



TÍTULO

**SELECCIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE LOS
SISTEMAS DE MANEJO ECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES
DE CULTIVOS HERBÁCEOS DE SECANO EN LA
COMARCA DE BERGUEDÀ (CATALUÑA)**

AUTORA

Montserrat Bassa Echaurren

Tutores
Curso

©

©

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2012

Omar Masera y Xavier Sans

Agroecología: Un enfoque sustentable de la agricultura ecológica

Montserrat Bassa Echaurren

Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadore (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
 - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
 - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
-
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
 - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
 - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

SELECCION DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS
DE MANEJO ECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES DE CULTIVOS
HERBÁCEOS DE SECANO EN LA COMARCA DEL BERGUEDÀ (Catalunya)

Trabajo fin de Máster de:
Agroecología: un enfoque sustentable de la agricultura ecológica

Montse Bassa Echaurren
Tutor del Máster: Omar Masera
Tutor: Xavier Sans
07/09/07

<u>ÍNDICE</u>	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Justificación	3
1.2 Objetivos	5
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Revisión sintética de los conceptos de desarrollo sustentable y sustentabilidad.	6
2.1.1 Desarrollo sustentable	6
2.1.2 Sustentabilidad	20
2.2 Sistemas de manejo sustentables	28
2.3 Discusión de los atributos generales que permiten hacer operativo el concepto de sustentabilidad.	32
2.4 Esquema operativo del MESMIS	34
2.4.1 Primer paso: definición del objeto de evaluación.	35
2.4.2 Segundo paso: identificación de los puntos críticos que pueden incidir en la sustentabilidad de los sistemas de manejo que se van a evaluar.	36
2.4.3 Tercer paso: selección de indicadores	36
3. APLICACIÓN DEL MESMIS PARCIAL	
3.1 Primer paso: caracterización	38
3.1.1 Descripción del contexto ambiental y socio-económico del área de los sistemas de manejo	38
3.1.2 Caracterización de los Sistemas de Manejo en el Baix Berguedà	39
3.2 Segundo paso: identificación de los puntos críticos del sistema.	50
3.3 Tercer paso: selección de los criterios de diagnóstico e indicadores	57
3.3.1 Criterios de diagnóstico	57
3.3.2 Selección de indicadores	58
4. CONCLUSIONES	63
5. AGRADECIMIENTOS	67
6. BIBLIOGRAFIA	68

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

A casi dos décadas del Informe Brundtland, el término “sustentabilidad” se ha incorporado en las agendas de prácticamente todas las instituciones gubernamentales y privadas, de investigación, de organizaciones no-gubernamentales así como del sector social. A pesar de su amplia difusión, la demagogia y retórica siguen en el ámbito discursivo. Por eso, impulsar alternativas y métodos que permitan hacer operativo el concepto de sustentabilidad ha adquirido mucha relevancia. El marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) parte de esta inquietud, es decir, de que deben encontrarse marcos conceptuales y herramientas prácticas que permitan hacer explícitos los grandes puntos de la discusión general sobre la sustentabilidad, con el fin de que la discusión sobre desarrollo sustentable rebase la mera retórica académica o política y aporte elementos sustantivos hacia un verdadero cambio de modelos de desarrollo existentes (Maserà et al., 2000). Dicho esto, la primera justificación del trabajo es el interés por conocer y profundizar en una metodología (el MESMIS) que se afronta a la ambigüedad y a la retórica en que está sometido el término desarrollo sustentable, para hacerlo operativo y generar un verdadero cambio social.

En el contexto de la agricultura, la sustentabilidad significa poder lograr sistemas de manejo de los recursos naturales que sean productivos, estables, adaptables, confiables y resilientes, que distribuyan sus costos y beneficios de manera equitativa y generen procesos de autogestionados entre los beneficiarios (Maserà et al., 2000). Se presume que los agroecosistemas que aplican principios *agroecológicos* tienden a la sustentabilidad ambiental, social y económica, pero ¿lo han logrado?, ¿cómo sabemos de manera sistemática cuáles son los factores que hacen que estas propuestas estén cerca o lejos del objetivo de sustentabilidad? (Astier & Hollands, 2005). En la medida que no hay una definición universal de la sustentabilidad, la concreción del concepto debe darse a través del análisis de experiencias específicas, bajo un marco temporal y espacial predefinido, así como un determinado contexto social y ecológico (Astier & Hollands, 2005). De ahí mi segunda justificación: poder realizar el análisis de una experiencia específica en un determinado contexto, la comarca del Berguedà (concretamente, la subcomarca del Baix Berguedà), e determinar los factores que determinan la sustentabilidad en el contexto determinado.

Hacer operativo el concepto de sustentabilidad implica simultáneamente un serio esfuerzo teórico y cierta dosis de pragmatismo. En efecto, debido a la complejidad del concepto de desarrollo sustentable y a la diferencia tan grande de concepciones sobre este último, de quedarse en el aspecto meramente discursivo se corre el riesgo de convertir el concepto de sustentabilidad en un simple cliché que se puede usar según la conveniencia del momento. En el polo opuesto, los intentos de hacer operativo el concepto de sustentabilidad sin una discusión adecuada del marco teórico subyacente, es decir, simplemente adoptando alguna definición muy general como la que propuso la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

(WCED, 1987), han conducido a derivar una lista interminable de indicadores que, paradójicamente, frenan los intentos de darle coherencia y utilidad práctica al concepto. En esta línea, para hacer operativo el concepto de sustentabilidad, el trabajo se divide en dos grandes partes. En la primera, se hace una revisión de los conceptos de desarrollo sustentable y sustentabilidad; se discuten los atributos generales que permiten hacer operativo el concepto de sustentabilidad; y se desarrolla la definición operativa de los sistemas de manejo sustentables. En la segunda parte se lleva a cabo la aplicación de MESMIS en la comarca del Berguedà (Baix Berguedà) de manera parcial: se realiza la caracterización de los sistemas de manejo, la identificación de los puntos críticos, los criterios de diagnóstico y finalmente la identificación de los indicadores (Maserà et al., 2000).

La razón por la que no se ha podido desarrollar todos los pasos del MESMIS para la evaluación de la sustentabilidad son dos. La primera razón es porque la elaboración de todo el ciclo conlleva más tiempo del que disponíamos para la entrega de este trabajo, aunque esto no quiera decir que no se continúe en el futuro. La segunda razón es porque, en experiencias propias anteriores nos dimos cuenta de la importancia que tiene seleccionar unos indicadores de sustentabilidad propios del contexto, que sean relevantes y robustos, y que sirvan para poder realizar posteriormente una correcta evaluación de la sustentabilidad. Ya nos dimos cuenta que no tiene ningún sentido aplicar series de indicadores en un contexto donde aquellos indicadores no son relevantes respecto la sustentabilidad. Por eso, hacer una buena selección de indicadores me pareció un objetivo más que suficiente.

1.2 Objetivos

1. Desarrollar un marco teórico donde se realice una revisión de los conceptos de desarrollo sustentable y sustentabilidad, se discutan los atributos generales que permiten hacer operativo el concepto de sustentabilidad, y se desarrolle la definición operativa de los sistemas de manejo sustentables
2. Caracterizar los sistemas a evaluar: sistema de manejo convencional (referencia) y ecológico (alternativo).
3. Identificar los puntos críticos (fortalezas y debilidades) de los sistemas de manejo evaluados
4. Seleccionar los indicadores estratégicos que permitan evaluar el grado de sustentabilidad de los sistemas de manejo propuestos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión sintética de los conceptos de desarrollo sustentable y sustentabilidad.

La discusión sobre sustentabilidad y desarrollo sustentable es muy amplia y compleja (Masera et al., 2000). La sustentabilidad y en especial el desarrollo sustentable se cuentan entre los conceptos más ambiguos y controvertidos de la literatura (Gallopín, 2003). Una de las principales dificultades es que estos dos conceptos se han convertido en clichés y tienden a ser usados y definidos de manera inconsciente. La diversidad de intereses, problemas, perspectivas y escalas en juego es simplemente demasiada amplia para llegar a un consenso. Por lo tanto, más que intentar obtener definiciones universales, es más importante buscar los elementos centrales comunes de la discusión, derivar definiciones útiles al problema concreto bajo estudio y utilizarlas de manera consciente (Masera et al., 2000). Así pues, cada vez es más evidente que la búsqueda de la sustentabilidad y el desarrollo sustentable exige integrar factores económicos, sociales, culturales, políticos y ecológicos (CNUMAD, 1992; Gallopín et al., 2001; Kates et al., 2001). "Requiere la articulación constructiva de criterios que abordan el desarrollo de arriba hacia abajo con las iniciativas de base, que van de abajo a arriba. Exige tener en cuenta al mismo tiempo los aspectos locales y globales y la forma en que se relacionan recíprocamente. Finalmente requiere ampliar el horizonte espacial y temporal para adaptarse a la necesidad de equidad intergeneracional así como intrageneracional" (Gallopín, 2003).

2.1.1. Desarrollo sustentable

El cuerpo de literatura sobre el tema del desarrollo sustentable es a la vez abundante y discordante. Puede ser que la multiplicidad de opiniones acerca del desarrollo sustentable indique la importancia de lo que está en juego (Gallopín & Christianson, 2000).

Orígenes y evolución del desarrollo sustentable

Cuando a principios de la década de los setenta el Primer Informe del Club de Roma sobre los límites del crecimiento, junto con otras publicaciones y acontecimientos, pusieron en tela de juicio la viabilidad del crecimiento como objetivo económico planetario, Ignacy Sachs (consultor de Naciones Unidas para temas de medioambiente y desarrollo) propuso la palabra "ecodesarrollo" como término de compromiso que buscaba conciliar el aumento de la producción, que tan perentoriamente reclamaban los países del Tercer Mundo, con el respeto a los ecosistemas necesario para mantener las condiciones de habitabilidad de la tierra. Este término empezó a utilizarse en los círculos internacionales relacionados con el "medioambiente" y el "desarrollo". El 1974 en el lujoso hotel Cocoyoc, cerca de Cuernavaca en Méjico, se desarrolló un seminario promovido por las Naciones Unidas al más alto nivel, con la participación de Sachs entre otros. El propio presidente de Méjico, Echeverría, suscribió y presentó a la prensa las resoluciones de Cocoyoc que hacían suyo el término "ecodesarrollo". Unos días más tarde, según recuerda Sachs en una reciente entrevista (Sachs, 1994), Henry Kissinger manifestó, como jefe de la

diplomacia norteamericana, su desaprobación del texto en un telegrama enviado al presidente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: había que retocar el vocabulario y, más concretamente, el término "ecodesarrollo", que quedó así vetado en estos foros.

"Ecodesarrollo" fue sustituido más tarde por otro término, el de "desarrollo sustentable". Éste se originó en el 1980, cuando la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) presentó la *World Conservation Strategy (WCS)*, la cual tenía como objetivo principal "conseguir el desarrollo sustentable a través de la conservación de los recursos vivos" (IUCN, 1980). Así, los economistas más convencionales podían aceptar sin recelo el término "desarrollo sustentable", al confundirse con el "desarrollo autosostenido" (self sustained growth) introducido tiempo atrás por Rostow y barajado profusamente por los economistas que se ocupaban del desarrollo sostenido (sustained) o sustentable (sustainable), se trataba de seguir promoviendo el desarrollo tal y como lo venía entendiendo la comunidad de los economistas. Poco importaba que algún autor como Daly matizara que para él "desarrollo sustentable" es "desarrollo sin crecimiento", contradiciendo la acepción común de desarrollo que figura en los diccionarios estrechamente vinculada al crecimiento (Naredo, 1996).

En 1986 se celebró la Conferencia de Conservación y Desarrollo en Ottawa. Del debate se concluyó que "El Desarrollo Sustentable intenta conseguir: la integración de la conservación y el desarrollo; la satisfacción de las necesidades básicas humanas; el logro de la equidad y la justicia social; el subministro de la autodeterminación social y la diversidad cultural; y el mantenimiento de la integridad ecológica" (Lelé, 1991).

En 1987 la Comisión de las Naciones Unidas en Medio Ambiente y Desarrollo, conocida como la "World Commission on Environment and Development" (WCED) propuso en su Informe titulado "Nuestro Futuro Común" una definición de desarrollo sustentable, la cual se ha convertido en la más citada (Gallopín, 2001). Definió desarrollo sustentable como "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades" (WCED, 1987). Esta definición transmite una orientación a largo plazo en el futuro (Smith, 1993) y la admisión de la obligación intergeneracional de la satisfacción de las necesidades humanas.

Tras la aparición de Informe sobre Nuestro Futuro Común se fue poniendo de moda el objetivo del desarrollo sustentable y desde entonces ha tenido una difusión extraordinaria. Esto es positivo en la medida que refleja la creciente preocupación por el agotamiento de los recursos y por la degradación ambiental (Roca, 2007); que subraya implícitamente la insustentabilidad del modelo económico hacia el que nos ha conducido la civilización industrial; y que ha comportado que la reflexión sobre la viabilidad a largo plazo de los sistemas agrarios, industriales o urbanos tuviera cabida en las reuniones y proyectos de administraciones y universidades. A pesar de esto, se extendió a la vez la utilización banalmente retórica del término "desarrollo sustentable", sin que tal preocupación se tradujese en la reconsideración y reconversión operativa de este modelo hacia el nuevo propósito (Naredo, 1996). De esta manera, veinte años después de que el Informe del Club de Roma preparado por Meadows sobre los límites del crecimiento (1971) pusiera en entredicho las nociones de crecimiento y desarrollo utilizadas en economía, estamos

asistiendo ahora a un renovado afán de hacer el crecimiento y el desarrollo "sustentables", asumiendo acríticamente estas nociones. El deterioro planetario y las perspectivas de enderezarlo son bastante peores que las de hace veinte años, pero varios autores, para evitar que se les tilde de catastrofistas, se sienten obligados a estas alturas a escudarse en la confusa distinción entre crecimiento y desarrollo económico, para advertir que, "pese a existir límites al crecimiento, no tiene por qué haberlos al desarrollo" (Meadows & D.L., 1991; Naredo, 1996).

El concepto: desarrollo sustentable.

Desde que se introdujo el concepto de desarrollo sustentable a finales de la década de los setenta, éste ha sugerido la síntesis entre el desarrollo económico y la preservación ambiental (Bergh & Jeroen, 1996). Las distintas definiciones del desarrollo sustentable comparten el respeto por la necesidad de integrar los intereses económicos y ecológicos (Gallopín & Christianson, 2000). Los enfoques sobre el desarrollo sustentable que se encuentran en la bibliografía sobre la materia, pueden clasificarse en tres grupos según cual sea la variable más importante o la función objetivo a maximizar sea: el bienestar (utilidad), el consumo, o el capital (manufacturado o natural). Sin embargo, Vercelli (1998) propuso que la variable básica que debe conservarse a través del tiempo mediante el desarrollo económico debería ser la libertad para las generaciones futuras (Gallopín & Christianson, 2000). Dentro la gran diversidad de aproximaciones al término de desarrollo sustentable, existen algunos elementos recurrentes que proveen un cierto grado de consistencia interna a toda la literatura, los cuales se exponen a continuación:

Fundamentos éticos del desarrollo sustentable: uno de los aspectos éticos a los que se hace referencia en la literatura sobre desarrollo sustentable es la justicia intergeneracional (Costanza, 1991; Vercelli, 1998). Esta preocupación aparece expresamente en la definición general de desarrollo sustentable elaborada por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo¹, y se refiere a la idea de que habría que compensar a las generaciones futuras por la merma de la dotación de recursos provocada por la acción de las actuales generaciones (Gallopín & Christianson, 2000). Esta idea suele contraponerse a la *equidad intergeneracional*, la cual hace referencia a la reducción de desigualdades entre los presentes en el momento. Otra preocupación ética está relacionado la preservación de la diversidad biológica, a veces referido como *Biofilia* (Gallopín, 2001). Representa la apreciación del valor intrínseco de la naturaleza y cuyo objetivo es conservar la diversidad, desde la de las especies a la de los ecosistemas (Bergh & Jeroen, 1996).

Dinamismo: el desarrollo sustentable no puede existir como un estado de equilibrio estable, que pueda ser regulado mediante límites y algunas nociones de balance entre las dimensiones (Gallopín, 2001). La innovación tecnológica permanente y las modificaciones que experimenta la organización social hacen que el desarrollo sustentable sea un proceso dinámico (Gallopín & Christianson,

¹ Desarrollo sustentable: "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer su propias necesidades" (WCED, 1987).

2000). Así pues, el desarrollo sustentable no es una propiedad sino un proceso de cambio direccional, mediante el cual el sistema mejora de manera sustentable a través del tiempo (Gallopín, 2003).

Implementación: el comportamiento de un sistema está determinado tanto por las vinculaciones causales entre sus variables como por las variaciones en los valores de las variables mismas. Conviene, pues, usar un enfoque sistémico en la observación de los fenómenos de nuestro mundo. El proceso de puesta en práctica del desarrollo sustentable exige complementar la aplicación de un enfoque sistémico con la integración de perspectivas múltiples (Gallopín, 2003). Para alcanzar el desarrollo sustentable tiene especial importancia entender las relaciones entre las dimensiones ecológicas, sociales y económicas (Gallopín, 2001). Además, la puesta en práctica del concepto requiere evaluar el progreso hacia el desarrollo sustentable mediante indicadores de sustentabilidad. Para lograr el desarrollo sustentable en el plano mundial lo mejor es que las distintas regiones caractericen el desarrollo sustentable de acuerdo con sus intereses y situación concreta (Gallopín, 2003), y así hacer justicia a la diversidad cultural, social, económica y ecológica del mundo, y fomentar las múltiples maneras de interpretar el desarrollo sustentable (Gallopín, 2001). Por desgracia, los poderosos elementos de homogeneización inherentes al proceso de globalización conspiran contra estas aspiraciones (Gallopín, 2003).

Diversidad de perspectivas: el desarrollo sustentable puede ser tratado a la vez como modelo y como punto de legitimación (Farrell & Hart, 1998). En el campo de la ciencia y de la política, la expresión se utiliza con diferentes fines e intenciones (Drummond & Marsden, 1999). Sin embargo, en el análisis final, ningún grupo concreto tiene la autoridad de definir el desarrollo sustentable, lo que comporta que el concepto esté lleno de ambigüedades (Gallopín, 2001).

Los tres aspectos centrales que hay que tener en cuenta en la discusión sobre el desarrollo sustentable son que: a) las necesidades humanas se satisfacen dinámicamente y se tendrán que redefinir continuamente en el mismo curso del desarrollo debido a que estamos hablando de un proceso y, por lo tanto, de un concepto dinámico; b) no es posible maximizar todos los objetivos deseados simultáneamente en relación a que se necesita establecer prioridades; c) el desarrollo sustentable es un concepto genérico, por lo que su especificidad y concreción debe determinarse a escala local y regional (Matera et al., 2000).

Para concluir, se puede resumir el concepto de desarrollo sustentable como el proceso mediante el cual se cubrirán de manera permanente las necesidades materiales y espirituales de todos los habitantes del planeta sin deterioro o incluso mejora de las condiciones socioambientales que les dan sustento. De esta manera se puede considerar el desarrollo sustentable como un proceso de cambio dirigido, donde tan importantes son las metas trazadas como el camino para lograrlas. Asimismo, las metas no son estáticas, se redefinen continuamente como producto mismo del devenir social y de su interacción con el medio ambiente (Matera et al., 2000).

Objetivos del desarrollo sustentable

Los objetivos del desarrollo sustentable son:

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

Desde el punto de vista sociocultural, promover la diversidad y el pluralismo cultural y reducir las desigualdades entre los países, regiones y comunidades, y en el interior de éstos. Asegurar la satisfacción de las necesidades humanas esenciales, comenzando por las necesidades de los más pobres.

Ambientalmente, perseguir la adecuada restauración y conservación de los recursos naturales. Aumentar las posibilidades de adaptación de las perturbaciones naturales y antropogénicas. Y promover sistemas tecnológicos adaptados a las circunstancias locales y que proporcionaran el uso eficiente y sinérgico de los recursos, sin que signifiquen riesgos importantes para las generaciones presentes y futuras.

Desde el punto de vista económico, generar estructuras productivas, de distribución y consumo que brinden los servicios y bienes necesarios a la sociedad, garantizando el empleo pleno y un trabajo con sentido, con la finalidad de mejorar las capacidades de desarrollo de los seres humanos. (Lele, 1991; Lawrence, 1997)

Los objetivos operacionales del concepto de desarrollo sustentable definido por la "World Comisión on Environment and Development" son los siguientes: reactivar el crecimiento; cambiar el modo de crecimiento; satisfacer las necesidades básicas de trabajo, alimentación, energía, agua y salud; asegurar un nivel sustentable de población; conservar y aumentar los recursos básicos; reorientar la tecnología y controlar el riesgo; combinar el medio ambiente con la economía en la toma de decisiones; reorientar las relaciones económicas internacionales; y hacer el desarrollo más participativo (WCED, 1987; Lelé, 1991).

En términos generales se pueden distinguir dos grandes líneas de trabajo: quienes enfatizan estrategias de tipo *correctivo*, es decir, estrategias mediante las cuales el proceso de desarrollo sustentable se lograría simplemente modificando las instituciones y el marco sociopolítico actuales sin alterar el *status quo* (Repetto, 1986; CLADE, 1990; Banco Mundial, 1987), mientras que un segundo grupo hace hincapié en una estrategia *transformadora*, es decir, estrategias que se basan en un cambio profundo en las instituciones, patrones de uso de los recursos y políticas actuales (Gallopín et al., 1989; Escobar & Thrupp, 1992). Dentro del segundo grupo, las estrategias de cambio incluyen una democratización efectiva, mayor participación y controles locales y la redistribución de la riqueza y recursos productivos. Se trataría también de reorientar el desarrollo científico y tecnológico hacia aplicaciones no bélicas, para que contribuya más efectivamente a la resolución de los problemas y a la creación de un orden económico internacional más justo, entre otros puntos importantes (Masera et al., 2000).

Debilidades del concepto "desarrollo sustentable"

La revisión de la literatura sobre el concepto indica una falta de consistencia en su interpretación. Más importante, la formulación habitual de la corriente dominante del pensamiento del desarrollo sustentable tiene importantes debilidades (Lelé, 1991):

La ambigüedad del término: el éxito de la nueva terminología se debe, en buena medida, al halo de ambigüedad que la acompaña. Se trata de enunciar

un deseo muy general sin precisar mucho su contenido ni el modo de llevarlo a la práctica. Así pues, no es tanto su novedad, como su controlada dosis de ambigüedad, lo que explica la buena acogida que tuvo el propósito del "desarrollo sustentable". Sin embargo, la falta de resultados inherente a la ambigüedad que conlleva el uso meramente retórico del término, se está prolongando demasiado, hasta el punto de minar el éxito político que acompañó su aplicación inicial. La insatisfacción creciente de la población está multiplicando últimamente las críticas a la mencionada ambigüedad conceptual y solicitando, cada vez con más fuerza, la búsqueda de precisiones que hagan operativo su uso. Mientras la meta sea ambigua no habrá acción práctica eficaz, por mucho que el pragmatismo reinante trate de buscar atajos afinando el instrumental antes de haber precisado las metas. Sólo precisando las metas se podrán elegir instrumentos de medida apropiados para ver si nos alejamos o no de ellas y para evaluar las políticas y los medios utilizados para alcanzarlas (Naredo, 1996).

