que poseen los campesinos es heterogénea. En el caso de Quillón, los logros económicos se deberían a factores

externos a la finca. En el caso de los campesinos de El Carmen, el deterioro paulatino del recurso habría afectado la productividad y la rentabilidad. Esto implica que en ambos casos es preciso un mayor gasto para mantener un mismo nivel de producción.

"Ahora si no se les abona tres o con mezcla aquí o acá los cerezos no dan igual que antes, para que la cereza de bonita cuesta un mundo" (Campesino de Quillón).

"Yo decía al principio, no cierto, que antes nosotros no sentíamos tanto la necesidad de cuidar la tierra, como había más recursos, había más donde trabajar, como que había más donde elegir" (Campesino de El Carmen).

Los campesinos de precordillera Andina (El Carmen), están conscientes de que con nuevas prácticas tecnológicas se puede proteger el recurso y mantener su productividad.

"... por ejemplo la cero labranza, para empezar la tierra no se mueve toda, donde van las puras hileras no más se va moviendo, lo demás va quedando sin moverse" (Campesino de El Carmen).

"... y las lluvias que arrasan otro tanto y todo eso. Con la cero labranza no, porque ya se va a mover por lo menos una pequeña parte de la tierra; eso es una ventaja por un lado, no se que puede pasar más adelante" (Campesino de El Carmen).

A partir de estos grupos de discusión y del análisis del discurso de los campesinos, se extrajeron las siguientes conclusiones:

- a. En opinión de los campesinos, existe una degradación del suelo, la que redundaría en la disminución de la productividad del recurso.
- b. En el caso de los campesinos de la precordillera Andina (El Carmen), se aprecia una clara conciencia de que con nuevas y adecuadas prácticas tecnológicas es posible proteger las condiciones de productividad del recurso suelo.
- c. En el caso de los campesinos de Quillón (Secano Interior), se constata que la calidad del suelo es un problema histórico. Ellos no estarían conscientes del daño que sus propias prácticas causan sobre el suelo. Estos campesinos atribuyen a factores externos a la finca, su éxito o fracaso en la gestión productiva.
- d. Las opiniones de los campesinos son coincidentes con las de los expertos técnicos.

Caso del Secano Interior

La microregión de Quillón

Se localiza en el secano interior de la provincia de Ñuble; en una zona de transición entre el Valle Central y la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa.

El clima es Mediterráneo Templado, con temperatura media anual de 14°C, con una máxima media del mes más cálido (enero) de 28,8°C, y una mínima media del mes más frío (julio) de 3,5°C. Presenta un período libre de heladas de cinco meses (noviembre-marzo).

La pluviometría presente en la microregión alcanza a los 1 025 mm anuales, siendo junio el mes más lluvioso. La estación seca se prolonga por cuatro meses, desde diciembre a marzo.

La topografía de la microregión es abrupta, con algunos pequeños valles interiores. El suelo pertenece mayoritariamente a la serie Cauquenes, y algunos sectores a la serie San Esteban. Se encuentran altamente degradados por erosión hídrica, mostrando en algunos sectores pérdida total de horizontes cultivables. Los suelos se clasifican en las clases IV a VII según capacidad de uso.

El caso analizado

El predio estudiado posee una superficie de 2 ha, con presencia de pendientes de entre 7 y 41%. Dispone de un pozo del cual obtiene agua suficiente para regar, con goteros, 200 árboles de cerezo.

El rubro que utiliza mayor superficie en el predio, es la viña, componente que es manejado en forma extensiva, con alta utilización de mano de obra en las actividades de cava y vendimia.

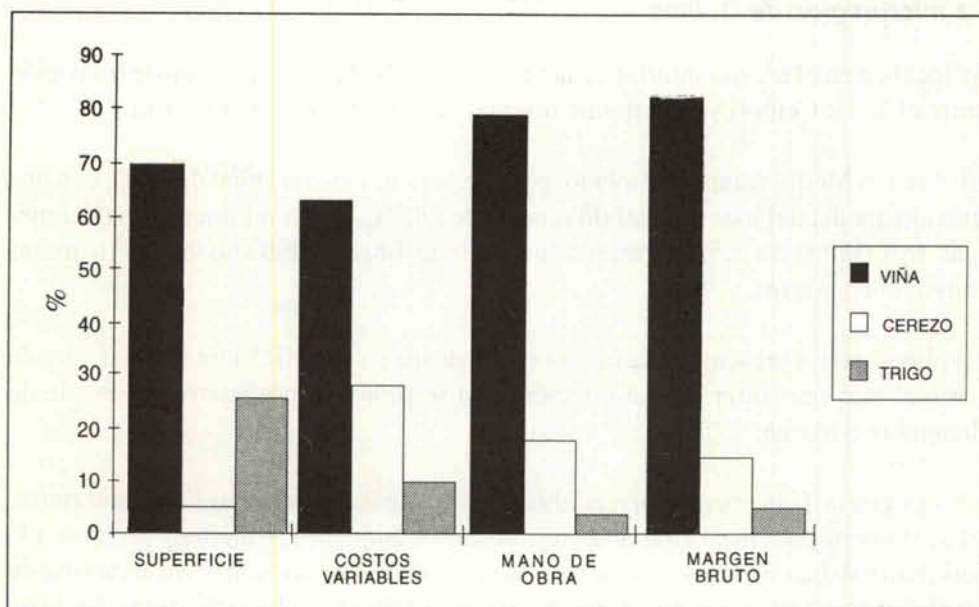
El otro componente de importancia económica es el cerezo, frutal que se localiza en pequeñas terrazas construidas por el agricultor. Este componente es manejado con un grado aceptable de tecnología, además de absorber mano de obra familiar, principalmente en la etapa de cosecha.

El trigo es destinado al autoconsumo. Aún así, recibe una cantidad de insumos considerable en comparación a la viña. El rendimiento por hectárea alcanza a 16 qq/ha, nivel relativamente alto para la microregión. El cereal es rotado con lenteja y pradera natural.

Resultados económicos de la explotación

El resultado económico de la explotación se encuentra fuertemente influenciado por el valor del vino. Es así como el ingreso proveniente de esta actividad representa entre el 85% y el 95% del margen bruto de la explotación (Figura N° 2).

FIGURA N° 2 . Participación de los componentes del sistema agropecuario y aporte de cada uno en el margen bruto (%).



Ello conduce a que el sistema esté fuertemente ligado a los mercados, situación contrapuesta a la que se observa en los otros tipos de productores localizados en la áreas de precordillera, valle de secano y valle de riego.

Dado el bajo potencial productivo y la fragilidad de los recursos naturales de la microregión, el rango de alternativas productivas es extremadamente limitado, siendo la producción de uva para vino una de las escasas posibilidades, sino la única actividad posible.

Aún así, son familias que logran ingresos superiores a productores de similares características de zonas de mejores condiciones ecológicas. Pero que, sin embargo, dada la presencia de un sólo cultivo, se transforman en sistemas frágiles y dependientes en extremo de las condiciones de un mercado tradicionalmente inestable.

En el Cuadro 1, se muestran los costos variables, el ingreso neto y el margen bruto del conjunto del sistema en una serie de cuatro años.

Como se desprende del Cuadro 1, la producción se sustenta en un uso mínimo de insumos y una alta asignación de mano de obra familiar en las labores de control mecánico de malezas, poda y cosecha de la uva. Adicionalmente se observa la variabilidad del margen bruto, debido básicamente a los cambios experimentados en el precio del vino en los cuatro años que cubren los antecedentes expuestos en el cuadro.

CUADRO N° 1. Margen bruto de la explotación en cuatro temporadas.
(\$x1000, actualizado a diciembre 1993)

	Costos/1 Variables	Ingreso Neto	Margen Bruto
Año 1	199	4 841	4 641
Año 2	199	4 113	3 914
Año 3	199	4 296	4 106
Año 4	199	1 175	1 515

1/ Incluye costo alternativo de mano de obra familiar.

Efectos de la erosión en la sostenibilidad del sistema

El principal efecto de este tipo de estructura y funcionamiento sobre los recursos naturales, es el impacto sobre las pérdidas de suelo por efecto de la erosión.

Este hecho es observado tanto en entrevistas con expertos como en el análisis de terreno, situación que además se ve ratificada por la percepción de los mismos agricultores sobre sus recursos.

Dado este consenso, se analizará la erosión del suelo y los efectos en la productividad bajo diferentes escenarios de degradación.

En el Cuadro 2 se presenta la estructura de cultivos y la erosión asociada a esa distribución en una serie de cuatro años.

CUADRO N° 2. Estructura de cultivos en cuatro temporadas. Margen Bruto y Erosión.

POTRERO	SUPERFICIE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
1	0,5	TRIGO	TRIGO	LENTEJA	TRIGO
2	0,5	VIÑA	VIÑA	VIÑA	VIÑA
3	0,25	VIÑA	VIÑA	VIÑA	VIÑA
4	0,125	VIÑA	VIÑA	VIÑA	VIÑA
5	0,01	CEREZO	CEREZO	CEREZO	CEREZO
6	0,5	VIÑA	VIÑA	VIÑA	VIÑA
MARGEN BRUTO (M\$)		4 641	3 914	4 106	1 515
EROSION TOTAL (TON)		346	346	367	346
EROSION/ha (TON/ha)		184	184	195	184
ALTURA PERDIDA (cm)		1,8	1,8	1,9	1,8

En el ciclo analizado se observa un sistema rígido de uso del suelo. Es así como en cuatro años se presenta solo variación en un potrero, que representa el 26% de la explotación, situación en la que se alterna el trigo con la lenteja, en una rotación de tres años del cereal y un año de la leguminosa, la que puede ser reemplazada por pradera natural de baja productividad y cobertura cuando las expectativas del precio de la lenteja son bajas.

La erosión asociada a esta estructura de cultivos es alta. En los años en que se presenta trigo-viña-cereza se pierden en promedio 1.8 cm de suelo, mientras que cuando la lenteja reemplaza al trigo la pérdida de altura es de 1.9 cm.

Es importante destacar, que a diferencia del caso de precordillera Andina, el efecto sobre la erosión no se encuentra asociado al ingreso de la familia.

Este hecho se debe a que en este tipo de sistemas, en donde el 75% de la explotación se encuentra bajo cultivos perennes, el rango de decisiones anuales del agricultor es mínimo.

Si a lo anterior se agrega que el grado de intensificación y manejo tecnológico en los cultivos perennes es similar año tras año, es posible establecer que se está en presencia de un sistema de uso del suelo que degrada el recurso en forma constante en el tiempo, no evidenciándose estímulos que logren variar esta situación, ya sean negativos o positivos.

Hipótesis de resultado económico en el largo plazo

Dada la gravedad del daño que se produce bajo este sistema de explotación agrícola y la imposibilidad de establecer normas técnicas que disminuyan el impacto negativo sobre el suelo, se propone comparar un escenario de uso actual suponiendo tres escenarios de disminución de la producción (10%; 40% y 70%) en un período de 20 años y un escenario de cambio estructural, en el cual la explotación es destinada a uso forestal.

En el Cuadro 3 se observa el Valor Presente Neto, a una tasa de descuento del 10%, bajo los tres escenarios en las dos situaciones de uso del suelo.

CUADRO Nº 3. VPN de dos situaciones de uso de suelo bajo tres escenarios de disminución de la productividad en un ciclo de 20 años (\$x1000).

	- 10%	- 40%	- 70%
Uso Actual	11 306	9 947	8 588
Forestación	710	710	710

La alternativa de uso del suelo con explotación forestal, considera que la productividad del suelo se mantiene, debido a la ausencia de erosión, razón por la cual el VPN es el mismo en los tres escenarios de degradación.

Como se desprende de la información presentada, el VPN derivado del uso del suelo en la forma actual, en los tres escenarios de degradación del recurso, es mayor que el logrado con un uso forestal, que desde el punto de vista de erosión, es considerado el de mayor sostenibilidad.

Lo anterior implica que la decisión de maximización económica en un horizonte de 20 años, continua siendo la que en la actualidad realizan los campesinos de la zona bajo estudio.

Como un horizonte de 20 años involucra lo que sucede en una generación, se comparó el VPN en cinco iteraciones de 20 años cada una. Esto debido a que una explotación forestal produce beneficios en un ciclo de esa magnitud.

Al realizar dicha simulación, se observó que los escenarios de 40% y 70% de pérdida de la productividad generaban márgenes brutos negativos a los 45 y 26 años respectivamente y que el escenario de 10% de baja de la productividad aún a los 100 años generó márgenes positivos.

Con los antecedentes obtenidos, se procedió a comparar el VPN de una explotación forestal que genera cinco cosechas en un ciclo de 100 años, con los VPN de 26, 45 y 100 años de uso del suelo en la forma actual, para los escenarios de 70%; 40% y 10% de disminución de la productividad respectivamente.

CUADRO N° 4. VPN de dos situaciones de uso de suelo bajo tres escenarios de disminución de la productividad en un ciclo de 100 años (\$x1000).

	-10%	-40%	-70%
Uso Actual	12 817	10 524	8 631
Forestación	838	838	838

Del Cuadro 4 se desprende que la alternativa de uso forestal del suelo es de menor rentabilidad que las tres alternativas de uso actual del recurso.

Dado los antecedentes expuestos, se desprende que en los casos de sistemas de producción del secano interior de la Provincia de Ñuble, no se observan contradicciones entre el corto y el largo plazo respecto a las decisiones de producción.

En efecto, la decisión racional desde una perspectiva económica, será mantener la actividad de uso del suelo en la forma actual, hasta agotar los recursos, alternativa que será rentable en el corto como en el largo plazo en relación al uso forestal del predio.

En conclusión, este tipo de sistemas de producción se encuentra en condiciones agroecológicas que limitan drásticamente las decisiones de producción, las que podemos resumir en transformación de la estructura actual hacia una explotación forestal o mantenimiento del uso actual de las tierras.

Lo anterior nos sitúa ante un problema de uso del suelo extremadamente rígido, y en el cual la preservación de los recursos será posible solo si hay incentivos externos que orienten la decisión de los agricultores hacia formas de uso de las tierras más sostenibles.

Es importante destacar que este tipo de estrategias deben ir de la mano con un importante componente de investigación, que tienda a resolver dos problemas centrales, cuales son el de contar con un mayor rango de alternativas de producción y; de técnicas y artefactos tecnológicos que permitan reemplazar las formas de producción actuales por otras de menor impacto sobre el recurso suelo.

Caso de Precordillera Andina

La microregión de Paso Ancho

La microregión de Paso Ancho se localiza en la precordillera de la Provincia de Ñuble, sobre el límite de las comunas de San Carlos y San Fabián de Alico.

La suma térmica sobre 10°C alcanza a 1 167 días/grado, y las horas de frío anuales son 2 223. El período libre de heladas es de 220 días, valor que limita el cultivo de rubros sub-tropicales. Las precipitaciones anuales son de 1 506 mm, con período seco en verano, lo que permite la cosecha de cereales con baja humedad de granos.

La topografía es moderada a abrupta, con pendientes de hasta 40%. Los suelos son trumaos de lomaje (de origen volcánico) de la serie Santa Bárbara, profundos y de buen drenaje.

El caso analizado

El sistema de producción estudiado, cuenta con una superficie predial de 11,75 ha, con pendientes que fluctúan entre 4 y 34%. No tiene superficie bajo riego.

La estructura del sistema incluye anualmente entre 0,5 y dos hectáreas de trigo, fundamentalmente destinadas al autoconsumo. En la rotación incorpora también el cultivo de avena, destinado a alimentación animal; y cuando hay expectativas de buen precio, se incorpora el cultivo de lenteja.

Los rendimientos obtenidos en trigo son bajos, y en promedio alcanzan los 12 qq/ha. Lo anterior se debe a un nivel tecnológico solo moderado, que presenta

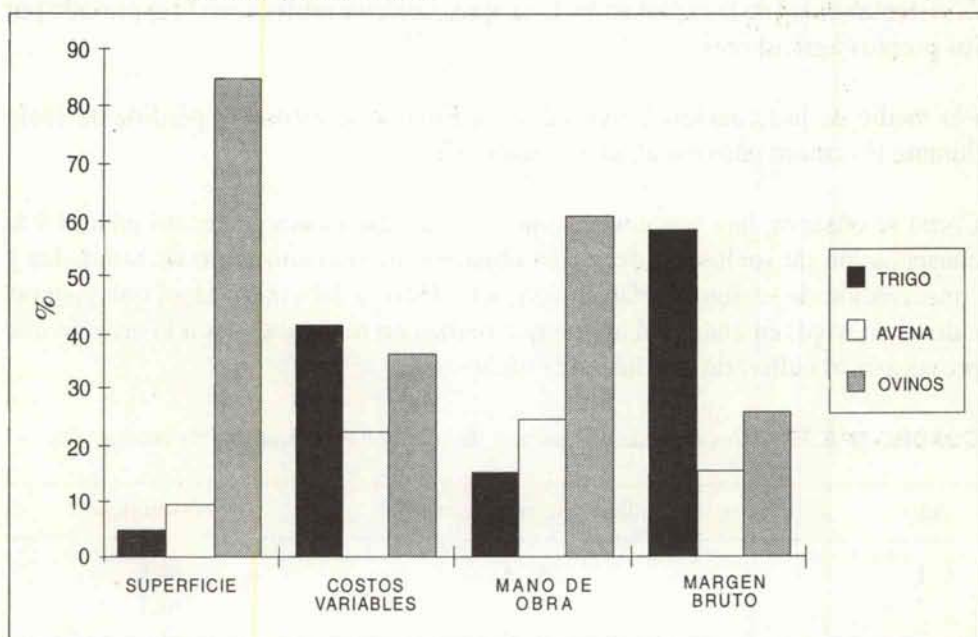
descompensación entre un nivel aceptable de fertilización y un bajo nivel técnico en la siembra unido a uso de semillas de mala calidad.

El subsistema pecuario incluye sólo la producción de ovinos, los que son alimentados con pradera natural, además de la conservación de avena-vicia como forraje seco.

La venta de corderos representa el ingreso monetario principal del sistema, junto al trabajo extrapredial que realiza un miembro de la familia.

En la Figura 3 se presenta un resumen de la importancia de cada uno de estos componentes dentro del sistema y la participación de cada uno de ellos en el margen bruto.

FIGURA N° 3. Participación de los componentes del sistema agropecuario y aporte en el margen bruto (%).



Resultados económicos actuales de la explotación

La explotación logra actualmente ingresos reales de subsistencia, levemente superiores al salario mínimo en Chile. Los años en que obtiene mayor margen bruto predial, coinciden con la mayor superficie cultivada con trigo.

En el Cuadro 5 se presentan los costos variable, el ingreso neto y el margen bruto en cuatro temporadas consecutivas.

CUADRO N° 5. Margen Bruto en cuatro temporadas (\$ de diciembre de 1993).

	Costo/1 Variables	Ingreso Neto	Margen Bruto
año 1	145 377	637 714	492 337
año 2	35 000	511 202	476 202
año 3	261 592	771 785	510 193
año 4	101 168	585 975	484 807

1/ Incluye el costo alternativo de la mano de obra familiar

Efecto de la erosión en la sustentabilidad del sistema

Debido a que las explotaciones de precordillera presentan fuertes pendientes en muchos potreros, el tema de la erosión hídrica pasa a ser de primera relevancia en la sustentabilidad de la explotación. Esta apreciación se ratifica con lo expresado por los propios agricultores.

Por medio de la Ecuación Universal de la Erosión se estimó la pérdida de suelo durante los cuatro años estudiados (Cuadro 6)

Como se observa, hay una correlación inversa entre el margen bruto predial y la conservación de suelos; es decir, los objetivos de maximización de utilidades y conservación de suelos estarían en conflicto. Esto se debería al papel que juega el cultivo de trigo, en cuanto al aporte que realiza en rentabilidad y a la erosión que provocaría al cultivarlo con labranza tradicional.

CUADRO N° 6. Erosión calculada y superficie de cereales en el sistema de producción.

Año	Superficie cereales (ha)	Erosión (ton)
1	3,75	48,5
2	1,5	10,5
3	6,24	53
4	2,7	37

Optimización de margen bruto y conservación de suelos

Antes de realizar la optimización de la explotación, se evaluaron las decisiones de producción de las últimas cuatro temporadas del agricultor, las que se resumen en el Cuadro 7.

FIGURA Nº 7. Decisiones del agricultor en cuatro temporadas consecutivas.

		DECISIONES DE AGRICULTOR			
		AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4
T	X1	2,25	0	2,25	0
R	X2	0	0	0	2,7
I	X3	1,5	1,5	1,5	0
G	X4	0	0	0	0
O	X5	0	0	2,49	0
P	X6	0	2,25	0	2,25
R	X7	2,7	2,7	2,7	0
A	X8	0	0	0	1,5
D	X9	1,6	1,6	1,6	1,6
E	X10	2,49	2,49	0	2,49
R					
A					
M.BRUTO (\$)		492 337	476 202	510 193	484 807
EROSION (ton)		48,5	10,5	53	37

Del Cuadro 7 se desprende un comportamiento diferenciado en cada uno de los años. Sin embargo, se observa una cierta tendencia a un sistema de labranza bianual, es decir que cada dos años se produce un aumento considerable de la superficie de siembra, logrando con ello un mayor ingreso, pero a su vez un mayor deterioro del suelo, como se puede observar en los índices de erosión.

Sin embargo, estas fluctuaciones en la superficie bajo siembra no tienen un efecto importante en el ingreso, debido a que la diferencia entre el margen de la actividad pecuaria, en comparación con el margen bruto del cultivo de trigo, no es de gran magnitud.