La función retórica y la engañosa simplicidad del término: "La sustentabilidad parece ser aceptada como un término mediador diseñado para tender un puente sobre el golfo que separa a los "desarrollistas" de los "ambientalistas". De hecho, la función retórica del término "desarrollo sustentable" subrayada por algunos autores (Dixon & Fallon, 1991) explica su aceptación generalizada. Además, la engañosa simplicidad y su significado aparentemente manifiesto ayudaron a extender una cortina de humo sobre su inherente ambigüedad" (O'Riordon, 1988). Así, parece que lo que más contribuyó a sostener la nueva idea de la sustentabilidad fueron las viejas ideas del crecimiento y desarrollo económico.

Herramienta de consenso social: no puede perderse de vista la función del "desarrollo sustentable" como herramienta de consenso social, puesto que junto a otros tópicos como el de "bienestar", "la democracia", o la "seguridad" conforman el bloque ideológico inquebrantable del *consenso democrático* occidental. Consensos, muchos de ellos, levantados encima de viejas ideas emancipadoras que fueron debidamente engullidas y digeridas por los órganos generadores del consenso de los poderosos y que distorsionan el sentido de las palabras (Badal, 2001). Como dice Inglehart, el tipo de opinión "ecologista" que reúne un consenso mayoritario en los países industriales no rechaza el bienestar material conquistado, sino que lo presupone" (García, 1994).

La grave indefinición del término: la grave indefinición con la que se maneja este término empuja a hacer que las buenas intenciones que lo informan se queden en meros gestos en el vacío, sin que a penas contribuyan a reconvertir la sociedad industrial sobre bases más sustentables (Naredo, 1996). Además, esta indefinición ha comportado que en los últimos años, el *desarrollo sustentable* haya emergido como el último eslogan de desarrollo, ya que un amplio abanico de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales lo han adoptado como el nuevo paradigma del desarrollo. Actualmente, cualquier político o empresario añadiría que su gobierno o empresa está practicando el "desarrollo sustentable". De hecho lo que sucede es que sí que están poniendo en práctica lo que ellos denominan desarrollo sustentable, aquel que el Informe Brutland incluye en su definición un crecimiento anual del 5 - 10 %. En realidad,

afirmar que se está implementando el desarrollo sustentable y no hacer más que eso, no soluciona el problema y de momento se siguen extendiendo los conflictos ecológicos provocados por la civilización urbano-industrial (Badal...). Como dijo Georgescu-Roegen: “La palabrería sobre el desarrollo sustentable tiene las mismas virtudes adormideras que una canción de cuna” (García, 1994). Por eso, Tolba (1984) se lamentó de que “el desarrollo sustentable ha devenido un artículo de fe, usado habitualmente pero poco explicado” De esta manera, el desarrollo sustentable está en peligro real de devenir un cliché o una frase de moda que todo el mundo rinde homenaje, pero nadie se preocupa para definir (Lelé, 1991).

Problemas de interpretación por raíces semánticas: mucha gente usa la frase “desarrollo sustentable” intercambiamente con “sustentabilidad ecológica” o “environmentally sound development” (Tolba, 1984a). Esta interpretación se caracteriza por: entender la sustentabilidad como “sustentabilidad ecológica”; y conceptualizar el desarrollo sustentable como un proceso de cambio que tiene incluido en la lista de sus objetivos la sustentabilidad ecológica. A veces también se interpreta el desarrollo sustentable como “crecimiento sostenido”, “cambio sostenido”, o simplemente como “desarrollo con éxito” (Lelé, 1991). Tradicionalmente se había identificado *desarrollo económico* con *crecimiento económico* de forma que el término desarrollo sustentable se identificaba a menudo con crecimiento sustentable. Incluso el término sustentable se asemeja a sostenido y era fácil pensar que entre el objetivo del desarrollo sustentable y el tradicional del crecimiento sostenido no había grandes contradicciones cuando en realidad nada hay más contradictorio que poner en primer plano los problemas de sustentabilidad ambiental con el objetivo de mantener las tasas de crecimiento (Roca, 2007).

Mala conceptualización de los objetivos: los tres objetivos reales fundamentales del paradigma del desarrollo sustentable son: la eliminación de la pobreza, la sustentabilidad y la participación. Desafortunadamente, la forma con que se conceptualizan estos objetivos y se hacen operativos deja mucho que desear. Por un lado, el crecimiento económico se adopta como el objetivo más operacional y por otro, los conceptos de sustentabilidad y participación están pobremente articulados:

- El crecimiento económico figura todavía en el debate actual del desarrollo sustentable, ya que la ventaja que tiene el éste concepto es que, de alguna manera, mantiene las bases del sistema dominante sin poner en entredicho una de las grandes ideologías subyacentes del modelo actual como es la del crecimiento económico (Jiménez, 1997). De hecho, reactivar el crecimiento económico encabeza la lista de objetivos de WCED (WCED, 1987). Hay dos argumentos implícitos en la adopción del crecimiento económico como un objetivo: el primero es que no hay contradicciones fundamentales entre el crecimiento económico y la sustentabilidad. El crecimiento en la actividad económica puede ocurrir simultáneamente con una mejora o un deterioro en la calidad ambiental. Por eso, la sustentabilidad ambiental no tiene la necesidad de limitar el crecimiento económico. Sin embargo, uno puede voltear este argumento: si el crecimiento económico no está correlacionado con la sustentabilidad ambiental, no hay razón para tomar el crecimiento económico como objetivo. El segundo argumento a favor del crecimiento económico

consiste en que la premisa básica del desarrollo sustentable es que la pobreza es en gran parte responsable de la degradación ambiental. Por eso, la eliminación de la pobreza es necesaria para la sustentabilidad ambiental. Eso implicaría que el crecimiento económico es absolutamente necesario para el desarrollo sustentable. La única acción que se debe hacer es “cambiar la calidad de este crecimiento” (WCED, 1987) para asegurar que no conlleva la destrucción ambiental. Por lo tanto, si el crecimiento económico por él mismo no lleva a una sustentabilidad ambiental ni a la eliminación de la pobreza, no tiene porque ser un objetivo del desarrollo sustentable. En cualquier caso, el crecimiento económico podría ser la consecuencia del desarrollo sustentable, pero no su fuerza motriz (Lelé, 1991). Además

- La sustentabilidad está pobremente articulada: The World Conservation Strategy sugiere tres principios ecológicos para la sustentabilidad ambiental: “Mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, la preservación de la diversidad genética, y el uso sustentable de las especies y de los recursos” (IUCN, 1980). Esta definición apela “sustentabilidad” sin definir el concepto. Cualquier discusión sobre el término sustentabilidad tendría que resolver estas cuestiones: “¿Qué es lo que se tiene que sostener?” “¿Para quién?” “¿Cuánto tiempo?”.

- La participación está pobremente articulada: una característica notable del “ecodesarrollo” y de diversa literatura reciente sobre desarrollo sustentable es el énfasis en la equidad y la justicia social. De hecho, en la conferencia en Ottawa en 1986 patrocinado por IUCN, “avanzar en la equidad social y la justicia social” era tan importante que se usó la frase “desarrollo sustentable y equitativo” (Jacobs et al., 1987). Posteriormente, disminuyó la importancia de este término y se focalizó en la “participación local”. Hay, sin embargo, algunos problemas con este cambio. Primero, utilizar los términos equidad, participación y descentralización de manera intercambiable, sugiere que participación y descentralización son equivalentes, y que se pueden de alguna manera sustituir por equidad y justicia social. Sin embargo, queda claro que alguna forma de participación es necesaria pero no suficiente para conseguir la equidad y la justicia social. En segundo lugar, Cohen y Uphoff (1980) distinguen cuatro tipos de participación: en la toma de decisiones, en la implementación, en la distribución de beneficios y en la evaluación. Pero la mayoría de la literatura sobre desarrollo sustentable no hace esta distinción. En tercer lugar, hay un supuesto de que la participación o al menos la equidad y la justicia social reforzarán necesariamente la sustentabilidad ecológica. La equidad en el acceso de los recursos quizá no conlleva al uso sustentable de los recursos. Por ejemplo, Jodha (1987) describe como la reforma agraria en Rajasthan (India) lleva al abandono de las pasturas del pueblo que estaban bien cuidadas bajo la anterior estructura feudal. Esto no debería servir como un argumento contra la equidad, más bien como una advertencia sobre la tendencia de creer que la equidad social automáticamente asegura la sustentabilidad ambiental o vice-versa (Lelé, 1991).

- *La identificación entre los términos desarrollo sustentable y crecimiento sustentable*: esta frecuente identificación tiene dos consecuencias negativas. La primera es que impide ver cuáles son las auténticas raíces de la actual crisis ecológica. La economía ha crecido ocupando cada vez mas espacio de la naturaleza, ocupación de espacio en sentido estricto (espacio urbanizado, de

infraestructuras, espacio transformado para cultivos y plantaciones,...) pero también espacio en sentido figurado (mayor ocupación de la atmósfera con residuos, mayor apropiación de la producción primaria de las plantas,...). Este aumento del tamaño del sistema económico se debe al crecimiento demográfico de la población pero también al creciente consumo de recursos por cápita, sobre todo en una parte del mundo, que ha acompañado al crecimiento económico. El problema, pues, no es sólo la población de personas sino también la población de coches, de ganado, de aires acondicionados, de máquinas, de bienes de consumo,... La segunda consecuencia negativa es que mantiene el que un autor ha denominado "el fetiche del crecimiento económico". Lo urgente es revisar el papel del crecimiento económico y los indicadores PNB (Producto Nacional Bruto)² o RN (Renta Nacional)³ como indicadores básicos de éxito económico (Roca, 2007).

Todas estas debilidades pueden llevar a insuficiencias y contradicciones en las políticas como se demuestra en el contexto de comercio internacional, en la gestión de la agricultura y los bosques. Sería ventajoso caracterizar el concepto antes de que sea malinterpretado, distorsionado y sesgado, aunque Buttell y Gillespie (1988) sostienen que estos sesgos ya se han dado, como se manifiesta en el hecho de que agencias como el Banco Mundial (Conable, 1986), the "Asian Development" (Environment Comité, 1985), entre otras, han adoptado rápidamente esta nueva retórica.

Desarrollo + Sustentabilidad = desarrollo sustentable?

El concepto de desarrollo sustentable es muy distinto al de sostenibilidad, en el sentido de que la palabra desarrollo apunta claramente a la idea de cambio, de cambio gradual y direccional. Tomando el término literalmente, desarrollo sustentable significaría "desarrollo que puede ser continuado, ya sea indefinidamente o por un tiempo implícito". Pero, ¿qué es desarrollo? Lo importante que debe ser notado es que *desarrollo* es un proceso de cambio directo. Las definiciones de desarrollo expresan los objetivos de este proceso y el significado de conseguir estos objetivos (Lelé, 1991). Se trata de alcanzar un estado superior o más pleno al preexistente, tanto cuantitativamente como

² El Producto Nacional Bruto (PNB), actualmente conocido como Ingreso Nacional Bruto (INB), es un baremo utilizado en economía para calcular el volumen económico de un territorio. Se define como el valor de todos los bienes y servicios producidos por residentes de un país durante un tiempo determinado, generalmente un año. En economías cerradas el PNB coincide con el Producto Interno Bruto (PIB). En economías abiertas al exterior podemos obtener el PNB a través del PIB, la relación dada es: $PNB = PIB + RnRM$; siendo $RnRM$ la diferencia entre -rentas primarias generadas fuera del territorio nacional por residentes- y -rentas primarias generadas en el interior que serán percibidas por no residentes. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Macroeconom%C3%ADa>)

³ Renta nacional: conjunto de los ingresos percibidos por todos los factores productivos, en un período dado, en un cierto país. La renta nacional es lo mismo que el ingreso nacional, y resulta la contrapartida del producto global de una sociedad. (<http://www.eumed.net/cursecon/dic/R.htm#renta%20nacional>)

cuantitativamente (Sevilla Guzmán, 2002). Dicho de otra manera, desarrollo se asemeja al concepto de despliegue cualitativo de potencialidades de complejidad creciente. Así, lo que debe hacerse sustentable es el proceso de mejoramiento de la condición humana, o mejor dicho, del sistema socioecológico en el que participan los seres humanos, proceso que no necesariamente requiere del crecimiento indefinido del consumo de energía y materiales (Gallopín & Christianson, 2000). Actualmente vivimos en un periodo de transformación demográfica, tecnológica y económica. Para asegurar que los cambios que afectan al ser humano son cambios para la mejora, la comunidad mundial ha empezado a redefinir el progreso. Este intento se conoce como desarrollo sustentable. La velocidad y magnitud de todos los cambios globales acentúa que el desarrollo sustentable tiene que dirigirse a preservar y mantener la base ecológica, pero también a incrementar la capacidad social y ecológica de sobrellevar los cambios, y la habilidad de mantener o ampliar las opciones posibles de enfrentarse a un mundo natural y social en permanente transformación (Gallopín, 2001).

Es necesario diferenciar claramente desarrollo con crecimiento económico (Gallopín, 2003). El desarrollo es un término que se puede equiparar a evolucionar mejor, cubrir las necesidades básicas de los que no las tienen cubiertas y aumentar las capacidades humanas (Roca, 2007). Así pues, el desarrollo es un proceso cualitativo de concretización de potencialidades que puede o no entrañar crecimiento económico (Gallopín, 2003). Dicho de otra forma, el desarrollo es acerca del mejoramiento de la calidad de vida del ser humano, y no necesariamente del aumento del PNB. En consecuencia, desarrollo no es sinónimo de crecimiento económico, éste sólo es uno de los medios para lograr el primero. La calidad de vida comprende la satisfacción de las necesidades humanas materiales y no materiales, y de los deseos y aspiraciones de las personas. Las necesidades, deseos y aspiraciones de los seres humanos pueden lograrse a través de una variedad de satisfactores alternativos materiales y no materiales (Maslow & Lowery, 1998).

Si desarrollo se toma como un sinónimo de crecimiento material, el desarrollo sustentable sería “manteniendo el crecimiento del consumo material”, presuntamente indefinidamente. Pero esta idea contradice al actual reconocimiento general de que “existen límites finales” (Lelé, 1991) y que el crecimiento económico de carácter material confronta limitaciones de fuente y limitaciones de sumidero (Gallopín, 1996^a; Gallopín & Christianson, 2000).

Se puede matizar la contradicción entre desarrollo y crecimiento económico o crecimiento material conceptualizando el desarrollo como un simple proceso de cambio socio-económico. Economistas neoclásicos definen los objetivos de desarrollo como “un incremento en bienestar social”. Ellos evalúan el bienestar social en términos de “outputs” económicos, y destacan que “el crecimiento de los outputs económicos no significa necesariamente un crecimiento en los rendimientos físicos de materiales y energía (Pezzey, 1989), y que el crecimiento económico no es necesariamente sinónimo de crecimiento material (Gallopín, 1996a; Gallopín & Christianson, 2000). Así demuestran que no hay contradicciones entre sustentabilidad y desarrollo (Lelé, 1991).

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

Las distintas situaciones y estrategias relacionadas con la sustentabilidad del desarrollo pueden clasificarse de acuerdo con aspectos tales como la calidad de vida, el crecimiento económico material y el crecimiento económico no material (Gallopín, 2003). Así, estudiando las relaciones básicas entre desarrollo, crecimiento económico y crecimiento económico material, podría decirse que hay *no-desarrollo* cuando ni mejora la calidad de vida, ni hay crecimiento económico. Otros autores proponen que se puede matizar este tipo de relación con otra, el *decrecimiento*. La idea de decrecimiento supone la oposición radical a la ideología actual sobre la bondad del crecimiento, ideología que comparten los que hablan de crecimiento sustentable. El término decrecimiento hace referencia al decrecimiento del PNB, lo que comporta que no deje de ser una consigna atrapada en cierta forma en el mismo universo de contabilidad macroeconómica donde unos indicadores muy agregados y parciales, como el PN, se convierten en indicadores sobre si las cosas van bien o mal. Por otro lado, hay *desarrollo viciado* cuando hay crecimiento económico material pero no mejora la calidad de vida. La combinación de una calidad de vida cada vez mejor con un crecimiento económico material es lo que generalmente se concibe como *desarrollo*, sin embargo esta situación es ambientalmente insustentable (Gallopín, 1996^a; Gallopín & Christianson, 2000).

Según Roca (2007), las relaciones entre crecimiento económico y sustentabilidad ambiental son tremendamente conflictivas y complejas. Mucha gente no se da cuenta que: "...los obstáculos ecológicos al crecimiento económico, negados tanto por los liberales como por la mayoría de los marxistas, se harán sentir cada vez más, y será difícil entretener a los pueblos con las promesas del crecimiento económico para todos, del automóvil universal. Tanta ceguera voluntaria debería ir acompañada de orejas de burro" (Alier, 2005). Por otro lado, el PN⁴ es un determinado clave de los impactos ambientales pero también es extremadamente importante su composición y tecnologías utilizadas (Roca, 2007). Sin embargo, en realidad no importa si el PN crece o no crece, ya que el PN puede crecer por buenas o malas razones y también puede decrecer por buenas o malas razones. Lo que importa es cubrir las necesidades básicas de todo el mundo, que las actividades económicas nos hagan más felices y no menos, y que no hipotequemos la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras y de otras poblaciones. Para ello, los países ricos debemos reducir radicalmente el "espacio ambiental" que ocupamos y a nivel económico muchas cosas deben decrecer, como la propiedad, el uso del coche, la construcción, la publicidad,...pero otras, como los niveles de transporte público, la atención a la gente mayor,...deben crecer (Roca, 2007). Así pues, en nuestro planeta finito se deberá alcanzar un nivel de vida básico sustentable de consumo material *per cápita*, aumentando el consumo de las personas que viven en la pobreza a la vez que se reduce el exceso de consumo de la minoría rica (Gallopín, 1996^a; Gallopín & Christianson, 2000). Esto implicaría que la gente muy pobre consuma más alimento, disponga de agua potable, utilice más energía, acceda a más medicamentos,...pero los ricos podemos tener las necesidades básicas satisfechas y nos podemos desarrollar como personas consumiendo mucho menos energía, agua, materiales,...(Roca, 2007). Los países ricos deberían

⁴ Se utiliza de manera indiferente PN que PNB

tratar de cambiar del desarrollo viciado o del desarrollo con crecimiento económico material hacia el desarrollo con crecimiento económico no material o con una economía de crecimiento cero. Sin embargo, los países en desarrollo no podrán trasladarse del no-desarrollo al desarrollo sin crecimiento económico material o a economías de crecimiento cero, ya que para mantener el desarrollo se requiere haber logrado algún nivel de acumulación y de actividad económica material. Así, la única trayectoria realista para que los países en desarrollo puedan lograr el desarrollo sustentable es la que va del no-desarrollo al desarrollo con crecimiento material y luego al desarrollo sin crecimiento económico material.

A pesar de que Redclift sugiere que el desarrollo sustentable puede ser "otra obviedad de desarrollo" (Lelé, 1991), a muy largo plazo hay dos tipos fundamentales de situaciones de desarrollo verdaderamente sustentable: el mejoramiento de la calidad de vida con crecimiento económico no material pero sin crecimiento material neto; y las economías de crecimiento cero, donde no hay ningún crecimiento económico. Mientras que el crecimiento demográfico y el crecimiento económico material deberían estabilizarse con el tiempo, el crecimiento cultural, psicológico y espiritual no tiene límites físicos (Gallopín, 1996^a; Gallopín & Christianson, 2000). Si el desarrollo sustentable ha de ser realmente "sustentable" como un paradigma de desarrollo, además de hacer el término desarrollo sustentable más preciso, se debe permitir más flexibilidad y diversidad de aproximaciones en las estrategias de desarrollo, las cuales podrían llevar a la sociedad a vivir en armonía con el medio ambiente y consigo misma (Lelé, 1991).

Reflexiones sobre el uso acrítico y banal del término desarrollo sustentable

Con todo, frente a la tendencia todavía imperante entre políticos y economistas a asumir acríticamente la meta del crecimiento (o desarrollo) económico, se acusa también la aparición reciente de algunos textos marcadamente críticos y clarificadores del propósito de moda del desarrollo sustentable. En la introducción del "Diccionario del desarrollo" de Sachs, se señala que "la idea del desarrollo permanece todavía en pie, como una especie de ruina, en el paisaje intelectual. Ya es hora de dismantelar su estructura mental." Por su parte Norgaard, en el libro titulado "El desarrollo traicionado" subraya la inconsistencia de unir las nociones de sustentabilidad y desarrollo, concluyendo que "es imposible definir el desarrollo sustentable de manera operativa con el nivel de detalle y de control que presupone la lógica de la modernidad" (Norgaard, 1994). Y, en el reciente Congreso Internacional sobre "Technology, Sustainable Development and Imbalance", que tuvo lugar en Tarrassa entre el 14 y 16 de diciembre de 1995, se levantaron voces críticas señalando que el objetivo de la sustentabilidad se revelaba incompatible con el desarrollo de un sistema económico cuya globalización origina a la vez la homogeneización cultural y la destrucción ambiental (Norgaard, 1996). Se ha llegado incluso a calificar la retórica del "desarrollo sustentable" de verdadera "corrupción de nuestro pensamiento, nuestras mentes y nuestro lenguaje". (M'Mwereria, 1996). Es, en el fondo, esta "corrupción mental" la que ha impedido la clarificación conceptual y la revisión crítica del *statu quo* que

reclamarían los avances significativos en favor de la sustentabilidad global. En este sentido, Perez-Agote anota muy bien que la adopción por parte del poder político del discurso ecologista debe entenderse como “estrategias dominantes de la sociedad avanzada para perpetuar el sistema capitalista”, y no como un proceso mediante el cual van ecologizando su ideología y sus actuaciones (Badal,...). Para ello habría que bajar del pedestal que hoy ocupa la propia idea del crecimiento económico como algo globalmente deseable e irrenunciable, y advertir que la sustentabilidad no será fruto de la eficiencia y del desarrollo económico, sino que implica sobre todo decisiones sobre la equidad actual e intergeneracional.

El término "desarrollo sustentable" está sirviendo para mantener en los países industrializados la fe en el crecimiento y haciendo de burladero para escapar de la problemática ecológica y de las connotaciones éticas que tal crecimiento conlleva. De hecho, el intento de integrar el crecimiento económico con la resolución de los problemas ecológicos no puede más que demorarse por sí misma, puesto que “es imposible la consideración de los límites ambientales sin cambiar la propia esencia del modelo; es decir, sin poner patas arriba la *ética* del crecimiento material y la acumulación, pilar central de la llamada sociedad industrial” (Fernández, 2000). Hace más de un siglo, cuando se aceptaba que la civilización industrial estaba abocada a toparse con un horizonte de “estado estacionario”, John Stuart Mill decía: “no puedo mirar al estado estacionario del capital y la riqueza con el disgusto que por el mismo manifiestan los economistas de la vieja escuela. Me inclino a creer que, en conjunto, sería un adelanto muy considerable sobre nuestra situación actual...no veo que haya motivo para congratularse de que personas que son ya más ricas de lo que nadie necesita ser, hayan doblado sus medios de consumir cosas que producen poco o ningún placer, excepto como representativos de riqueza,... sólo en los países atrasados del mundo es todavía el aumento de producción un asunto importante; en los más adelantados lo que se necesita desde el punto de vista económico es una mejor distribución...Mientras tanto debe excusárenos a los que no aceptamos esta etapa muy primitiva del perfeccionamiento humano como el tipo definitivo del mismo, por ser escépticos con respecto a la clase de progreso económico que excita las congratulaciones de los políticos ordinarios: el aumento puro y simple de la producción y de la acumulación” (Naredo, 1996). Además, este modelo neoliberal capitalista occidental, provoca otro tipo de miserias y penalidades en las actuales sociedades occidentales: “La miseria psíquica, la soledad, los miedos, las adicciones y dependencias, la infelicidad y la pérdida de identidad constituyen el precio que pagan los seres humanos de los ricos países industrializados por su nivel de vida siempre creciente. Estos costes sociales y psíquicos no pueden externalizarse, los tienen que pagar las personas mismas (Mies, 1992).

Otro aspecto importante a destacar es el mensaje que, a grandes rasgos, se pretende lanzar desde las conferencias de Estocolmo (1972), “Global 2000”, el Club de Roma y sus Informes: “El planeta está en peligro, no porque los países ricos hayan desarrollado una forma de producción y consumo despilfarradora de energía y recursos, contaminante y destructora de los equilibrios naturales, sino porque los países pobres tienen un gran crecimiento de población y

deterioran la naturaleza a través de su pobreza y degradante apropiación de los recursos naturales” (Sevilla Guzmán, 1997). Este discurso se olvida que el modelo de desarrollo de los países “subdesarrollados” ya ha destruido casi todos los ecosistemas naturales así como todas las culturas y sociedades tradicionales de Europa y EE.UU., y que es la llegada de este modelo de desarrollo a los países de la Periferia el detonante de la degradación ecológica. Se olvida también que el problema de los países ricos no es sólo una cuestión de *escala* sino también de *naturaleza* del modelo. Así pues, la pobreza no es causa de la degradación ecológica, sino que las dos (pobreza y degradación) son consecuencia de la riqueza y del desarrollo del Norte (Badal,...): “Una importante reducción de población en las zonas más pobres de Asia, África y América Latina tendría un impacto medioambiental muchísimo menor que una reducción de sólo el cinco por ciento de los niveles de consumo actuales en los diez países más ricos. Sin embargo, los sistemas políticos y económicos dominantes están interesados en proteger a toda costa el *estilo de vida* de despilfarro del Norte y a los pobres sólo se les tiene en cuenta cuando toca acusarles de abusar de los recursos del planeta y, por lo tanto, hay que controlar rigurosamente su fecundidad” (Mies & Shiva, 1998)

Finalmente, el discurso institucional nos propone el desarrollo sustentable como la solución a los problemas de contaminación que sufrimos en los países del Centro y se erige como el camino a seguir por los países de la Periferia. Según Badal (any?), esta doble *mentira* va abriéndose paso en el camino de la historia gracias a la neutralización y la manipulación de las ideas surgidas del esfuerzo e ilusión de personas que luchan por romper este sistema. Ante ello, Maria Mies recuerda que “...desde un punto de vista ecológico y feminista (...) no sería siquiera deseable que este paradigma de desarrollo y este nivel de vida se generalizaran, ya que no ha cumplido sus promesas de felicidad, libertad, dignidad y paz ni siquiera con quienes se han beneficiado de ellos” (Mies & Shiva, 1998)

Paradigmas alternativos del desarrollo sustentable

Schellnhuber (1998, 1999) propone un conjunto de paradigmas alternativos y precisos de coevolución de los subsistemas humano y natural, es decir del sistema socioecológico global, haciendo hincapié en los distintos motivos fundamentales de las acciones humanas. Estos paradigmas son los siguientes:

Paradigma 1: Estandarización

Se basa en la creación de estándares, normas, cuotas o valores absolutos en materia de desarrollo y medio ambiente que hay que alcanzar. Así, los criterios de coevolución derivan de marcos esencialmente normativos. Este paradigma ofrece una posibilidad seductoramente sencilla de operacionalizar el desarrollo sustentable: ciertas variables ambientales y humanas o ciertas funciones agregadas, se declaran como “indicadores de sustentabilidad” y se considera que la trayectoria del sistema socioecológico es correcta si los valores de los indicadores se mantienen dentro de los límites definidos como “el margen seguro”. La arbitrariedad básica en la estipulación de las normas de coevolución no tiene en cuenta las interacciones, repercusiones y efectos colaterales de los sistemas socioecológicos.

Paradigma 2: Optimización

Implica una búsqueda de lo mejor, esto es, la maximización de una función agregada humana-naturaleza de bienestar mediante la elección de una trayectoria óptima de coevolución en un periodo determinado. Este paradigma involucra una actitud optimista que supone que siempre es posible alcanzar la mejor coevolución posible.

Paradigma 3: Pesimización

Se basa en el principio precautorio de “prevenir lo peor”, buscando el menor perjuicio posible. Trata de excluir las opciones de control no tolerables y, por tanto, permite que la gestión tenga un margen bastante amplio.

Paradigma 4: Ecuilización

Centra la atención en preservar las opciones para las generaciones futuras. La “equidad” se identifica con la igualdad de opciones ambientales y de desarrollo para las generaciones futuras. Se necesitaría un análisis completo de todas las trayectorias posibles del presente, lo que sería una tarea imposible. Además el dinamismo del sistema socioecológico quizá no permite que una trayectoria tenga las mismas opciones a través del tiempo.

Paradigma 5: Estabilización

Se basa en lograr que el sistema socioecológico alcance un estado deseable de coevolución y trate de mantenerlo mediante una gestión adecuada. Así pues, este paradigma busca sistemáticamente opciones de gestión que se equilibren de acuerdo con la dinámica intrínseca del sistema socioecológico y el repertorio de instrumentos de gestión disponibles (Gallopín, 2003).

2.1.2. Sustentabilidad

El concepto: sustentabilidad

En cuanto al concepto de sustentabilidad, se define como la satisfacción de las necesidades ecológicas, sociales y económicas (Goodland, 1994) y las aspiraciones humanas y de otras especies (Milbraith, 1989; Junker, 1994), de manera que:

- el futuro no esté comprometido por el presente (dimensión temporal),
- se considere las aspiraciones dirigidas a la dimensión espacial, es decir, que no se comprometa las necesidades de un área geográfica para satisfacer las necesidades de otra (Niu et al., 1993).
- las necesidades humanas y las aspiraciones se satisfagan dentro de los límites biológicos y el capital natural se mantenga y se aumente,
- se haga un esfuerzo para mantener y aumentar la sustentabilidad y eliminar la insustentabilidad,
- la sustentabilidad se reconozca como un concepto dinámico (Niu et al., 1993), que pueda tomar diferentes formas (Robinson et al., 1990), derivado y ajustado a factores contextuales (Shearman, 1990),
- se consideren los objetivos éticos/normativas, sociopolíticos y de toma de decisiones, así como los instrumentos y las interdependencias (Lawrence, 1997).

El uso literal de la palabra *sustainability* es la capacidad de “mantener la existencia” o “prolongar el nivel de algo” (Thompson, 1992). Por eso, a menudo la sustentabilidad se presenta como un estado fijo de un sistema, aun que la sustentabilidad no se debería ver como una constante (Masera et al., 2000).

El potencial de sustentabilidad estará influenciado por la base de recursos del área, por la organización social y cultural, por el desarrollo institucional y por la economía. Las características contextuales establecen las limitaciones y las oportunidades posibles para las actividades humanas. Los límites ecológicos se reflejan en la capacidad de carga ecológica (Rees, 1990) y en la capacidad regenerativa de los sistemas y recursos naturales (Sadler & Jacobs, 1990). Lo que es apropiado estará afectado por las experiencias históricas, intereses políticos, y el estado general del desarrollo de las tecnologías y la acumulación de conocimiento. Una buena comprensión del contexto es esencial para identificar los umbrales y los puntos críticos, los cuales son los focos de la sustentabilidad. Por lo tanto, la sustentabilidad aparece como una característica multidimensional de un sistema socio-ambiental. Se convierte en un concepto que debe ser analizado de acuerdo con el contexto social en que se lleva a cabo el análisis y la implementación de alternativas. La especificidad y concreción del concepto debe determinarse localmente, mediante procesos que busquen una articulación adecuada entre las diferentes escalas de análisis microregional, nacional y mundial (Masera et al., 2000).

Por otro lado, los medios y los fines de la sustentabilidad variarán en función de las condiciones ecológicas, económicas, sociales y culturales, regionales o locales (Brooks, 1992; Delacourt, 1990). Según Lawrence, (1997) el concepto de sustentabilidad y los marcos teóricos tienen que adaptarse a las circunstancias regionales y locales y es necesario la experimentación para testar diferentes aproximaciones en diferentes sitios. Así, lo que es sustentable en una región, en un periodo de tiempo determinado y en un estado de desarrollo, no lo tiene que ser necesariamente en otra región (Krober, 1992). El contexto debe ser caracterizado (Resendiz-Nuñez, 1992) y las iniciativas sustentables tienen que estar adaptadas a las necesidades particulares y capacidades de cada sitio (Shearman, 1990).

Mientras aún hay interpretaciones conflictivas del significado del concepto de sustentabilidad, y que muchos aspectos, dilemas, conflictos y contradicciones requieren más atención, lo que está claro es que la sustentabilidad permanece como una perspectiva de gestión ambiental válida e importante. Es una perspectiva que puede ofrecer entendimiento y lecciones para la gestión ambiental (Lawrence, 1997).

Sustentabilidad ecológica y social

El valor del concepto “sustentabilidad” se encuentra en la habilidad de generar un consenso desde un punto de vista operativo. Por lo tanto, es vital identificar aquellos aspectos de la sustentabilidad que satisfacen a los diversos intereses. Diferenciar entre la sustentabilidad social y ecológica podría ser el primer paso para clarificar la discusión. Algunos partidarios de la sustentabilidad ecológica o ambiental le dan el significado siguiente: “La existencia de las condiciones ambientales necesarias para soportar la vida

humana a un nivel específico de bienestar más allá de generaciones futuras” (Lelé, 1991). Según Rees (1990), la sustentabilidad abarca una serie de necesidades y aspiraciones; así, las necesidades ecológicas incumben el mantenimiento de la estructura y función de la biosfera. En el contexto del uso sustentable de los recursos renovables, es necesario ir más allá de la noción convencional y simplista de “cosechar el incremento anual”, y considerar el comportamiento dinámico del recurso, las propiedades estocásticas y las incertidumbres sobre las condiciones ambientales, las interacciones entre los recursos y las actividades, y los diferentes usos o características de los recursos. La mayor contribución del debate del desarrollo ecológico es la comprensión que además o conjuntamente con las condiciones ecológicas hay condiciones sociales que influyen la sustentabilidad ambiental (Lelé, 1991). La necesidad de definir los principios de la sustentabilidad ecológica, no debe hacer perder de vista las condiciones sociales que determinan cuáles de estos principios son socialmente aceptables. Sociólogos, eco-marxistas y ecologistas políticos destacan el rol crucial de las estructuras socioeconómicas y las instituciones en el patrón y la extensión de la degradación ambiental. A veces, el término sustentabilidad se usa fundamentalmente con connotaciones sociales. Barbier define la sustentabilidad social como “la habilidad de mantener valores sociales deseados, tradiciones, instituciones, culturas y otras características sociales” (Lelé, 1991), y Tisdell (1988) la define como “la sustentabilidad de las estructuras políticas y sociales”. Según Rees (1990) las necesidades sociales incumben las necesidades humanas que incluyen alimentación, cobijo, agua, salud, sanidad, ropa y energía. Finalmente, Nogaard (1988) discute sobre la sustentabilidad cultural, la cual incluye valores y creencias.

Quizá, lo más importante es señalar que no hay contradicciones entre la sustentabilidad ecológica y social, más bien se complementan una a otra (Lelé, 1991).

El sujeto de la sustentabilidad

Cuando se estudia la sustentabilidad se tiene que especificar claramente el sistema a que se está aplicando el concepto. Según Gallopín (2003) se puede distinguir entre:

Sustentabilidad del sistema humano únicamente: de acuerdo con este enfoque, el capital natural y el manufacturado pueden sustituirse perfectamente entre sí. La sustitución de los distintos tipos de capital implica que lo fundamental es conservar un nivel agregado de capital natural más capital manufacturado, y no preservar el capital natural en particular. Se considera que la sustentabilidad de los sistemas ecológicos reviste importancia sólo en la medida en que sea necesaria para la sustentabilidad del componente humano (Gallopín, 2003; Maser et al., 2000). Pero es demasiado lo que no sabemos, y en esta situación hay que aplicar el principio precautorio (Gallopín, 2003). Según Nortin, B. G (1992) esta noción de sustentabilidad está formulada desde la racionalidad propia de la economía estándar, y “este punto de vista es consistente con el concepto de *sustentabilidad débil*” (Turner, 1993; Maser et al, 2000).

Sustentabilidad del sistema ecológico principalmente: de acuerdo con esta posición, los recursos naturales no pueden ser sustituidos por capital elaborado por el hombre. En consecuencia, no pueden agotarse sin que se produzca una

pérdida irreversible de bienestar social (Gallopín, 2003). Representa la eliminación del componente humano. Perseguir la sustentabilidad ecológica disminuyendo los aspectos sociales y económicos no es aceptable para muchos (Maserá et al., 2000). Este punto de vista es más compatible con una economía de estado estacionario, y su prerrequisito ético es la preservación del ambiente. Esta perspectiva es consistente con *la sustentabilidad muy fuerte* (Gallopín, 2003).

Sustentabilidad del sistema socioecológico total: se entiende por sistema socioecológico, un sistema formado por un componente social o humano en interacción con un componente ecológico o biofísico. La razón para considerar el sistema entero se basa en la existencia de importantes relaciones entre sociedad y medio ambiente (Gallopín et al., 1989). Esta visión corresponde a la *sustentabilidad fuerte* (Pearce, 1992). Considera que los diferentes tipos de capitales no son sustituibles, por lo tanto la sustentabilidad requiere el mantenimiento de un stock mínimo de cada componente del capital natural (Gallopín, 2001). Se reconoce que los insumos esenciales de la producción económica, del consumo o del bienestar, no pueden sustituirse por capital físico o humano. Se considera que hay componentes ambientales de carácter único y que algunos procesos ambientales pueden ser irreversibles (Gallopín, 2003). Bajo esta noción, un desarrollo que conlleve a una disminución en el stock del capital natural deja de ser sustentable aunque otras formas de capitales crezcan (Gallopín, 2001). Según Nortin, B. G (1992) esta noción de sustentabilidad está formulada desde la racionalidad de esa economía física que es la termodinámica y de esa economía de la naturaleza que es la ecología, y se preocupa directamente por la salud de los ecosistemas en los que se inserta la vida y la economía de los hombres, pero sin ignorar la incidencia que sobre los procesos del mundo físico tiene el razonamiento monetario (Nortin, 1992). Según Maserá et al., (2000) esta noción de sustentabilidad se puede definir como: “El mantenimiento de una serie de objetivos (o propiedades) deseados a lo largo del tiempo”. Es, por lo tanto, un concepto esencialmente dinámico y parte necesariamente de un sistema de valores, lo que hace imposible llegar a una definición universal de sustentabilidad. La sustentabilidad del sistema socioecológico total puede también ser compatible con la idea de *sustentabilidad débil*. La sustitución del capital natural crítico, es decir los procesos ecológicos y el conjunto de especies que una vez perdidos son irre recuperables, no debería permitirse, a pesar de que el capital manufacturado de igual valor pueda ocupar su lugar (Naredo, 1996).

Enfoque sistémico para el estudio de la sustentabilidad

El enfoque sistémico puede proporcionar una perspectiva más útil que otros medios analíticos debido a que es una manera de reflexionar en función de conexiones, relaciones y contexto (Gallopín, 2003).

Un sistema es simplemente un conjunto de elementos o subsistemas relacionados entre sí. Todos los sistemas que tienen existencia material son abiertos y mantienen intercambios de energía, materia e información con su ambiente, que son importantes para su funcionamiento. Así el comportamiento de un sistema no sólo depende del sistema mismo, sino también de los factores provenientes del ambiente del sistema que ejercen influencia sobre él; por otra parte, el sistema genera variables que influyen en el entorno. Así pues, el estado del sistema está determinado por el estado anterior del sistema y por

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

los insumos que éste haya recibido en el último periodo de tiempo, tal y como se refleja en la siguiente ecuación:

$$\begin{cases} S_{t+1} = F(S_t, I_t) \\ O_{t+1} = G(S_t, I_t) \end{cases}$$

Donde S indica el estado interno del sistema, I es el vector de insumos, O el vector de variables de salida, F y G son funciones. El subíndice t indica tiempo. Un sistema es sustentable cuando el valor neto del producto obtenido, no necesariamente en términos económicos, no disminuye en el tiempo, tal y como se muestra en la siguiente ecuación (Gallopín, 2003).

$$V(O_{t+1}) \geq V(O_t)$$

Donde V es la función de evaluación de las salidas del sistema

La asignación de un valor entraña un fuerte componente subjetivo, y en consecuencia la especificación de la función V puede variar ampliamente. Muchas de las discrepancias respecto del significado de la sustentabilidad y el desarrollo sustentable se manifiestan en la especificación explícita o implícita de la función y los razonamientos que la sustentan (Gallopín, 2003). En realidad lo que es sostenido o lo que tiene que hacerse sustentable es el proceso de mejora de la condición humana, o mejor dicho, del sistema socio-ecológico en el que el hombre pertenece, un proceso que no implica necesariamente un crecimiento en el consumo de energía y materiales (Maserá et al., 2000).

La sustentabilidad de un sistema depende tanto de sus propiedades endógenas como de sus vínculos con el exterior y con otros sistemas. Se debe tener en cuenta tanto las propiedades intrínsecas del sistema como sus propiedades y relaciones estructurales (Maserá et al., 2000). La "Species Survival Commission of the World Conservation Union" (IUCN) indicaron que la sustentabilidad depende de las interacciones entre los factores internos y externos. Los factores internos pueden ser sociales, políticos, ecológicos o económicos; los factores externos pueden incluir la deuda externa, la pobreza estructural, los problemas medioambientales globales y los conflictos sociales, políticos y económicos (Holling, 2001). De esta manera, Brooks (1992) afirma que se tienen que prestar atención a las interacciones con el sistema exterior porque lo que es sustentable aisladamente puede ser insustentable si está sometido a interacciones con el sistema exterior sobre el cual no tiene ningún control.

Orígenes de la sustentabilidad

Los orígenes de la sostenibilidad se han atribuido generalmente al cambio de perspectiva de la población respecto la continuada degradación ambiental y la agenda internacional de desarrollo (Sunderlin, 1995). Los problemas ambientales globales y interregionales, como los niveles de población, la pérdida de la biodiversidad, el calentamiento del clima y la disminución de la capa de ozono han pasado a tener gran importancia en la práctica y la teoría ambiental. Las disparidades en la distribución del desarrollo,

como se refleja en los problemas de la pobreza, hambre, enfermedades y analfabetismo, son cada vez más evidentes. Sin embargo, el cambio más fundamental de orientación ha sido la apreciación de que los problemas ambientales, económicos y sociales son interdependientes (Smith, 1993). Si el patrón de consumo de los recursos no se puede sostener (Goodland, 1993) y las soluciones convencionales son inefectivas, lo que se requiere es un manera de ver el mundo más holística juntamente con un cambio en las formas de desarrollo y en los acuerdos internacionales (Lawrence, 1997).

Debilidades del concepto “sustentabilidad”

La formulación del concepto de sustentabilidad tiene interpretaciones conflictivas (Sunderlin, 1995) e importantes debilidades. Éstas son las siguientes:

Indefinición del término: la mayor parte de la indefinición vigente procede del empeño en conciliar el crecimiento (o desarrollo) económico con la idea de sustentabilidad, cuando cada uno de estos dos conceptos se refieren a niveles de abstracción y sistemas de razonamientos diferentes. Las nociones de crecimiento (y de desarrollo) económico encuentran su definición en los agregados monetarios homogéneos de "producción" y sus derivados, mientras que la preocupación por la sustentabilidad recae sobre procesos físicos singulares y heterogéneos. En efecto, la idea de crecimiento (o desarrollo) económico con la que hoy trabajan los economistas, se encuentra desvinculada del mundo físico y no tiene ya otro significado concreto y susceptible de medirse que el referido al aumento de los agregados de Renta o Producto Nacional. Es decir, agregados monetarios que, por definición, hacen abstracción de la naturaleza física heterogénea de los procesos que los generan, careciendo por lo tanto de información y de criterios para enjuiciar la sustentabilidad de estos últimos (Naredo, 1996). Redefinir la sustentabilidad, a pesar de ser necesario, está lejos de ser suficiente. Se necesita una orientación para las acciones más específicas. Sin esta orientación, existe el riesgo de que el concepto de sustentabilidad devenga, más que retórico, un pretexto para disimular motivaciones ocultas, o una excusa para cargar en las iniciativas sustentables deseos de poca relevancia para la sustentabilidad (Goodland, 1994). Para superar el estadio de indefinición actual también se debería centrar en la sustentabilidad de procesos y sistemas físicos, separadamente de las preocupaciones económicas ordinarias sobre el crecimiento de los agregados y reflexionar sobre la noción de sustentabilidad fuerte (Naredo, 1996).