También es importante observar la debilidad del sistema, el cual se basa en la explotación de un componente del subsistema agrícola, como es el trigo y de la explotación pecuaria, centrada en la producción ovina, extensiva e ineficiente. Desde el punto de vista de Altieri (1991), se configura un sistema de muy baja sostenibilidad.

En el análisis de este caso, se observó un conflicto implícito entre el margen bruto y un objetivo de minimización del impacto ambiental, representado por las tasas de erosión hídrica.

Es por esto que se realizó un ejercicio de modelación matemática multicriterio, para maximizar los objetivos de ingreso familiar (margen bruto de la explotación) y minimizar los efectos erosivos de la labranza.

Con el rango de soluciones eficientes entregado por el modelo, se obtienen por un lado el *trade off* intercambio entre un objetivo de margen bruto y otro de tipo ambiental.

Finalmente se comprara esta curva de soluciones entregadas en la optimización con lo realmente ejecutado por el agricultor en los últimos cuatro años.

A continuación se muestra el modelo matemático con los coeficientes usados en cada una de las variables de trabajo.

Modelo operativo

$$51.331X_1 + 51.331X_2 + 51.331X_3 + 51.331X_4 + 51.331X_5 + 44.160X_6 + 44.160X_7 + 44.160X_8 + 41.160X_9 + 41.160X_{10} \quad \text{MAX}$$

$$X_{12}, X_{14}, X_{16}, X_{17}, X_{18} \quad \text{MIN}$$

Sujeto a:

1. Restricciones de superficie

$X_1 + X_6$	LE 2,25 ha.
$X_2 + X_7$	LE 2,70 ha.
$X_3 + X_8$	LE 1,50 ha.
$X_4 + X_9$	LE 1,60 ha.
$X_5 + X_{10}$	LE 2,49 ha.
$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10}$	EQ 10,54 ha.

2. Restricciones de rotación

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5$	LE 5,27 ha.
$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5$	GE 1,00 ha.

3. Restricción de capital

$37.469X_1 + 37.459X_2 + 37.469X_3 + 37.469X_4 + 37.469X_5 + 15.000X_6 + 15.000X_7 + 15.000X_8 + 15.000X_9 + 15.000X_{10}$	LE 250.000
--	------------

4. Restricciones a la erosión

$21,00X_1 + 1,18X_6 + X_{11} - X_{12}$	EQ 7 ton/ha.
$22,75X_2 + 1,26X_7 + X_{13} - X_{14}$	EQ 7 ton/ha.
$9,00X_3 + 0,50X_8 + X_{15} - X_{16}$	EQ 7 ton/ha.
$15,00X_4 + 0,83X_9 + X_{17} - X_{18}$	EQ 7 ton/ha.
$20,55X_5 + 1,14X_{10} + X_{19} - X_{20}$	EQ 7 ton/ha.

donde:

X_1 a X_5 Son variables que se refieren a tamaño de cada uno de los potreros que conforman el predio, asociado al cultivo de trigo.

X_6 a X_{10} Son los mismos potreros que conforman el predio, esta vez asociados a la presencia de pradera para alimentación animal.

X_{11} a X_{20} Son variables de holgura de la restricción de erosión en cada uno de los potreros, para el cultivo de trigo y de pradera.

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de la optimización del sistema, considerando los objetivos de maximización del margen bruto y de minimización de la erosión.

CUADRO N° 8. Soluciones eficientes entregadas por la optimización.

		SOLUCIONES			
		1	2	3	4
T	X1	0,22	0,22	0,22	0,22
R	X2	0,17	0,17	0,17	0,17
I	X3	0,74	1,5	1,5	1,5
G	X4	0,4	0,4	1,6	1,6
O	X5	0,21	0,21	0,21	0,6
P	X6	2,03	2,03	2,03	2,03
R	X7	2,53	2,53	2,53	2,53
A	X8	0,76	0	0	0
D	X9	1,2	1,2	0	0
E	X10	2,28	2,28	2,28	1,89
R					
A					
M.BRUTO (M\$)		477,32	482,82	491,46	494
EROSION (ton)		0	6,5	23,5	30,94

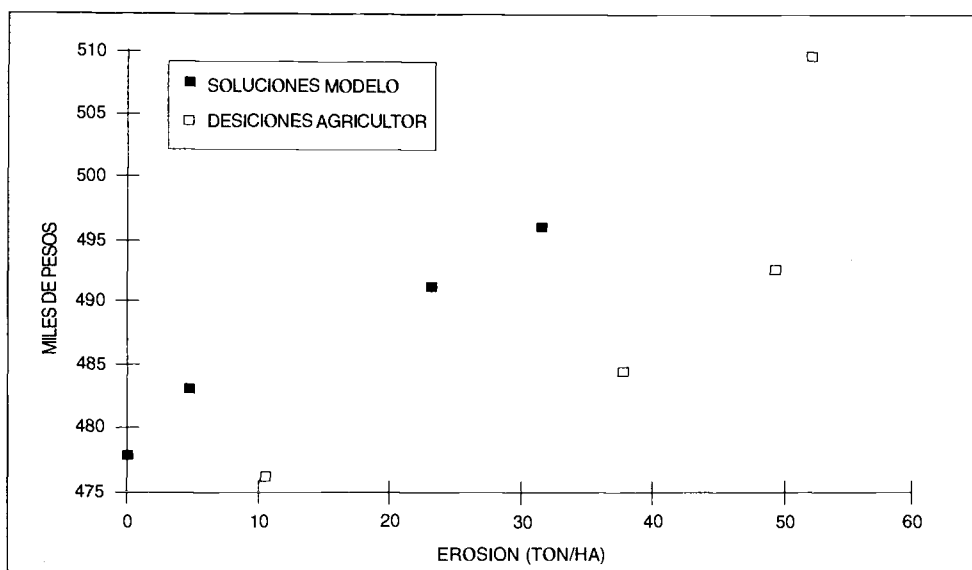
En las cuatro soluciones que se obtienen de la optimización, se logran márgenes brutos mayores que el punto más bajo de la serie real de cuatro años. Es así como en el año 2 de la serie real, se obtiene un ingreso de \$ 476 202, mientras que en la solución N°1, que es la de menor ingreso en la optimización, el ingreso es de \$ 477 320.

En relación al impacto en la erosión, se observa que en la situación real hay pérdidas de suelo en los cuatro años, mientras que en la optimización, en una de cuatro soluciones, no hay efecto de erosión. Adicionalmente, en tres de los cuatro años reales hay efectos más negativos, en cuanto a erosión, respecto a las soluciones logradas en la optimización.

Finalmente, en relación a los ingresos, se observa que en la serie de cuatro años reales, solo un año (año 4) el ingreso es mayor que en cualquiera de las soluciones logradas en la optimización. Sin embargo, la erosión ligada a este arreglo es un 30% superior a la que se logra en la solución de mayor erosión en la optimización.

En el Figura 4, se observa la distribución de las soluciones óptimas logradas en la optimización en relación a los dos objetivos planteados en el modelo. Adicionalmente se muestran los puntos en los cuales se ubican los cuatro años reales frente a los mismos objetivos.

FIGURA Nº 4 . Situación espacial de las soluciones de optimización y de los cuatro años reales, frente a los objetivos de margen bruto y erosión.



De la Figura 4 se desprende que hay tres situaciones reales que podrían haber sido perfectibles en al menos el objetivo de ingreso. Es así como a similares grados de erosión se logran mayores ingresos en los resultados de optimización, o por el contrario, un mismo nivel de ingreso se podría lograr con un menor efecto en las pérdidas de suelo. En sólo un punto real se observa que no era posible obtener un ingreso similar mediando un objetivo de minimización de la erosión.

Esta comparación denota la no existencia de un objetivo de minimización del impacto ambiental en este tipo de sistema de producción y un espacio de trabajo en el diseño tecnológico del sistema, en el cual se puede optar por mantener o aumentar los ingresos, disminuyendo el efecto sobre la erosión.

Por otro lado, al calcular el *trade off* entre el objetivo de ingreso y el de minimización de la erosión, se obtiene un valor de 0,5. Es decir, que para mejorar en una unidad el objetivo de erosión, se deben sacrificar 0,5 unidades de margen bruto.

Lo anterior implica que en las condiciones de optimización de este caso, el desplazar la decisión hacia el punto de la curva donde se cumple en mayor medida la satisfacción de un objetivo ecológico, implicaría un costo de \$17 000 anuales, lo que equivale a un 3% de dicho margen bruto.

Sin embargo, una vez que se ha desplazado el sistema actual hacia un punto más eficiente, enfrentamos el problema del *trade off* que esta implícito en el conjunto de soluciones entregadas en la optimización. Es en este punto en que se debe considerar la contradicción entre una decisión de corto plazo con una de largo plazo.

Hipótesis de resultado económico de largo plazo

Para evaluar las decisiones entregadas por la optimización en el largo plazo, se suponen tres escenarios de baja en la productividad (10%, 40% y 70%), por efecto de la degradación de recursos en un período de 20 años, en la solución de mayor margen bruto, pero de mayor impacto sobre la erosión del suelo (solución N° 4 del modelo) y se comparó con la situación que no producía erosión y que generaba menor ingreso (solución N° 1 del modelo).

Con dichos antecedentes se procedió a realizar el cálculo del Valor Presente Neto, resultados que se muestran en el Cuadro 9.

CUADRO N° 9. Valor Presente Neto de un plan de producción de 20 años
(\$ de diciembre de 1993)

	VPN
Solución 4	
baja de 10%	3 490 973
baja de 40%	2 901 425
baja de 70%	2 311 878
Solución 1	3 556 343

Los resultados del cálculo del VPN demuestran que la decisión definida en la solución 1 es de mayor rentabilidad en el largo plazo que la definida en la solución 4, para los tres escenarios de degradación.

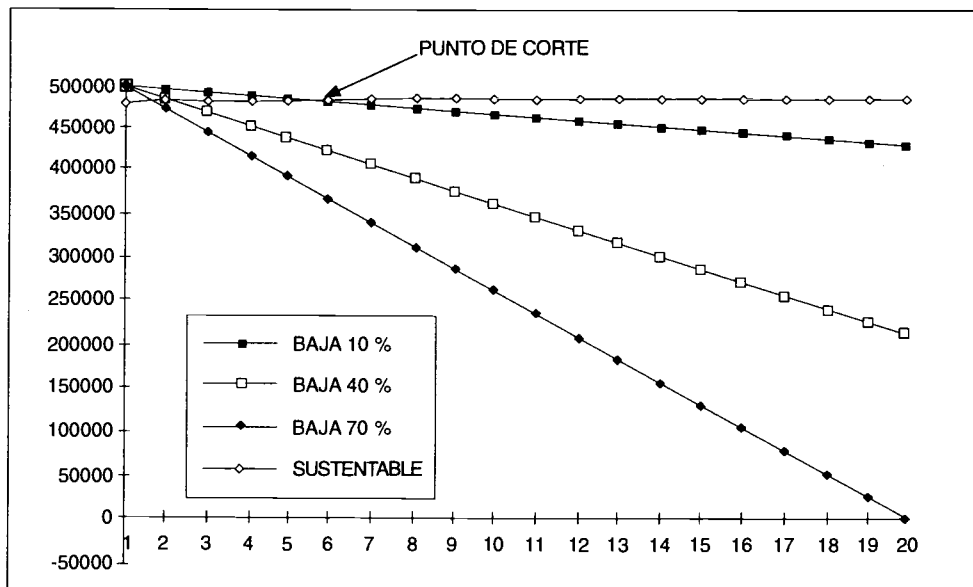
Es así como para el escenario de mayor baja de la productividad (70% a 20 años), desde el año 2 en adelante resulta menos rentable que la estructura del sistema ligada a la solución sustentable; y en el otro extremo, con una disminución en la productividad de 10% a los 20 años, desde el año 6 en adelante resulta menos rentable que la solución de menor margen bruto y nula erosión (Figura 5).

En resumen, en este tipo de sistema de uso del suelo, se observan tres elementos que lo diferencian de los otros casos de estudio.

El primero, está relacionado con la presencia de un *trade off* entre un objetivo de ingreso familiar y un objetivo de disminución de las tasas de erosión hídrica.

El segundo elemento, es la existencia de un conflicto entre los objetivos de corto y largo plazo. En efecto, las decisiones que implican un mayor ingreso familiar en el corto plazo determinan deterioro del recurso suelo, lo que compromete su productividad futura, en tal magnitud que las decisiones que implicaban menor ingreso familiar en el corto plazo, con bajos o nulos efectos sobre la erosión del suelo, en el largo plazo resultan de mayor rentabilidad económica.

FIGURA N° 5. Proyección del margen bruto para tres niveles de degradación del suelo.



Finalmente, un tercer elemento es la existencia de un espacio tecnológico factible. En efecto la adopción de tecnologías de labranza mínima, el arreglo espacial entre cereales y praderas y los tiempos de las rotaciones culturales, son elementos que pueden contribuir a disminuir y, eventualmente, a anular los efectos de la erosión del suelo, manteniendo y, en algunos casos, elevando los niveles de ingreso familiar.

CONCLUSIONES

1. Inicialmente se establecieron modelos e índices para un conjunto de variables relacionadas con los recursos naturales (erosión, nutrientes, contaminación por productos químicos, etc). Sin embargo, se llegó a la conclusión de que juntar procesos de carácter irreversible con otros reversibles, tendía a distorsionar los efectos de la agricultura sobre el medio natural.

Lo anterior implicó determinar caso a caso, uno o más elementos de la misma jerarquía, que fueran importantes desde el punto de vista de degradación o contaminación de los recursos naturales.

2. Para la determinación de los principales fenómenos a incluir en la evaluación del desempeño ambiental de los sistemas de producción, se trabajó básicamente en base a la opinión de expertos y del análisis de discurso de los agricultores.

Es importante destacar el grado de consenso que se observó entre la opinión de los expertos y la de los propios agricultores. Se destaca, por tanto, que las

herramientas de análisis cualitativo permiten dimensionar y acotar los elementos a ser considerados en una evaluación de impacto ambiental de la agricultura campesina sobre los recursos naturales.

3. Aunque no hay una herramienta única para realizar una evaluación del desempeño ambiental de los sistemas de producción campesinos, se establece que los modelos matemáticos multicriterio, constituyen una herramienta eficaz cuando se desea acotar el número de combinaciones en sistemas con un rango amplio de alternativas productivas y de combinación de estas alternativas en el espacio físico de la explotación.

El cálculo del Valor Presente Neto para comparar alternativas de uso del suelo, en escenarios de degradación, resulta ser un evaluador económico que ayuda a realizar comparaciones entre los beneficios de corto plazo y de largo plazo.

4. En los dos estudios de caso, se comprobaron dos situaciones distintas: a) Presencia de daño (erosión) y situaciones de *trade off* o intercambios entre margen bruto y daño ambiental y contradicciones entre formas de uso del suelo y los beneficios de corto y largo plazo, en el caso de precordillera Andina y; b) Presencia de daño (erosión) pero ausencia de *trade off* intercambios entre margen bruto y erosión y, adicionalmente, ausencia de conflicto entre los beneficios de corto y largo plazo, en el caso de secano interior.
5. En razón de lo anterior, las políticas necesarias para enfrentar la degradación de los recursos naturales que ejerce la agricultura campesina, debe contener al menos tres elementos: a) Deben ser diferenciadas entre tipos de agricultores y entre zonas agroecológicas; b) Deben orientar el desarrollo de la investigación tecnológica específica para enfrentar el problema del impacto sobre los recursos naturales y; c) Deben considerar políticas de tipo financiero que permitan, de un lado, el posible cambio tecnológico y, del otro, estimular el reemplazo de prácticas con beneficios de corto plazo por la adopción de técnicas con beneficios en el largo plazo.

AGRADECIMIENTOS

En el estudio participaron numerosas personas. Sin embargo, deseamos agradecer especialmente a las familias campesinas por su desinteresada colaboración. Igualmente, a los investigadores del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA, Estación Experimental Quilamapu) señores Nicasio Rodríguez, Emilio Ruz, y Jorge Riquelme y al señor Luis Peña, profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción. Las secciones de este trabajo referidas al estudio de las percepciones campesinas en base a la técnica de los "Focus Groups", están basadas y, en algunas partes, extraídas, del informe de la consultoría realizada para el proyecto por Ximena

Sgonbich y Gabriel Guajardo, titulado "Resultado del análisis de discurso de los agricultores sobre el impacto del uso del suelo en los recursos naturales." Agradecemos al señor Rodrigo Cazanga, investigador del GIA, actualmente en la Universidad Católica de Louvain-la-Neuve, Bélgica, quien colaboró en la revisión bibliográfica.

BIBLIOGRAFIA

- Altieri M.A., 1991. **Sistemas agroecológicos alternativos para la producción campesina.**
- Berdegú J.A., 1991. Agricultura de exportación. ¿Cómo adelantarse a la presión ambiental externa? *Ambiente y Desarrollo*. Abril p. 103-108.
- Berdegú J.A. y de Miranda E., 1991. Assessment of sustainable land-use systems research in South America. **En: Sustainable land use systems research**, Proceedings of an International Workshop, New Delhi, India, February 6-12, 1990, Rodale Institute-Indian Council for Agricultural Research-USDA: Kutztown, Pennsylvania, USA. p. 201-278.
- Berdegú J.A., Sotomayor O. y Zilleruelo C., 1990. Metodologías de tipificación y clasificación de sistemas de producción campesinos de la Provincia de Ñuble de Chile. **En: Tipificación de sistemas de producción agrícola**, G. Escobar y J. Berdegú ed., RIMISP, Santiago de Chile.
- Conway G.R., 1985. Agroecosystem analysis. *Agricultural administration* 20:31-55.
- Di Silvestre F.J., 1992. **Análisis de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas campesinos. Propuesta de una metodología operativa**, Memoria Med. Veterinario U. de Chile, 79 p.
- Gligo N., 1986. La elaboración de inventarios y cuentas del patrimonio natural y cultural. **En: La dimensión ambiental en la planificación del desarrollo**, Buenos Aires, G.e.I. Vol (1): 213-233.
- Gurovich L.A., 1991. Salinización de suelos en Copiapó (II): Mejoramiento de los suelos salinizados por riego por goteo en el Valle de Copiapó. *Ambiente y Desarrollo*, agosto 58-62.
- Harrington L.W., 1991. **Interpreting and measuring sustainability: Issues and options.** Paper presented at the NARS-CIMMYT-IRRI Workshop on measuring sustainability through farmer monitoring, 6-9 May, Kathmandu, Nepal.
- Harrington L.W., 1992. Measuring sustainability. *Journal for Farming Systems Research-Extensión*, 3 (1) 1-20.
- Harrington L.W., Jones P. y Winogrand M., 1994. **Operacionalización del concepto de sostenibilidad: Un método basado en la productividad total**, Ponencia del Sexto Encuentro Internacional de RIMISP, Campinas, Brasil, 11 al 14 de abril de 1994.
- Hillel D., 1982. **Introduction to soil physics**, Academic Press, New York, USA, 383 p.
- Illanes J., 1993. Procedimientos claros para un sistema de evaluación de impacto ambiental eficiente. *Ambiente y Desarrollo*, junio: 18-22.
- Mac Neill J., 1990. Desarrollo sustentable, económico y e imperativo del crecimiento. *Ambiente y Desarrollo*, abril: 25-42.
- Maino M., Pittet J. y Köbrich C., 1993. **Programación Multicriterio: Un Instrumento para el Diseño de Sistemas de Producción.** Serie de Materiales Docentes N° 3, RIMISP, Santiago.
- Martínez L., 1991. Salinización de suelos en Copiapó (I): Creciente incorporación de sales amenaza la productividad del suelo agrícola. *Ambiente y Desarrollo*, agosto: 55-57.
- Ramírez E. y Martínez H., 1995. **Captura de información de diagnóstico en sistemas de producción campesinos**, Serie Materiales Docentes N° 5, RIMISP, Santiago.

- Ramírez E., Martínez H. y Mora L., 1993. **Captura de información dinámica: comparación entre el seguimiento dinámico quincenal y la entrevista semiestructurada en profundidad**, Trabajo presentado al Primer Simposio Latinoamericano de Sistemas de Producción Campesinos, Quito, Ecuador, 3 al 5 de marzo de 1993.
- Tisdale S.L. y Nelson W.L., 1970. **Fertilidad de los suelos y fertilizante**. Ed Montaner y Simon S.A., Barcelona, 760 p.
- Villarroel P., 1993. Proyecto de Ley Marco para el medio ambiente: un "Sello Verde" para el modelo chileno. *Ambiente y Desarrollo*, marzo: 7-12.

EVALUACION DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE: EL PLAN SIERRA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA¹

Alain de Janvry*
Elisabeth Sadoulet*
Blas Santos**

RESUMEN

Este trabajo desarrolla una metodología de evaluación de proyectos que combina los conceptos de factibilidad económica, aceptabilidad² y sostenibilidad y la aplica al Plan Sierra, un proyecto de desarrollo de cuencas en la República Dominicana. La factibilidad se mide por el cambio en el ingreso sostenible para las generaciones sucesivas de hogares del proyecto, visto desde la perspectiva de hoy. La aceptabilidad,⁴ por el ingreso anual promedio que la generación presente de hogares del proyecto deriva del mismo. La sostenibilidad, por el impuesto o subsidio que es igual a la diferencia entre el ingreso sostenible y el ingreso promedio anual para la generación actual de hogares del proyecto. Estos tres criterios pueden lograrse por esquemas de impuestos y subsidios entre hogares que participan y no participan del proyecto, así como entre generaciones.

INTRODUCCION

Incluir en la evaluación de proyectos las dimensiones de evaluación de impacto ambiental (EIA) y de evaluación del desarrollo sostenible (EDS), no sólo coloca nuevas restricciones al diseño de proyectos, sino que también puede ayudar a crear nuevas oportunidades a través de desarrollar la base de recursos para iniciativas de desarrollo rural. Proyectos con costos externos e impactos negativos sobre el bienestar de las generaciones futuras, han conducido a la subvaloración sistemática de los costos asociados con el uso de capital natural en el proyecto mismo. Internalizar estos costos y obligar al proyecto a ajustarse a una restricción de sostenibilidad, claramente restringe la gama de proyectos factibles. Las nuevas oportunidades se derivan del hecho de que los potenciales beneficiarios fuera de la población objetivo del proyecto, ya sea en el espacio (externalidades) o en el tiempo (sostenibilidad), pueden ser objeto de impuestos a las ganancias que los proyectos de desarrollo rural

* Universidad de California, Berkeley.

** Plan Sierra.

1 Artículo publicado en inglés en la edición de marzo, 1995, del JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ECONOMICS AND MANAGEMENT, con cuya autorización se publica por RIMISP en español. Copyright © 1995 by Academic Press, Inc. Traducción de J. A. Berdegué.

2 En el original en inglés "acceptability. (nota del trad.)

crean para ellos. Cuando transferimos estos impuestos a los hogares de la población objetivo del proyecto, bajo la forma de subsidios, podemos ayudar a crear incentivos para que los hogares participen en actividades que de otra forma no serían atractivas para ellos. En consecuencia, se puede ampliar el ámbito para proyectos de desarrollo rural socialmente benéficos.

Los desafíos al buscar estas posibilidades, radican en el diseño de una metodología de evaluación y en la implementación de iniciativas de desarrollo rural, construidas sobre estos principios. Esto es lo que exploramos en este trabajo. Primero, desarrollamos un conjunto de conceptos teóricos para ser usados en la evaluación ambiental de proyectos. A continuación, los aplicamos a la evaluación del Plan Sierra, un proyecto de desarrollo rural y manejo de cuencas en la República Dominicana, que busca reducir la pobreza rural, mitigar las externalidades creadas por la erosión del suelo y, fortalecer la sostenibilidad. Concluimos con recomendaciones para la implementación exitosa de este tipo de proyectos.

CONCEPTOS TEORICOS DE LA EVALUACION DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Dimensiones de la Evaluación de Proyectos

Para iniciativas que hacen uso de capital natural, la evaluación de proyectos debe desarrollarse en tres dimensiones que requieren ejercicios de contabilidad separados:

1. Evaluación económica y financiera de proyectos: éste es el componente tradicional de la evaluación de proyectos. Se mide por el valor presente neto (VPN) del flujo de beneficios y costos y por la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto a precios de mercado para los agentes del proyecto. Los beneficios pueden incluir no solo los valores comercial y de uso de los recursos, sino también, sus valores de opción y existencia para los agentes del proyecto. La evaluación financiera consiste en verificar la habilidad de las agencias prestatarias para repagar el préstamo.
2. Evaluación de impacto ambiental: aborda las externalidades creadas por el proyecto, por ejemplo, sobre la población no objetivo dentro del área del proyecto o en otras regiones, así como en la internalización de estas externalidades. Para proyectos que generan externalidades positivas, por ejemplo, reducción de un flujo de contaminación, la evaluación de impacto ambiental proactiva puede ser usada para identificar las ganancias a las que se les pueden aplicar impuestos, que luego se pueden transferir como subsidios a los hogares del proyecto, en orden a lograr potencialmente la compatibilidad de incentivos con respecto a las metas del proyecto.

3. Evaluación de desarrollo sostenible: su foco es la equidad intergeneracional en la incidencia de beneficios derivados del proyecto. El desarrollo sostenible coloca una restricción a la forma en que la generación presente de decisores usa el capital natural, a fin de que, como consecuencia de sus acciones, no se predetermine un nivel de bienestar de las generaciones futuras, que sea necesariamente menor que el logrado por la generación presente (World Commission on Environment and Development, 1987). Dado que la restricción de sostenibilidad es un asunto de ética y no de eficiencia (como es el caso de la evaluación económica y financiera y de la evaluación de impacto ambiental), la creación de condiciones para la aceptación de la restricción de sostenibilidad, es un tema clave para su implementación.

Estas tres dimensiones de la evaluación de proyectos pueden combinarse aplicando a la contabilidad privada del valor presente neto en la evaluación económica y financiera, los impuestos a las externalidades y a la sostenibilidad. Si hay distorsiones de precios o si la tasa social de descuento es menor a la tasa de interés del mercado, estos cálculos se pueden hacer también a precios sociales.

Definición de Sostenibilidad a Nivel de Proyecto

Se han utilizado varios enfoques para implementar el concepto de sostenibilidad. Uno es través de la ética del bienestar intergeneracional, donde un altruismo desinteresado a través de las generaciones, implicaría un comportamiento por la generación presente tal como si hubiera una tasa de descuento cero y no hubiera sustitución entre el bienestar de las generaciones sucesivas. Otra forma es a través de un fondo intergeneracional, donde las transferencias a través de impuestos, capitalización del fondo y subsidios, pueden compensar a las generaciones futuras por el desgaste del capital natural por la generación actual, para asegurar un flujo constante de bienestar (Pearce y Warford, 1993). Finalmente, la sostenibilidad puede lograrse a través de reservas de capital no declinantes, donde la reserva incluye capital natural, capital creado por el hombre y capital humano (Solow, 1980). En este trabajo usamos el concepto de un fondo intergeneracional para establecer cuáles recomendaciones cumplen con el criterio de sostenibilidad y, para aquellas que no lo hacen, cuál es el nivel de impuestos que se necesitaría imponer sobre la generación actual.

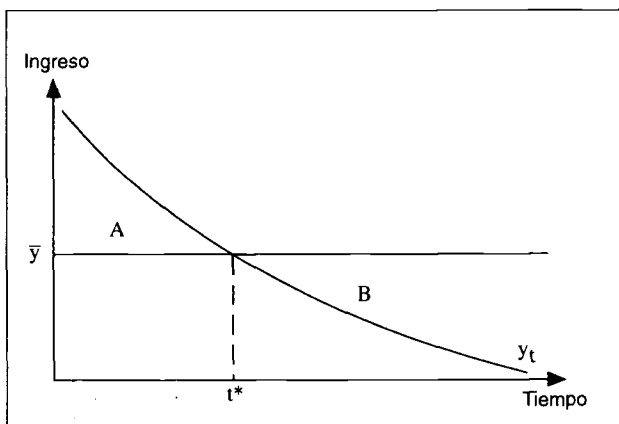
Se han usado dos conceptos de tiempo para introducir el criterio de sostenibilidad en la evaluación de proyectos. El primero mira el tiempo futuro como continuo, es decir, sin introducir discontinuidades entre una generación de tomadores de decisiones y la siguiente (von Amsberg, 1993). En contraste, el segundo corta el tiempo futuro en bloques de 20 a 25 años que corresponden a generaciones superpuestas (World Commission on Environment and Development, 1987). Este segundo enfoque introduce la arbitrariedad de tener que definir el lapso de tiempo entre generaciones. Tiene la ventaja que permite a una generación de tomadores de decisiones, el manejo del capital natural, libre de la restricción de sostenibilidad, dentro de su propio bloque

de tiempo, sujeto a la condición que estos recursos sean entregados al final de la propia generación en una forma tal que asegure la sostenibilidad para la siguiente generación de tomadores de decisiones. Esto da a los decisores actuales la flexibilidad de eventualmente agotar los recursos en el corto plazo para subsecuentemente restaurarlos a un nivel suficiente para lograr la sostenibilidad. Esto claramente requiere que no se exceda un nivel crítico de irreversibilidad en el uso de los recursos y que la generación presente asuma el costo de cualquier inversión para la restauración de la reserva de capital natural que sea necesaria para el logro de la sostenibilidad. En la metodología que sigue, combinamos la medición del ingreso anual con tiempo continuo, con la separación discreta de generaciones para definir la sostenibilidad en términos de equidad intergeneracional.

El criterio de sostenibilidad en el tiempo continuo

En el tiempo continuo, el concepto de sostenibilidad implica que el flujo de servicios derivados del uso del capital natural debe ser constante año tras año, en un horizonte de tiempo infinito y que este flujo de servicios se obtenga a un precio constante (si acaso hay uno). La cantidad y el precio constante aseguran la equidad intertemporal entre los usuarios, es decir, la sostenibilidad. Si no hay un precio involucrado, la sostenibilidad requeriría un rendimiento constante o un nivel constante de ingreso derivado del proyecto. El problema de la sostenibilidad se origina en el hecho que la generación presente de decisores deriva una renta económica del uso del capital natural y que esta renta se va eliminando a través del tiempo por el uso que esta generación hace del capital natural.

FIGURA N° 1. Ingreso sostenible derivado de la tierra.



En la Figura 1 analizamos el concepto de sostenibilidad cuando lo que debe mantenerse a través del tiempo es el ingreso derivado de una parcela de tierra. El rendimiento cae conforme la fertilidad del suelo se agota gradualmente, pero hay sustitutos a la tierra como fuente de ingreso; en particular

cuentas de ahorro que generan intereses. El valor presente del flujo de ingresos anuales y_t visto desde $t=0$ a una tasa de descuento r , es igual al VPN (y_t). Para cualquier VPN, siempre existe un ingreso constante anual correspondiente \bar{y} tal que:

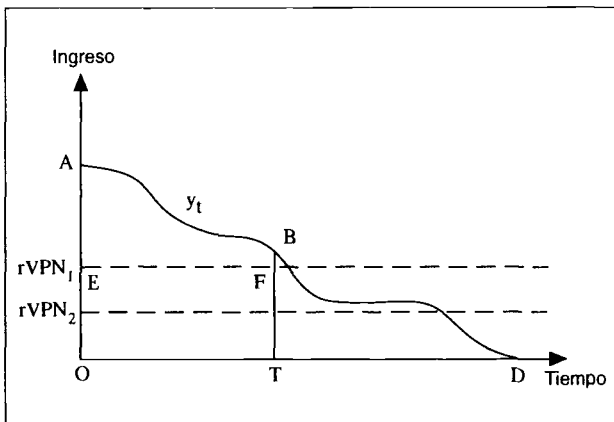
$$\bar{y} = r \text{ VPN}(y_t)$$

que es el ingreso sostenible.³ Para lograr este ingreso, los usuarios de la tierra pagan un impuesto (o ahorran) $y_t - \bar{y}$, antes de t^* y reciben indefinidamente un subsidio (o pierden ahorro) $\bar{y} - y_t$. En la Figura 1, el impuesto aplicado a la tierra antes de t^* es igual al área A, en tanto que el subsidio a los usuarios de la tierra después de t^* es igual al área B. A la tasa de descuento r , $VPN(A) = VPN(B)$.⁴ Si los usuarios de la tierra siempre reciben un ingreso neto \bar{y} y si el impuesto colectado antes de t^* se invierte a la tasa de interés r , la sostenibilidad del ingreso ha sido lograda, aún cuando la fertilidad del suelo se haya agotado a través del tiempo. La equidad intergeneracional se obtiene cuando la renta del recurso es compartida igualmente entre todas las generaciones de los usuarios de la tierra. Si existen oportunidades de ganar altos intereses, el ingreso sostenible puede mantenerse a un nivel más elevado y la tierra puede agotarse a un ritmo mayor.

El criterio de sostenibilidad en el tiempo intergeneracional

La otra aproximación para la implementación de la restricción de sostenibilidad consiste en: a) Calcular el valor presente VPN_1 de un programa económico intertemporal que usa el capital natural, tal como es percibido por la generación presente en el tiempo $t = 0$; b) Calcular el valor presente VPN_2 del mismo programa económico a partir de T años en el futuro, donde T es el tiempo durante el cual una generación permanece como tomadora de decisiones; c) Definir la restricción de sostenibilidad, como la condición en la cual $VPN_2 \geq VPN_1$, es decir que el valor del programa económico visto al inicio de la segunda generación, permanezca al menos igual a aquel que estaba disponible para la primera generación.

FIGURA N° 2. Ingreso sostenible a través de generaciones.



La Figura 2 ilustra estos conceptos. El ingreso anual logrado por el programa sigue la declinación irregular ABD a través del tiempo. $VPN_1 = VPN(\text{área OAD})$, es el valor presente neto del programa completo como se ve en el tiempo $t = 0$. $VPN_2 = VPN(\text{área TBD})$, es el valor presente neto del programa

evaluado en el tiempo T .

3 El VPN del ingreso constante \bar{y} , es: $VPN(\bar{y}) = \int_0^{\infty} \bar{y}e^{-rt} dt = \frac{\bar{y}}{r}$.

4 $VPN(\bar{y}) = \int_0^{\infty} \bar{y}e^{-rt} dt = \int_0^{\infty} y_t e^{-rt} dt = VPN(y_t)$. Luego, $\int_0^{\infty} e^{-rt}(\bar{y} - y_t) dt = 0$. En el tiempo t^* donde $y_t = \bar{y}$, $VPN(A) = \int_0^{t^*} e^{-rt}(y_t - \bar{y}) dt = \int_{t^*}^{\infty} e^{-rt}(\bar{y} - y_t) dt = VPN(B)$.

El ingreso total recibido por la primera generación es la diferencia entre estos dos valores, ambos evaluados en $t = 0$:

$$Y_1 = \text{VPN} (\text{área OABT}) = \text{VPN}_1 - e^{-rT} \text{VPN}_2$$

Suponemos que no hay un mercado de crédito en el cual el hogar pueda pedir prestado contra el valor terminal de sus activos en el año T y, por lo tanto, que solo el flujo de ingresos durante estos T años entra en la definición del ingreso.

En contraste, cuando la sostenibilidad se define en el tiempo generacional continuo, el ingreso sostenible es $\bar{Y}_1 = (1 - e^{-rT}) \text{VPN}_1$. En la Figura 2, si el ingreso de la primera generación difiere del ingreso sostenible, cuando la segunda generación tome el control, el ingreso sostenible se habrá reducido a $\bar{Y}_2 = (1 - e^{-rT}) \text{VPN}_2$.

Si $\text{VPN}_1 > \text{VPN}_2$, el impuesto a la degradación de recursos que debe ser pagado por la primera generación en el tiempo 0 , para ser transferido como un subsidio a la segunda generación, es aquel que pueda compensar a esta última por su pérdida de VPN. Este impuesto entonces se define como:

$$\text{VPN}_1 = \text{VPN}_2 + e^{rT}(\text{impuesto}),$$

donde r es la tasa de interés a la cual el impuesto pagado por la presente generación puede ser depositado hasta el tiempo T cuando será pagado como un subsidio a la segunda generación. Al transferir algún ingreso del año 0 al año T a través de impuestos, el valor presente neto VPN_1 no cambia, pero el valor presente neto en el tiempo T se ha aumentado a $\text{VPN}_2 + e^{rT}(\text{impuesto})$. El impuesto pagado por la primera generación es entonces:

$$\text{Impuesto} = e^{-rT} (\text{VPN}_1 - \text{VPN}_2) = \frac{e^{-rT}}{r} (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2).$$

Después de impuestos, el nivel de ingreso Y_1 logrado por la primera generación es igual a:

$$Y_1 = \text{VPN}_1 - e^{-rT} \text{VPN}_2 - (\text{impuesto}) = (1 - e^{-rT}) \text{VPN}_1$$

Este nivel de ingreso es el mismo que aquel que se lograría cuando se ha establecido el impuesto de sostenibilidad, calculado bajo tiempo continuo. Es igual al valor presente neto de un flujo constante de ingreso $\bar{Y} = r \text{VPN}_1$ entre 1 y T , igual a $\text{VPN}(\text{EFTO})$ en la Figura 2, que es el ingreso recibido por la primera generación:

$$Y_1 = \int_0^T e^{-rT} r \text{VPN}_1 dt = (1 - e^{-rT}) \text{VPN}_1$$

Los dos enfoques, tiempo continuo y tiempo intergeneracional, conducen entonces al mismo impuesto e ingreso intergeneracionales de sostenibilidad.

Evaluación de un Proyecto Diseñado para Mejorar la Sostenibilidad

Analizamos ahora el tema de un proyecto de desarrollo de una cuenca donde los hogares del proyecto están aguas arriba (u) y las externalidades se crean aguas abajo (d). Los hogares localizados aguas arriba desarrollan una serie de actividades tradicionales y el proyecto recomienda un conjunto de actividades alternativas. Los diversos impactos del proyecto son entonces las consecuencias de los cambios creados por el desplazamiento desde las actividades tradicionales a las recomendadas. Digamos que para cada actividad tradicional y recomendada, podemos evaluar los siguientes datos:

	Primera generación(1)		Segunda generación (2)	
	Aguas arriba	Aguas abajo	Aguas arriba	Aguas abajo
Valor presente	VPN_1^u	VPN_1^d	VPN_2^u	VPN_2^d
Ingreso anual promedio por generación	y_1^u	y_1^d	y_2^u	y_2^d
Ingreso anual sostenible	$\bar{y}_1^u = r VPN_1^u$	$\bar{y}_1^d = r VPN_1^d$		

Los conceptos desarrollados anteriormente, nos dan instrumentos para evaluar actividades y proyectos (transiciones entre actividades), de acuerdo a los siguientes tres criterios que deben ser satisfechos conjuntamente.

Factibilidad como actividad o como proyecto: la factibilidad se logra si la actividad o la transición generan ganancias sociales netas, medidas por VPN_1 .

Para actividades:

$$\text{Factibilidad privada : } VPN_1^u \geq 0 \text{ ó } \bar{y}_1^u \geq 0$$

Para transiciones:

$$\text{Factibilidad privada: } \Delta \bar{y}_1^u \geq 0$$

$$\text{Factibilidad social: } \Delta \bar{y}_1^u + \Delta \bar{y}_1^d \geq 0$$

donde Δ es el operador de cambio entre las actividades recomendadas y las tradicionales.

Aceptabilidad para hogares del proyecto: la aceptabilidad se logra si hay compatibilidad de incentivos para la adopción de la actividad o la transición, es decir, si ésta incrementa el ingreso anual promedio del hogar adoptante, durante la duración de su tiempo como tomador de decisiones. Dado que en general no hay un mercado de crédito en el que el hogar pueda pedir prestado contra el valor terminal de los activos, la valoración terminal de éstos no entra en el cálculo del ingreso.

Para las actividades:

Aceptabilidad directa: $y_1^u \geq 0$

Para transiciones:

Aceptabilidad directa: $\Delta y_1^u \geq 0$

Después de la internalización de las externalidades aguas abajo:

$\Delta y_1^u + \Delta y_1^d \geq 0$

Después de internalizar las externalidades aguas abajo y las ganancias de sostenibilidad: $\Delta y_1^u + \Delta y_1^d + (\Delta \bar{y}_1^u - \Delta y_1^u) + (\Delta \bar{y}_1^d - \Delta y_1^d) = \Delta \bar{y}_1^u + \Delta \bar{y}_1^d \geq 0$

Sostenibilidad: la sostenibilidad se logra si las ganancias sociales netas de la actividad o transición, no son menores para la siguiente generación que lo que son para la presente generación.

Para actividades: $VPN_1^u \leq VPN_2^u$ ó $\bar{y}_1^u \leq \bar{y}_2^u$ ó $y_1^u \leq \bar{y}_1^u$

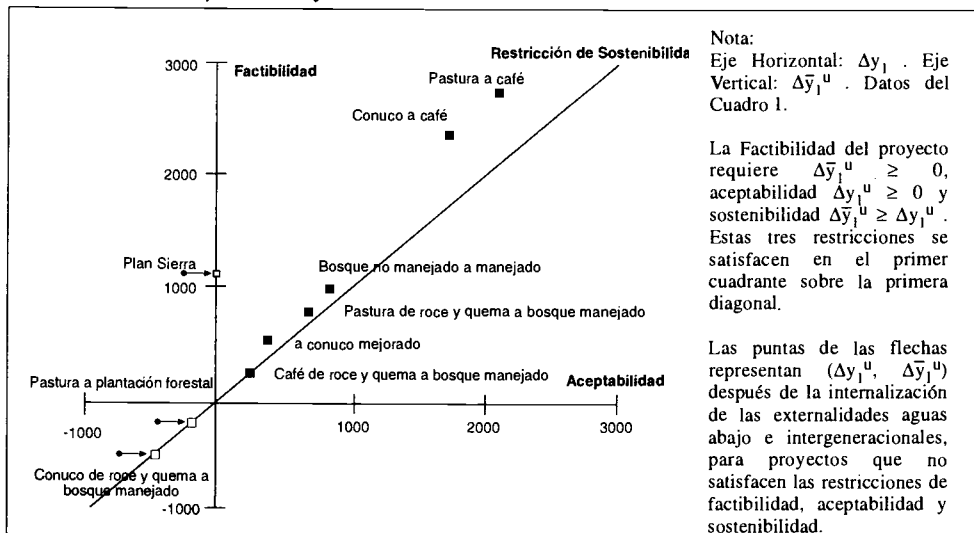
Para transiciones:

Directas: $\Delta y_1^u \leq \Delta \bar{y}_1^u$

Después de internalizar las externalidades aguas abajo: $\Delta y_1^u + \Delta y_1^d \leq \Delta \bar{y}_1^u + \Delta \bar{y}_1^d$

Estos tres criterios de evaluación de proyectos pueden resumirse en la Figura 3, donde conjuntamente delimitan un área triangular en la cual se satisfacen las tres condiciones de factibilidad, aceptabilidad y sostenibilidad. Las compensaciones interregionales e intergeneracionales, pueden ser usadas para tratar de mover hacia dicha área los efectos sobre el ingreso aguas arriba, como se indica por las flechas en la Figura 3.