Sustentabilidad sólo como una serie de aspiraciones: para que la sustentabilidad deje de ser una serie de aspiraciones, los objetivos de la sustentabilidad tienen que ser traducidos a criterios operativos. Las iniciativas sustentables tendrán inevitablemente objetivos y repercusiones éticas y sociopolíticas (Sunderlin, 1995; Leith, 1995; O’Riordon, 1988). Al seleccionar y aplicar instrumentos de sustentabilidad, sería necesario diferenciar entre crecimiento material o crecimiento cuantitativo y desarrollo cualitativo (Goodland, 1994).

Sustentabilidad recluida a “apaños” técnicos: Todavía hoy día encontraríamos muchísimas personas que negarían lo que Alier (2005) nombra *la segunda*

contradicción del capitalismo: “La expansión capitalista estropea sus propias condiciones de producción, particularmente las condiciones ecológicas”, apelando a la capacidad humana para encontrar soluciones técnicas a cualquier problema que pudiera surgir. Idea que se bautizó como *la falacia de la tecno-salvación*. La técnica es la receta global, es lo que permite abordar los problemas concretos, es la solución al problema del medio ambiente y el desarrollo. Así pues, sin alterar las estructuras económicas internacionales ni las formas de organización política, la sustentabilidad descansa en el poder de lo tecnológico. Sin embargo se considera que la “tecnosalvación” es un mito, porque la salida del actual atolladero planetario vendrá como resultado de cambios radicales en las sociedades y no de adelantos técnicos ni de la perpetuación del crecimiento económico (Badal, ..), “pues no será posible resolver estos problemas a través de los mismos sistemas que los han generado” (Simón, 1999).

Término de moda: el extendido uso del epíteto "sustentable" en la literatura económico-ambiental se inscribe en la inflación que acusan las ciencias sociales de términos de moda cuya ambigüedad induce a utilizarlos más como conjuros que como conceptos útiles para comprender y solucionar los problemas del mundo real (Naredo, 1996).

Reflexiones críticas acerca el concepto de sustentabilidad.

Por mucho que las referencias a la sustentabilidad aparezcan en multitud de publicaciones y declaraciones, se aprecia poca voluntad de hacer planes de reconversión de la sociedad actual hacia bases más sustentables o físicamente viables. Bookchin (1999) lo manifiesta de la siguiente manera: “El jubileo de un nuevo *Día de la Tierra* o venideros *Días del Sol o del Viento*, como la piadosa verborrea de representantes de placas solares de pico de oro e inventores *ecológicos* hambrientos de patentes, ocultan el importantísimo hecho de que la energía solar, la fuerza eólica, la agricultura orgánica, la salud holística y la *inseguridad voluntaria* variarán muy poco nuestro ridículo desequilibrio con la naturaleza si dejan intactas la familia patriarcal, la empresa multinacional, la estructura política burocrática y centralizada, el sistema de propiedad y la racionalidad tecnocrática predominante”. Si hubiera verdadero afán de aplicar ese propósito habría que empezar por romper el paradigma de la producción de valor, para enjuiciar el comportamiento físico de las actividades que contribuyen a ella. Esto es lo que con poca fortuna pretendieron los autores hoy llamado fisiócratas cuando, hace más de dos siglos, proponían aumentar la producción de riquezas "renacientes" (hoy diríamos renovables) sin detrimento de los "bienes fondo" o de los stocks de riquezas preexistentes. Ellos fueron descalificados en este empeño por los economistas posteriores, que erigieron la idea del valor como centro de la ciencia económica, separándolo del contexto físico y social en el que se desenvolvía. Así pues, no se trata tanto de "descubrir la pólvora" de la sustentabilidad como de desandar críticamente el camino andado, volviendo a conectar lo físico con lo monetario y la economía con las ciencias de la naturaleza (Naredo, 1996).

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

Por otro lado, la ambigüedad conceptual de fondo con que se encuentra el concepto de sustentabilidad no se puede resolver mediante simples retoques terminológicos o definiciones descriptivas o enumerativas más completas. De la misma manera que ocurre con las nociones de producción o de desarrollo, estas nociones encuentran implícitamente su definición en la propia idea de sistema económico. A la hora de la verdad, el contenido de este concepto no es fruto de definiciones explícitas, sino del sistema de razonamiento que apliquemos para acercarnos a él. Toda una serie de autores advierten que el tratamiento de las cuestiones ambientales, y de la propia idea de sustentabilidad, requieren no sólo retocar, sino ampliar y reformular la idea usual de sistema económico (Naredo, 1996).

Podemos afirmar que la sustentabilidad de los sistemas físicos sobre los que se organiza la vida de los hombres, ya sean sistemas agrarios, industriales, o urbanos, dependerá de la posibilidad que tienen de abastecerse de recursos y de deshacerse de residuos, así como de su capacidad para controlar las pérdidas de calidad que afectan a su funcionamiento. Estos aspectos dependen de la configuración y el comportamiento de los sistemas sociales que los organizan y mantienen. La conservación de determinados elementos o sistemas integrantes del patrimonio natural, no sólo necesita ser asumida por la población, sino que requiere de instituciones que velen por la conservación y transmisión de ese patrimonio a las generaciones futuras (Naredo, 1996).

2.2. Sistemas de manejo sustentables

La agricultura es uno de los fundamentos de la sociedad humana y la mayor actividad en el medio ambiente. La noción de agricultura sustentable surge con posterioridad al concepto de desarrollo sustentable, y como consecuencia del mismo (Abbona, 2004). Desafortunadamente, a pesar de que la literatura sobre agricultura sustentable y desarrollo sustentable en la agricultura está proliferando, está marcada por la misma confusión que afecta el gran debate sobre la sustentabilidad (Lelé, 1991). En consecuencia, la discusión sobre la agricultura sustentable es también amplia y diversa.

Concepto: agricultura sustentable

El concepto de agricultura sustentable es una respuesta relativamente reciente a la declinación en calidad de la base de los recursos naturales, asociada a una agricultura moderna (Altieri, 2000). Al reconocerse la necesidad de una agricultura distinta al modelo predominante hasta el momento, implícitamente se reconoce que el modelo de “agricultura industrializada” no es sustentable (Abbona, 2004). A pesar de que Hansen obtiene 20 definiciones en el contexto de sustentabilidad agrícola (Maser et al., 2000), no existe una definición condensada del término. La agricultura sustentable puede significar diferentes cosas a gente diferente:

Altieri (1994) se refiere a la agricultura sustentable como “un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema”. La agricultura sustentable persigue también una distribución justa y equitativa de los costos y beneficios asociados con la producción agrícola; se preocupa por el rescate crítico de las prácticas de manejo utilizadas por diferentes etnias y culturas y busca reducir las desigualdades actuales en el acceso a recursos productivos. Intenta asimismo desarrollar tecnologías y sistemas de manejo adaptados a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales. Finalmente la agricultura sustentable trata de ser rentable económicamente, sin dejarse llevar por una lógica de corto plazo.

Francis et al., (1987) define agricultura sustentable como aquella que resulta de “una estrategia de gestión que ayuda a los productores a escoger determinados híbridos y variedades, el sistema de fertilización del suelo, la gestión de plagas, el sistema de cosecha y rotación, los insumos, cómo minimizar los impactos en el ambiente más inmediato y el de la finca, y cómo proveer un nivel sostenido de producción y provechos de la finca”.

Edwards (1987) define la agricultura sustentable como “sistema de producción agrícola integrado, que es menos dependiente de insumos altamente energéticos y químicos sintéticos, y más dependiente de la gestión intensiva que los sistemas de monocultivo. Esta agricultura mantiene o disminuye ligeramente la productividad, mantiene o aumenta los ingresos netos de los agricultores, son ecológicamente deseables y protegen el medio ambiente” (Geng, 1990)

Conway (1985) considera la sustentabilidad de la agricultura como “La capacidad de un agroecosistema para mantener su producción a través del tiempo superando, por un lado, las tensiones y forzamientos ecológicos y, por otro, las presiones de carácter socioeconómico”

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

Para la American Society of Agronomy (1989): “Una agricultura sustentable es aquella que, en el largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos bases sobre los cuales depende la agricultura; provee las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto”.

Basado en varias definiciones y descripciones de agricultura sustentable dadas en la literatura (Altieri et al., 1983; Poincelot, 1986; Brown, 1987; Davis & Schirmer, 1987), se puede concluir que la agricultura sustentable es un término que expresa objetivos de un sistema de agricultura, más que actividades específicas que consiguen estos objetivos (Geng, 1990). Casi todas las definiciones mencionan los siguientes elementos: el mejoramiento y conservación de la fertilidad y de la productividad del suelo con estrategias de manejo; la satisfacción de necesidades humanas; la viabilidad económica; la aceptabilidad social, es decir, la equidad y mejora de la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad; la adecuación ecológica, la minimización de los impactos y la protección y mejoramiento del ambiente; la durabilidad del sistema a largo plazo; y otros elementos más generales como al satisfacción de metas espirituales y materiales; y un equilibrio en el largo plazo entre el desarrollo de la sociedad y la protección del ambiente (Conway, 1994; USAID, 1988; Edwards et al., 1990; Randhawa & Arbol, 1990; Francis & King, 1994; Altieri, 1994).

Definición operativa de un sistema de manejo (agroecosistema) sustentable

Se definen los agroecosistemas sustentables como aquellos que permitan:

- Conseguir un alto nivel de productividad mediante el uso eficiente y sinérgico de los recursos naturales y económicos.
- Proporcionar una producción confiable, estable y resiliente a perturbaciones mayores en el transcurso del tiempo, asegurando el acceso y la disponibilidad de los recursos productivos, el uso renovable, la restauración y la protección de los recursos locales, una adecuada diversidad temporal y espacial del medio natural y de las actividades económicas, y mecanismos de distribución del riesgo.
- Brindar flexibilidad o adaptabilidad para amoldarse a nuevas condiciones del entorno económico y biofísico, por medio de procesos de innovación y aprendizaje, así como el uso de opciones múltiples.
- Distribuir equitativamente los costos y beneficios del sistema entre diferentes grupos y generaciones involucradas, asegurando el acceso económico y la aceptación cultural de los sistemas propuestos.
- Poseer un nivel aceptable de autodependencia (autogestión), para poder responder y controlar los cambios inducidos desde el exterior, manteniendo su identidad y sus valores.

Orígenes y evolución del término agricultura sustentable

La agricultura es una actividad realizada por el hombre, en la cual los ecosistemas naturales son transformados en agroecosistemas, con el fin de producir alimentos y fibras. La agricultura se realiza desde hace aproximadamente unos 10.000 años. A lo largo de este tiempo, las formas de

producción utilizadas por los agricultores fueron cambiando. El potencial agrario de los ecosistemas ha sido captado por los agricultores tradicionales a través de un proceso de ensayo, error, selección y aprendizaje cultural que ha durado siglos (Norgaard & Sikor, 1999), en el cual el agricultor, a través de su experimentación, iba adaptando nuevas técnicas y variedades de cultivo. Las mayores transformaciones en el campo de la agricultura fueron implantadas durante el siglo XX a partir de la *revolución verde*, constituyéndose ésta en el proceso de expansión de una agricultura convencional o industrial basada en una alta utilización de insumos (Abbona, 2004). La Revolución Verde, que según la Dr. Vandana Shiva no fue ni verde ni revolucionaria ha creado más problemas a largo plazo que soluciones a corto plazo (Merill, 1976). Al poco tiempo de la aparición de estos modelos de agricultura, comenzaron a escucharse voces advirtiendo sobre las consecuencias negativas de los mismos, como el libro “La primavera silenciosa” publicado el 1962 (Tommasino, 2001). No fue hasta 1970 que la conciencia de los problemas en los recursos agrícolas agravados por la crisis energética empezó a introducirse en los debates públicos. A partir de entonces, sistemas agrícolas alternativos se han propuesto y llevado a cabo en diversos lugares. Estos sistemas alternativos se identifican con distintas terminologías: agricultura orgánica, agricultura de bajos insumos, agricultura biológica, agricultura de conservación, agricultura ecológica (Poincelot, 1986). A pesar de la nomenclatura, todos estos sistemas alternativos incluyen la consideración de los impactos humanos y ecológicos y la conservación de los recursos, además de los requerimientos de los productos (Brown, 1987; Davis & Schirmer, 1987). A finales de los ochenta comienza a gestarse el movimiento de la agricultura sustentable que se desarrolló en respuesta a preocupaciones sobre los impactos de la agricultura, tales como la sobreexplotación de los recursos no renovables, degradación del suelo, salud y efectos ambientales y químicos agrícolas, inequidad, disminución de comunidades rurales, pérdida de valores tradicionales agrarios, calidad agroalimentaria, seguridad de los trabajadores agrícolas, disminución de la autosuficiencia y del número de productores y aumento de tamaño de los mismos (Tommasino, 2001). Recientemente el término *agricultura sustentable* ha ganado popularidad y mayor aceptación tanto en la comunidad científica en agricultura (Brown, 1987; Davis & Schirmer, 1987) como en los debates públicos (Geng, 1990).

Objetivos de la agricultura sustentable

Los objetivos de la agricultura sustentable son: producir la suficiente cantidad de productos de alta calidad con seguridad alimentaria; ser rentable para el agricultor, conservar los recursos no-renovables minimizando los insumos no-renovables; ser armonioso con el medio biológico, físico y social, y no generar impactos negativos en el medio ambiente. Los objetivos tienen implicaciones a largo plazo e intentan asegurar la viabilidad del futuro de la agricultura. La dificultad de construir este tipo de sistema es que no todos los objetivos son compatibles y que el sistema de valores sociales difiere entre comunidades y sociedades en el tiempo (Geng, 1990). Los objetivos de un sistema y la importancia de los objetivos dependen del sistema de valores de la sociedad. Por lo tanto, se tiene que aceptar que ningún sistema se puede diseñar para satisfacer perfectamente todos los objetivos a cualquier sitio en un periodo determinado.

Estrategias para lograr la sustentabilidad de un agroecosistema

La mayor parte de los autores enfatizan la necesidad de trabajar con una perspectiva sistémica y de cubrir una multiplicidad de objetivos. Los medios para conseguir los objetivos deseados son también variados.

Desde el punto de vista ambiental, el grado en que un agroecosistema aumente su sustentabilidad dependerá básicamente de que su manejo conlleve la optimización de la disponibilidad y equilibrio del flujo de nutrientes; de la protección y conservación de la superficie del suelo; de la preservación e integración de la biodiversidad; y de la explotación de la adaptabilidad y la complementariedad en el uso de recursos genéticos animales y vegetales.

Desde el punto de vista socioeconómico, los mecanismos básicos para impulsar la agricultura sustentable incluyen:

- Hacer eficientes los procesos productivos aprovechando los sinergismos entre las distintas actividades económicas.
- El fortalecimiento de los mecanismos de cooperación y solidaridad local, y de la participación efectiva de los involucrados en la generación, puesta en práctica y evaluación de las diferentes alternativas de manejo de recursos naturales.
- La potenciación de las capacidades y habilidades locales, favoreciendo la autogestión.
- El mantenimiento de un respecto por las diferentes tradiciones culturales y el fomento de la pluralidad cultural y étnica.
- La puesta en marcha de un proceso socialmente activador, en el cual se creen las condiciones para que los participantes sean protagonistas de su propio futuro.

Mientras diversos autores están de acuerdo en que las prácticas que tienen menos impacto ambiental son probablemente más sustentables, no está tan claro que todas las prácticas de la agricultura orgánica o de bajos insumos estén en esta categoría (Geng, 1990). Cabe enfatizar finalmente que las estrategias para lograr la sustentabilidad agrícola van mucho más allá de los elementos técnicos y sociales locales. Es clave para este proceso el logro de articulaciones apropiadas de los agroecosistemas con el contexto regional, nacional e internacional. Se requieren, entre otras cosas, políticas agrarias compatibles y un entorno macroeconómico que incentive precios justos, que genere empleos a escala local y que incorpore las externalidades ambientales de las prácticas convencionales. Se deberían contemplar, además, políticas de desarrollo y difusión de tecnologías orientadas a la diversidad de condiciones locales, así como procesos democráticos que permitan la autodeterminación local y una representación efectiva de los diferentes grupos sociales en los procesos de toma de decisiones (Matera et al., 2000).

2.3 Discusión de los atributos generales que permiten hacer operativo el concepto de sustentabilidad.

Con el fin de establecer una definición operativa del concepto de sustentabilidad, se requiere identificar una serie de propiedades o atributos generales de los agroecosistemas sustentables (Masera et al., 2000). Para esto nos tenemos que preguntar: ¿Qué se necesita para que un sistema sea sustentable? Existen algunas características sistémicas genéricas que son universalmente requeridas para la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos (Gallopín, 1994). Gallopín y Masera proponen una serie de atributos que parten de propiedades sistémicas fundamentales y que cubren los diferentes aspectos que son necesarios a fin de que un sistema de manejo sea sustentable. Estos atributos son los siguientes:

Productividad: es la capacidad del sistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios. Representa el valor del atributo en un periodo de tiempo determinado (Masera et al., 2000). Se refiere a la disponibilidad de recursos e incluye recursos como agua, luz, dinero (Gallopín, 2003).

Estabilidad: propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable (Masera et al., 2000). Dicho de otra manera, se refiere a la capacidad del sistema de mantener los valores de las variables esenciales cerca de una trayectoria o estado determinados (Gallopín, 2003). Implica que sea posible mantener los beneficios proporcionados por el sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo, bajo condiciones promedio o normales (Masera et al., 2000).

Resiliencia: es la capacidad del sistema de retomar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves.

Confiabilidad: se refiere a la capacidad del sistema de mantener su productividad o beneficios deseados en niveles cercanos al equilibrio, ante perturbaciones normales del ambiente.

Adaptabilidad: es la capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio, es decir, de continuar siendo productivo o brindando beneficios ante cambios a largo plazo en el ambiente. Se relaciona con la capacidad de respuesta, que según Gallopín (2003) es la capacidad del sistema socioecológico de hacer frente al cambio, y se asocia con la capacidad de mantener o ampliar la gama de opciones del sistema o la capacidad de cambiar de estrategia según las circunstancias. Por otro lado, también se relaciona con lo que Gallopín nombra el empoderamiento, entendido como la capacidad del sistema socioecológico no sólo de responder al cambio, sino de innovar y de inducir el cambio en otros sistemas en procura de sus propias metas. Bajo adaptabilidad incluimos la capacidad de búsqueda activa de nuevos niveles o estrategias de producción. Este atributo incluye desde aspectos relacionados con la diversificación de actividades u opciones tecnológicas hasta procesos de organización social, de formación de recursos humanos y de aprendizaje (Masera et al., 2000). El concepto de adaptabilidad es importante porque a medida que el sistema va cambiando sin que el sistema lo perciba, o bien lo

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

perciba sin adaptarse a las nuevas condiciones, en algún momento se puede producir su colapso, ya que su comportamiento no es compatible con la nueva situación (Gallopín, 2003).

Equidad: es la capacidad del sistema de distribuir de manera justa, tanto intra como intergeneracionalmente, los beneficios y costos relacionados con el manejo de los recursos naturales.

Autodependencia: es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior (Matera et al., 2000). Depende de la medida en que el sistema ejerza control sobre sus propias interacciones con su ambiente (Gallopín, 2003). Se incluye aquí los procesos de organización y los mecanismos del sistema socioambiental para definir endógenamente sus propios objetivos, sus prioridades, su identidad y sus valores (Matera et al., 2000).

Cabe notar dos aspectos importantes del conjunto de atributos señalados:

Por un lado, los atributos sistémicos de sustentabilidad se han definido para que en su exploración se conciban los sistemas de manejo como un todo, es decir, integrando aspectos sociales, económicos y ambientales o tecnológicos. Concentrarse sobre los atributos mencionados permite que el desarrollo de indicadores de sustentabilidad se oriente a propiedades sistémicas fundamentales del manejo de recursos, evitando largas listas de factores y variables puramente descriptivos o indicadores sin un impacto claro en el sistema de manejo.

Por otro lado, los atributos presentados permiten organizar la discusión sobre la sustentabilidad y brindan un marco coherente sobre el que se puede comenzar a hacer operativo el concepto. Sin embargo, no agotan los elementos del debate sobre el desarrollo sustentable. Particularmente desde el punto de vista social, la discusión sobre la sustentabilidad debería incluir un análisis detallado de cómo las alternativas propuestas en diferentes experiencias ayudan a garantizar las necesidades humanas básicas de subsistencia: protección, estima, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad y libertad de los individuos y grupos sociales (Max-Neef, 1991).

Aplicabilidad en la evaluación de la sustentabilidad

Para facilitar la aplicabilidad del marco de evaluación en términos prácticos, se considera que el grado de sustentabilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales dependerá de satisfacer cinco atributos generales:

- Productividad
- Estabilidad, confiabilidad, resiliencia
- Adaptabilidad
- Equidad
- Autodependencia.

2.4 Esquema operativo del MESMIS

El *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad* (MESMIS) es una metodología para evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales (Maserá et al., 2000). Tiene como base los sistemas de producción campesinos y, debido a sus características, constituye una herramienta en permanente construcción. Su estructura es flexible y adaptable a diferentes condiciones económicas, técnicas y de acceso a información (Astier & Hollands, 2005).

El esquema operativo del MESMIS parte de las premisas siguientes:

- El concepto de sustentabilidad se define a partir de cinco atributos generales de los agroecosistemas o sistemas de manejo, que son: productividad; estabilidad, confiabilidad, resiliencia; adaptabilidad; equidad; y autodependencia.
- Otra premisa es que la evaluación de sustentabilidad es válida sólo en sistemas de manejo específicos en un determinado lugar geográfico, bajo un contexto social y político, y en una escala espacial previamente determinada.
- La evaluación de sustentabilidad es una actividad participativa. El equipo de evaluación debe incluir tanto a evaluadores externos como a los involucrados directos (agricultores, técnicos, representantes de la comunidad y otros actores).
- La sustentabilidad no se puede evaluar *per se* sino de manera comparativa o relativa.
- La evaluación de sustentabilidad es un proceso cíclico que tiene como objetivo central el fortalecimiento de los sistemas de manejo como de la metodología.

Este proceso permite examinar en qué medida los sistemas alternativos son más sustentables, e identificar los puntos críticos para la sustentabilidad, con el fin de impulsar cambios. Esto último, combinado con la estructura cíclica propuesta, convierte al proceso de evaluación en una valiosa herramienta de planificación, ya que sienta las bases para diseñar, implementar y evaluar de forma dinámica estrategias que tiendan a mejorar las características socioambientales de los sistemas de manejo, así como para afinar la metodología utilizada para la evaluación (Maserá, 2000). De hecho, el proyecto de evaluación de sustentabilidad "MESMIS" busca apoyar un proceso de desarrollo sustentable participativo, plural e incluyente, que fomente el diálogo entre culturas y una relación armónica entre la sociedad y su ambiente (Astier & Hollands, 2005).

Operativamente, el MESMIS consta de seis pasos: a) determinación del objeto de estudio; b) determinación de los puntos críticos del sistema; c) selección de criterios de diagnóstico y de indicadores concretos relacionados con los atributos de sustentabilidad; d) medición y monitoreo de indicadores, e) análisis e integración de los resultados de la evaluación; y f) propuestas y recomendaciones para la retroalimentación del sistema de manejo y del proceso mismo de evaluación (Maserá et al., 2000)

Como ya se ha comentado en el apartado de la justificación, en este trabajo se realiza una aplicación del MESMIS parcial, la cual comprende los siguientes pasos:

2.4.1 Primer paso: definición del objeto de evaluación.

La definición del objeto de evaluación se basa en fijar los sistemas de manejo que se han de evaluar, sus características y el contexto socioambiental de la evaluación.

En primer lugar se identifican los sistemas de manejo que se van a analizar, incluyendo el contexto socioambiental en donde están inmersos y las escalas espaciales y temporales. Un sistema de manejo agrícola, agroecosistema o tipo de agricultura es un grupo de unidades productivas o granjas, que a pesar de ser diferentes entre ellas, muchas de ellas muestran similitudes. Esta familiaridad se dará a partir de un grupo de características comunes biofísicas, económicas, sociales, culturales y técnicas. Las unidades productivas incluyen varios componentes o subsistemas (agrícola, animal, forestal). La manera más sencilla de conceptualizar los sistemas de manejo es la utilización de diagramas.

En segundo lugar se caracteriza el sistema de referencia, el cual representa el esquema técnico y social más comúnmente practicado en la región. Seguidamente se caracteriza el sistema alternativo, que es aquél en el que se han incorporado innovaciones tecnológicas o sociales con respeto al sistema de referencia. Estas innovaciones deben llevar un cierto número de años implementadas, suficientes para mostrar efectos evidentes. De gran importancia es el uso de técnicas participativas con los productores y los integrantes del equipo evaluador para obtener un cabal entendimiento de las características importantes de los sistemas de manejo así como de sus relaciones con otros sistemas.

Más específicamente, la caracterización de los sistemas de manejo deberá incluir una descripción clara de los componentes biofísicos del sistema: clima, suelo, vegetación original y características fisiográficas. También debe incluir un diagrama de las entradas y salidas del sistema y las relaciones entre sus diferentes componentes. Además se incluye una descripción de las prácticas agrícolas, pecuarias o forestales que involucran cada sistema, así como las determinantes tecnológicas y de manejo, incluyendo:

- El tipo de especies principales y variedades utilizadas: cultivos agrícolas, gestión forestal y pecuaria.
- La organización cronológica: calendario, frecuencia, sucesión de cultivos y disposición espacial (monocultivo, policultivo).
- Las prácticas de gestión (tipo y calendario)
- La tecnología empleada (manual, mecanizada, tracción animal, mixta)
- La gestión de los suelos: prácticas de preparación (tipo de laboreo) y fertilidad (fertilización química, abonos orgánicos, mixto)
- El manejo de insectos plaga, especies arvenses, enfermedades: manejo integral de plagas, uso de plaguicidas, control biológico, prácticas culturales.
- Los subsistema de cultivos: cultivo anual en rotación, policultivos,...
- El subsistema pecuario: ganadería extensiva, intensiva, estabulación, pastoreo libre, pastoreo mixto.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

- El subsistema forestal: manejo selectivo, cortas de regeneración, manejo de árboles, tipo de regeneración (natural o plantación)
 - El sistema agro-silvo-pastoril: tipo de conexiones entre los subsistemas
- Y finalmente se describen las principales características socioeconómicas de los productores, los niveles y tipos de organizaciones y las determinantes socioeconómicas y culturales de los productores y de las unidades de producción. Se concreta:
- el nivel económico
 - el objetivo de la producción (subsistencia, ingresos, ambos)
 - la escala de producción (tamaño de la unidad productiva)
 - el tipo de unidad (familiar, empresarial, mixta)
 - el número de productores que constituyen la unidad de análisis
 - la caracterización de la organización para la producción: tipo de organización (comunitaria, ejidal, ONG, unión de crédito, cooperativa, empresas,...)

2.4.2 Segundo paso: identificación de los puntos críticos que pueden incidir en la sustentabilidad de los sistemas de manejo que se van a evaluar.

Los puntos críticos son los aspectos o procesos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para sostenerse en el tiempo. Dicho de otra manera, los aspectos que son críticos porque facilitan u obstaculizan *la productividad, la estabilidad, la resiliencia, la confiabilidad, la equidad, la adaptabilidad y la autogestión del sistema.*

Para identificar los puntos críticos se pueden hacer las preguntas claves: ¿cuáles son los puntos donde el agroecosistema es más vulnerable o presenta problemas?, ¿cuáles son los puntos dónde es más robusto?

Estos puntos pueden ser factores o procesos ambientales, técnicos, sociales y económicos que pueden tener un efecto crucial en la permanencia del sistema de manejo.

Operativamente la forma más conveniente de obtener los puntos críticos es la realización de discusiones de grupo, que incluyan evaluadores y a los productores (diagramas de flujos).

Es importante relacionar los puntos críticos con los diferentes atributos de la sustentabilidad, con el fin de estar seguros de que la evaluación cubre todos los atributos.

La identificación de los puntos críticos del sistema es una tarea indispensable para centrar y dar dimensiones manejables al problema bajo análisis. Son tantos los factores que teóricamente podrían incidir sobre la sustentabilidad de un sistema que, de no hacerse un esfuerzo de síntesis, difícilmente se obtendrían resultados verdaderamente útiles de la evaluación.

2.4.3. Tercer paso: selección de indicadores.

Una vez que caracterizamos los sistemas que se están evaluando, así como sus principales problemas y fortalezas, se deriva a los indicadores correspondientes, articulándolos con los atributos y los criterios de diagnóstico.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

Finalmente se derivan los indicadores estratégicos para llevar a cabo la evaluación (Masera et al., 2000).

En la literatura los indicadores de sustentabilidad que más se han identificado son de los factores internos, mientras que de los factores externos sólo se han sugerido algunos. Todos los indicadores y todos los atributos tienen sentido, ya que son muchos los factores que teóricamente podrían incidir sobre la sustentabilidad de un sistema. El problema no es que sean erróneos o que no sean útiles, sino que son incompletos. A menudo, los indicadores sugieren una complejidad que agobia, desborda la comprensión, a pesar de que en situaciones específicas, sólo un pequeño grupo de éstos son relevantes (Holling, 2001).

Un indicador describe un proceso específico o un proceso de control. Los indicadores son particulares a los procesos de los que forman parte. Algunos indicadores apropiados para ciertos sistemas pueden ser inapropiados para otros. Por esta razón no existen indicadores universales (Bakkes et al., 1994). Los indicadores concretos dependerán de las características del problema específico bajo estudio, de la escala del proyecto, del tipo de acceso y disponibilidad de datos.

El conjunto de indicadores utilizado para el proceso de evaluación debe ser robusto, sensible y que tenga una base estadística o de medición suficiente (De Camino & Muller, 1993) y no necesariamente exhaustivo. La lista de indicadores propuestos debe tener ciertas características (Torquebiau, 1989; Bakkes et al., 1994; Dumanski, 1994): ser integradores, es decir, dar información condensada sobre varios atributos importantes del sistema; ser fáciles de medir, susceptibles de monitorear y basados en la información fácilmente disponible; ser adecuados al nivel de agregación del análisis del sistema estudiado, ser preferentemente aplicables en un amplio rango de ecosistemas y condiciones socioeconómicas y culturales; poseer un elevado grado de robustez y reflejar realmente el atributo de sustentabilidad que quiere evaluar; estar basados en información de base, directa o indirecta, confiable, ser sencillos de entender, permitir medir cambios en las características del sistema en el periodo considerado para la evaluación; centrarse en aspectos prácticos y claros con el fin de facilitar la participación de la población local en el proceso de medición.

Finalmente, teniendo la lista general de posibles indicadores ambientales, económicos y sociales, es importante hacer la última selección con el propósito de generar el conjunto de indicadores estratégicos con los que se ve a trabajar. Para esto habrá que seleccionar los indicadores verdaderamente integradores, fáciles de medir, confiables y que cumplan las propiedades antes comentadas (Masera et al., 2000).

Los indicadores son útiles como herramienta de gestión o de investigación, para la educación, para la evaluación de proyectos y/o para la planificación o instrumentos de políticas (vanLoon, 2005).

3. APLICACIÓN DEL MESMIS PARCIAL

3.1 Primer paso: caracterización

3.1.1 Descripción del contexto ambiental y socio-económico del área de los sistemas de manejo

Contexto ambiental: situación geográfica, clima y vegetación

Los sistemas de manejo estudiados en este proyecto se encuentran en la comarca del Berguedà, concretamente en la parte sur de la comarca, el Baix Berguedà. Este territorio se sitúa entre la sierra de Queralt y los municipios de Berga, Vilada y Borredà. Se inscribe dentro de la Depresión Central Catalana. El substrato del Baix Berguedà está formado por capas de conglomerados del oligoceno, alternadas con materiales gresosos y argilosos fácilmente erosionables. La natura caliza de la roca madre hace que los suelos de la comarca sean muy ricos en carbonatos.

Esta área se caracteriza por un paisaje constituido por un conjunto de cultivos, masías, bosques y colinas, destaca el pico de Salga Aguda (1171 m s.n.m). La red hidrográfica del Baix Berguedà se concentra en el Llobregat, que nace en Castellar de N'Hug (Alt Berguedà).

Este territorio se caracteriza por tener un clima mediterráneo húmedo de tendencia continental, con inviernos fríos y veranos templados. La temperatura media anual es de 12 °C y las precipitaciones medias anuales son de 500 mm, a pesar de que varían mucho de un año a otro.

La vegetación potencial de gran parte del Baix Berguedà es el carrascal, bosque con fuerte carácter mediterráneo. La relativa abundancia de lluvias hace que el bosque submediterráneo de pino laricio (*Pinus nigra*) y de roble de hoja pequeña (*Quercus fagineae*) ocupe extensiones importantes. Una gran parte del bosque primitivo ha sido destruido y transformado en cultivos.

Contexto socio-económico: situación económica y social.

Des del fin del siglo XIX, el Berguedà había logrado un equilibrio remarcable entre la agricultura y la industria, el cual ha tambaleado fuertemente en ambos campos.

Respeto a la agricultura, el Berguedà era tradicionalmente una de las comarcas con más población agrícola diseminada, pero ésta se ha reducido en los últimos años. Unas de las causas son las malas comunicaciones y la ausencia de servicios sanitarios. El campesinado se ha envejecido y se prevé que dentro de unos años se habrán abandonado muchas poblaciones.

Por otro lado, muchos campesinos de los que tienen fincas agrícolas las comparten con trabajos complementarios. Las fincas son de tipo medio o pequeño. Los cultivos los llevan a cabo sus propietarios o por el sistema de arrendamiento. Los principales cultivos del Baix Berguedà son el trigo y la cebada. Las plantas forrajeras como la veza, la avena, el raigrás, la alfalfa y la esparceta forman parte de la rotación en muchas fincas que combinan la agricultura y la ganadería. En el Baix Berguedà es especialmente importante la cría de ganado, que es un complemento indispensable de la agricultura (Gasol, et al., 1981).

La actividad económica industrial principal del Berguedà fue, hasta hace pocos años, la extracción minera de carbón y el textil. Sin embargo éstas han sufrido

fuertes crisis. Actualmente la actividad industrial se localiza principalmente en Berga, capital de la comarca, y en Puig-reig (www.comarcalia.com).

El análisis demográfico de la población refleja una crisis profunda de la comarca que se manifiesta por la marcada disminución y envejecimiento de la población. El Berguedà tiene, además, una red de comunicaciones deficiente; la carretera principal que atraviesa la comarca de Sur a Norte, la C-1411, es larga y con un trazado poco apto para la circulación rápida (Gasol, et al., 1981). Sin embargo, la obertura del Túnel del Cadí, la potenciación del *Eix del Llobregat* y la posible conexión Barcelona-Tolosa de Languedoc a través de *l'Eix* han abierto nuevas perspectivas (www.comarcalia.com). La capital de la comarca, Berga, dista 117 Km de Barcelona y 50 de Manresa (Gasol, et al., 1981).

3.1.2 Caracterización de los Sistemas de Manejo en el Baix Berguedà

Diseño experimental

Para llevar a cabo la caracterización del Sistema de Manejo convencional o de referencia en el Baix Berguedà se seleccionaron tres fincas o unidades productivas con gestión convencional; paralelamente, para la caracterización del Sistema de Manejo ecológico o alternativo, se seleccionaron tres con gestión ecológica. Todas ellas comparten un contexto fisiográfico, edáfico y climático bastante homogéneo, tal y como se puede comprobar en la tabla 1.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

Unidad Productiva	Localidad	UTM (Km)	Altitud	precipitaciones(mm)	ETP (mm)	Tipo de suelo	Textura del suelo
Eco1	Bergús	31 385 464	570	650-700	712-855	Pardos calcarios	Franca
Eco2	Montmajor	31 389 465	756	650-700	712-855	Pardos calcarios descar Bonatados	Franca-arenosa
Eco3	Espunyola	31 398 466	808	650-700	712-855	Pardos calcarios descar Bonatados	Franco-argilo-arenosa
C1	Montmajor	31 388 465	756	650-700	712-855	Pardos calcarios descar Bonatados	Franco-limosa
C2	Casseres	31 405 465	611	700-750	572-712	Pardos calcarios descar Bonatados	Franco-arenosa
C3	Avià	31 402 466	677	750-800	572-712	Pardos calcarios descar Bonatados	Franco-arenosa

Tabla 1. Características fisiográficas, edáficas y climáticas de las fincas ecológicas (Eco) y convencionales (C).

Metodología

Los datos necesarios para realizar la caracterización de los Sistemas de Manejo se obtuvieron de la siguiente forma:

Para determinar el tipo de suelo y la textura de suelo se recogieron cinco muestras volumétricas (4,5 x 5,5 cm) hasta una profundidad de 20 cm distribuidas a lo largo de un transecto de 20 m en una parcela de cada unidad productiva. Las muestras de suelo se secaron a 70^o C durante 24 horas. Después se juntaron las cinco muestras para obtener una muestra por parcela. Éstas se llevaron al laboratorio donde se determinó el tipo de suelo y la textura con el método de la pipeta de Robinson (Gee & Bauder, 1986). Los pendientes se determinaron mediante un clinómetro.

Para determinar el paisaje vegetal de la zona de cada una de las unidades productivas se seleccionó un área 3 Km de radio con el centro del área situado en el centro de la finca. El análisis de la estructura del paisaje se ha llevado a cabo mediante la base de datos cartográfica integrada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) implementando sobre ArcInfo del Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Barcelona. A partir de los atributos obtenidos automáticamente mediante el SIG (superficie, perímetro y número de polígonos) se ha calculado los atributos que permiten tipificar y comparar el paisaje de cada una de las áreas: número de polígonos, densidad de polígonos,

número de hábitats, superficie total de cada hábitat, superficie y porcentaje del hábitat dominante, tipo de forma de los polígonos, la dimensión fractal, la fragmentación o relación entre el número total de polígonos y el número de hábitats (Farina, 1998; Forman, 1995; Forman & Godron, 1986), la superficie y el porcentaje de la superficie de cultivos herbáceos, y la superficie forestal respecto la superficie agrícola. Con esta información y la leyenda de la cartografía CHC50 de los hábitats a escala 1:50.000, se determinó la composición de la masa forestal. Esta leyenda se ha creado específicamente en Catalunya para la representación cartográfica de los hábitats a escala 1:50.000, la cual permite identificar los polígonos representados en los mapas de hábitats a escala 1:50.000 de Catalunya (CHC50) (http://www.habitats.cat/habitats/cat/el_medi/habitats/llegenda.php.potser).

Para disponer de todos los otros datos necesarios para realizar la caracterización de los Sistemas de Manejo, se llevó a cabo una encuesta al agricultor de cada unidad productiva. Las encuestas se realizaron entre el 6 de marzo y el 18 de abril del 2006.

Caracterización del Sistema de Manejo convencional o de referencia

El sistema de manejo convencional que se caracteriza en este trabajo se ubica en la comarca del Baix Berguedà (Catalunya). Tal y como se indica en la tabla 2, se encuentra en una altitud aproximada de 680 metros. La media de las precipitaciones anuales de la zona es de 700-750 mm y la media anual de la evapotranspiración potencial es de 642-783,5 mm. Los suelos son pardos calizos descarbonatados con una textura franca y un pendiente de 6,3º aproximadamente.

El paisaje del sistema tiene un número total de polígonos de 103, dando lugar a una densidad de polígonos de 0,04, tiene 25 hábitats diferentes de los cuales el hábitat dominante es el 82c (cultivos herbáceos de secano), el cual ocupa un 43,82 % de la superficie. El tipo de forma de los polígonos es de 1,96, la dimensión fractal de 1,39, la fragmentación o relación entre el nombre total de polígonos y el número de hábitats, (Farina, 1998; Forman, 1995; Forman & Godron, 1986) es de 4,22, la superficie de cultivos herbáceos es de 12,39 Km², lo que representa un 43,82 % de la superficie total y finalmente, la superficie forestal respecto la superficie agrícola es de 0,78.

El sistema de manejo convencional es un sistema agro-silvo-pastoril de una extensión aproximada de 255,67 ha cada unidad de producción, cuyos subsistemas se describen a continuación.

Subsistema agrícola:

Tal y como indica la tabla 3, el subsistema agrícola es de unas 120 ha, donde predominan las especies herbáceas de cereal, trigo, cebada y avena, así como especies herbáceas forrajeras como la alfalfa, el raigrás, el trébol, la pastura del Sudán y el sorgo. Las semillas las compran fuera del sistema de la finca. La siembra es anual, utiliza métodos tradicionales combinados con siembra directa. No todos hacen rotación, y entre los que sí, hay quienes no tienen una pauta de rotación concreta. Fertilizan de forma orgánica con estiércol del ganado o procedente de fuera de la finca, además del pastoreo del ganado en las tierras agrícolas. También utilizan fertilizantes químicos. Utilizan herbicidas y alguno utiliza insecticidas. Los productos agrícolas en general sirven como alimento para el ganado, se venden en cooperativas o en sociedades limitadas.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

Disponen de una media de 14 máquinas distintas para las labores agrícolas, de las cuales normalmente no faltan: tractores, una sembradora, una embaladora, una distribuidora de estiércol y una cosechadora. Además, disponen de distintos almacenes. Como subsidios agrarios reciben la PAC.

Subsistema forestal:

El subsistema forestal es aproximadamente de 104,67 ha, en donde mayoritariamente el ganado pasta. Está formado principalmente por: pinares de pino negral (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) de los Prepirineos, el territorio ausosegárrico y las montañas mediterráneas septentrionales; y pinares de pino negral (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), o repoblaciones, sin sotobosque forestal. El subsistema forestal mayoritariamente no se gestiona ni se explota.

Subsistema pecuario:

El ganado consta mayoritariamente de vacas y terneras, aunque algunos pueden tener también cerdos y pollos. El ganado pasta por la superficie cultivada y forestal y también están estabulados (tabla 3). Se alimenta de grano producido fuera de la finca y de las pasturas. Los productos del subsistema pecuario se llevan a mataderos o se venden a cooperativas.

Subsistema familia:

Las familias que llevan a cabo este sistema productivo constan de entre dos y tres generaciones. El trabajo en la finca lo llevan a cabo entre cuatro y cinco personas. Más de la mitad de los trabajadores de la finca son hombres (64%) y el resto mujeres (36%). Aproximadamente la mitad de los trabajadores son externos a la finca y de estos una muy pequeña parte pueden ser inmigrantes. Las familias no obtienen otras fuentes de ingresos a parte de la comercialización de los productos de la finca, tal y como se recoge en la tabla 4. Las familias participan en cooperativas de venta y también en sindicatos como la *Unió de Pagesos*.

A continuación se conceptualiza el sistema de manejo convencional o de referencia mediante el siguiente diagrama (figura 1).

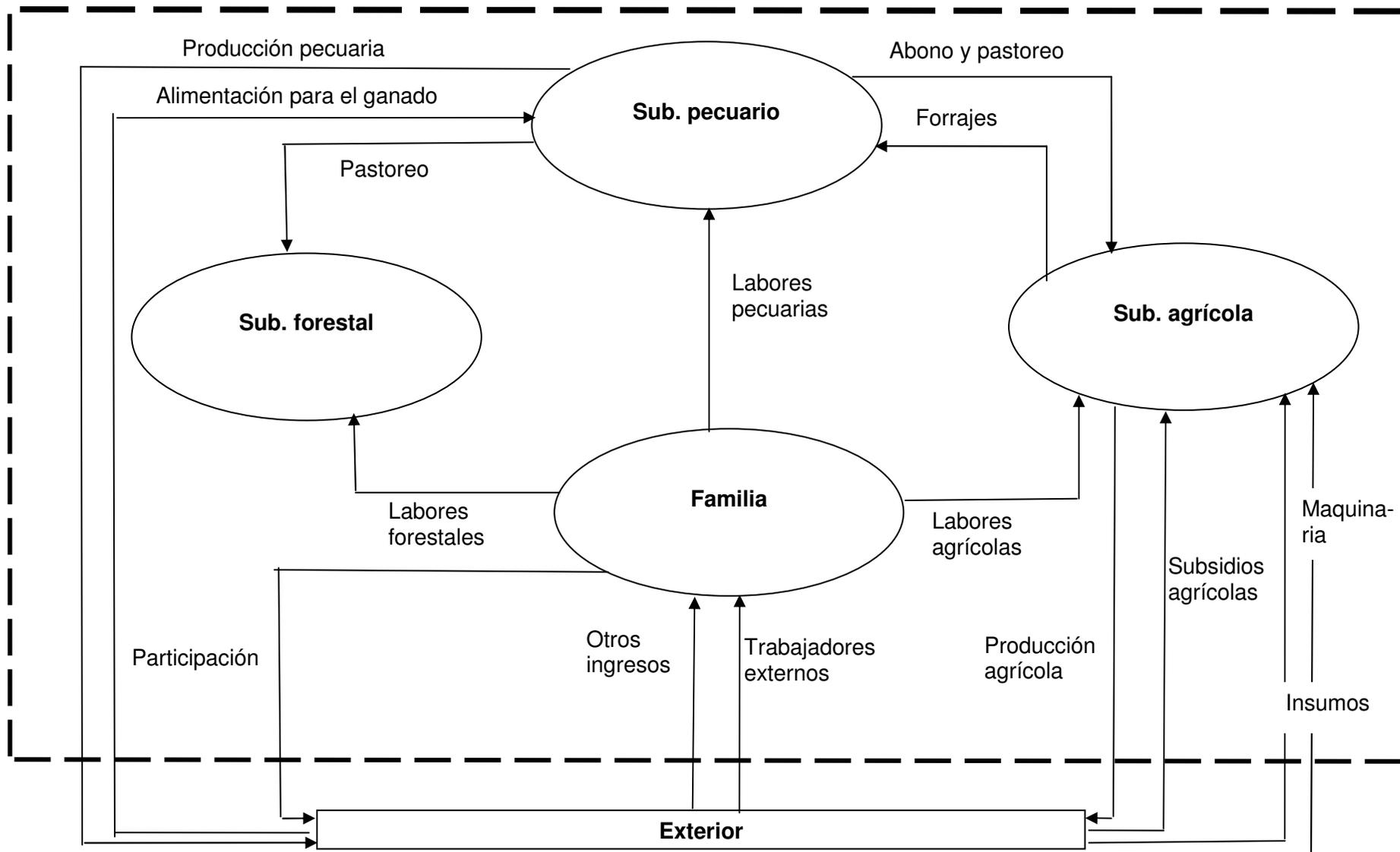


Figura 1. Diagrama del sistema de manejo convencional, donde los círculos representan los subsistemas y las flechas, los flujos entre ellos

Caracterización del Sistema de Manejo ecológico o alternativo

El sistema de manejo ecológico que se caracteriza en este trabajo se ubica en la comarca del Baix Berguedà (Catalunya). Se encuentra en una altitud aproximada de 711 metros. La media de las precipitaciones anuales de la zona es de 650-700 mm y la media anual de la evapotranspiración potencial es de 712-855 mm. Los suelos son pardos calizos con una textura franca y un pendiente de 6,5º aproximadamente.