FIGURA Nº 3. Evaluación de proyectos bajo la restricción de sostenibilidad: factibilidad, aceptabilidad y sostenibilidad de las transiciones recomendadas.



EL PLAN SIERRA

El Plan Sierra se inició en 1979, con el objetivo de resolver simultáneamente los problemas de pobreza masiva e intensa erosión del suelo en las cuencas sobre el Valle Cibao de la República Dominicana, el área agrícola más importante del país. El Plan en sí mismo fue motivado por una fuerte sequía a inicios de los años 70, que resaltó en la conciencia nacional los altos niveles de malnutrición, mala salud, falta de escuelas y de caminos y la pobreza extensiva que prevalecía entre los 110 000 habitantes de la región.

También fue motivado al tomarse conciencia que el programa de desarrollo hidroeléctrico iniciado con las presas Taveras y Bao, con un gran pero aún no utilizado potencial (otras presas están planificadas sobre los ríos Bao y Mao dentro del área de influencia del Plan Sierra), estaba seriamente comprometido por la rápida sedimentación de los reservorios. La deforestación masiva había conducido al gobierno dominicano a cerrar todos los aserraderos en la Sierra en 1967 y a prohibir la tala de árboles, medidas que elevaron fuertemente el desempleo y la pobreza. La erosión del suelo sin embargo, se intensificó aún más por la expansión resultante de la agricultura de roce y quema, para abrir pequeñas parcelas de autoconsumo llamadas conucos; por la difusión de actividades ganaderas extensivas en las tierras deforestadas; y por la continuación de la actividad forestal ilegal.

El Plan Sierra es una institución civil autónoma con aproximadamente 400 empleados y un presupuesto inicialmente derivado principalmente de una apropiación anual establecida por el Congreso dominicano en el presupuesto nacional. El Plan se enfoca hacia una variedad de actividades económicas, incluyendo la promoción de conucos ecológicamente estables; la reforestación y el manejo sostenible de los bosques existentes; esquemas de forestería social y; la difusión de sistemas integrados de cultivos alimenticios y café.

Algunos instrumentos importantes para este propósito fueron la formación de organizaciones de base, el desarrollo de infraestructura, la experimentación con nuevas alternativas tecnológicas para conucos sostenibles, sistemas de crédito, la venta subsidiada de árboles para su transplante, la asistencia técnica, programas de comida-por-trabajo para la adopción de técnicas de conservación de suelos y los programas de entrenamiento para líderes de la comunidad y hogares campesinos.

Por el lado social, el Plan ha logrado importantes avances en la promoción de la educación con una preocupación por la ecología de la Sierra y en la implementación de un efectivo programa de salud con una extensa participación de la comunidad.

En sí mismo, el Plan fue organizado con algunos mecanismos administrativos altamente innovadores, incluyendo el reagrupamiento regional del apoyo técnico en un número de Polos de Desarrollo distribuidos a través de la región, un proceso

interno de toma de decisiones intensamente participativo, consultas frecuentes con las organizaciones de base locales, coordinación directa de muchos de los servicios públicos prestados en la zona y diseño de mecanismos internos de asignación de responsabilidades que eran frecuentemente revisados.

BENEFICIOS PRIVADOS NETOS DEL PLAN SIERRA

El Plan Sierra ofrece a los hogares un conjunto de alternativas a los patrones actuales de uso de la tierra. El análisis de los beneficios privados del Plan Sierra, requiere entonces la medición de los incrementos en el ingreso, derivados de las transiciones desde las actividades actuales a aquellas recomendadas.

Análisis Económico de las Secuencias de Cultivo Tradicionales

Comenzamos con un análisis económico del retorno privado a los distintos patrones de uso de la tierra actualmente observados en la cuenca. Estos son:

- Bosque natural sin manejo.
- Arriendo de pasturas.
- Café bajo cubierta arbórea.
- Conuco tradicional.

Entre éstos, el bosque natural sin manejo no es un sistema en equilibrio. Su muy bajo retorno induce a la gente a convertir los bosques a distintos sistemas de cultivo, comenzando con roce y quema. Por lo tanto, para un agricultor con acceso a tierra de bosques, se deben añadir tres sistemas de cultivos potenciales, que establecen el costo de oportunidad de los bosques naturales:

- Pasturas con roce y quema.
- Conucos con roce y quema.
- Café con roce y quema.

Cada uno de estos sistemas debe ser analizado dinámicamente, ya que se caracterizan por una secuencia de usos de la tierra, niveles de rendimiento y actividades de mantención. Por ejemplo, el sistema de conuco tradicional consiste en ciclos de cultivo y barbecho, con rendimientos y duración de los ciclos que cambian con la edad del conuco. Similarmente, el sistema de café tiene un ciclo de crecimiento, maduración y reemplazo de los árboles. En consecuencia, para cada uno de estos sistemas, el valor económico se establece a partir de la secuencia de ingresos y gastos anuales, los cuales han sido calculados para 100 años.⁵ En el Cuadro 1 (Sección A,

5 Los detalles completos de estos cálculos se entregan en Santos (1992) y de Janvry, Sadoulet y Santos (1993).

CUADRO Nº 1. Factibilidad, Apropiabilidad y Sostenibilidad de las recomendaciones del Plan Sierra.

	Tipos de Evaluación*			Criterios de Evaluación de Proyectos						
	EEF	EIA	EDS	Factibilidad		Aceptabilidad		Sostenibilidad		
	Remitabilidad Privada	Exter-nalidad	Sostenibilidad (Siguiente generación) Privada	Ingreso sostenible anual primera generación Privada	Ingreso sostenible anual primera generación Privada	Ingreso anual de la primera generación Privada	Ingreso anual de la primera generación Privada	Transferencia anual a la primera generación para Ingreso sostenible	Exter-nalidad Aguas Abajo	
VPN ^u	VPN ₁ ^d	VPN ₂ ^e	VPN ₁ ^d	VPN ₂ ^e	VPN ₂ ^e	VPN ₂ ^e	VPN ₂ ^e	VPN ₂ ^e	VPN ₂ ^e	
A. Actividades Tradicionales (1990 RD\$ por ha)										
Conuco, roza y quema	15,033	-675	5,490	-1,823	1,503	-67	1,652	-49	-149	-18
Conuco establecido	4,660	-675	2,749	-1,823	466	-67	508	-42	-42	-25
Pastura, roza y quema	3,465	-450	400	-1,023	347	-45	369	-41	-23	-4
Pastura establecida	1,520	-261	401	-797	152	-26	172	-17	-20	-9
Bosque natural	2,400	-59	2,399	-181	240	-6	240	-4	0	-2
Café, roza y quema	9,183	-314	14,860	-555	918	-31	830	-28	89	-4
B. Actividades Recomendadas (1990 RD\$ por ha)										
Bosque manejado	11,696	-118	16,261	-361	1,170	-12	1,090	-8	80	-4
Plantación forestal	610	-25	16,604	-76	61	-2	-218	-2	279	-1
Conuco mejorado	10,369	-91	23,521	-261	1,037	-9	831	-6	205	-3
Café mejorado	27,950	-194	52,453	-413	2,795	-19	2,191	-14	604	-5
C. Presa Bao (1990 RD\$ x 1000)										
Sin Plan Sierra		178,301		124,777		17,830		18,765		-935
Con Plan Sierra		180,854		135,736		18,085		18,873		-788
Valor del Plan Sierra		2,553		10,960		255		109		147
D. Transiciones Recomendadas (1990 RD\$ por ha)										
IRR										
ΔVPN_1^u		ΔVPN_1^d	ΔVPN_2^e	ΔVPN_2^e	$\Delta \bar{Y}_1^u$	$\Delta \bar{Y}_1^d$	ΔY_1^u	ΔY_1^d	$\Delta \bar{Y}_1^u - \Delta \bar{Y}_1^d$	$\Delta Y_1^u - \Delta Y_1^d$
Para agricultores, con acceso a tierra forestal: transición a bosque manejado, partiendo desde										
Bosque no manejado	9,297	-59	13,862	-181	930	-6	850	-4	80	-2
Pastura, roza y quema	8,231	332	15,861	661	823	33	721	33	103	0
Conuco, roza y quema	-3,337	556	10,771	1,462	-334	56	-563	42	229	14
Café, roza y quema	2,514	196	1,401	193	251	20	260	20	-9	0
E. Proyecto Plan Sierra en la cuenca Bao (1990 RD\$ x 1000)										
Para agricultores sin acceso a tierra forestal										
Pastura a plantación forestal	-910	236	16,203	721	-91	24	-390	15	299	8
Pastura a café	26,430	67	52,051	383	2,643	7	2,019	3	624	4
Conuco a café	23,290	481	49,704	1,410	2,329	48	1,683	28	646	20
Conuco a conuco mejorado	5,709	583	20,772	1,562	571	58	323	36	247	23
E. Proyecto Plan Sierra en la cuenca Bao (1990 RD\$ x 1000)										
	11,612	2,553	102,943	10,960	1,161	255	-433	109	1,595	147

* Tipos de Evaluación: EEF= Evaluación Económica Financiera; EIA= Evaluación de Impacto Ambiental; EDS= Evaluación de Desarrollo Sostenible. Nota: Todos los VNP son calculados a una tasa de interés r= 10%.

Columna 1), el valor presente neto de los beneficios ($VPN_{1,u}$) de cada sistema se calcula con una tasa de descuento del 10%.⁶

Nótese que para un agricultor con acceso al bosque natural, el costo de oportunidad de su tierra es el valor presente más alto de las distintas alternativas que se le ofrecen; por ejemplo, mantener el bosque natural, pasturas de roce y quema, conucos de roce y quema o café de roce y quema. De la lectura de $VPN_{1,u}$ para las actividades tradicionales en el Cuadro 1, concluimos que la máxima rentabilidad se obtiene con el conuco de roce y quema, seguido de café de roce y quema donde sea ecológicamente posible. Sin embargo, el hecho de que observemos pastura de roce y quema, refleja la existencia de otras restricciones que no se toman en cuenta en un cálculo puro de rentabilidad a nivel de parcela tal y como lo hemos realizado aquí. Una situación típica es aquella de los propietarios ausentistas (usualmente migrantes a Nueva York), los cuales, debido a que puede ser difícil conservar el acceso a la tierra cuando ha sido dada en arriendo, prefieren mantener su tierra en producción directa con ganadería extensiva, supervisada por un administrador. Para los agricultores cuya tierra ya está en pastura, conuco, o café, el uso de su tierra se asume como óptimo para ellos y el costo de oportunidad de su tierra es el valor presente neto de la actividad que han escogido.

Análisis Económico de las Transiciones Recomendadas

El Plan Sierra introdujo un conjunto de nuevas alternativas de uso del suelo que son menos erosivas que las prácticas tradicionales. Las transiciones recomendadas entre secuencias de uso de la tierra son las siguientes:

- De bosque natural (y actividades potenciales de roce y quema) a bosque manejado,
- De pastura a café o plantación forestal,
- De conuco tradicional a café o conuco mejorado.

La evaluación del valor económico privado de cada una de estas transiciones, se hace comparando el flujo de ingresos netos generado por la secuencia alternativa propuesta, con el flujo de ingresos netos de la secuencia actual. Sin embargo, para el caso de bosque natural, el retorno de un proyecto de bosque manejado se compara al costo de oportunidad del bosque no manejado y no al retorno (muy bajo y en desequilibrio) de mantener este bosque.

6 Seguimos la tradición de Pearce, Markandya y Barbier (1990), usando consistentemente la tasa de interés financiera como la tasa de descuento. Los precios se ajustan a sus valores sombra de equilibrio y la condición de sostenibilidad se impone explícitamente, en lugar de dar cuenta de ella a través de un ajuste en la tasa de descuento. El uso de tasas de descuento diferentes, evidentemente afectaría la estructura inter-temporal de cada secuencia (ver Blackorby, Donaldson y Moloney, 1984). Asumimos que estas secuencias se han determinado óptimamente a la tasa de descuento de 10%.

El conuco "mejorado" es el mismo sistema de cultivo usado tradicionalmente para producir alimentos para uso del hogar y venta del excedente, pero ha sido mejorado, introduciendo prácticas de conservación de suelo, uso de compost y cubiertas vegetales, con el objetivo de incrementar la productividad y eliminar la necesidad de períodos de barbecho, ofreciendo de esta manera un paquete tecnológico que permite conservar los suelos. Los costos de adopción incluyen las prácticas de conservación de suelos así como el entrenamiento durante los primeros años en manejo de la fertilidad y en conservación de suelos, la supervisión técnica y el crédito durante por al menos tres años. Los costos e ingresos son estimados para una hectárea.

La comparación del VPN de las actividades recomendadas con el VPN de los usos presentes o potenciales, indica si cada transición es o no económicamente factible (Cuadro 1, Sección D, Columnas 1 y 2). Vemos que es factible el cambio a un bosque manejado para aquellos que tienen acceso a tierra de bosque naturales, excepto en comparación con la opción de conuco con roce y quema. Por lo tanto, la opción del conuco con roce y quema, continúa como una amenaza al bosque y se necesitan programas especiales para prevenir su extensión. Esta es una opción escogida más frecuentemente por hogares pobres, que o bien tienen acceso a parcelas privadas por servicios prestados al propietario u ocupan tierras comunales. Para los grandes propietarios, la opción de cambiar de bosque no manejado a manejado es extremadamente rentable. Por ley, esta opción no estaba disponible hasta hace poco, pero el Plan Sierra obtuvo el derecho legal de reabrir la explotación de los bosques en la Sierra, bajo garantía de su manejo y supervisión.

Para aquellos que no tienen acceso a tierras de bosque, la opción de café ahí donde es posible, domina fácilmente cualquier otra alternativa. La transición de conuco tradicional a conuco mejorado también es rentable. La reforestación de pasturas, sin embargo, no es un proyecto factible privadamente.

Análisis Económico Agregado del Proyecto

Se proyecta la capacidad futura del Plan Sierra para transformar los patrones de uso del suelo de la región, sobre la base de los logros del período 1980-90. Aunque las prioridades del Plan pueden ser redefinidas en el futuro, conforme se obtenga mejor información sobre el valor privado y social de transiciones alternativas, las actividades pasadas consistieron en convertir:

412 hectáreas por año, de bosque no manejado a manejado.

414 hectáreas por año, de pasturas a plantación forestal.

412 hectáreas por año, de pasturas o conuco a café.

100 a 124 hectáreas por año, de conuco tradicional a conuco mejorado.

Este plan de trabajo determina la oportunidad de las transiciones para hogares en la región. Llamemos ΔH_{it} , al área sometida a la transición i en el año t , en respuesta a

las intervenciones del Plan Sierra. El retorno económico privado del Plan Sierra es la suma de todos los retornos privados individuales en estas transiciones. En valor presente, esto da:

$$VPN_{PS} = \sum_{t=1}^{T_{PS}} \delta^t \sum_i \Delta H_{it}$$

donde T_{PS} es la duración proyectada del Plan Sierra, VPN_{it} es el valor presente neto de una hectárea de la transición i en el año t en que esta transición es iniciada, d es el factor de descuento, y $\delta^t NPV_{it}$ es entonces el valor presente neto de una transición iniciada en el año t , evaluada en el primer año del Plan Sierra.

Las transiciones de bosque no manejado a manejado, tienen que ser evaluadas contra el supuesto de lo que se hubiera realizado con el bosque no manejado en ausencia del Plan Sierra. Usamos para esto los registros históricos de deforestación y de transición a otras actividades. Las transiciones de bosques naturales a manejados fueron de esta forma desagregadas en transiciones probables del conuco de roce y quema y la pastura de roce y quema, así como de los bosques residuales no manejados. El VPN_{PS} a 10% para la Cuenca del Bao es 11.6 millones de pesos de la República Dominicana de 1990 (Cuadro 1, Sección E), lo que muestra que las altamente rentables transiciones a conuco mejorado, café y bosque manejado, fácilmente compensan el costo de reforestación de las pasturas y el alto costo de oportunidad de las transiciones de potenciales conucos de roce y quema a bosque manejado. El valor positivo del VPN indica que el Plan Sierra es un proyecto económicamente viable, aún sin tomar en cuenta los beneficios externos logrados a través de una disminución en la erosión del suelo. Esto es en gran medida debido a las muy rentables innovaciones tecnológicas e institucionales en el manejo de los conucos y los bosques, que fueron introducidas por el proyecto.

BENEFICIO SOCIAL NETO DEL PLAN SIERRA

Erosión de Parcelas Individuales y el Plan Sierra

La ecuación universal de la erosión (USLE), fue adaptada para predecir la erosión correspondiente a los distintos sistemas de cultivos y localidades. La contribución estimada de la erosión potencial total de cada cultivo en toneladas por hectárea-año, bajo condiciones promedio de pendiente y precipitaciones, es la siguiente:

	ton/ha-año		ton/ha-año
• Conuco tradicional	572.1	• Conuco mejorado	34.7
• Praderas	110.7	• Bosque natural sin manejo	25.1
• Barbecho	68.7	• Plantación forestal	10.5
• Bosque natural manejado	50.2	• Parque Nacional	8.4
• Café	40.9		

El conuco tradicional es el más erosivo de los sistemas tradicionales, seguido por las pasturas. Dado que el área dedicada al conuco ha estado decreciendo, la pastura es agregadamente la mayor fuente de sedimentación. El bosque natural manejado tiene una tasa de erosión mayor que la plantación forestal o que el conuco mejorado. La explicación es que la mayor parte de los bosques naturales remanentes, están en tierras más propensas a la erosión que la tierra de pastura, que es la que más será reforestada.

La erosión total en la cuenca es la agregación de la erosión de las parcelas, más la erosión de las áreas no agrícolas (camino, cárcavas, etc.) y del Parque Nacional en la parte alta de la cuenca. El cómputo de la erosión agregada de la tierra agrícola requiere, por lo tanto, la estimación de la distribución del uso de la tierra.

La evolución observada en la distribución del uso de la tierra entre 1950 y 1980, muestra cambios dramáticos. Ha habido una fuerte caída de la cobertura de bosques, del 58% al 21% del área y una caída en el área de conuco del 20% al 8%, en tanto que la ocupación de la tierra con pasturas creció del 16% al 46% de la superficie. La extrapolación de estas tendencias ha sido estimada y usada para proyectar el patrón del uso de la tierra que prevalecería si no interviene el Plan Sierra. La distribución del uso de la tierra bajo el Plan Sierra se calcula sobre la base de la intervención proyectada del Plan Sierra, como se reportó anteriormente. Combinando estos patrones de uso de la tierra con la erosión correspondiente a cada uso de la tierra, se obtiene la erosión total estimada con y sin Plan Sierra.

Entre la gama de externalidades generadas por la erosión, solo consideraremos el efecto en la sedimentación del reservorio Bao y su consecuencia al reducir la generación de poder hidroeléctrico y agua de riego para el valle. Evaluamos el valor "social" de un cambio en los patrones de uso de la tierra aguas arriba por el valor generado por el espacio de acumulación de agua ahorrado en el reservorio. Este análisis tiene tres componentes: Evaluación de la relación entre erosión del suelo y sedimentación del reservorio, determinación de la duración de la vida útil de la presa y estimación del valor unitario del agua en términos de generación eléctrica e irrigación.

Conducción de la Sedimentación al Reservorio y Vida Útil de una Presa

Para relacionar la erosión aguas arriba con la sedimentación del reservorio Bao, necesitamos estimar la tasa de largo plazo de conducción de sedimentos (TCS, la proporción de la erosión generada en cualquier año específico que finalmente llegará al reservorio) y la fracción de la erosión que alcanza el reservorio en un año (a , la tasa de conducción de corto plazo). Sobre la base de datos comparativos con otros reservorios (Walling, 1988) y de mediciones del transporte de sedimentos hechas por Rocheleau (1984), estimamos estos valores como $TCS = 50\%$ y $a = 0.195$.

Si la cantidad de sedimentos conducidos cae exponencialmente a una tasa fija r , la proporción de la erosión que habrá llegado al reservorio en t años después de su producción es $\frac{(1 - r^t)}{1 - r}$. La proporción de la erosión que eventualmente llegará al

reservorio cuando $t \rightarrow \infty$ es $TCS = \frac{a}{1 - r}$. Esto da un valor de $r = 0.61$. Con estos

valores, toma aproximadamente 17 años para que el 50% de la erosión haya llegado al reservorio, lo que es el máximo que llegará. Hemos estimado que el 50% de los sedimentos transportados al reservorio en 1989, vinieron de fuentes no agrícolas.

Para calcular la vida útil de una presa en base a este patrón de sedimentación, dejemos que A_j sean los sedimentos emitidos por la región aguas arriba en el año j (en toneladas). El peso de los sedimentos que llegarán a la presa en el año t , es por lo tanto A_j a r^{t-j} . Consecuentemente, el volumen total de sedimentos que llegan al reservorio cada año es una función de la erosión actual y de la historia pasada de erosión:

$$V_t = \sum_{j=t_0}^t k A_j a r^{t-j},$$

donde V_t es el volumen de sedimento que llega al reservorio en el año t (en m^3), $k = 1.3$ es el factor de conversión de toneladas a m^3 y t_0 es el año inicial que debería ser por lo menos 17 años anterior al inicio de la presa.