El paisaje del sistema tiene un número total de polígonos de 130, dando lugar a una densidad de polígonos de 0,046. Tiene 24 hábitats diferentes, de los cuales el hábitat dominante es el 82c (cultivos herbáceos de secano), el cual ocupa un 32,55 % de la superficie. La forma de los polígonos es de 1,92, la dimensión fractal de 1,39, la fragmentación o relación entre el número total de polígonos y el número de hábitats, (Farina, 1998; Forman, 1995; Forman & Godron, 1986) es de 5,68, la superficie de cultivos herbáceos es de 8,95 Km² lo que representa un 31,67 % de la superficie total y la superficie forestal respecto la superficie agrícola es de 1,54 (tabla 2).

El sistema de manejo ecológico es un sistema agro-silvo-pastoril de una extensión aproximada de 247,33 ha cada unidad de producción, cuyos subsistemas se describen a continuación.

Subsistema agrícola:

Como se indica en la tabla 3, el subsistema agrícola es de unas 65 ha, donde predominan las especies herbáceas de cereal, trigo y cebada; y las especies herbáceas forrajeras, como la esparceta. La siembra es anual, utiliza métodos tradicionales y hacen rotación con dos o tres tipos de cultivos. Fertilizan de forma orgánica con estiércol del ganado, además del pastoreo del ganado en las tierras agrícolas. No utiliza ni herbicidas ni insecticidas. Parte de los productos agrícolas se autoconsumen, otra parte se venden en cooperativas o se venden directamente a un cliente final. Disponen de una media de 12 máquinas distintas para las labores agrícolas, de las cuales no faltan tractores, una distribuidora de estiércol y una cosechadora. Además, disponen de distintos almacenes. Como subsidios agrarios reciben la PAC y las ayudas agroambientales.

Subsistema forestal:

El subsistema forestal es aproximadamente de 181 ha, en donde las vacas pastan (tabla 3). Está formado principalmente por: pinares de pino negral (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), o repoblaciones, sin sotobosque forestal; y pinares de pinos silvestres (*Pinus sylvestris*), neutrobasófilos y mesófilos de los Pirineos y de las zonas septentrionales. Mayoritariamente, el subsistema forestal no se gestiona ni se explota.

Subsistema pecuario:

El ganado puede variar, ya sea de vacas y terneras, cerdos o corderos. El ganado pasta por la superficie cultivada y forestal, se alimenta también del grano producido en la finca y a veces también se les suministra alimentación que procede de fuera de la finca (tabla 3). Los productos del subsistema pecuario se venden directamente a un cliente final, a cooperativas o se llevan al matadero.

Subsistema familia:

Las familias que llevan a cabo este sistema productivo están formadas de dos o tres generaciones. El trabajo en la finca lo llevan a cabo entre tres y cuatro personas. Las personas que trabajan en la finca son mayoritariamente hombres, una tercera parte de los trabajadores son externos a la finca y de estos una pequeña parte son inmigrantes. Las familias pueden obtener o no otras fuentes de ingresos a parte de la comercialización de los productos de la finca. Las familias participan en cooperativas de venta, tal y como se recoge en la tabla 4.

A continuación se conceptualiza el sistema de manejo ecológico o alternativo mediante el siguiente diagrama (Figura 2).

Al Anexo 1, 2 y 3 se presentan los elementos genéricos o descriptivos de las determinantes biofísicas, tecnológicas y de manejo, y socioeconómicas y culturales, necesarias para caracterizar un sistema de manejo; y sus correspondientes valores del sistema ecológico y convencional.

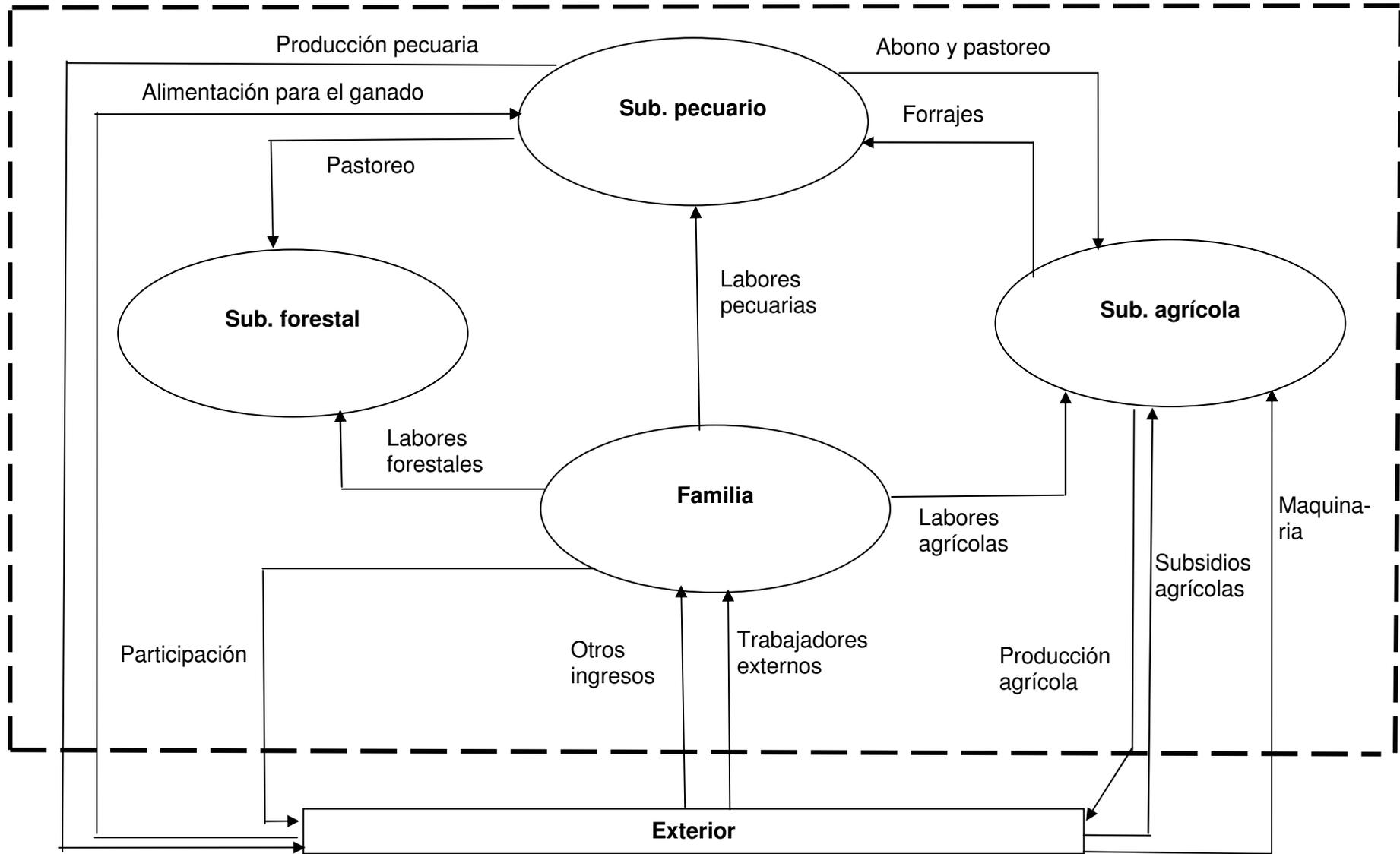


Figura 2. Diagrama del sistema ecológico donde los círculos representan los subsistemas y las flechas, los flujos entre ellos

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

<i>Descripción</i>		<i>Sistema Ecológico</i>	<i>Sistema Convencional</i>
Localización	Localización	Baix Berguedà	Baix Berguedà
Clima	Altitud	711 ± 72	681 ± 42
	Precipitaciones	650 - 700	700 – 750
	Evapotranspiración	712 - 855	642 – 783,5
Suelo	Tipo de suelo	Pardos calizos	Pardos calizos descarbonatados
	Textura del suelo	Franca	Franca
Características fisiográfica en un radio de 3 Km	Pendientes (º)	5,83 ± 0,83	6,33 ± 1,33
	Número de polígonos / número de hábitats	5,68 ± 1,45	4,22 ± 0,58
	Densidad: número de polígonos / ha	0,046 ± 0,01	0,04 ± 0,00
	Superficie de cultivos herbáceos (Km2)	8,95 ± 1,38	12,39 ± 1,34
	Superficie de cultivos herbáceos (%)	31,67 ± 4,86	43,82 ± 4,74
	Número de hábitats	24 ± 2	25,00 ± 2,52
	Número de polígonos	130,67 ± 21,49	103,00 ± 7,55
	Hábitat dominante	82c	82c
	Hábitat dominante (%)	32,55 ± 3,98	43,82 ± 4,74
	Dimensión fractal	1,39 ± 0,03	1,39 ± 0,02
Forma	1,92 ± 0,02	1,96 ± 0,03	

Tabla 2. Principales descriptivos o elementos genéricos de la determinante biofísica para caracterizar lo Sistemas de Manejo ecológicos y convencionales. Se indica por cada uno de los elementos la media y el error estándar, excepto los elementos cualitativos.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

<i>Descripción</i>		<i>Sistema Ecológico</i>	<i>Sistema Convencional</i>
Tipo de especies	Número de cultivos	14,33 ± 7,69	4,33 ± 1,67
Y principales variedades	Número de variedades	15,67 ± 7,86	5,33 ± 2,33
Tecnología aplicada	Ganadería	Vacas y terneras	1,00 ± 0,33
	Maquinaria (nº)	12,67 ± 5,70	14,67 ± 6,23
Manejo de suelos	Tipo de siembra: tradicional-directa	Tradicional	Tradicional y directa
	Fertilización: orgánica-inorgánica	Orgánica	Orgánica y inorgánica
Manejo de plagas, arvenses y enfermedades	Herbicidas: sí-no	No	Si
	Insecticidas: sí-no	No	No
Subsistemas de cultivos	Rotación: sí-no	Si	Si
	Número de tipo de cultivos en la rotación	2,33 ± 0,33	1,33 ± 0,67
	Área de cultivo (ha)	65,00 ± 10,41	120,00 ± 68,42
Subsistema forestal	Área de no cultivo	0,67 ± 0,67	11,75 ± 11,63
	Área de bosque (ha)	181,67 ± 34,44	104,67 ± 50,42
	Extracción de productos forestales: sí-no	No	No
Subsistema pecuario	Ganado: pastan(p)/estabulado€	Pastan y están estabulados	estabulado
	Alimentación: pastan/alimentación de fuera de la finca	Pastan y alimentación del exterior	Alimentación del exterior

Tabla 3. Principales descriptivos o elementos genéricos de la Determinante Tecnológica y de manejo para caracterizar a los sistemas de manejo ecológicos y convencionales. Se indica por cada uno de los elementos la media y el error estándar, exceto los elementos cualitativos.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

<i>Descripción</i>		<i>Sistema Ecológico</i>	<i>Sistema Convencional</i>
Nivel económico	Otras fuentes de ingresos: si-no	No	No
	Tipos de insumos externos	4,5	1,2,3,4,5
	Canales de comercialización	1,2,3	2,3
Escala de producción	Área total de la finca (ha)	247,33 ± 26,59	255,67 ± 117,91
Tipo de unidad	Explotación familiar: número de generaciones	2,67 ± 0,33	2,67 ± 0,33
Número de productores	Número total de trabajadores/as	3,67 ± 1,20	4,67 ± 1,45
	Número de trabajadoras	0,67 ± 0,67	1,67 ± 0,67
	Número de trabajadores	3,00 ± 0,58	3,00 ± 1,00
	Número de trabajadores externos	1,33 ± 0,33	2,00 ± 1,15
	Número de trabajadores inmigrantes	0,33 ± 0,33	0,33 ± 0,33
Tipo de organización	Participación en cooperativas: si-no	Si	Si
	Participación en sindicatos o agrupaciones corporativas: si-no	No	Si
	Participación en ONG's, plataformas o otros: si-no	No	No

Tabla 4. Principales descriptivos o elementos genéricos de la Determinante Socioeconómica y Cultural para caracterizar a los sistemas de manejo ecológicos y convencionales. Insumos externos: 1, semillas; 2, fertilizantes; 3, pesticidas, herbicidas, insecticidas; 4, alimentación para el ganado; 5, subsidios o ayudas. Canales de comercialización: 1, autoconsumo; 2, cooperativas; 3, comercialización directa a un cliente final; 4, comercialización especializada; 5, comercialización generalista. Se indica por cada uno de los elementos la media y el error estándar, excepto los elementos cualitativos.

3.2 Segundo paso: identificación de los puntos críticos del sistema.

A partir de la caracterización detallada de los sistemas agrícolas convencional y ecológico se han identificado los puntos críticos, tanto positivos como negativo, que inciden directamente sobre la sustentabilidad de los sistemas. La determinación de los puntos críticos se hizo con la información de las encuestas, y con información complementaria que poseíamos de experiencias y trabajos anteriores hechos en el Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Barcelona.

Se han identificado, pues, aquellos aspectos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para sostenerse en el tiempo, y que por lo tanto pueden facilitar u obstaculizar los atributos de la sustentabilidad: la productividad, la resiliencia, la confiabilidad, la equidad, la adaptabilidad y la autogestión del sistema (Maserà et al., 2000).

Los puntos críticos pueden corresponder directamente a un atributo o bien estar relacionados con varios de ellos. Así pues, la asociación de puntos críticos a atributos se hace para facilitar el análisis, pero en la práctica un punto crítico puede estar relacionado con más de un atributo.

A continuación se describen los puntos críticos de los sistemas de manejo analizados de la comarca del Berguedà (Baix Berguedà) relacionados con los atributos de sustentabilidad.

PRODUCTIVIDAD

La productividad es uno de los atributos fundamentales de la sustentabilidad de los SMRN (Sistemas de Manejo de los Recursos Naturales) y se refiere a la capacidad del sistema para brindar un nivel aceptable de bienes y servicios (Maserà et al., 2000). El rendimiento, la rentabilidad y el sistema de comercialización son los puntos críticos de la productividad de los sistemas de manejo analizados.

1. Bajos rendimientos: dado que el manejo de cualquier recurso natural debe tener como base un adecuado nivel de rendimientos biológicos y económicos, es importante considerar el rendimiento como punto crítico (Astier & Hollands, 2005). El rendimiento potencial de los sistemas con cereal de secano de la Península Ibérica tiende a ser bajo y con una variabilidad interanual, en relación a la baja disponibilidad de agua. Diversos estudios demuestran que la agricultura ecológica puede tener rendimientos un poco menores que la agricultura convencional, aunque los beneficios económicos son mayores (Meco, et al., 2000; Lacasta & Meco, 2001). El menor rendimiento de los sistemas ecológicos se relaciona, principalmente, con la menor disponibilidad de nitrógeno, la mayor competencia con la vegetación arvense y, en determinadas situaciones, con la incidencia de plagas y enfermedades difíciles de controlar sin tratamiento químico (Trewanas, 2001). El mayor rendimiento en el sistema convencional es a causa de la mejora en las semillas y el uso de agroquímicos.

2. Baja rentabilidad: en tanto que el sistema no sea autárquico, es decir, que esté conectado de alguna manera con los mercados, si no es rentable, tendrá serios problemas para sobrevivir en la medida en la que la economía local se

mercantilice. Así pues, en el aspecto económico, la rentabilidad en el sistema ecológico se considera un punto crítico positivo ya que las ventajas del sistema ecológico podrían ser el resultado de una productividad bastante alta, unos precios de venta altos debido a la alta calidad de los productos y de una reducción en los costos de producción por ahorro en insumos externos (Astier & Hollands, 2005). En cambio, en el sistema convencional la rentabilidad se considera como un punto crítico negativo ya que a pesar de una productividad alta, la rentabilidad disminuye por los menores precios de venta debido a una menor calidad de los productos, y por unos costes altos de producción, lo que provoca una reducción de los ingresos netos obtenidos del sistema.

3. Comercialización al gran mercado: los mecanismos asociativos de comercialización y el buen desempeño del sistema en la generación de ingresos están fundamentalmente vinculados al esquema eficiente y simple de comercialización de los productos, el cual se considera un punto crítico. En el sistema ecológico, la producción se vende directamente a comerciantes, a cooperativas o son comercializados “en mano”, es decir, se venden directamente a los consumidores finales mediante una red de clientes formada en el mercado del municipio, en las vecindades, los sindicatos y asociaciones de productores, o directamente en los domicilios urbanos o en cooperativas de consumidores en diferentes ciudades. Este sistema es especialmente remunerador a causa de que la venta directa al consumidor permite que el productor reciba mayores ganancias y de que los consumidores reconocen y valoran el producto orgánico y pagan el sobreprecio correspondiente. Sin embargo el mercado es muy especializado, local, ecológico o de calidad y además requiere de desarrollo de mercados alternativos. En el caso del sistema convencional, la producción tiene acceso al gran mercado y se vende directamente a mayoristas o a cooperativas, lo cual hace que los ingresos no sean tan grandes como en sistema ecológico.

4. Poca extracción productos forestales: tanto en el sistema ecológico como en el convencional se ejerce muy poca gestión forestal, ya que el precio de venta de la madera es muy bajo, y no hay una buena política de ayudas. Esto tiene una repercusión negativa en las entradas económicas de la familia.

ESTABILIDAD

Estabilidad es la propiedad del sistema de mantener los beneficios (en bienes y servicios, incluyendo los servicios ambientales) a lo largo del tiempo (Masera et al., 2000). Los puntos críticos de la estabilidad son los siguientes:

5. Degradación de la calidad de los suelos: el suelo es uno de los recursos naturales más importantes, ya que es la base central de toda actividad agraria (Lampkin 1990, International Federation of Organic Agricultura Movements, 2000). La calidad del suelo se define como la capacidad de funcionar de forma continuada como un sistema vital que sostiene la productividad biológica de los ecosistemas terrestres y favorece la calidad de las aguas y del aire, y en consecuencia la sanidad vegetal, animal y humana (Doran & Safley, 1997). Existe abundante evidencia que apoya la hipótesis de que los sistemas convencionales están afectando algunos atributos básicos del suelo

desencadenando procesos de degradación química, física y biológica, con impactos múltiples en la estabilidad, la resiliencia y la confiabilidad y la productividad. El manejo ecológico podría generar ventajas manteniendo o mejorando la fertilidad y disminuyendo los problemas de degradación de las propiedades física y biológicas del suelo (Astier & Hollands, 2005). Así pues, la evolución de la calidad de los suelos podría ser un factor que fortalece o limita la estabilidad ambiental del recurso suelo.

6. Disminución de la diversidad de la vegetación arvense y setos:

La diversidad de la vegetación arvense dentro de los agrosistemas proporciona un amplio rango de funciones ecológicas (Naem et al., 2000; Altieri, 1999; Estevez et al., 2000). Varios trabajos demuestran que el impacto de las prácticas agronómicas como el uso de herbicidas y el monocultivo ha comportado una progresiva simplificación y canalización de las comunidades arvenses (Andreasen et al., 1996; Masalles, 2004; Romero et al., 2004; Hilbig, 1982). El análisis del efecto de los herbicidas sobre la flora arvense mediante la comparación de fincas ecológicas y convencionales en Alemania refleja que la abundancia y la diversidad de la flora arvense son más grandes en las fincas ecológicas (Gruber et al., 2000; Rydberg & Milberg, 2000; Hald, 1999). Sin embargo, la ausencia de herbicidas no preserva automáticamente de la pérdida de biodiversidad ya que otros factores como la gestión, las rotaciones y la intensidad del control de especies arvenses también tiene importancia (van Elsen, 2000; Hyvonen et al., 2003).

La tendencia que acompaña la intensificación de la agricultura y la expansión de los monocultivos es la disminución de la vegetación asociada a los cultivos (Barr et al, 1991) y, en consecuencia la disminución de los hábitats disponibles por los insectos benéficos. Las implicaciones de la pérdida de los hábitats por el control biológico de plagas pueden ser importantes como se muestra en el hecho de que se da un aumento de plagas en los paisajes agrícolas homogéneos (Altieri & Letourneau, 1982; Altieri, 1994; Thies & Tschardtke, 1999). Los setos y otras estructuras del paisaje han recibido una considerable atención en Europa, en relación a los efectos sobre la distribución y la abundancia de insectos en los cultivos próximos.

Consecuentemente, se considera la abundancia y diversidad de la vegetación arvense y de la diversidad asociada a los cultivos, como puntos críticos positivos en los sistemas ecológicos y negativos en los sistemas convencionales.

7. Deterioro del bosque: la falta de de gestión correcta del bosque, comporta que éste no se limpie, que se produzcan incendios y, consecuentemente, se degrade. Así pues, se considera el deterioro paulatino del bosque como un punto crítico negativo tanto el sistema convencional como ecológico.