El volumen acumulado de sedimentos en el reservorio en el año t es entonces:

$$V_t = \sum_{t'=1}^t v_{t'} = \sum_{t'=1}^t \sum_{j=t_0}^{t'} k A_j a r^{t'-j}.$$

La vida útil de la presa T_D es el número de años de operación antes que el reservorio se sedimente por completo. Dejando a un lado la posibilidad de dragados, en la cual aún no hay experiencia en la República Dominicana, el último año de operación se define por $V_{T_D} = V_0$, donde V_0 es el volumen útil del reservorio.

Comenzamos con datos sobre los niveles totales de erosión con y sin el Plan Sierra, convertidos a m^3 . La cuenta de tiempo se inicia en 1965, 17 años antes del año 1982, en que la presa entró en operación. En el año 1, una fracción de la sedimentación producida en cada uno de los últimos 17 años y que aún está en camino, llega al reservorio, además del 19.5% de la erosión del año actual. Similarmente, en cada año sucesivo el transporte de los sedimentos se computa como la suma de las fracciones de la erosión sobre los últimos 17 años y el año corriente. Comparando la sedimentación acumulada del reservorio con el volumen útil del mismo, se determina la vida útil de

la presa. Encontramos que sin el Plan Sierra la presa Bao habría durado 78 años, hasta el 2059. La reducción de la sedimentación inducida por la intervención del Plan Sierra, incrementa esta vida útil hasta el 2082, ganando 23 años.

El Valor Económico del Espacio en el Reservorio

El valor aguas abajo de la operación de la presa en el año t se puede escribir $p_v (V_0 - V_t)$ donde p_v es el valor económico anual generado por 1 m^3 de espacio de almacenamiento en el reservorio. El valor económico del espacio en el reservorio se determina por la capacidad que provee de irrigación y de generación de poder eléctrico. Nótese que 1 m^3 de espacio en el reservorio no es equivalente a 1 m^3 de agua por año, dado que cada m^3 de espacio se llenará y se vaciará varias veces por año, dependiendo de los patrones de lluvia y del flujo de salida de agua desde el reservorio. Por lo tanto, se necesita un modelo de la operación de la presa, para estimar el volumen anual de agua de riego w_i y la corriente eléctrica w_e generadas por 1 m^3 de espacio de reservorio.⁷

El valor del agua de riego, p_i , es el valor económico generado por 1 m^3 de agua empleada para regar, en este caso para la producción de arroz. Puede computarse de la rentabilidad diferencial del arroz bajo riego y de temporal. Similarmente el valor p_e de la corriente eléctrica generada por la operación de la presa, se basa en el costo de producir la misma electricidad con la fuente alternativa usada en el país. En este caso, la alternativa a la hidroelectricidad es electricidad producida con petróleo. Dado que tanto el arroz como el petróleo son importados, p_i y p_e son funciones de la tasa de cambio (e).

El valor económico de 1 m^3 de espacio en el reservorio es:

$$p_v = w_i p_i + w_e p_e = (w_i p_i^{\$} + w_e p_e^{\$}) e = p_v^{\$} e.$$

El costo de oportunidad del agua de riego ($w_i p_i^{\$}$) fue estimado en US\$2.64 por cada 1000 m^3 por año. Usando MODSIM, se estimó el efecto de los déficits de agua almacenada en términos de reducir la generación de poder hidroeléctrico y se computó el costo de oportunidad basándose en el costo de producir la misma cantidad de electricidad con petróleo. Este costo de oportunidad, ($w_e p_e^{\$}$), se estimó en US\$3.43 por 1000 m^3 por año. Por lo tanto: $p_v^{\$} = \text{US}\0.0061 . Para 1990, cuando la tasa de cambio paralela era de aproximadamente 11 a 1, el Banco Central recomendó usar una tasa de cambio de equilibrio de 10.50 pesos dominicanos. Por lo tanto el valor social de 1 m^3 de espacio de reservorio se estima para 1990 como $p_v = \text{RD}\$ 0.064$ por año.

7 Jorge (1988) estimó los valores de w_i y w_e con el modelo de simulación MODSIM, desarrollado por la Universidad de Colorado, usando datos de la presa Valdesia, que es adyacente a la presa Bao, con similares características.

Valor Social del Plan Sierra

El valor aguas abajo del Plan Sierra se estima como el incremento en el valor presente neto de la operación de la presa, derivado del proyecto:

$$VPN^d = \sum_{t=1}^{T_D} \delta^t p_v (V_0 - V_t) - \sum_{t=1}^{T_D'} \delta^t p_v (V_0 - V_t'),$$

donde T_D y T_D' , representan la vida de la presa con y sin el Plan Sierra y V_t y V_t' , los volúmenes de sedimentación con y sin el Plan Sierra. Esto arroja un valor presente neto de la externalidad positiva inducida por el Plan Sierra de 2.6 millones de pesos dominicanos (Cuadro 1, Sección C, Columna 3).

Volviendo al criterio de sostenibilidad, vemos que el VPN de la presa es menor para la generación futura (VPN_2^d) que lo que es para la generación presente (VPN_1^d). Esto es debido a que, en ausencia de dragado, una presa no es un recurso renovable. Los beneficios mayores son capturados en los primeros 20 años de operación, cuando el reservorio tiene poco sedimento. Al extender la vida útil de la presa, la contribución del Plan Sierra es más de cuatro veces mayor para la generación futura con un valor VPN de 10.96 millones de pesos dominicanos, que lo que es para la generación actual (Cuadro 1, Sección C, Columna 5). Esto subraya el rol del Plan Sierra en el mejoramiento de la sostenibilidad de la presa. Como un proyecto para la zona aguas abajo, el Plan Sierra claramente pasa la prueba de la sostenibilidad.

Externalidad de una Unica Actividad y Transición

El valor aguas abajo de cualquier reducción específica de la erosión aguas arriba, depende del tiempo de vida T_D de la presa, que a su vez depende de la reducción global de la erosión. Por lo tanto, el valor de cualquier transición específica depende de la magnitud total de las intervenciones del Plan Sierra. Sin embargo, considerando que ninguna de las transiciones específicas por sí misma afecta el tiempo de vida general del proyecto, el VPN de cada transición se puede escribir:

$$VPN^d \text{ (en } T_D \text{ dado)} = \sum_{t=1}^{T_D} \delta^t p_v (V_t' - V_t).$$

Adicionalmente, cuando el tiempo de vida de la presa se mantiene constante, las contribuciones de todas las distintas acciones que contribuyen a la reducción de la erosión, son aditivas. Esto es debido a que el volumen de sedimentación V_t es la suma de los sedimentos transportados desde las distintas fuentes de erosión.

Estimamos numéricamente el VPN^d para cada actividad y transición al calcular: a) La erosión con el Plan Sierra y b) La erosión con el Plan Sierra menos una hectárea de

la actividad o con una hectárea pasando por una de las transiciones prescritas. El VPN^d se calcula tanto para la presente generación (VPN_1^d en el Cuadro 1, Columna 3) como para la siguiente generación comenzando T años más tarde (VPN_2^d en la Columna 5).

FACTIBILIDAD, ACEPTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LAS RECOMENDACIONES DEL PLAN SIERRA

Volvemos ahora a los tres criterios de evaluación medioambiental introducidos en este trabajo: factibilidad, aceptabilidad y sostenibilidad. Si un proyecto no es factible después de las compensaciones, simplemente no se puede ejecutar. Para los proyectos factibles, debemos mirar de la siguiente forma las posibilidades de lograr la aceptabilidad y la sostenibilidad:⁸

	Aceptabilidad	Sostenibilidad
Aguas arriba	$y_1^u > 0$ Gana $y_1^u < 0$ Pierde	$\bar{y}_1^u - y_1^u > 0$ Gana $\bar{y}_1^u - y_1^u < 0$ Pierde
Aguas abajo	$y_1^d > 0$ Gana $y_1^d < 0$ Pierde	$\bar{y}_1^d - y_1^d > 0$ Gana $\bar{y}_1^d - y_1^d < 0$ Pierde

En el Cuadro 1, los ingresos anuales se calculan en tiempo discreto. La correspondencia con las fórmulas de tiempo continuo establecidas anteriormente es la siguiente:

1. Ingreso anual promedio de la primera generación aguas arriba:

$y_1^u = \frac{r}{1 - 1/(1+r)^T} Y_1^u$, donde $Y_1^u = VPN_1^u - \frac{1}{(1+r)^T} VPN_2^u$ es el ingreso total de la primera generación aguas arriba.

2. Impuesto o subsidio de sostenibilidad, es decir, transferencia anual a la primera generación para alcanzar un ingreso sostenible:

$\bar{y}_1^u - y_1^u = \frac{r}{1 - \frac{1}{(1+r)^T}}$ impuesto, donde impuesto = $\frac{1}{(1+r)^T} (VPN_1^u - VPN_2^u)$.

Si miramos primero las actividades tradicionales una a la vez, vemos que todas son rentables privadamente aguas arriba para la presente generación (aceptabilidad), lo

⁸ Usamos los ingresos anuales promedio a lo largo de una generación, en lugar de los ingresos totales generacionales, porque la duración de los ciclos de cultivo difieren y no siempre alcanzamos un ciclo completo en el año 20. Hacemos que los cortes generacionales coincidan con los fines de ciclo más cercanos a 20 años.

que era de esperar debido a que de otra forma no serían practicadas (Cuadro 1, Sección A, Columna 8). La comparación de las rentabilidades privadas revela el gran atractivo del conuco de roce y quema, sobre todas las otras alternativas. Todas las actividades tradicionales crean externalidades negativas aguas abajo, con el conuco de roce y quema como la principal fuente de emisión por hectárea (Sección A, Columna 9). Esto revela el conflicto entre los intereses privados aguas arriba que conduce a los hogares hacia la roza y quema para la alimentación y los intereses sociales aguas abajo, para los cuales éste es el patrón del uso del suelo con el mayor costo externo. Nótese sin embargo, que las pérdidas externas son pequeñas comparadas con las ganancias privadas y que estas externalidades podrían fácilmente ser internalizadas, sino fuera por el hecho que los pobladores aguas arriba son pobres. Vemos que el conuco y las pasturas no cumplen la restricción de sostenibilidad aguas arriba (Sección A, Columna 10). En contraste, el bosque natural y el café de roce y quema son sostenibles; el primero, porque produce un rendimiento constante sin costos al inicio, y el segundo, porque los costos de implementación han sido incurridos por la primera generación, beneficiando por lo tanto más a la segunda. Ninguna de las actividades tradicionales son sostenibles en términos de las externalidades, dado que los costos de estas externalidades son mayores para la segunda generación que para la primera (Sección A, Columna 11). Los patrones de ganadores y perdedores, son entonces los siguientes:

Café, roce y quema		
	Aceptabilidad	Sostenibilidad
Aguas arriba	G	G
Aguas abajo	(P)	(P)

Todas las otras actividades tradicionales

G		(P)
(P)		(P)

donde (P) significa que la pérdida puede ser compensada a través de impuestos a los ganadores y por transferencias, ya sea entre aguas arriba y aguas abajo o entre generaciones.

Las actividades recomendadas son rentables privadamente, con excepción de la plantación forestal. El café es la opción más atractiva en los lugares en que puede crecer. Todas estas actividades recomendadas generan costos externos, aunque mucho más bajos que las actividades tradicionales, particularmente para el conuco, donde un conuco mejorado tiene un VPN₁^d de menos 91 pesos dominicanos, comparado con menos 675 pesos dominicanos para el conuco tradicional. Las ganancias

aguas arriba de estas actividades son todas sostenibles, tanto porque los rendimientos son bastantes estables, como porque muchos de los costos de implementación han sido incurridos por la primera generación. Sin embargo los costos externos continúan creciendo, indicando que aún las actividades recomendadas no son socialmente sostenibles. Las matrices de pagos⁹ son entonces como sigue:

Plantación forestal

(P)		G
(P)		0

Todas las otras actividades recomendadas

G		G
(P)		(P)

Nuevamente es factible la compensación por las pérdidas. En el caso de la plantación forestal, la compensación debe ser de las generaciones futuras a la generación presente, lo cual plantea interesantes preguntas institucionales para su implementación, tema que discutimos más adelante.

Mirando las transiciones recomendadas por el Plan Sierra, vemos que ni el bosque manejado, cuando el costo de oportunidad es un conuco de roce y quema, lo que aplica particularmente a los agricultores más pequeños y a los medieros, ni la reforestación de las pasturas, son factibles (su tasa interna de retorno es menor que 10%). Los patrones de ganadores y perdedores son como sigue:

Pastura a plantación forestal y conuco de roce y quema a bosque manejado

P		G
G		G

En ambos casos las ganancias son inferiores que las pérdidas (ausencia de factibilidad), haciendo imposible cualquier esquema de compensación para lograr aceptabilidad. Esto es particularmente serio en el caso del bosque natural cuando el costo de oportunidad es roce y quema. Si estos bosques van a ser protegidos, deben encontrarse otras justificaciones que sean distintas a las ganancias privadas y externas calculadas aquí. Dado que el impuesto a las ganancias para esquemas de subsidio es imposible, se necesita, ya sea la prohibición o un influjo de recursos externos.

9 "Payoff matrices", en el original en inglés (Nota del trad.)

La mayoría de las transiciones recomendadas - pastura de roce y quema a bosque, pastura a café, conuco a café y conuco a conuco mejorado - son alternativas ganadoras por los cuatro lados y por lo tanto no hay dificultades para su implementación. Estos proyectos son factibles, aceptables y sostenibles. Sin embargo, podrían tener que relajarse las restricciones sobre la adopción de estas transiciones por los hogares, tales como: suficiente acceso al crédito, seguros y entrega de asistencia técnica por el Plan Sierra.

Se necesitan transferencias en otras dos transiciones. Para la transición de bosque no manejado a manejado, pequeñas externalidades aguas abajo para ambas generaciones pueden fácilmente ser compensadas, cada una por la generación correspondiente, dada la alta rentabilidad del cambio a bosque manejado. La transición de café de roce y quema a bosque manejado, tiene una matriz de pago como sigue:

Café de roce y quema a bosque manejado

G	(P)
G	0

En este caso, el impuesto de sostenibilidad debe ser aplicado a los usuarios actuales para compensar a la siguiente generación. Este impuesto puede ser fácilmente pagado.

Finalmente, el Cuadro 1, Sección E, entrega la evaluación ambiental de las actividades del Plan Sierra en la cuenca del río Bao en términos del calendario proyectado de las transiciones recomendadas. Vemos que el proyecto es fácilmente factible, pero que crea pérdidas para la generación presente y por lo tanto carece de aceptabilidad como un proyecto para los hogares de aguas arriba. Esto es debido a que la introducción de nuevas actividades año tras año, crea altos costos de iniciación. Las ganancias externas capturadas por la generación presente, no son suficientes para compensar por estas pérdidas aguas arriba. Se requeriría entonces una compensación de las generaciones futuras en favor de la generación presente, por iniciar actividades que son altamente sostenibles pero que no redundan en su propio beneficio. La matriz de pago para el Plan Sierra es entonces la siguiente:

Plan Sierra, Cuenca del Bao

(P)	G
G	G

Sería entonces lógico para las generaciones futuras subsidiar a la generación actual para inducirla a implementar las transiciones recomendadas.

IMPLICANCIAS PARA EL DISEÑO DE PROYECTOS

Encontramos que aunque la difusión de algunas actividades requiere una gestión activa a través de impuestos y subsidios para que sean adoptadas, la mayoría de las prácticas recomendadas son rentables privadamente, generan ganancias sociales significativas y tanto los beneficios aguas arriba como los sociales, son fácilmente sostenibles a través de varias generaciones. El manejo de la cuenca eleva el valor aguas abajo de la presa. Para la primera generación, incrementa el VPN de la presa en 1.4%, y para la segunda generación en 9.3%. Dado que sin dragado una presa es un recurso no renovable, las ganancias externas del manejo de cuencas van finalmente a desaparecer conforme el valor económico del reservorio se agote, pero no antes de haber generado ganancias significativas para los hogares aguas abajo.

La implementación de las transiciones recomendadas, cuando no son directamente factibles, aceptables y sostenibles, plantea importantes preguntas de diseño de mecanismos institucionales para alcanzar las soluciones deseadas. Si se hace uso de impuestos y subsidios, habrá preguntas de credibilidad en la continuidad del impuesto, así como respecto de la supervisión y fiscalización del uso del subsidio para el propósito perseguido. Específicamente hemos encontrado las siguientes cuatro situaciones:

1. Transiciones que no son factibles (conuco de roce y quema a bosque manejado y pasturas a plantación forestal): para el primero, serían necesarios la prohibición (actualmente "fiscalizada" por el Servicio Nacional Forestal), el apelar a valores culturales, la valoración de otros beneficios y otras externalidades y la transferencia de recursos externos, para prevenir la deforestación para el establecimiento de conucos de roce y quema que son altamente rentables. Para el segundo, los subsidios para la reforestación de terrenos que hoy están bajo pasturas, deberían apoyarse con recursos externos. El Plan Sierra ha hecho esto a través del establecimiento de un fondo rotatorio para la reforestación de pasturas degradadas, basado en una donación del gobierno suizo. La reforestación es fácilmente supervisada y fiscalizada, debido a la participación directa del Plan Sierra en el manejo y supervisión de los proyectos de reforestación.
2. Transferencias de aguas abajo a aguas arriba (Plan Sierra): Para asegurar la credibilidad en la continuidad de los impuestos, un impuesto específico podría cargarse por ley a las tarifas de electricidad y aguas de riego, para financiar el manejo de la cuenca. Una ley con este propósito ha sido introducida varias veces en el Congreso Dominicano, pero aún sin éxito. Mientras tanto, el subsidio ha sido transferido a través de la asistencia técnica del Plan Sierra, financiada por el presupuesto nacional y a través de proyectos fácilmente supervisables de intercambio de alimentación por trabajo, para la adopción de técnicas de conservación de suelos y reforestación.

3. Transferencia de la generación presente a la siguiente (transición de café de roce y quema a bosque manejado): La no sostenibilidad se deriva de la explotación por la presente generación de una reserva de capital natural bajo la forma de bosque no manejado. Se puede imponer un impuesto de sostenibilidad sobre la cosecha de árboles para subsidiar la reforestación. Dado que el Plan Sierra tiene el mandato de supervisar estas operaciones y cobrar por sus servicios, este mecanismo de transferencias es fácilmente implementable y verificable.
4. Transferencia de la segunda a la primera generación (plantación forestal, Plan Sierra): las generaciones futuras no están presentes para participar en este tipo de acuerdo. Se podría pensar que los préstamos blandos de largo plazo a los países pobres como la República Dominicana, del tipo extendido por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y el FIDA (Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola), cumplen esta función en beneficio de la siguiente generación: permiten una transferencia intergeneracional hacia adelante de fondos que permiten que la presente generación se involucre inmediatamente en actividades sostenibles. Estas actividades tienen beneficios para la generación siguiente que son mayores que los costos de estas transferencias. La mayor parte del costo de estos créditos (típicamente a 40 años, con un período de gracia de 10 años y una tasa de interés del 2%) es pagada por la segunda generación.

AGRADECIMIENTOS

Estamos en deuda con Alfredo Jiménez, José Elías Sánchez, Loïc Sadoulet e Inmaculada Adames, por su participación en esta investigación, así como con el Plan Sierra y el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA) por el apoyo financiero.

BIBLIOGRAFIA

- Blackorby C., Donaldson D. y Moloney D., 1984. Consumer's surplus and welfare change in a simple dynamic model. *Review of Economic Studies*, Vol LI(1), N° 164:171-76.
- de Janvry A., Sadoulet E. y Santos B., 1993. **Project appraisal for sustainable rural development: Notes for IFAD's operational guidelines**, Working Paper, Technical Advisory Division, Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola. Roma, Italia.
- Jorge M., 1988. **Progress report on the use of MODSIM for Valdesia**. Plan Sierra, San José de las Matas, República Dominicana,
- Pearce D. y Warford J., 1993. **World without end: Economics, environment and sustainable development**, Oxford University Press, Oxford, Inglaterra.
- Pearce D., Markandya A. y Barbier E., 1990. Environmental sustainability and cost-benefit analysis. *Environment and Planning*, 22: 1259-66.
- Rocheleau D., 1984. **An ecological analysis of soil and water conservation in hillslope farming systems: Plan Sierra, Dominican Republic**, Doctoral Dissertation, University of Florida, Gainesville, Florida.

- Santos B., 1992. **Cost-benefit analysis of soil erosion control: The Case of Plan Sierra**, Ph.D. Dissertation, Department of Agricultural and Resource Economics, University of California at Berkeley.
- Solow R., 1986. On the intergenerational allocation of natural resources. *Scandinavian Journal of Economics*, 88 (1) 1986: 141-49.
- von Amsberg J. 1993. **Project evaluation and the depletion of natural capital: An application of the sustainability principle**, Washington D.C.: The World Bank, Environment Working Paper N° 56, Febrero 1993.
- Walling D.E., 1988. **Measuring sediment yield from river basins**. En: R. Lal ed., **International Society of Soil Science**, Wageningen, Holanda.
- World Commission on Environment and Development, 1987. **Our common future**, Oxford: Oxford University Press.

ELEMENTOS PARA EL DESARROLLO METODOLOGICO DEL TEMA DE LA SOSTENIBILIDAD AGRICOLA EN AMERICA LATINA POR RIMISP

Evaristo Eduardo de Miranda*

INTRODUCCION

El atributo de sostenibilidad es una de las dimensiones más actuales y polémicas de las políticas agrícolas. Las consideraciones sobre el problema de la conservación de los recursos productivos, evitando el agotamiento o la extinción, concentrarán cada vez más los costos de las políticas agrícolas de corto y mediano plazo, así como la atención de los organismos financiadores y políticos y de la opinión pública. Las experiencias internacionales y nuevos datos de investigación científica, muestran la necesidad de explorar nuevas opciones para compatibilizar las políticas y prácticas agrícolas a nivel de fincas, cuencas, regiones e incluso de países vecinos, con base en la sostenibilidad (Brundtland, 1989). La creciente apertura de los mercados agrícolas y los procesos de privatización, exigen nuevos compromisos, estrategias, investigaciones y acciones en este campo (Miranda, 1991).

Al mismo tiempo, las características ambientales de Latinoamérica, que incluye desde áreas costeras desérticas hasta bosques húmedos tropicales, varían en tal forma que no permiten generalizaciones sobre la única base de sus recursos productivos.

A la diversidad agroecológica hay que añadir la socioeconómica. Existe en América Latina también un amplio espectro de políticas agrícolas y económicas. Las decisiones que buscan compatibilizar el desarrollo con el medio ambiente presentan hoy, además de cuestiones técnicas, consideraciones políticas. Es importante enfatizar que en muchos países, como Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, México y otros, la agricultura para exportación ha aumentado mucho en los últimos diez años, produciendo transformaciones socioeconómicas y tecnológicas sin precedentes. Es de esperar que esta tendencia continúe y alcance otros países.

Sin embargo, la agricultura tradicional aún es el mayor componente del cuadro agrario en América Latina. Se realiza en más de 16 millones de pequeñas fincas, de las cuales 5 millones tienen menos de 2 hectáreas. Pequeños agricultores controlan cerca de 160 millones de hectáreas (CEPAL-FAO, 1986). Muchas de estas fincas ocupan tierras que serían difícilmente rentables, en caso de explotación por empresas capitalizadas. Además, los procesos llamados de «modernización» de los últimos 20

* ECOFUERZA-Investigación y Desarrollo.

años, han generado impactos negativos en la agricultura tradicional, como la desprofesionalización de muchos pequeños agricultores, la sobreexplotación de sus recursos naturales y, a través de mecanismos de intercambios desiguales, muchos llegaron a salir del mercado y enfrentan hoy serios problemas de marginalización económica y social.

Dado el grado de variaciones biofísicas y socioeconómicas de Latinoamérica, al interior de cada país y entre ellos, se puede constatar la existencia de diferentes tipos de sistemas agrícolas. Estos incluyen sistemas que emplean alta tecnología e insumos de forma más o menos intensiva, volcados a la exportación (frutas, soja, café, caña de azúcar, algodón, flores, etc.); emprendimientos extensivos e intensivos (trigo, carne y lana); fincas mixtas para producción agropecuaria en nuevas áreas agrícolas y sistemas mixtos de producción en todas las regiones dominadas por agricultores con sistemas tradicionales, y que incluyen condiciones tropicales, subtropicales, templadas y secas. Algunas de éstas presentan una historia de varios siglos, como la agricultura andina.

Pero la mayoría de los sistemas agrícolas de la región presentan importantes problemas de sostenibilidad (Gligo, 1988; Winograd, 1989; FAO, 1988, 1990; Gallopin, 1990; Gallopin y Winograd, 1990; Girt, 1990; IFPRI, 1990; IIED, 1990; Pomareda, 1990; Coscia, 1991). En algunos casos (por ejemplo, en las alturas andinas, en los sistemas agropecuarios del semiárido y en el bosque tropical húmedo), el problema es prioritario ya que está afectando los recursos naturales básicos en tal dimensión, que la actividad agrícola puede no ser factible en pocas décadas (Munn, 1989).

A pesar de lo declarado o lo aparente en la superficie, en este momento pocas instituciones gubernamentales o no gubernamentales (ONGs) en América Latina, están direccionadas hacia un objetivo específico de aumentar la sostenibilidad de los sistemas de uso de tierras en la región. Casi no existen organismos que hayan estudiado y considerado de forma sistemática las dimensiones ambientales de las políticas económicas (CEPAL, 1990), o acumulado suficiente experiencia con estudios multidisciplinarios y aplicaciones a nivel rural, principalmente a una escala transnacional o multinacional.

En el campo de la generación y difusión de las tecnologías agrícolas, la ya tradicional falta de contacto entre los programas de investigación en América Latina y entre las instituciones de extensión rural, crédito y fomento, es particularmente grave en el caso de la problemática de sostenibilidad. Las características organizacionales de los centros de investigación, que en muchos casos separan áreas de conocimiento de acuerdo a disciplinas y productos agropecuarios específicos, dificultan todavía más esa integración. Hay una gran cantidad de obstáculos institucionales, políticos y financieros, actuando simultáneamente dentro de los organismos involucrados y en la definición de áreas prioritarias para la investigación, en particular en la cuestión de la sostenibilidad.

La Red Internacional de Metodología de Investigación en Sistemas de Producción (RIMISP), con base en su experiencia de desarrollo metodológico y su amplitud geográfica, puede cumplir un rol significativo en este campo. En este documento se consideran algunos elementos relativos a un posible papel de RIMISP en el tema de la sostenibilidad agrícola, a partir de la experiencia de proyectos de investigación y desarrollo en ejecución por parte de los miembros de la Red y por otras instituciones en América Latina.

ACERCA DEL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD

Cuatro propiedades han servido para analizar el comportamiento de la agricultura y de los agroecosistemas en América del Sur (Hart, 1985). Inicialmente la productividad agrícola fue el parámetro más estudiado. Un gran esfuerzo de generación de tecnologías agrícolas estuvo dirigido hacia el objetivo principal de aumentar la productividad de los sistemas agropecuarios regionales.

Luego, la estabilidad ganó la atención y se complementó al parámetro anterior (Viglizzo, 1986; Viglizzo y Roberto, 1989). De forma muy simple se puede considerar que la estabilidad es el nivel en el cual la productividad es constante, a pesar de pequeños disturbios causados por los cambios normales de clima y otras variables ambientales.

En los últimos 30 años, el atributo de equidad centralizó el interés de muchos investigadores. La equidad de los sistemas agrícolas fue medida usando desde la distribución estadística de varios parámetros como renta o ganancia, el tamaño o el número de fincas, productores, población rural, etcétera, hasta el empleo de modelos bastante complejos (Pearce, 1988; Viglizzo, 1986; Viglizzo y Roberto, 1989; CEPAL, 1991).

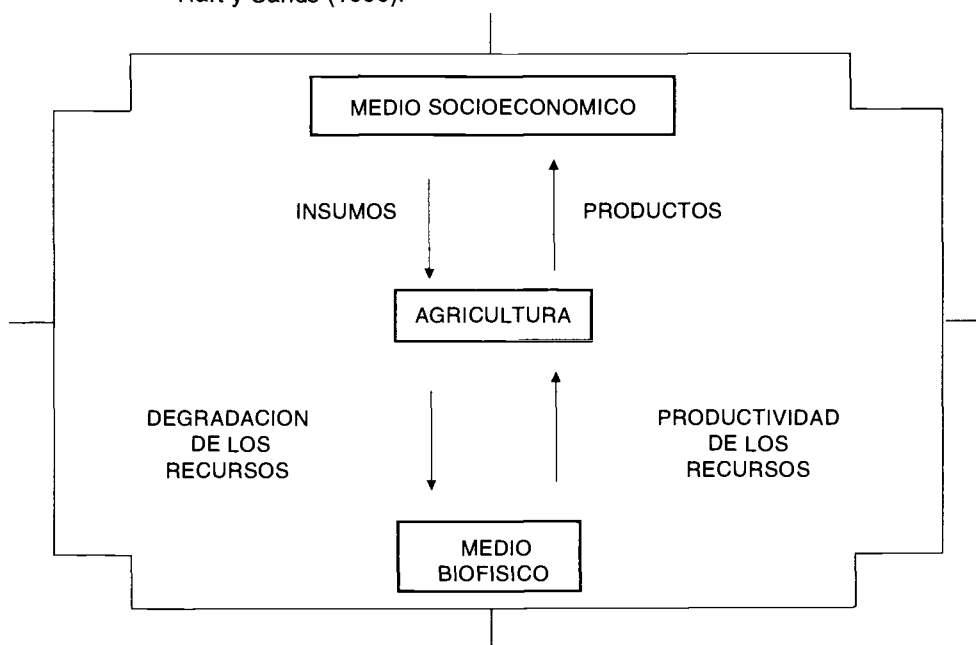
Recién ahora la sostenibilidad adquiere importancia. Todas estas propiedades de un sistema son de una fácil definición (aunque surgen algunas confusiones), pero de una dificultad de cuantificación creciente, en el caso de los sistemas agrícolas.

La definición de sostenibilidad o uso sostenido de tierras, adoptada en este trabajo fue tomada inicialmente de Conway y Barbier, 1988: «la capacidad para mantener la productividad en respuesta a las perturbaciones (stress)». Sin embargo, una segunda lectura es sugerida por el hecho que, muchas veces, este «stress» no es inducido por un sistema externo, sino por la propia estructura y función del sistema de uso de tierra (caso muy frecuente en las agriculturas de América Latina). De esta forma, muchos de los actuales sistemas de uso de las tierras en la región provocan o facilitan el aumento de desequilibrios ecológicos, sociales, culturales y/o económicos, que eventualmente pueden producir una disminución de la productividad.

De hecho, éste es el origen de los mayores problemas de sostenibilidad y no la relación entre el sistema y jerarquías superiores. En el caso de América Latina, parece apropiado modificar la definición de Conway y Barbier (1988), de la siguiente manera: «Uso sostenido de tierras es la habilidad de un sistema para mantener su productividad en respuesta al stress y en ausencia de entradas adicionales de materia y energía» (Berdegué y Miranda, 1990).

Esta definición acerca la evaluación a la propuesta de Hart y Sands (1990): «Para comenzar a desarrollar sistemas de uso sostenido de tierras que sean económicamente viables en el corto plazo, es esencial mantener la sostenibilidad de la productividad de los recursos naturales» (Figura 1).

FIGURA Nº 1. Principales componentes de un sistema de uso sostenido de tierras; Hart y Sands (1990).



De cualquier manera, el concepto y las definiciones de sostenibilidad agrícola tienen muchas relaciones con el concepto y las definiciones de desarrollo rural sostenido e incluso con desarrollo sostenido (Moffat, 1993). Un trabajo reciente pudo identificar decenas de conceptos y definiciones relativas al tema (ECOFUERZA, 1993). Esa búsqueda de una definición más clara resulta también de una ausencia de ejemplos concretos y bien trabajados de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción. Evaluar la sostenibilidad de un sistema de producción es una tarea compleja (Hart y Sands, 1990), para la cual no existen todavía parámetros y métodos suficientemente definidos y aceptados en forma universal.

El concepto de desarrollo en América Latina, ha sido objeto de un número infinito de definiciones, frecuentemente contradictorias, sin que un consenso haya sido

establecido de forma amplia. Es posible que el tema de la sostenibilidad tenga derecho a la misma suerte, por involucrar muchas dimensiones (ecológica, social, económica), matices ideológicos y evoluciones conceptuales. Sin embargo, este es uno de los aspectos en los cuales RIMISP podrá desarrollar un marco teórico en base a los múltiples proyectos en ejecución, por parte de sus miembros y que tienen una preocupación con el concepto mismo de sostenibilidad en distintos contextos agroecológicos y socioeconómicos.

SOSTENIBILIDAD E IMPACTO AMBIENTAL

Un segundo aspecto a ser desarrollado en el ámbito de RIMISP es la necesaria diferenciación entre los problemas de impacto ambiental de las actividades agrícolas y la sostenibilidad de los sistemas de producción. Son dimensiones inseparables pero distintas.

En América Latina existen varios casos de uso de tierras que parecen sostenidos porque externalizan el costo ambiental de la actividad en cuestión. Muchas actividades intensivas, como por ejemplo, la crianza de camarones, la floricultura de exportación y la horticultura intensiva, hoy consideradas como altamente rentables, tienen en realidad una sostenibilidad muy relativa. El daño ambiental que causan por contaminación del agua, suelo y salud humana, generalmente no es incorporado al costo de producción. Los responsables de los daños ambientales no están obligados a repararlos. Si lo fueran, posiblemente sus actividades se tornarían inviables. La incorporación de estos daños a la ecuación beneficio/costo, a nivel de actividad, exige una precisa definición de política ambiental, en general ausente de las políticas agrícolas y económicas.

Al mismo tiempo, existe un gran peligro al transferir horizontal o verticalmente el costo ambiental, para generar una sostenibilidad relativa. Un claro ejemplo es la decisión de la Unión Europea (UE), de no aceptar exportaciones frutícolas en envases no reciclables. Este comportamiento, además de externalizar un costo ambiental (disposición de residuos no degradables), permite la reutilización del material empleado (cajas de madera o cartón). Los países exportadores de frutas tienen que asumir un problema ambiental del país importador y responder a una demanda de madera que puede amenazar sus bosques nativos. Esta cuestión es compleja y existe una tendencia, inclusive al nivel nacional, de transferir costos ambientales entre las distintas partes del sistema económico interno (urbano, rural, minería, etc.).

Sin embargo, en términos de referencial teórico, no se puede confundir sostenibilidad con impacto ambiental. Toda actividad agrícola, sostenida o no, presenta un impacto ambiental. El problema reside en cuantificar la producción, y ver en que medida excede los insumos (costo), incluidos los ambientales. El impacto ambiental es una

de las dimensiones de la sostenibilidad (Figura 1), ya que es imposible una agricultura sin impactos ambientales. Una adecuada política que dimensione esta cuestión tiene que analizar, inclusive, el gasto de recomposición del sistema, cuando sea necesario. En América Latina, en muchos casos, el valor de la producción no excede al valor de los recursos naturales consumidos. Esta situación se agrava, en ciertas situaciones, porque la producción es inferior al valor de los recursos naturales consumidos en el proceso de transformación. Muchas veces, estas situaciones de baja sostenibilidad son el resultado, no de una agricultura tradicional que agotó sus recursos, sino la consecuencia de un proceso de modernización agrícola mal conducido y autoritario.

SOSTENIBILIDAD Y RECURSOS NATURALES

Así como para algunos, la sostenibilidad es simplemente una cuestión de gestión mejorada de los impactos ambientales de las actividades agrícolas, para otros se trata de un nuevo planteamiento para la conservación de los recursos naturales. Ya se ha dicho que Latinoamérica presenta grandes contrastes en los tipos de agricultura, en la diversidad, calidad y cantidad de los recursos naturales involucrados, en la diferenciación histórica, en el tipo de interacción con el mercado, en los procesos de transformación que se desarrollan y en el impacto ambiental que ocasionan. Eso va mucho más allá que una política aislada de conservación de recursos naturales. Los avances de la ciencia ecológica muestran que los recursos naturales son más que materia prima para la actividad agrícola. Todos los recursos naturales (fauna, suelos, vegetación, clima), interactúan entre ellos y con las prácticas agrícolas al nivel del campo, de las unidades de paisaje y de regiones. Es imposible analizar todas las dimensiones derivadas del problema de sostenibilidad, con base única en regiones geográficas, recursos naturales o de disciplinas como pedología o hidrología.

Además, este tipo de fenómenos de cambios en la sostenibilidad agrícola, ocurren casi siempre como consecuencia de decisiones políticas tomadas a nivel global. Un buen ejemplo es el caso del MERCOSUR. Su implantación está llevando a cambios en el uso tradicional de las tierras, con consecuentes variaciones en términos de la sostenibilidad agrícola determinadas por la regresión y la expansión de determinados usos de tierras (Miranda, 1991a).

Por otro lado, existen problemas de degradación ambiental asociados a pobreza, en las áreas donde todavía predominan sistemas agrícolas muy tradicionales -agricultura andina; cuenca amazónica; Noreste del Brasil; Gran Chaco del Paraguay, Argentina y Bolivia, etc.- (Gallopín, 1989; Gallopín et al., 1989). Obviamente, estos dos casos (producción y degradación), demandan aproximaciones diferenciadas y requieren respuestas particulares, independientes de los recursos naturales involucrados. Está bien documentado (Sancholuz et al., 1985), que acciones que en determinadas condiciones promueven un gran aumento de sostenibilidad, pueden ser responsables

por efectos negativos en otras circunstancias. Hace cincuenta años o más, que se consagran esfuerzos a la cuestión de la conservación de suelos, por ejemplo. En los contextos mencionados, como las agriculturas tradicionales, los resultados son prácticamente nulos. Por otro lado, la propia modernización de muchas agriculturas campesinas llevó a desequilibrios ecológicos y ambientales antes desconocidos. Confundir sostenibilidad agrícola con sostenibilidad de los recursos naturales o peor, con su conservación, es reducir el problema a una dimensión en la cual los instrumentos tradicionales de investigación y extensión han fracasado. Sin embargo, en el afán de tratar este asunto, instituciones nacionales e internacionales organizan seminarios y encuentros sobre sostenibilidad y recursos naturales. Los resultados obtenidos no permiten ir muy lejos en términos de nuevas propuestas de investigación y desarrollo.

SOSTENIBILIDAD Y ESCALAS ESPECIALES-TEMPORALES

El problema de sostenibilidad puede observarse en varias escalas: global, regional, local, finca, cultivo, etc. (Arnold, 1989). Tres niveles jerárquicos o escalas espaciales pueden ser considerados como relativamente operacionales para la discusión del tema de la sostenibilidad de los sistemas de producción y uso de tierras.

Nivel de Finca o del Agricultor

El nivel de finca es evidentemente necesario. Constituye la prioridad actual de algunos centros de investigación y los sistemas de producción a nivel de finca o de productor son la meta de determinadas soluciones tecnológicas a los problemas de sostenibilidad agrícola. Es posible, con base en nuevas técnicas y tecnologías, ampliar la sostenibilidad de los sistemas de cultivo, de crianza y explotación forestal tradicionales y modernos. Pero rápidamente ese nivel puede ser insuficiente, pues muchos de los problemas de sostenibilidad no pueden ser solucionados de forma aislada por un productor o por una finca, ya que, en general, no tienen un componente exclusivamente tecnológico. En este nivel están muchos de los esfuerzos de la investigación agropecuaria tradicional que busca reducir el uso de pesticidas, preservar la fertilidad de los suelos, desarrollar técnicas de control integrado de malezas y plagas, labranza mínima, etc. Esos proyectos se cubren actualmente de la retórica de la sostenibilidad. Mirados de lejos, muchos proyectos de investigación se proponen ahora aumentar la sostenibilidad agrícola. Mirados de cerca, se nota que se trata de una forma de ahorrar pesticidas, abonos o energía mecánica en el trabajo del suelo.

El de la conservación de suelos es un claro ejemplo de la dificultad que se ha tenido en avanzar en esta cuestión, sobre la base exclusiva de cambios en los sistemas de cultivo. Esos cambios son lentos. Difícilmente se producen de forma generalizada al nivel de los campesinos y los resultados en la sostenibilidad agrícola de una región

o cuenca no se notan. Sin renunciar a este nivel de investigación, nuevos niveles jerárquicos parecen contestar más eficazmente la problemática de la sostenibilidad agrícola y están siendo incorporados por RIMISP en sus proyectos desde hace algunos años.

Nivel Local

Existe un conflicto entre la escala de la pequeña propiedad rural y el nivel local o la escala del paisaje rural (Forman y Godron, 1981). La investigación agrícola y la extensión rural han definido y propuesto sistemas de producción altamente sostenidos a nivel de propiedad rural: poco impacto ambiental, bajo consumo de recursos naturales, gran excedente de producción, buena productividad, etc. Sin embargo, cuando estos sistemas se generalizan, a nivel de una cuenca hidrográfica o de una región, pueden convertirse en una tragedia, provocando: agotamiento de acuíferos, generalización de procesos erosivos, caídas de precios por exceso de oferta, incrementos de plagas y enfermedades, etc. (Redclift, 1989). Se trata de sistemas eficientes en pequeña escala, pero irreproducibles en amplia escala. En otras palabras, la sostenibilidad agrícola de un sistema de producción, o de una propiedad, no es siempre la misma, si es considerada sobre un conjunto de fincas. En el primer caso ya existen parámetros y experiencias disponibles en RIMISP; en el segundo, todavía no existen métodos o metodologías, que puedan integrar satisfactoriamente una gran variedad de datos agroecológicos y socioeconómicos, georeferenciados e interrelacionados, para evaluar la sostenibilidad de un conjunto de propiedades. A pesar de esto, varias investigaciones metodológicas están siendo desarrolladas. El empleo de sistemas geográficos de informaciones (GIS); el uso de imágenes de satélite; los modelos de integración micro-macro y los sistemas expertos, son ejemplos de nuevos instrumentos empleados a nivel de proyectos pilotos de investigación de ECOFUERZA, de la Universidad de Chile, del CATIE y de otras organizaciones en el seno de RIMISP.