8. Poca diversidad de productos agrícolas producidos por el sistema: la diversidad de los productos generados por el sistema es un componente estratégico de la estabilidad de la economía agrícola, al contribuir a atenuar y distribuir los efectos de las fluctuaciones naturales y de los mercados, distribuir los riesgos, compensar las pérdidas de algún cultivo con la producción de otros, y diversificar los productos destinados al autoconsumo y a la venta. En el

sistema convencional hay mayoritariamente menos diversidad de productos agrícolas o pecuarios producidos en el sistema, ya que adoptan mayoritariamente pocas especies de cultivo y variedades altamente productivas, lo que hace que la diversidad de productos agrícolas sea un punto crítico negativo, al contrario que en el sistema ecológico.

9. Inestabilidad de los precios de venta: en el sistema convencional hay una alta e impredecible variación de los precios de venta de los productos y de compra de los insumos en el mercado; en cambio en el sistema ecológico los precios de venta son más estables, debido a que mayoritariamente las ventas son directas, y los precios los dictan los productores. En consecuencia, la inestabilidad de los precios de venta se considera como un punto crítico.

10. Generación de empleo: la mayor capacidad de retención de mano de obra del sistema convencional está relacionada con la estrategia de incrementar la productividad y la estabilidad del sistema por la vía de la inversión y la complejidad de la actividad productiva. Por un lado, la introducción sistemática de tecnologías y su mantenimiento crea nuevas demandas de trabajo. Por otro lado, el incremento del capital invertido permite ampliar la capacidad productiva, de lo que resultan mayores exigencias de manejo, creando nuevos espacios de empleo e intensificación del trabajo. Esta racionalidad más compartida por el sistema convencional que por el sistema ecológico, propicia la estabilidad de empleo (Astier & Hollands, 2005), lo que se considera un punto crítico.

EQUIDAD

Se refiere a la capacidad del sistema para distribuir de manera justa los beneficios y los costos, tanto productivos como ambientales (Matera et al., 2000). Los puntos críticos de la equidad son los siguientes:

11. Generación de externalidades negativas: la intensificación del cultivo y del sistema pecuario con base a mayores insumos externos, particularmente agroquímicos, puede aumentar la productividad pero representa un riesgo para la estabilidad de los sistemas, debido a sus altos costos y a sus efectos negativos sobre el medioambiente y sobre la salud (Matera & López-Ridaura, 2000). Además el importante consumo directo e indirecto de energía fósil asociado a la producción de fertilizantes sintéticos y pesticidas, la limitación de los recursos energéticos, y la relevancia de su efecto sobre el cambio climático requiere que la agricultura optimice su uso. Estudios recientes muestran que la gestión ecológica de los agroecosistemas reduce el consumo energético respecto de la gestión convencional (Haas & Köpke, 1994; Lampkin, 1997; Zarea et al., 2000; Lacasta & Meco, 2000; Fliessbach et al., 2001). Así pues, la expansión del sistema ecológico tendría un impacto ambiental positivo con respecto al sistema convencional, que beneficiaría a la sociedad en su conjunto, pero los costes correspondientes sólo serían asumidos por los productores, lo que llevaría a una falta de equidad (Matera & López-Ridaura, 2000). La generación de externalidades negativas se asocia muchas veces con la productividad o con la estabilidad. Eso es debido a que, como se ha dicho anteriormente, no siempre es fácil asociar un punto crítico con un atributo, sino que a menudo un punto crítico se relaciona con más de un atributo.

12. Escaso trabajo femenino: en la mayoría de los casos, la mujer ejerce solamente el papel en la gestión económica, y aún está lejos de estar totalmente presente en la toma de decisiones sobre cultivos e inversiones, y a participar en las redes sociales y procesos de capacitación. El agricultor continúa participando en las organizaciones. Así, las relaciones de género son marcadamente patriarcales en cuanto a división de trabajo, lo que genera desigualdad en el acceso a los recursos, en la toma de decisiones y en las diferentes formas de socialización. Por lo tanto se considera el escaso trabajo femenino como un punto crítico negativo de los sistemas de manejo analizados.

ADAPTABILIDAD

La adaptabilidad se refiere a la flexibilidad del sistema para encontrar nuevos niveles de equilibrio ante cambios importantes en el entorno económico o en las condiciones ambientales. También podría entenderse como su capacidad de adaptarse a los diferentes nichos, tanto agroecológicos como sociológicos (Maserà et al., 2000). El uso de variedades locales, los conocimientos tradicionales, y los procesos de innovación tecnológica y adopción de nuevas estrategias de producción, son los puntos críticos de la adaptabilidad.

13. Deterioro del saber local: la incorporación en el manejo del sistema de conocimientos tradicionales, así como prácticas y estrategias locales, evita la erosión del saber local, y además son mayoritariamente beneficiosas para el medio ambiente. Por otro lado, el sistema agrícola y los valores culturales ligados a éste forman parte de la memoria histórica local y refuerzan la identidad comunitaria y el sentido de permanencia. El sistema ecológico mayoritariamente incorpora conocimientos tradicionales, lo que se considera un punto crítico positivo. En cambio el sistema convencional ha abandonado buena parte de las prácticas tradicionales como la asociación de cultivos y el uso de variedades locales.

14. Alta innovación en tecnología moderna y baja adopción de tecnologías alternativas: cuando el productor no estaba inserto en la lógica del mercado, sino sólo en la producción de subsistencia, el nivel de conocimientos sobre sus recursos y sobre su manejo era adecuado para la obtención de las satisfacciones familiares y para la conservación de los recursos. En la medida que las necesidades aumentaron, el productor se vio con la necesidad de aumentar su producción y de vender parte de ésta. Se identifica como punto crítico negativo de los sistemas convencionales el desconocimiento de tecnologías alternativas que reduzcan la degradación ambiental y que sean económicamente viables, y los altos costes para adoptar la tecnología moderna asociada a una alta inversión de insumos externos (Astier & Hollands, 2005). En cambio, en el sistema ecológico el conocimiento de tecnologías alternativas que reduzcan la degradación ambiental y la poca adopción de tecnología moderna asociada a un alto uso de insumos externos, se considera como una fortaleza.

AUTOGESTIÓN

Se refiere al grado de autosuficiencia o no dependencia de los sistemas para poder enfrentar problemas productivos. Se refiere a la capacidad del sistema de controlar sus interacciones con el exterior, o sea, su grado de dependencia (Maserá et al., 2000). Se identificó los siguientes puntos críticos:

15. Escaso uso de variedades locales: el uso de variedades locales adaptadas a la región y al tipo de manejo es fundamental para una mejor expresión del potencial productivo de una estrategia agroecológica, así como para su desempeño económico, y para la conservación de especies autóctonas y/o locales. En el sistema convencional la falta de semillas es una limitante económica y productiva. Las personas dependen de las variedades ofrecidas en los mercados, las cuales no se adaptan a los sistemas de bajo uso de insumos externos, pues fueron desarrolladas para responder a fertilizantes e herbicidas. Además, si la planta no produce semilla será necesario comprarla para el próximo ciclo. En el sistema ecológico se utiliza, en general, más variedades locales y razas autóctonas, lo que se considera un punto crítico positivo, al contrario que en el sistema convencional. Este punto crítico también se podría asociar con el atributo estabilidad (resiliencia), ya que ayuda a reducir el riesgo de plagas o de pérdidas por siniestros.

16. Alto uso de insumos externos: los principales factores de dependencia de insumos externos serían la semilla y los agroquímicos. El campesino podría transformar en recursos endógenos, produciendo su propia semilla, su estiércol y promoviendo la biodiversidad para reducir el uso de herbicidas e insecticidas. En referencia a los fertilizantes, el reciclaje interno de la biomasa es el recurso para la reproducción de la fertilidad. Así pues, en el sistema ecológico, pocos insumos externos entran en el agroecosistema, y por lo tanto es más autosuficiente. En cambio el sistema convencional depende más de insumos externos que el ecológico y por lo tanto son menos autosuficientes. El uso de insumos externos sería una fortaleza para el sistema ecológico, ya que su alto nivel de complementariedad interna subsidia sus propias demandas de reproducción biológica y reduce el recurso para las compras en los mercados, lo que conlleva a un uso bajo de insumos externos. En cambio, para el sistema convencional se considera una debilidad ya que utiliza altos insumos externos.

17. Falta de organización y participación de los productores: uno de los puntos críticos de los sistemas es la cooperación y organización entre los productores para superar tanto los problemas productivos como los sociales, y por lo tanto la participación en sindicatos o agrupaciones. Históricamente, las formas organizativas han sido muy limitadas y los productores han estado renuentes a organizarse con fines productivos. Así el productor se enfrenta de manera individual y desventajosa a las fuerzas del mercado y a la obtención de recursos productivos, lo que además dificulta la transmisión de conocimientos para el mejoramiento tecnológico. Su desorganización impide que los productores controlen la totalidad del proceso productivo y en particular la cantidad y la oportunidad de venta de sus productos, así como los canales de comercialización (Maserá & López-Ridaura, 2000). Por otro lado, es también

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

importante la capacidad organizativa de la familia para la gestión del predio y el comercio de los productos.

A continuación se resumen los puntos críticos de los sistemas de manejo relacionados con los diferentes atributos que determinan la sustentabilidad (tabla 1).

<i>Atributo</i>	<i>Puntos crítico</i>
Productividad	1. Bajos rendimientos
	2. Baja rentabilidad
	3. Comercialización al gran mercado
	4. Poca extracción productos forestales
Estabilidad	5. Degradación de la calidad de los suelos
	6. Disminución de la diversidad de la vegetación arvense y setos
	7. Deterioro del bosque
	8. Poca diversidad de productos agrícolas producidos por el sistema
	9. Inestabilidad de los precios de venta
	10. Generación de empleo
Equidad	11. Generación de externalidades negativas
	12. Escaso trabajo femenino
Adaptabilidad	13. Deterioro del saber local
	14. Alta innovación en tecnología moderna y baja adopción de tecnologías alternativas
Autogestión	15. Escaso uso de variedades locales
	16. Alto uso de insumos externos
	17. Falta de organización y participación de los productores

Tabla 5. Puntos críticos que inciden sobre la sustentabilidad del sistema de manejo de referencia, relacionados con los atributos de sustentabilidad.

3.3 Tercer paso: selección de los criterios de diagnóstico e indicadores

3.3.1 Criterios de diagnóstico

Los criterios de diagnóstico describen los atributos generales de la sustentabilidad. Representan un nivel de análisis más detallado que éstos, pero más general que los indicadores. Constituyen el vínculo necesario entre atributos, puntos críticos e indicadores, con el fin de que éstos últimos permitan evaluar de manera efectiva y coherente la sustentabilidad del sistema. Dada la interrelación entre aspectos ambientales y socioeconómicos de la agricultura sustentable, el conjunto de criterios de diagnóstico deben cubrir tres dimensiones o áreas de evaluación: El área social, incluyendo aspectos culturales y políticos; el área económica; y el área ambiental. (Maserá et al., 2000).

Los criterios de diagnóstico de los sistemas analizados en este trabajo se resumen en la tabla 6.

<i>Atributos</i>	<i>Puntos críticos</i>	<i>Criterios de diagnóstico</i>	<i>Á.E.</i>
Productividad	1. Bajos rendimientos 2. Baja rentabilidad 3. Comercialización al gran mercado 4. Poca extracción productos forestales	Eficiencia	A
			E
Estabilidad	5. Degradación de la calidad de los suelos 6. Deterioro del bosque	Conservación de Recursos	A
	7. Disminución de la diversidad de la vegetación arvense y setos 8. Poca diversidad de productos agrícolas producidos por el sistema	Diversidad	A
			A,E
	9. Inestabilidad de los precios de venta 10. Generación de empleo	Vulnerabilidad	E S
Equidad	11. Generación de externalidades negativas	Distribución de costes y beneficios	S
	12. Escaso trabajo femenino	Acceso laboral diferenciado	S
Adaptabilidad	13. Deterioro del saber local 14. Alta innovación en tecnología moderna y baja adopción de tecnologías alternativas	Capacidad de cambio e innovación	S
Autogestión	15. Escaso uso de variedades locales 16. Alto uso de insumos externos	Control	A,E,S A,E,S
	17. Falta de organización y participación de los productores	Participación y organización	S

Tabla 6. Criterios de diagnóstico de los sistemas analizados relacionados con los atributos de sustentabilidad, los puntos críticos, y con la área de evaluación específica: área ambiental (A), área económica (E), y área social (S)

3.3.2 Selección de indicadores

Los indicadores seleccionados para el proceso de evaluación de sustentabilidad relacionados con los atributos y específicamente por el caso de estudio son:

PRODUCTIVIDAD

1. Rendimiento: este indicador se refiere al cálculo de la productividad primaria neta, o producto físico por unidad de superficie. Se calcula mediante una medición de la biomasa de partes útiles (p.ej. grano, rastrojo) por una superficie determinada en un muestreo aleatorio en parcelas y en diferentes campañas. Se calcula la media en cada sistema de manejo (Alonso & Guzmán, 2006)

2. Relación Beneficio Costo (B/C): es la relación entre los beneficios y costos totales descontados a futuro, es decir, se debe ajustar mediante las tasas de interés vigentes para los actores considerados. Los datos de los costos de producción y de los ingresos para hacer los cálculos se obtienen a partir de una encuesta. Para que la unidad productiva sea atractiva, la relación Beneficio-Coste debe ser mayor a uno (Maserà et al, 2000).

ESTABILIDAD

3. Calidad del suelo, análisis de materia orgánica: el indicador de calidad del suelo se puede estimar con un análisis de materia orgánica. Ésta participa en los procesos químicos, físicos y biológicos del suelo, y tiene un papel esencial en el funcionamiento del suelo, por esto ha sido propuesto por varios autores como un buen indicador de la calidad del suelo (Karlen et al., 1997; Lal, 1998; Stenberg, 1998; Sands & Podmore 2000; Ashad & Martín, 2002; Nortcliff, 2002). Los beneficios de la materia orgánica se relacionan con la capacidad de actuar como reserva de nutrientes y como fuente de fertilidad. La materia orgánica favorece la aireación del suelo al reducir la compactación y contribuye a la estructuración del suelo (Waters & Oades, 1991; Beare et al., 1994) y a la actividad microbiana (Zalidis et al., 2002). El uso intensivo del suelo favorece los procesos de mineralización, y en consecuencia, comporta una reducción de la calidad de materia orgánica (Masciandaro, 1998) que afecta negativamente la fertilidad, la estructura, la permeabilidad y la actividad biológica del suelo. Para estimar el contenido de materia orgánica, se recogen cinco muestras volumétricas (4,5 x 4,4 cm) hasta una profundidad de 20 cm distribuidas a lo largo de un transecto de 20 m a cada una de las parcelas. Las cinco muestras se juntan para obtener una muestra por parcela. Finalmente el contenido de materia orgánica se determina por oxidación con $K_2Cr_2O_7$ (Nelson & Sommers, 1996) (Bassa, 2006).

4. Calidad forestal: el indicador de la calidad forestal se puede estimar con el índice de diversidad biológica de Shannon⁵. Se deberán estimar inventarios florísticos durante el transcurso de varios ciclos de corta (Maserà et al., 2000).

⁵ Índice de Shannon = $\sum (ni/N) \log_2 (ni/N)$, ni: número de individuos de la especie i y N: número total de individuos

5. Diversidad biológica:

Diversidad de la flora arvense: este indicador nos muestra la diversidad de la flora arvense. Se estima con inventarios florísticos y el índice de Shannon-Weaver: a cada una de las fincas se selecciona varias parcelas de cereal, y a cada una de ellas se delimita al azar una superficie de 100 m². El recubrimiento de la vegetación arvense y la abundancia de cada una de las especies se evalúan mediante la estimación visual del recubrimiento. Para la estimación de la abundancia se utilizan seis categorías de recubrimiento: 1%-5%, 5%-12,5%, 12,5%-25%, 25%-50%, 50%-75%, 75%-100%. La diversidad de la vegetación arvense de cada una de las parcelas se evalúa a partir del recubrimiento de cada una de las especies mediante el índice de Shannon-Weaver.

Diversidad de los márgenes o setos: este indicador nos muestra la diversidad de los márgenes. Para estimarlo, se caracteriza fisonómicamente la vegetación de los setos de las parcelas seleccionadas a cada una de las fincas. Se establecen 4 tipos de unidades fisonómicas: 1, vegetación ruderal herbácea/sin vegetación; 2, fenalar/matorral/lastonar; 3, zarzal; 4, vegetación arbórea. El seto de cada una de las parcelas se fragmenta en unidades fisonómicamente homogéneas y a cada fragmento se le asigna una de las cuatro unidades más abundantes. Para cada parcela se evalúa la diversidad de los setos mediante el índice de Shannon-Weaver.

6. Porcentaje del ingreso derivado de distintos productos del sistema: este indicador trata de estimar formas de reducir el riesgo, refiriéndose a la existencia de esquemas de diversificación de actividades. Mediante una encuesta o entrevista con cada agricultor se dispone de los datos sobre el número de cultivos utilizados y la superficie ocupada por cada tipo de cultivo. Con estos datos se calcula la diversidad de los cultivos en cada finca mediante el índice de Shannon-Weaver (Bassa, 2006).

7. Evolución de los precios: este indicador estima la variabilidad del entorno económico en el que se encuentra inmersa la unidad de producción y su posibilidad de respuesta o control. Se puede determinar la variación de los precios regionales de los principales insumos y productos obtenidos de series históricas, calculando el coeficiente de variación como expresión del porcentaje de variabilidad.

8. Demanda o desplazamiento de trabajo: este indicador se puede medir como el número de jornales (jornales familiares y jornales asalariados) por hectárea requeridos por el sistema de manejo. Importante especificar que la mano de obra familiar adicional beneficia la rentabilidad del sistema, puesto que se trata de mano de obra no pagada. Los datos para calcular el indicador se obtendrán mediante una encuesta o entrevista (Alonso & Guzmán, 2006).

EQUIDAD

9. Participación laboral de la mujer: este indicador muestra la especialización funcional entre hombres y mujeres que surge de las nuevas exigencias en la división y gestión del trabajo familiar. La participación laboral de la mujer se mide con el porcentaje de mujeres de todos los que trabajan en el predio. Esta información se obtiene mediante una encuesta o entrevista.

ADAPTABILIDAD

10. Nivel de conocimientos locales: se puede estimar con el porcentaje de prácticas de manejo tradicional o local que utilizan de todas las prácticas de manejo. La información necesaria se obtiene mediante una encuesta o entrevista.

11. Asimilación de innovaciones: este indicador se refiere al nivel de incorporación de innovaciones tecnológicas. Se puede medir con la relación entre costos de inversión e ingresos de productos. Los datos se obtienen mediante una encuesta o entrevista (Astier & Hollands, 2005).

AUTODEPENDENCIA

12. Variedades locales: este indicador hace referencia al porcentaje de superficie de cultivo con semilla propia y local. Los valores para calcular el porcentaje se obtienen mediante una encuesta o entrevista al productor.

13. Grado de dependencia de insumos externos: indicador puede calcularse con un índice que muestre la relación entre los productos obtenidos en el sistema y el uso de insumos externos (insumos externos/unidad de producto). Los datos se obtienen mediante entrevistas o encuestas (Masera et al., 2000).

14. Número y tipo de organizaciones locales: se puede estimar con un diagnóstico que aborda los tipos y números de organización que existen en la región. Los datos se obtienen mediante la verificación en registros públicos.

El punto crítico “generación de externalidades negativas”, relacionado con el criterio de diagnóstico de “distribución de costes y beneficios”, se podría expresar con alguno de los siguientes indicadores: calentamiento global/efecto invernadero; ecotoxicidad acuática; ecotoxicidad terrestre, toxicidad humana, potencial de acidificación; potencial de eutrofización; pérdida de suelo, o contaminación fotoquímica (NOx). Sin embargo, no se ha escogido ninguno de estos indicadores porque son muy complejos y difíciles en su medición, por la cual cosa no lo podríamos llevar a la práctica.

Dado que seguramente se han escogido demasiados indicadores para llevarlos a la práctica, se debería hacer un análisis más detallado a posteriori utilizando talleres de discusión para ver si realmente todos los indicadores son estratégicos o se pueden quitar algunos, a fin de simplificar el trabajo de monitoreo y hacer un análisis más simple pero más riguroso.

Los instrumentos metodológicos y/o de cálculo para la obtención de los indicadores, no se ha desarrollado de una manera suficiente y rigurosa, ya que en determinados casos la medición de los indicadores dependerá del tiempo,

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

de los recursos económicos, materiales y de personal disponibles. Como estos factores no están no se conocen y no están determinados, no se ha podido establecer una metodología específica ni definitiva.

A continuación se resumen los indicadores indicando sus unidades, su método de medición, y el área de evaluación a la cual pertenecen (tabla 7).

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

<i>Indicadores</i>	<i>Unidades</i>	<i>M.M.</i>	<i>Á..E.</i>
1. Rendimiento	Kg/ha	C	A
2. Relación Beneficio Costo (B/C)	Núm.	B	E
3. Calidad del suelo, análisis de materia orgánica.	% o Kg/ha	C, E	A
4. Calidad forestal	H' (bits)	C	A
5. Diversidad biológica	H' (bits)	C	A
6. Porcentaje del ingreso derivado de distintos productos del sistema	H' (bits)	A, B	A, E
7. Evolución de los precios	€/unidad producto	D	E
8. Demanda o desplazamiento de trabajo	Núm./ ha	A, B	E, S
9. Participación laboral de la mujer	%	A, B	S
10. Nivel de conocimientos locales	%	A, B	S
11. Asimilación de innovaciones	Núm.	A, B	S
12. Variedades locales	%	A, B	A,E,S
13.Grado de dependencia de insumos externos	Núm.	A, B	A,E,S
14. Número y tipo de organizaciones locales	Núm.	D	S

Tabla 7. Indicadores de sustentabilidad, sus unidades, método de medición, y su área de evaluación. M.M: Métodos de medición: A) entrevista, B) encuesta, C) muestreo de campo, D) consulta de datos estadísticos o datos bibliográficos, E) análisis de laboratorio. A.E. Áreas de Evaluación: A) ambiental; E) económica; S) social. Núm.: Número

4. CONCLUSIONES

A partir de la realización de este trabajo podemos sacar las siguientes conclusiones:

El concepto de **desarrollo sustentable** se entiende como “el proceso mediante el cual se cubrirán de manera permanente las necesidades materiales y espirituales de todos los habitantes del planeta sin deterioro o incluso mejora de las condiciones socioambientales que les dan sustento” (Matera et al., 2000). Sin embargo, el concepto de desarrollo sustentable tiene importantes debilidades y existe una falta de consistencia en su interpretación (Lelé, 1991). Recientemente, han aparecido algunos textos marcadamente críticos y clarificadores del propósito de moda del desarrollo sustentable.