Pero existen otras dimensiones en este tema y en esta escala. Como ya fue dicho, muchos sistemas agrícolas, denominados sostenidos, están basados en una externalización de los costos ambientales de la producción. Aparecen con buena sostenibilidad ambiental, en la medida en que no se evalúe, con rigor y de forma circunstanciada, su impacto ambiental en el conjunto de los sistemas ecológicos, agrícolas y socioeconómicos (Prudkin, 1989; Salati, 1990; Sancholuz et al., 1985; Viglizzo, 1986; Viglizzo y Roberto, 1989). Frecuentemente actividades como la producción frutícola, la floricultura, la crianza de camarones o de porcinos, determinados complejos agroindustriales, etc., presentan un fuerte impacto ambiental en los cursos de agua, en los acuíferos de régimen hipodérmico, en la calidad del aire y en la salud humana. La internalización de esos costos inviabilizaría muchos de esos sistemas, aún cuando fuese exigida solamente una reposición parcial de los recursos naturales consumidos o afectados. Simples cambios en las legislaciones ambientales han convertido en inviables sistemas hasta entonces considerados como sustentables.

A estas dificultades de integrar varios niveles de percepción espacial, en la definición de evaluación de los sistemas de producción, se agregan las cuestiones de escala temporal (Tricart y Kilian, 1979). Los ciclos temporales de la producción agrícola raramente corresponden a los de evaluación o monitoreo de los fenómenos ambientales (pedogénesis, morfogénesis, pérdida de fertilidad, compactación, acidificación, reducción de la biodiversidad, sedimentación de ríos, etc.). Tanto en el sentido de reconstituir historias pasadas, como para realizar proyecciones y simulaciones sobre el futuro de los sistemas de producción (Winograd, 1989), raramente se consiguen integrar variables ambientales, que en general se plantean de forma cualitativa y cuantitativa, aún cuando exigen una expresión georeferenciada, que los modelos estrictamente numéricos no son capaces de traducir. El análisis de la dinámica espacio-temporal del uso de las tierras, en una propiedad o en una región, es el ejemplo típico de una cuestión cuyo tratamiento estrictamente numérico, se muestra insuficiente (Forman y Godron, 1986).

En ese sentido existe una falta de metodologías que permitan la evaluación y el monitoreo de la sostenibilidad agrícola de los sistemas de producción, considerándolos integrados a sistemas ecológicos y socioeconómicos más amplios, desde el punto de vista espacial y temporal (Bertrand, 1972). Las acciones de RIMISP en este campo pueden tener una repercusión muy positiva, junto a las organizaciones e instituciones nacionales de investigación. En este nivel, RIMISP está realizando un esfuerzo de investigación importante para desarrollar nuevos instrumentos de trabajo (sistemas geográficos de informaciones - GIS; uso de imágenes de satélite; modelos de integración micro-macro; sistemas expertos, modelos de decisión, etc.), más allá de los métodos clásicos de investigación en sistemas de producción.

Nivel Regional o Global

A pesar de la antigüedad de la ocupación agrícola en América Latina, se padece aún, una gran falta de conocimientos básicos sobre la ecología de los diferentes ambientes y sobre la interacción ambiente-agricultura. Muchas de las líneas de conocimiento ecológico tienden a ser descriptivas. Los fenómenos de cambios globales, inducidos por la actividad agrícola y sus consecuencias para la propia agricultura, están muy poco considerados en los programas tradicionales de investigación agropecuaria, a pesar de la evidencia de su importancia. Al principio, las preocupaciones agricultura/medio ambiente eran al nivel de campo o parcela (erosión, pérdidas de suelo, reducción de la fertilidad de las tierras, etc.). Después llegaron al nivel de finca (mala utilización de los abonos químicos, contaminación de los agricultores con pesticidas, persistencia de herbicidas en los suelos, etc.). Finalmente alcanzaron la magnitud de regiones, cuencas hidrográficas (contaminación de los recursos hídricos y de suelos, desmontes en gran escala, fenómenos de desertificación o salinización, etc.), cadenas agroindustriales y alimentarias (residuos de pesticidas en los alimentos, calidad organoléptica de los productos agrícolas, etc.). Sin embargo, desde hace algunos años las evidencias científicas muestran que la agricultura puede estar

generando, y sufriendo, fenómenos ambientales de una escala muy amplia, que abarca países y continentes.

Un ejemplo es el hoyo en la capa de ozono. Aumenta a cada año, desde que comenzó a ser monitoreado. Una buena parte de los territorios argentino y chileno están bajo la influencia de este fenómeno, sin que se tenga un monitoreo de sus posibles consecuencias ambientales. La agricultura del Cono Sur es la más amenazada, a nivel mundial, por las posibles consecuencias ambientales del hoyo en la capa de ozono (Tilton, 1989). Pero casi nada se ha hecho sobre este tema, sea como investigación, sea como monitoreo.

Otros ejemplos son los desmontes, los incendios agrícolas y la extensión de la ganadería y del riego. Todas las regiones agrícolas del continente presentan fenómenos de esta naturaleza y de magnitud variables (Henderson-Sellers y Gornitz, 1983; Matson y Vitousek, 1987; John, 1988). El monitoreo diario y semanal por satélite de estos fenómenos (Miranda, 1993), da informaciones sobre su posible rol en cambios climáticos (efecto invernadero, producción de anhídrido carbónico, metano, óxidos nítricos, etc.), con consecuencias para la agricultura, sin que se tenga una evaluación concreta al nivel regional (Joyce, 1985; Harris, 1990; Hammond et al., 1990; CEPAL 1990a; Livingston s/d; Keller et. al. s/d).

Las iniciativas nacionales sobre estos temas y problemas son limitadísimas. O bien no conocen el problema o se los presenta de una forma tan amplia, que una estrategia nacional no sería suficiente para tratarlo. Lo que se requiere es una acción coordinada a nivel regional y multinacional (Lynam y Herdt, 1989), que garantice la investigación y el monitoreamiento de esos problemas. En este sentido, las iniciativas de investigación de RIMISP pueden cumplir un rol importante, ya que se trata más de crear una red de información y comunicación entre investigadores y organismos, que en ejecutar proyectos de alto costo sobre el tema.

SOSTENIBILIDAD Y TECNOLOGIA AGRICOLA

La experiencia de RIMISP muestra que las exigencias de un programa de investigación y difusión agropecuaria en el campo de la sostenibilidad, son muy distintas de las que tradicionalmente están involucradas, en el caso de rubros como trigo, carne, leche, etc., o recursos, como conservación de suelos, agua, etc. Desgraciadamente, las instituciones nacionales e internacionales de investigación, en su gran mayoría, parecen seguir la inercia de sus programas tradicionales. Tratan al nuevo tema como uno más a ser integrado en su campo de acción tradicional. Para algunas se trata simplemente de ampliar el tema de los recursos naturales o de la conservación de suelos.

Muchas de las iniciativas y de los nuevos programas planteados buscan, en última instancia, soluciones a los problemas de sostenibilidad vía nuevas tecnologías, a ser

incorporadas a los sistemas de producción. Un poco como en la estrategia de la llamada Revolución Verde.

Las tecnologías de la Revolución Verde, que llevaron algún grado de modernización a la agricultura campesina, tienen o tenían, las siguientes características comunes:

- Podían ser utilizadas a nivel de un agricultor aislado.
- Eran producidas por el sector industrial-urbano (productos y mercancías), que tenían gran interés en su consumo.
- No exigían gran especialización de los agricultores en cuanto a su uso.
- En gran parte podrían ser encontradas fácilmente a nivel de mercado.
- Con un mínimo de adaptación tenían una eficiencia real, independientemente del tamaño de las fincas y de la situación ambiental.
- Producían resultados en el cortísimo plazo.
- Con excepción de los sistemas de riego y de fuerte mecanización, su incorporación no exigía cambios radicales en los sistemas tradicionales de producción.
- Se acompañaron de fuertes programas de crédito, fomento, subsidios y extensión rural, para ampliar su difusión y adopción.
- Iban al encuentro de problemas socioeconómicos urgentes y fueron objeto de importantes políticas globales y sectoriales.

De alguna forma se puede decir que ninguna de esas características, salvo rara excepción, se aplica a las soluciones para aumentar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

Esas soluciones implican, en general, aspectos cualitativos complejos, una concertación difícil entre muchos agricultores y profundos cambios en el uso de las tierras que, al contrario, de la Revolución Verde:

- No pueden ser adoptados por agricultores aislados; implican valles, cuencas, grupos de productores. La concertación es difícil para un tema complejo en el cual no hay tradición de trabajo.
- Esas soluciones no son producidas por el sector industrial-urbano, que no tiene especial interés en su uso o consumo. No se trata de mercancías, sino de cambios en sistemas complejos de gestión y utilización del espacio rural y de sus recursos naturales y socioeconómicos.

- Al contrario de las tecnologías de la Revolución Verde (semillas seleccionadas, abonos químicos, etc.), las soluciones al problema de la sostenibilidad agrícola exigen gran participación interactiva de los agricultores en su aplicación.

- Las alternativas de sistemas más sostenibles de uso de las tierras son pocas, no se encuentran listas al nivel de mercado, incluyendo su particularización y adaptación. Además, no garantizan resultados a corto plazo y exigen cambios importantes en los sistemas de producción y de uso de las tierras.

Finalmente, a pesar del discurso generalizado del desarrollo sostenido, las economías de los países latinoamericanos no presentan fuertes programas de crédito, fomento, subsidios y extensión rural para ampliar su difusión y adopción; y pocos creen que vengán al encuentro de problemas socioeconómicos urgentes. En el corto plazo, no se ve que puedan ser objeto de importantes políticas globales y sectoriales, salvo por parte de la retórica especializada.

Para RIMISP esto no significa que el componente tecnológico no tenga su rol, pero las nuevas dimensiones -como los sistemas de uso de tierras- son un campo de trabajo muy fértil, pertinente y necesario, que demanda mucha creatividad.

SOSTENIBILIDAD Y USO DE LAS TIERRAS

En el análisis integrado de los sistemas de uso de las tierras está, quizás, la mayor parte de las soluciones operacionales para los problemas de sostenibilidad agrícola. No se trata de un enfoque exclusivamente tecnológico del problema. Intervienen otros instrumentos, además de los tecnológicos: descripción y comprensión del uso de las tierras y de su dinámica temporal y espacial; análisis de los patrones de distribución espacial de las actividades agrícolas en el paisaje y en la región; sensibilidad del uso de las tierras a cambios en las políticas de precios, de fomento, etc. Los cambios tecnológicos son muy lentos para producir cambios significativos al nivel de los paisajes. Las políticas económicas y agrícolas pueden condicionar cambios muy rápidos en el uso de las tierras, llevando a la reducción o a la expansión de determinados cultivos y prácticas agrícolas. Las consecuencias pueden ser favorables o negativas para la sostenibilidad de la agricultura local.

En el eje del análisis tecnológico de la sostenibilidad agrícola, los parámetros válidos varían según el tipo de agricultura practicada (Dovers, 1989). Estos parámetros no son fáciles de ser evaluados en forma precisa, efectiva y cuantificada. Además, los mismos valores y parámetros no son comparables entre distintas regiones. Las metodologías de evaluación de los sistemas de uso de las tierras tienen un alto nivel de generalización cuando las encuestas de campo están apoyadas en datos obtenidos por satélites de recursos naturales y planos de muestreo construidos en base a sistemas geográficos de información. Para RIMISP, como para muchas institucio-

nes, el concepto de sistemas de uso de las tierras es un eje de análisis bastante nuevo. Sin embargo dispone de nuevas herramientas y puede garantizar una oportuna articulación entre los niveles micro y macro de las políticas agrícolas.

En este sentido, RIMISP está desarrollando métodos e instrumentos que puedan garantizar la detección, la identificación, la cualificación, la cuantificación, la cartografía y el monitoreo de los distintos usos de las tierras, en escalas espaciales operacionales (1:50.000, por ejemplo). Esos proyectos tienen en los sistemas remotos de mapeo (satélites de recursos naturales) y en los GIS, dos herramientas poderosas. La primera, porque garantiza, a bajo costo, una visión sincrónica de los recursos naturales y del uso de la tierra (miles de kilómetros cuadrados con detalles de decenas de metros), un seguimiento diacrónico de los cambios en el uso de las tierras (más de una imagen de satélite por mes) y, finalmente las propiedades ópticas-electrónicas de las imágenes de satélite que permiten cualificar los sistemas de producción que generan los usos identificados, cartografiados y monitoreados.

Los GIS permiten profundizar el análisis integrado de la dinámica espacio-temporal del uso de las tierras y de las medidas de sostenibilidad agrícola que se pueden deducir. Los usos pueden ser confrontados cartográficamente y de forma digital, con la capacidad de producción de los recursos naturales involucrados, con las posiciones topográficas o de red de drenaje en el área, con una especialización de las producciones y productividades, con el consecuente balance cartográfico y numérico entre la exportación y la reposición de la fertilidad, por ejemplo. Escenarios de cambios en el uso de las tierras y sus consecuencias en la sostenibilidad agrícola regional, producidos por modificaciones en las políticas de precio, de crédito o de comercialización, están siendo objeto de nuevos métodos de simulación con base en GIS, desarrollados por proyectos de investigación de RIMISP.

Aplicados en escalas regionales, esos métodos y modelos en desarrollo por los miembros de RIMISP, podrán servir de importante apoyo a las políticas públicas globales y permitir ganancias en el corto plazo, en los casos más críticos de sostenibilidad agrícola.

DESAFIOS INSTITUCIONALES DE LA INTEGRACION DEL TEMA DE LA SOSTENIBILIDAD EN LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Los temas que tocan la cuestión de la sostenibilidad agrícola tienen también dimensiones institucionales relevantes y determinantes. Además de la creciente toma de conciencia, a nivel de los investigadores, sobre la necesidad de una agricultura sostenible, hay exigencias crecientes de los organismos financieros (Davis y Schirmer, 1987), de planificación y gubernamentales, para que los programas de investigación y desarrollo abarquen el tema de la sostenibilidad. Son muchas las dificultades para efectivizar programas en este campo:

- Una significativa dispersión institucional y de los pocos datos básicos existentes referentes al tema.
- Toda una gama de diferentes e incipientes aproximaciones metodológicas al problema de la sostenibilidad agrícola; y una gran carencia de conceptos, parámetros, técnicas y metodologías en el campo específico de trabajo de cada institución, sin que todos sus aspectos estén siendo estudiados de forma simultánea.

Más que crear nuevos programas de investigación en sostenibilidad agrícola, estas realidades sugieren nuevas estrategias de acción: la reconversión progresiva de las instituciones y programas de investigación y desarrollo existentes, para permitir la integración de este tema, de la misma forma que otros temas fueron y están siendo integrados (género, por ejemplo).

La reconversión de los programas de investigación existentes, para incorporar el problema de sostenibilidad, requiere, por parte de las instituciones de investigación agropecuaria de América Latina, la integración de nuevos conceptos (por ejemplo, sostenibilidad); nuevos parámetros para definir, medir y comparar la sostenibilidad agrícola de distintos sistemas de producción; nuevos métodos y técnicas para el tratamiento del problema (por ejemplo, sistemas de uso de tierras); nuevas herramientas e instrumentos adecuados (GIS, sistemas expertos, modelos); revisión de los actuales programas y proyectos de investigación y asistencia de personal capacitado a los distintos centros de investigación (consultorías, cursos, programas de capacitación, etc.), en los cuales RIMISP puede tener significativa participación.

Sin embargo, estos tipos de iniciativas son a largo plazo y requerirán participación de personal e instituciones especializadas, miembros de RIMISP, para apoyar distintos aspectos del programa. Además, existirán problemas de coordinación y reconversión de los programas de investigación ya existentes, posiblemente de difícil y compleja gestión, incluso para organismos internacionales. Una red como RIMISP podrá cumplir un rol múltiple de apoyo e incentivo a la reconversión de los programas tradicionales de investigación, capitalizando los logros conceptuales y metodológicos que se están teniendo en distintos sitios de América Latina. En esta tarea, el empleo de la comunicación electrónica, ya en desarrollo en RIMISP en colaboración con INFORUM, debe permitir nuevos y múltiples instrumentos: incremento de la comunicación, correo electrónico, intercambio de datos y archivos, conferencias electrónicas, acceso a base de datos, etc.

ELEMENTOS PARA UN PROGRAMA DE ACCION DE RIMISP EN EL CAMPO DE LA SOSTENIBILIDAD AGRICOLA

En base a la originalidad de la red que constituye RIMISP y de su proceso de desarrollo reciente, sería posible apoyar técnica y científicamente la revisión

progresiva de las actuales estrategias y programas de investigación agropecuaria en América Latina, de forma de integrar la dimensión de la sostenibilidad agrícola.

Tres grandes cuestiones o interrogantes se imponen como un marco de referencia para la estrategia de acción de un programa de investigación o de acción para RIMISP en el tema de la sostenibilidad agrícola:

1. Hay una gran necesidad de aumentar la información y la comunicación entre los organismos de investigación y desarrollo en América Latina, con un mínimo de compatibilidad y homogeneidad en los métodos y lenguajes empleados en la problemática de la sostenibilidad agrícola. El apoyo a la asociación de distintos organismos para la ejecución de proyectos de investigación en esta línea, es un eje de gran importancia en el corto plazo para RIMISP.
2. Considerando la multiplicidad de experiencias binacionales, locales o regionales en el campo de la sostenibilidad agrícola, no es necesario crear nuevos programas o acciones, en un primer momento. RIMISP puede realizar, en forma rápida y operacional, un inventario y una evaluación de las acciones, programas y proyectos ya existentes, valorizando y generalizando las experiencias más positivas bajo la óptica de la sostenibilidad agrícola en las grandes regiones de América Latina. Esto implica una coordinación y evaluación muy efectivas de las propuestas nacionales en el seno del programa de RIMISP y destaca la importancia de los miembros que trabajaron como organismos de coordinación y apoyo.
3. Articular los distintos niveles jerárquicos del problema de la sostenibilidad agrícola, con el reconocimiento de la existencia de agriculturas diferenciadas, en espacios diferenciados. O sea, definir proyectos de investigación agropecuaria para ampliar el desarrollo sostenido, de forma apropiada y adecuada a esas diferentes realidades. Esta circunstancia implica también una coordinación y evaluación muy efectivas por parte de RIMISP, de las propuestas nacionales en el seno de su programa. Un papel importante de la coordinación es el de obtener, desarrollar, probar y consolidar métodos de investigación en esos contextos diferenciados.

A título de conclusión, las principales líneas de acción y trabajo para movilizar RIMISP en el corto plazo serían:

1. Desarrollar conceptos, parámetros, metodologías, técnicas e instrumentos, sobre la temática de la sostenibilidad agrícola, para consolidar progresivamente un instrumental y un referencial común, entre las instituciones de investigación y desarrollo agrícola, públicas o privadas, de América Latina.
2. Capacitar recursos humanos de los centros de investigación agropecuaria y organizaciones no gubernamentales de América Latina, en la aplicación del

instrumental de sostenibilidad en sus proyectos y programas de investigación nacionales, a partir de los logros de RIMISP en este campo.

3. Fomentar y apoyar la aplicación y validación del instrumental de sostenibilidad, sobretudo en el análisis del uso de las tierras, en el ámbito de los diferentes agroecosistemas de la región de América Latina y principales tipos de agricultura en ellos practicada.
4. Desarrollar y difundir los nuevos métodos, instrumentos y experiencias obtenidas por la Red, para que los sistemas de producción sean más sostenidos a nivel local y regional, principalmente en el caso de economías campesinas y de los complejos agroindustriales sensibles de América Latina.
5. Proponer nuevas iniciativas de investigación, desarrollo y monitoreo en los problemas de sostenibilidad agrícola de escala regional (por ejemplo, cambios globales), con base en el incremento de los nuevos medios de comunicación e información al nivel de la Red.

BIBLIOGRAFIA

- Arnold S.H., 1989. Sustainable development: A solution to the development puzzle? Sustainable development: from theory to practice. *Journal of the Society for International Development*, 2/3.
- Berdegú J.A. y Miranda E.E. de, 1990. Assessment of Sustainable Land Systems Research in South America. **En: International Workshop on Sustainable Land Use Systems**, New Delhi, India, 12-16 de febrero de 1990.
- Bertrand G., 1972. *Paisagens e Geografia Global: Esboço metodológico*, Série Cadernos da Terra (13), (tradução) IGEOG-USP, 27 p.
- Brundtland H.G., 1989. Sustainable Development: An overview development. *Journal of the Society for International Development*, 2/3.
- CEPAL, 1990. Elementos para una política ambiental eficaz. **En: Reunión técnica de expertos gubernamentales «Hacia un desarrollo ambientalmente sustentable»**, Santiago de Chile, 12-14 de septiembre de 1990.
- CEPAL, 1990a. La dimensión ambiental de las políticas económicas en América Latina y el Caribe. **En: Reunión técnica de expertos gubernamentales «Hacia un desarrollo ambientalmente sustentable»**, Santiago de Chile, 12-14 de septiembre de 1990.
- CEPAL, 1991. **El desarrollo sustentable: Transformación productiva, equidad y medio ambiente**, Santiago de Chile, 1991.
- CEPAL-FAO, 1986. **Peasant Agriculture in Latin América and the Caribbean**, Santiago de Chile, CEPAL.
- Conway G.B. y Barbier E.B., 1988. After the Green Revolution. Sustainable and equitable agricultural development. *Future*, 20 (6): 651-70.
- Coscia A., 1991. **Desarrollo sostenible de la pampa húmeda agrícola**. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Buenos Aires, Argentina.
- Davis T.J. y Schirmer I.A., ed., 1987. **Sustainability issues in agricultural development**, Washington (DC), EUA, The World Bank.

- Dovers S., 1989. Sustainable: Definitions, clarifications and contexts. *Journal of Society for International Development*, 2/3.
- ECOFORÇA, 1993. **Sistema de Informações Geográficas como instrumento complementar na pesquisa de sustentabilidade agrícola**. Campinas, Brasil, ECOFORÇA/RIMISP.
- FAO, 1988. **Potentials for agricultural and rural development in Latin America and the Caribbean**, Annex IV natural resources and the environment. Roma, Italia, FAO.
- FAO, 1990. Desarrollo rural sostenible en ecosistemas frágiles en América Latina y el Caribe. **En: 21a Conferencia Regional para América Latina y el Caribe**, Santiago, Chile, 9-13 de julio de 1990.
- Forman T.T.R. y Godron M., 1981. *Patches and structural components for a landscape ecology*, *BioScience*, 31 (10): 733-740.
- Forman T.T.R. y Godron M., 1986. **Landscape ecology**. New York, EUA, John Wiley & Sons, 619 p.
- Gallopín G., 1989. Sustainable development in Latin America: constraints and challenges. *Journal of Society for International Development*, 2/3.
- Gallopín G., 1990. La sustentabilidad ambiental del desarrollo y el cambio tecnológico con América Latina y el Caribe. **En: Reunión técnica de expertos gubernamentales «Hacia un desarrollo ambientalmente sustentable»**, Santiago de Chile, 12-14 de septiembre de 1990.
- Gallopín G. et al., 1989. Global Inpovertishment, sustainable development and the environmental: A conceptual approach. *International Social Science Journal*, 121:375-97.
- Girt J., 1990. **The sustainable development of agricultures in Latin América and the Caribbean: Strategic recommendations**, Report prepared for the Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Agosto 20, 1990.
- Gligo N., 1988. **En torno a la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola latinoamericano: factores y políticas**, Santiago de Chile, GIA-CLACSO.
- Hammond A. L., et al., 1990. Accountability in the Greenhouse. *Nature*, 347:705-706.
- Harris R.C., 1990. Agricultural production versus climate protection. An emerging conflict in the 1990s?. *Land use policy*, 7(2):173-176.
- Hart R., 1985. **Conceptos básicos sobre agroecosistemas**, Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Hart R. y Sands M., 1990. **Sustainable land use systems research and development**, Working draft of paper presented at the USDA/ICAR/RRC Workshop in New Delhi, India, February 1990.
- Henderson-Sellers A. y Gornitz V., 1983. **Possible climatic impacts of land cover transformations, with particular emphasis on tropical deforestation**. INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (IIED), 1990. *RRA Notes*, Number 9.
- IFPRI POLICY BRIEFS, 1990. **Technology policy for sustainable agricultural growth**.
- John L., 1988. Queimadas Poluem o Ar no Pantanal. *O Estado de Sao Paulo*, Sao Paulo, Brasil, 28 de junio de 1988.
- Joyce C., 1985. Trace gases amplify greenhouse effect. *New Scientist*, 3-4.
- Keller M., et al. Effects of tropical deforestation on global and regional atmospheric chemistry. **En: Climatic change**, s/d.
- Livingston M. **The rising concentration of atmospheric methane**, Proposal to NASA, s/d.
- Lynam J.K. y Herdt R.W., 1989. Sense and sustainability: Sustainability as an objective in international agricultural research. *The Journal of the International Association of Agricultural Economists*, 3(4).
- Matson P.A. y Vitousek P.M., 1987. Cross-system comparisons of soil nitrogen transformations and nitrous oxide flux in tropical forest ecosystems, *Global Biogeochemical Cycles*, 1(10): 163-170.

- Miranda E.E. de, 1991. **Estrategias e iniciativas para aumentar la sostenibilidad agrícola en el Cono Sur**, Buenos Aires, Argentina, IICA/CONASUR.
- Miranda E.E. de, 1991a. Há riscos ambientais no Mercosul. *Bio* 4:6-7.
- Miranda E.E. de, 1993. Variabilidade espaço-temporal das queimadas no Brasil. *Anais do VII Simpósio Brasileiro de Sensoramento Remoto*, vol. 2:197-201. INPE/Gov. do Paraná/ SELPER/SBC.
- Moffat I., 1993. Sustainable development: Conceptual issues, an operational model and its implications for Australia. *Landscape and Urban Planning*, 23:107-118.
- Munn R.E., 1989. Towards Sustainable Development: An environmental perspective. *Journal of the Society for International Development*,: 2/3.
- Pearce D., 1988. Economics, equity and sustainable development. *Futures*,20:598-605.
- Pomareda C., 1990. Public policy and institutional challenges in the achievement of sustainable agriculture. **En: International Conference on The Ecological Economics of Sustainability: Making Local and Short-Term Goals Consistent with Global and Long-Term Goals**. May 21-23, 1990.
- Prudkin N., 1989. Medio ambiente, recursos y agricultura. **En: (Carlos Reboratti, compilador). Población y Ambiente en América Latina**, p. 35-42. Buenos Aires, Argentina, PROLAP/Grupo Editor Latinoamericano, Colección Estudios Políticos y Sociales.
- Redclift M., 1989. **The environmental consequences of Latin America's agricultural development: Some thoughts on the Bruntland Commission Report**. *World Development* 17:365-77.
- Salati E., 1990. Los posibles cambios climáticos en América Latina y el Caribe y sus consecuencias. **En: Reunión técnica de expertos gubernamentales «Hacia un desarrollo ambientalmente sustentable»**, Santiago de Chile, 12-14 de septiembre de 1990.
- Sancholuz L.A. et al., 1985. **Aprovechamiento de ecosistemas y recursos naturales renovables en América Latina; un análisis comparativo**, Bariloche, Argentina, Fundación Bariloche.
- Tilton B.E., 1989. Health effects of tropospheric ozone. Major effects and related scientific questions. *Environ. Sci. Technol.* 23 (3):257-263.
- Tricart J. y Kilian J., 1979. **L'éco-geographie et l'aménagement du milieu naturel**. Paris, Maspero, 326p.
- Viglizzo E.F., 1986. Agroecosystems stability in the Argentine pampas. *Agriculture, ecosystems and environment* 16:1-12.
- Viglizzo E.F. y Roberto Z.E., 1989. Diversification, productivity and stability of agroecosystems in the Semi-arid pampas of Argentina. *Agricultural Systems*, 31:279-290.
- Winograd M., 1989. Simulación del uso de tierras. Escenarios tendencial y sostenible. **En: El futuro ecológico de un continente: Una visión prospectiva de América Latina**. Informe Final UNU, G. Gallopin et al., ed., GASE, Bariloche, Argentina.

RECOMENDACIONES PARA EL TRABAJO FUTURO DE RIMISP EN EL TEMA DE SISTEMAS DE PRODUCCION SOSTENIBLES

Durante el VI Encuentro Internacional de RIMISP (RIMISP VI), realizado en Jaguariuna, Sao Paulo, Brasil, en abril de 1994, 47 expertos, de 32 instituciones, de 13 países, abordaron el tema general de **Operacionalización del Concepto de Sostenibilidad**.

RIMISP VI perseguía avanzar en la discusión de conceptos, métodos e instrumentos, que pudieran ser aplicados en forma práctica por los profesionales y técnicos que, a nivel de terreno, son objeto de una fuerte presión técnica, política e institucional, para entregar sistemas de producción y alternativas tecnológicas que tengan el atributo de ser sostenibles y de insertarse en una lógica de desarrollo agrícola sostenible.

Hay una simple y cada vez más frecuente pregunta de estos profesionales y técnicos, que inspiró la discusión de RIMISP VI: **"¿Cómo aplicar en forma práctica y cotidiana este concepto de sostenibilidad?"**

Afortunadamente, son ya muchas las instituciones y los equipos técnicos que han pasado de la etapa de las buenas intenciones o de las declaraciones generales de adscripción al paradigma del desarrollo sostenible, a otra en que en forma seria y concreta se busca abordar el desafío de alcanzar formas ecológicamente más sustentables de producir alimentos, manteniendo o mejorando al mismo tiempo los ingresos de los productores y particularmente de aquellos más pobres.

Se podría decir que las instituciones latinoamericanas de investigación y desarrollo agropecuario, están pasando de una actitud reactiva frente al tema, a otra en la cual se ha comprendido que el atributo de sostenibilidad, lejos de ser una restricción al desarrollo económico y social, puede transformarse en una oportunidad. Se impone, en consecuencia, una actitud más pro-activa.

Sin embargo, existe un enorme vacío metodológico e instrumental que permita a estas instituciones y equipos técnicos poner en operación el concepto de sostenibilidad, en forma práctica y cotidiana.

Durante RIMISP VI se presentaron y discutieron diversos trabajos que podrían ofrecer alternativas metodológicas concretas para operacionalizar el concepto de sostenibilidad en el marco de proyectos de investigación y/o desarrollo de sistemas agrícolas. Al final de esta discusión, los asistentes dedicaron medio día a debatir la agenda futura de RIMISP en este ámbito temático. Lo que sigue a continuación es un resumen de este diálogo.

NIVELES JERARQUICOS

El atributo de sostenibilidad se puede analizar a distintos niveles en una jerarquía de sistemas, desde la escala "micro" (por ejemplo, parcela o subsistema de cultivo) hasta la "meso" (por ejemplo, cuenca o municipio) y la "macro" (por ejemplo, país).

Por tanto, es aplicable al tema de la sostenibilidad la lección ya reconocida respecto de otros criterios, que indica que el análisis deberá considerar el aspecto de la interacción entre los distintos niveles jerárquicos. De hecho, se sabe que sistemas de cultivo que son evaluados como sostenibles a nivel de parcela, pueden tener consecuencias catastróficas sobre el medio ambiente si son adoptados por todos o la mayoría de los productores a nivel de una cuenca o una microregión (por ejemplo, por agotamiento o contaminación de los depósitos de agua). Asimismo, es evidente que los estímulos que los agricultores reciben bajo la forma de precios de insumos y productos, subsidios, tasas de interés del crédito, niveles de protección arancelaria, etc., condicionan las decisiones respecto de qué, cuánto y cómo producir y, en definitiva, establecen un marco de relaciones entre la agricultura y los recursos naturales.

Estas interacciones micro-meso-macro tienen dimensiones de análisis espaciales (por ejemplo, externalidades ambientales negativas) y temporales (por ejemplo, evolución de la cantidad y calidad de los recursos naturales en una escala de tiempo inter-generacional). Ello trae a colación importantes consideraciones de escala y de precisión de las investigaciones, además de preguntas de orden institucional.

Sin embargo, es importante resaltar que la ventaja comparativa de RIMISP y de las instituciones asociadas a la red, radica en los niveles "micro" y "meso" (digamos, desde el nivel parcela/itinerario técnico, hasta el nivel región/comunidad). La relación con los niveles "macro" propiamente tal, podría en el caso de RIMISP limitarse a la comprensión de las interfases desde el punto de vista micro/meso (por ejemplo, las restricciones que enfrentan los productores para acceder a un mercado determinado).

En contrapartida a esta decisión de limitar la reflexión de RIMISP en el eje vertical, deberá impulsarse una ampliación del análisis en el sentido horizontal. Dos temas son especialmente relevantes y servirán además para ilustrar el argumento:

- a. En el estudio, diseño, experimentación y validación de sistemas de producción sostenibles, resulta indispensable asegurar la complementación del concepto "finca" con el concepto "familia u hogar". El carácter sostenible o no de un sistema de producción o de un sistema de finca, nunca será ajeno a las estrategias de generación de ingresos de los distintos miembros del hogar y del hogar como conjunto, en particular en escenarios económicos de mayor incertidumbre como son los que imperan en los últimos años en América Latina.

- b. Asimismo, resulta necesario que el concepto de "microregión" o sus equivalentes (por ejemplo, cuenca), tenga una contrapartida en el concepto de "comunidad" y, muy especialmente, en la categoría de "instituciones, redes sociales y organizaciones de la comunidad." Ello por cuanto la gestión ambiental a esta escala, es sobretudo un problema de gestión de conflictos y relaciones inter-agentes, ya sea intra- o inter-sectoriales. Así, por ejemplo, la implantación de un programa de manejo integrado de plagas, requerirá de la concertación de numerosos agentes privados y públicos. Lo mismo sucederá en el caso de proyectos de manejo de cuencas con objetivos de conservación de suelos.

INDICADORES

Este concepto de jerarquía, se puede aplicar también al problema clave de definir indicadores de sustentabilidad. Durante las presentaciones y debates de RIMISP VI, se precisó la necesidad de diferenciar entre indicadores primarios, muy cercanos al concepto mismo de sostenibilidad, e indicadores secundarios, que reflejan solo parcial o indirectamente el concepto, pero que son más fáciles de operar en la práctica.

Existe entonces un desafío metodológico consistente en definir y validar indicadores secundarios, para, a partir de ellos, construir indicadores primarios que den mediciones integrales del concepto de sustentabilidad propiamente tal.

De nuevo, enfatizamos en la necesidad de que esta función de desarrollo metodológico debe realizarse para cada uno de los niveles de la jerarquía de sistemas. Los análisis desarrollados con un indicador que permita evaluar la sostenibilidad de una alternativa tecnológica al nivel jerárquico de finca/hogar, por ejemplo, no pueden de ninguna forma extrapolarse automáticamente para concluir, por ejemplo, que dicha tecnología es o no sustentable al nivel jerárquico de la cuenca. Es incluso posible que los distintos indicadores de los diferentes niveles jerárquicos, marchen en sentidos opuestos: a un nivel, con un indicador, se puede arribar a una conclusión favorable para una alternativa tecnológica o un sistema de producción X; sin embargo, con un indicador definido para otro nivel jerárquico, se puede determinar que dicha componente o sistema productivo tiene efectos adversos en el espacio (externalidades) o en el tiempo (sostenibilidad).

Otro sentido del concepto de jerarquía asociado al tema de los indicadores, radica en la definición de indicadores que podrían denominarse "líderes", cuya variación anteceda a la evolución del factor dinámico común. Esta línea de trabajo metodológico resultaría de gran utilidad para el establecimiento de mecanismos de alerta temprana sobre la sostenibilidad general de un sistema.

Al igual que en la discusión de la sección anterior, es indispensable que el análisis mediante indicadores de la sostenibilidad de un sistema de producción, considere al

menos un indicador de la dimensión físico-biológica, un indicador del desempeño económico y un indicador del comportamiento social. Un problema metodológico relevante consiste en establecer modelos que permitan trabajar en forma simultánea con estas dimensiones. Hasta hoy, lo más frecuente es encontrar modelos que enfatizan en los aspectos económicos, manejando los procesos físico-biológicos como cajas negras, o viceversa.

Asimismo, existe un vacío en la definición de indicadores sensibles a distintos espacios temporales (el espacio de quien toma decisiones hoy, más el espacio de quienes toman decisiones en el futuro, o el espacio de quienes absorben en el futuro los costos o beneficios de las decisiones que adoptemos hoy).

Finalmente, muchos de los problemas de sustentabilidad de sistemas agrícolas involucran el concepto de umbrales críticos, que son los puntos a partir de los cuales los procesos de deterioro de los recursos naturales se toman irreversibles. La determinación de estos umbrales críticos, para distintos tipos de recursos naturales, bajo distintas condiciones agroecológicas y de manejo, es un tema también abierto al aporte de los miembros de RIMISP.

ESTRATEGIA

¿Cuál debe ser la estrategia a seguir en el tipo de investigación metodológica que interesa a RIMISP? ¿Pondremos el énfasis sobre el diseño de alternativas o sobre el análisis de los problemas? ¿Se acentuará el estudio de lo que es sostenible o de aquello que es no-sostenible?

Estas opciones dependen del tipo de clientes que RIMISP tenga en mente y que pueden incluir, por ejemplo, a aquellos que demandan tecnologías económicamente viables y frente a los cuales se podría plantear un trabajo de "filtrar" las alternativas ya disponibles, para que además cumplan con el requisito de ser sustentables. En este caso, el énfasis de RIMISP debería colocarse en la construcción de métodos capaces de predecir el potencial de impacto ambiental negativo de una tecnología o una alternativa preexistente.

Una demanda diferente es aquella que puede provenir de clientes que operan en un espacio en el cual el problema de sustentabilidad está en el centro del análisis, por ejemplo, por tratarse de proyectos en zonas con una dinámica muy acelerada de deterioro medioambiental.

En los hechos, posiblemente el desafío más relevante para RIMISP consista en aprovechar lo que es una de sus características: la presencia en la red de distintas instituciones con diferentes enfoques. Por ejemplo, en el VI Encuentro Internacional de RIMISP, fue posible conocer planteamientos desde los siguientes puntos de vista:

el enfoque tecnológico, el enfoque de usos de las tierras, el enfoque de políticas globales y el enfoque de jerarquías y articulación. La integración de estas aproximaciones y la construcción de procedimientos y herramientas que permitan la comparación sistemática de resultados e incluso el paso de un enfoque a otro, es un difícil pero interesante desafío para RIMISP.

RECOMENDACIONES

1. En términos generales, la labor de RIMISP debe consistir en estimular e implementar actividades de investigación metodológica y de intercambio de experiencias, para la **operacionalización del concepto** de sistemas de producción sostenibles, con miras a una clientela constituida por las instituciones y los equipos técnicos dedicados a la investigación y al desarrollo agropecuario en América Latina.

Para realizar esta labor, es recomendable que RIMISP desarrolle una estrategia basada en la aplicación de dos o más opciones metodológicas para la medición de la sostenibilidad, en el mayor número posible de sitios o proyectos para los cuales se disponga de bases de datos adecuadas. El valor adicional resultante de esta labor de RIMISP, serían los resultados que surjan del análisis comparativo de estas opciones metodológicas, a través de una gama de situaciones específicas en términos de países, ecosistemas o tipos de sistemas de producción.

2. RIMISP debería retomar nuevamente algunas de las metodologías desarrolladas en los últimos años, a fin de adecuarlas y ajustarlas para que puedan recoger el atributo de sostenibilidad. Es el caso de los métodos desarrollados para la etapas de: diagnóstico y caracterización, seguimiento dinámico y tipificación de sistemas de producción; diseño de sistemas de producción mediante técnicas de modelización; monitoreo de dinámicas espacio-temporales como resultado de cambios en los sistemas de producción; evaluación de impacto y costo-beneficio de nuevas tecnologías, en relación ahora a temas como conservación de los recursos naturales; etc.
3. RIMISP debería implementar una estrategia de investigación que permita acercarnos a la definición de indicadores secundarios de sostenibilidad, para lo cual se recomienda impulsar trabajos en sitios en que ya exista disponibilidad de la información requerida para construir y validar este tipo de índices. Sobre la base de este trabajo, será posible pensar en nuevos desarrollos metodológicos que apunten a la integración de los diversos indicadores secundarios en un indicador primario.
4. Existe un requerimiento urgente de indicadores que sean "líderes" en el sentido de permitir alertas tempranas en base a la mínima información posible y que, a

la vez, sean intertemporales, vinculando las decisiones de hoy con los efectos futuros y no solo con las externalidades ambientales dentro de una misma generación o espacio de tiempo.

5. Igualmente, es prioritario el desarrollo de metodologías de integración de indicadores a distintos niveles en la jerarquía de los sistemas agrícolas. Ello es indispensable para abordar eficazmente el tema de las externalidades de nuevas alternativas tecnológicas y de nuevos sistemas de producción.
6. La integración **dinámica** de indicadores físico-biológicos y socio-económicos, es otro ámbito que requiere de desarrollos metodológicos urgentes, a los cuales RIMISP podría contribuir.
7. Finalmente, RIMISP debería invertir tiempo y otros recursos en fomentar el diálogo entre distintos enfoques que están presentes en la red, relativos al tema de la sostenibilidad y que van desde el enfoque eminentemente tecnológico hasta el de las políticas globales.

PUBLICACIONES DE RIMISP

LIBROS

Escobar G. y J. A. Berdegué, editores, 1990. *Tipificación de sistemas de producción agrícola.*

Monardes A., Escobar G. y González G., editores, 1994. *Transferencia de tecnología agropecuaria: De la generación de recomendaciones a la adopción. Enfoques y casos.*

Berdegué J. A. y E. Ramírez, compiladores, 1995. *Investigación con enfoque de sistemas en la agricultura y el desarrollo rural.*

Berdegué J. A. y E. Ramírez, editores, 1995. *Operacionalización del concepto de sistemas de producción sostenibles.*

Miranda E. E. de, et al., 1995. *Sistemas de Información Geográficos como instrumentos para la evaluación de sistemas de producción sostenibles.*

SERIE MATERIALES DOCENTES

Quijandria B., et al., 1990. *Análisis dinámico de pequeñas fincas en cuatro regiones del Perú: Aspectos metodológicos.* Serie Materiales Docentes N° 1.

Campaña, P., 1992. *El contenido de género en la investigación en sistemas de producción.* Serie Materiales Docentes N° 2.

Maino M., J. Pittet y C. Kobrich, 1993. *Programación multicriterio: Un instrumento para el diseño de sistemas de producción.* Serie Materiales Docentes N° 3.

Revoredo C., et al., 1995. *Evaluación ex ante de tecnologías en base a criterios de adopción potencial e impacto microregional.* Serie Materiales Docentes N° 4.

Ramírez E. y H. Martínez, 1995. *Captura de información de diagnóstico en sistemas de producción campesinos.* Serie Materiales Docentes N° 5.

PUBLICACIONES ELECTRONICAS (en World Wide Web de INTERNET)

Miranda E. E. de, et al., 1995. *Sistemas de Información Geográficos como instrumentos para la evaluación de sistemas de producción sostenibles.* URL:<http://www.ecof.org.br>