El concepto de **sustentabilidad** se define como la satisfacción de las necesidades ecológicas, sociales y económicas (Goodland, 1994) y las aspiraciones humanas y de otras especies (Milbraith, 1989; Junker, 1994), de manera que el futuro no esté comprometido por el presente, no se comprometa las necesidades de un área geográfica para satisfacer las necesidades de otra (Niu et al., 1993), se satisfagan las necesidades humanas y las aspiraciones dentro de los límites biológicos y el capital natural se mantenga y se aumente, se haga un esfuerzo para mantener y aumentar la sustentabilidad y eliminar la insustentabilidad, la sustentabilidad se reconozca como un concepto dinámico (Niu et al., 1993) que pueda tomar diferentes formas (Robinson et al., 1990), derivado y ajustado a factores contextuales (Shearman, 1990), y se consideren los objetivos éticos/normativas, sociopolíticos y de toma de decisiones, así como los instrumentos y las interdependencias (Lawrence, 1997). La formulación del concepto de sustentabilidad tiene interpretaciones conflictivas (Sunderlin, 1995) e importantes debilidades. Las referencias a la sustentabilidad aparecen en multitud de publicaciones y declaraciones sin embargo, existe poca voluntad de hacer planes de reconversión de la sociedad actual hacia bases más sustentables.

Se definen los **agroecosistemas sustentables** como aquellos que permitan: conseguir un alto nivel de productividad mediante el uso eficiente y sinérgico de los recursos naturales y económicos; proporcionar una producción confiable, estable y resiliente a perturbaciones mayores en el transcurso del tiempo, asegurar el acceso y la disponibilidad de los recursos productivos, el uso renovable, la restauración y la protección de los recursos locales, conseguir una adecuada diversidad temporal y espacial del medio natural y de las actividades económicas, y mecanismos de distribución del riesgo; brindar flexibilidad o adaptabilidad para amoldarse a nuevas condiciones del entorno económico y biofísico, por medio de procesos de innovación y aprendizaje, así como el uso de opciones múltiples; distribuir equitativamente los costos y beneficios del sistema entre diferentes grupos y generaciones involucradas, asegurando el acceso económico y la aceptación cultural de los sistemas propuestos; poseer un nivel aceptable de autogestión, para poder responder y controlar los cambios inducidos desde el exterior, manteniendo su identidad y sus valores.

Los atributos generales o propiedades de los agroecosistemas sustentables que se han identificado son los siguientes: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, equidad, y autodependencia (Maserá et al., 2000).

El **Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)** es una metodología para evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, la cual consta de seis pasos (Maserá et al., 2000). En este trabajo se ha aplicado el MESMIS en la zona del Baix Berguedà (Catalunya) de manera parcial es decir, se ha caracterizado el sistema de manejo convencional (referencia) y ecológico (alternativo), se ha identificado los puntos críticos (fortalezas y debilidades) de los sistemas de manejo evaluados, y se han seleccionado los indicadores estratégicos que permitan evaluar el grado de sustentabilidad de los sistemas de manejo propuestos. A modo de conclusión, la tabla 8 recoge los atributos de sustentabilidad, los puntos críticos, los criterios de diagnóstico, y los indicadores resultantes de la aplicación de los tres primeros pasos del MESMIS en el Berguedà (Baix Berguedà), de una forma clara y sintética. Así pues, se puede concluir que:

La productividad es uno de los atributos básicos de la sustentabilidad de los sistemas de manejo. Este atributo se ve obstaculizado por los bajos rendimientos de las cosechas; la baja rentabilidad económica, debida a los bajos precios de venta y a los altos costes de producción; el sistema de comercialización a grandes mercados, que incide en que las ganancias del productor sean menores; y la poca extracción de productos forestales que también hace que las entradas económicas de la familia sean menores de lo que podrían ser. La eficiencia se considera que es el criterio de diagnóstico que describe la productividad. Se distingue entre la eficiencia ambiental, relacionada con los bajos rendimientos y la eficiencia económica, relacionada con la baja rentabilidad, la comercialización al gran mercado y la poca extracción forestal. El indicador seleccionado para la eficiencia ambiental es el rendimiento, y para la eficiencia económica, la relación Beneficio Costo (tabla 8).

La estabilidad es el atributo que hace referencia al mantenimiento de los beneficios a lo largo del tiempo. Se distinguen tres criterios de diagnóstico que describen la estabilidad: la conservación de los recursos, la diversidad, y la vulnerabilidad. La conservación de recursos se ve limitada por la degradación de la calidad de los suelos y el deterioro del bosque. La diversidad analizada en el área ambiental está limitada por la disminución de la diversidad de la vegetación arvense y setos, y la diversidad en el área económica, está obstaculizada por la poca diversidad de productos agrícolas producidos por el sistema. Así mismo, se distingue entre la vulnerabilidad económica afectada negativamente por la inestabilidad de los precios de venta, y la vulnerabilidad en el área social, que se ve limitada por la generación de empleo. Los indicadores relacionados con la estabilidad, o mejor dicho, con la conservación de recursos son la calidad del suelo (análisis de materia orgánica) y la calidad forestal. La diversidad en el área ambiental se describe mediante un indicador de diversidad biológica, y en el área económica con el porcentaje del ingreso derivado de distintos productos del sistema. Finalmente, el indicador de la

evolución de los precios describe la vulnerabilidad en el área económica, y el indicador de la demanda o desplazamiento de trabajo describe la vulnerabilidad en el área social, tal y como se recoge en la tabla 8.

La equidad es un atributo que se refiere a la capacidad del sistema para distribuir de manera justa los beneficios y los costos. En el caso de estudio, la generación de externalidades negativas y el escaso trabajo femenino son aquellos puntos críticos que obstaculizan la equidad. Así pues, la distribución de costos y beneficios, y el acceso laboral diferenciado son los criterios de diagnóstico que describe la equidad en el área social. Los indicadores derivados de los puntos críticos son la ecotoxicidad terrestre, y la participación laboral de la mujer. Por razones metodológicas sólo se selecciona este último (tabla 8).

La adaptabilidad se entiende como la capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio ante cambios en el entorno. El deterioro del saber local, y la alta innovación en tecnología moderna y baja adopción de tecnologías alternativas son los puntos críticos que, en los sistemas de manejo analizados, limitan la adaptabilidad o capacidad de adaptación. La capacidad de cambio e innovación es el criterio de diagnóstico que describe el atributo de la adaptabilidad en el área social. Así, los indicadores derivados de los puntos críticos que afectan a la capacidad de cambio e innovación son: el nivel de conocimientos locales, y la asimilación de innovaciones, como se especifica en la tabla 8.

Finalmente, la autogestión es un atributo que hace referencia al grado de autosuficiencia de los sistemas para enfrentar problemas productivos. En los sistemas de manejo analizados en este trabajo, el escaso uso de variedades locales, el alto uso de insumos externos y la falta de organización y participación de los productores obstaculizan la capacidad de autosuficiencia del sistema. El control, tanto en el área ambiental, económica como social, y la participación y la autogestión describen la capacidad de autosuficiencia. El indicador relacionado con el control ambiental, pero indirectamente también social y económico, es las variedades locales. Otro indicador relacionado con el control en el área económica y social, pero indirectamente también en el área ambiental, es el número y tipo de organizaciones locales (tabla 8).

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

<i>Atributos</i>	<i>Puntos críticos</i>	<i>Criterios de diagnóstico</i>	<i>Indicadores</i>
Productividad	1. Bajos rendimientos	Eficiencia	1. Rendimiento
	2. Baja rentabilidad 3. Comercialización al gran mercado 4. Poca extracción productos forestales		2. Relación Beneficio Costo (B/C)
Estabilidad	5. Degradación de la calidad de los suelos	Conservación de Recursos	3. Calidad del suelo, análisis de materia orgánica
	6. Deterioro del bosque		4. Calidad forestal
	7. Disminución de la diversidad de la vegetación arvense y setos	Diversidad	5. Diversidad biológica
	8. Poca diversidad de productos agrícolas producidos por el sistema		6. Porcentaje del ingreso derivado de distintos productos del sistema
	9. Inestabilidad de los precios de venta	Vulnerabilidad	7. Evolución de los precios
	10. Generación de empleo		8. Demanda o desplazamiento de trabajo
Equidad	11. Generación de externalidades negativas	Distribución de costes y beneficios	(Ecotoxicidad Terrestre)
	12. Escaso trabajo femenino	Acceso laboral diferenciado	9. Participación laboral de la mujer
Adaptabilidad	13. Deterioro del saber local	Capacidad de cambio e innovación	10. Nivel de conocimientos locales
	14. Alta innovación en tecnología moderna y baja adopción de tecnologías alternativas		11. Asimilación de innovaciones
Autogestión	15. Escaso uso de variedades locales	Control	12. Variedades locales
	16. Alto uso de insumos externos		13. Grado de dependencia de insumos externos
	17. Falta de organización y participación de los productores	Participación y organización	14. Número y tipo de organizaciones locales

Tabla 8. Relación entre los atributos de sustentabilidad, los puntos críticos, los criterios de diagnóstico, y los indicadores obtenidos en la aplicación de los tres primeros pasos del MESMIS en el Berguedà (Baix Berguedà).

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecer, antes de todo, a los agricultores que han participado en este trabajo, tanto por el tiempo destinado a responder las preguntas de la encuesta, como por las charlas tan interesantes que hemos tenido: Joan Garriga, Eudal Ballarà, Josep Bover, Josep M^a Soler i Min, Jordi Canudes, Ramon Coma. Gracias a Dr. Omar Masera por su compromiso con este trabajo y por la paciencia en responder todas mis dudas, guiarme y corregir el trabajo. Gracias a Dr. Xavier Sans por el tiempo destinado a la orientación y corrección de este trabajo, así como por su implicación en este proyecto. Gracias a mis compañeros de piso, especialmente a Maria Llongueras y Xavier García, así como mi familia por ayudarme diferentes aspectos del trabajo y animarme siempre que era necesario. Gracias a Albert Romero y Laura Armengot, que como siempre, me han ayudado y aconsejado en las pequeñas dificultades que iban saliendo. Gracias, finalmente, a todos aquellos que me han apoyado y animado a lo largo de la elaboración de todo el proyecto.

6. BIBLIOGRAFIA

ABBONA, E., 2004. Evaluación de la sustentabilidad ecológica de sistemas agrícolas y su aporte al Desarrollo Rural Sustentable: el caso de viñateros de Berisso, Argentina. Tesis Doctoral.

ALONSO, M. & GUZMAN, G., 2006. Evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el olivar ecológico y convencional. *Agroecología*, 1: 63-73.

ALTIERI, M.A. & LETOURNEAU, D.L., 1982. Vegetation management and biological control. *Crop Protection* 1: 405-430.

ALTIERI, M.A., 1994. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica*, 54 (4): 371-86

ALTIERI, M.A., 1994. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. Haworth Press, Boulder, New York.

ALTIERI, M.A., 1999. The ecological rol of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74: 19-31

ALTIERI, M.A., 2000. The ecological impacts of transgenic crops on agroecosystem health. *Ecosystem Health*, 6: 13-23.

ALTIERI, M.A., LETOURNEAU, D.K. & DAVIS, J.R., 1983. Developing sustainable agroecosystems. *BioScience*, 33: 45-49.

ANDREASEN, C., STRYHN, H & STREIBIG, J.C., 1996. Decline of the flora in Danisch arable fields. *Journal of Applied Ecology*, 33: 619-626.

ARSHAD, M. A., & MARTIN, S., 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88: 153-160.

ASTIER, M. & HOLLANDS, J. (Eds.), 2005. *Sustentabilidad y Campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamerica*. Mundi-Prensa.México

AULD, B.A. & TISDELL, C.A., 1988. Influence of spatial distribution of weeds on crop yield loss. *Plant Protection Quarterly*, 3: 81.

BADAL, M., 2001. Núcleos rehabilitados y experiencias colectivas de autoabastecimiento. Tesis para la V maestría en Agroecología y Desarrollo Rural Sustentable. Inédito. Baeza.

BAKKES, J.A., VAN DER BORN, G.J., HELDER, J.C., SWART, R.J., HOPE, C.W & PARKER, J.D.E. *An overview of environmental indicators: State of the art and perspectives*. PNUMA/RIVM. Nairobi.

BANCO MUNDIAL, 1987. Environment, growth and development. *Development Comité Pamphlet*, 14.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

BARR, C., HOWARD, D., BUNCE, R., GILLESPIE, M. & HALLAM, C., 1991. *Changes in headgerows in Britain between 1984 and 1990*. Institute of Terrestrial Ecology

BASSA, M., 2006. Estudi de l'efecte de la intensificació sobre la sostenibilitat dels conreus herbacis extensius de secà mitjançant la comparació de finques ecològiques i convencionals al Baix Berguedà. *Projecte Final de Carrera de Ciències Ambientals (UB)*

BEARE, M.H., HENDRIX, P.H., & COLEMAN, D.C., 1994. Waterstable aggregates and organic matter fractions in conventional and no-tillage soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:777-786.

BERGH & JEROEN, C.J.M, 1996. *Sustainable Development and Management. Ecological Economics and Sustainable Development: Theory, Methods and Applications*. Edward Elgar Publishing Cheltenham, Reino Unido. Bookchin (1999) pp: 53-79.

BROOKS, H., 1992. *The concept of sustainable development and environmentally sound technology for sustainable development*. Advanced technology assessment system. Issue 7. United Nations Publications. New York. pp: 187.

BROWN, L.R., 1987. Sustaining world agriculture. En: *State of the World 1987*. Starke, L. (Ed.). A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society. W.W. Norton & Company. New York. pp: 122-138.

BUTTEL, F. & GILLESPIES, G.W., 1988. Agricultural research and development and the appropriation of progressive symbols: Some observations on the politics of ecological agriculture. Ithaca, N.Y: Department of Rural Sociology, Cornell University. *Bulletin*, 151. *Catalunya. El Beges, el Berguedà, i el Solsonès*. Fundació Enciclopèdia Catalana, 2. pp: 212-232.

CNUMAD, 1992. Programa 21. *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD)*. Naciones Unidas

COHEN, J. & UPHOFF, N., 1980. Participation's place in rural development: Seeking to clarify through specificity. *World Development*, 8: 213-235.

CONABLE, B., 1986. Address to the Board of Governors of the World Bank and the International Finance Corporation. Washington, DC: World Bank

CONWAY, G.R., 1985. Agroecosystems analysis. *Agric. Admin*, 20: 31-55.

CONWAY, G.R., 1994. Sustainability in agricultural development: Trade-offs between productivity, stability and equitability. *Journal for Farming Systems and Research-Extensions* 4 (2): 1-14.

COSTANZA, R., 1991. *The Ecological Economics of Sustainability: Investing in Natural Capital. Environmentally Sustainable Economic Development: Building*

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

on Brundtland. R. Goodland, H. Daly, S. El Serafy & B. von Droste (Eds.). Nueva York. UNESCO. pp 83-90.

DAVIS, T.J. & SCHIRMER, I.A. (Eds.), 1987. Sustainability issues in agricultural development. En: *Proceedings of the Seventh Agriculture Sector Symposium*. The World Bank, Washington, D.C.

DE CAMINO, V.R. & MULLER, S., 1993. Sustentabilidad de la agricultura y los recursos naturales. Bases para establecer indicadores. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – GTZ. *Serie documentos de Programas*, 38.

DELACOURT, T., 1990. *Beyond Brundtland*. New Horizons Press. New York. pp: 139.

DIXON, J.A. & FALLON, L.A., 1989. The concept of sustainability: origins, extensions and usefulness for policy. *Society and Natural Resources*, 2: 73-84.

DORAN, J.W. & SAFLET, M., 1997. Defining and assessing soil health and sustainable productivity. En: *Biological Indicators of soil Health*. Pankhurst C., Doube B.M. & Gupta V. (Eds.), CAB Internacional, Wallingford. pp: 128.

DOVER, M. & TALBOT, L.M., 1987. To Feed the Earth: Agro-Ecology for Sustainable Development. World Resources Institute. Washington, DC.

DRUMMOND, I. & MARSDEN, 1999. *Sustainable Development: The Impasse and Beyond. The Condition of Sustainability*. Londres, Routledge. pp: 7-23.

DUMANSKI, J., 1994. Sustainable land management for the 21st century. International Workshop on Sustainable Land Management for the 21st Century. University of Lethbridge, Canadá: Agricultural Institute of Canada.

EDWARDS, C.A., 1987. The concept of integrated systems in lower inputs/sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*, 2: 148-152.

EDWARDS, C.A., LAL, R., MADDEN, P., MILLER, R.H. & HOUSE, G., 1990. *Sustainable agricultural systems*. Soil and Water Conservation Society. Iowa, EUA.

ENVIRONMENT COMMITTEE, 1985. *Environmental Assessment and Development Assistance: Final Report of the Ad-Hoc Group*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development

ESCOBAR, A. & THRUPP, L.A., 1992. Sustaining a world-view: A critique of the ideology of sustainable development. Inédito.

ESTEVEZ, B. et al., 2000. Use of landscape ecology in agroecosystem diversification towards phytoprotection. *Phytoprotection*, 81: 1–14.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

FARINA, A. 1998. *Principles and methods in Landscape Ecology*. Chapman & Hall. Londres.

FARRELL, A. & HART, M., 1998. What does Sustainability Really Mean? The Search for Useful Indicators. *Environment*, 40 (9): 4-9 y 26-31.

FERNÁNDEZ, R., 2000. Capitalismo global, resistencias sociales y estrategias del poder. Fotocopias complementarias a la "Exposición del desorden". Madrid

FLIESSBACH, A., MÄDER, P., PFIFFNER, L., DUBOIS, D., GUNST, L., 2001. *Le bio améliore la fertilité du sol et la biodiversité*. Wilson, E.O. (Ed.), 1988. Biodiversity. National Academy Press. Washington DC. Dossier IRAB, 1.pp: 16.

FORMAN, R.T.T. & GODRON, M., 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons. New York.

FORMAN, R.T.T., 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* 1: 133-142

FRANCIS, C. & KING, J., 1994. Will there be people in sustainable ecosystems? Designing an educational mosaic for the 22nd century. *American Journal of Alternative Agriculture*, 9 (1 y 2): 16-22

FRANCIS, C.A., SANDER, D. & MARTIN, A., 1987. Search for a sustainable agricultura: Reduced inputs and increased profits. *Crops and Soils*: Aug-sept: 12-14.

GALLOPÍN, G., 2003. Sustentabilidad y desarrollo sustentable: un enfoque sistémico. *Cepal Eclac*, Santiago de Chile.

GALLOPÍN, G.C, FUNTOWICZ, S., O'CONNOR, M., RAVETZ, J., 2001. Science for the 21st Century: from Social Contract to the Scientific Core. *Int. Journal Science*, 168: 219-229.

GALLOPIN, G.C. & CHRISTIANSON, K., 2000. Sustainable Development, Society and the Environment: A Conceptual Framework for Tracking the Linkages, *Stockholm Environment Institute*. Estocolmo.

GALLOPÍN, G.C., 1996^a. Environmental and Sustainability Indicators and the Concept of Situational Indicators. A systems Approach. *Environmental Modelling & Assessment*, 1 (3): 101-117.

GALLOPÍN, G.C., 1999. Generating, Sharing and Utilizing Science to Improve and Integrate Policy. Special Issue: Science and Sustainable Development. *International Journal of Sustainable Development*, 2 (3): 397-410.

GALLOPÍN, S., GUTMAN, P. & MALETTA, H., 1989. Global impoverishment, sustainable development and the environment: A conceptual approach. *American Journal of Alternative Agriculture*, 9, (1): 16-22.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

GASOL, J.M., PLADEVALL, A. & BACH, A., 1981. *Gran geografia comarcal de GENG, S., HESS, C.E. & AUBURN, J., 1990. Sustainable Agricultural Systems: Concepts and Definition. J. Agronomy & Crop Science, 165: 73-85*

GOODLAND, R., 1993. Definition of environmental sustainability. *Internacional Association for Impact Assessment, 5 (2): 1-2.*

GOODLAND, R., 1994. Environmental sustainability and the power sector. *Impact Assessment, 5 (2):1-2.*

GRUBER, H. et al. 2000. Influence of farming system on weeds in thresh crops of a Sixyear crop rotation. *Zeitschrift für Pflanzkrankheiten Ujnd PflanzenschutzJournal of Plant Diseases and Protection, 33-40.*

HAAS, G. & KÖPKE, U., 1994. *Vergleich der klimarelevanz ökologischer und konventioneller landbewirtschaftung.* Studies (H) im auftrag der enquetekommission des deutschen bundestages Schultz der Erdatmosphäre. Dkarlsruhe, Economica verlag.

HALD, A.B., 1999. Weed vegetation (wild flora) of long established organic versus conventional cereal fields in Denmark. *Annals of Aplied Biology, 134: 307-314.*

HILBIG, W., 1982. *Preservation of agrestal weeds in Biology and Ecology of Weeds.* Dr. Junk Publishers. The Hague.

HOLLING, C.S., 2001. Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems, 4: 390-405.*

HYVONEN, T., KETOJA, E., SALONEN, J., JALLI, H. & TIAINEN, J., 2003. Weeds species diversity and community composition inorganic and convencional cropping of spring cereals. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 97: 131-149.*

INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS, 2000. Basic Standards for Organic Productions and Processing. Decided by IFOAM General Assembly in Basel, Switzerland, TholeyTheley.; http://www.ifoam.org/standard/index_neu.html

IUCN, 1980. World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development. Gland Switzerland: Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources. United Nations Environment Program and World Wildlife Fund.

JACOBS, P., GARDNER, J. & MUNRO, D., 1987. Sustainable and equitable development: An emerging paradigm. En: *Conservation with Equity: Strategies for Sustainable Development.* Jacobs, P. & Munro, D.A. (Eds.). Cambridge. Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources. pp:17-29.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

JASANOFF, S. et al., 1997. Conversations with the Community: AAA and the Millennium. *Science*, 278: 2066-2067.

JIMÉNEZ, L., 1997. Capital natural y desarrollo sustentable: una reflexión sobre las áreas de montaña. En: *Paisaje y Desarrollo Integral en Áreas de Montaña*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

JODHA, N.S., A. 1987. case study of the decline of common property resources in India. En: *Land Degradation and Society*. Blaikie. P. & Brookfield (Eds.). New Cork. Methuen. pp: 196-207.

JUNKER, K., 1994. Understanding the rhetorical nature of science in the implementation of Agenda 21. *The Environmental Professional*, 16 (4): 349-355.

KARLEN, D.L., MAUSBACH, M.J., DORAN, J.W., CLINE, R.G., HARRIS, R.F. & KATES, R.W., CLARK, W.C., CORELL, R., HALL, J.M., JAEGER, C.C., LOWE, I., McCARTHY, J.J., SCHELLNHUBER, H.J., BOLIN, B., DICKSON, N.M., FAUCHEUX, S., GALLOPIN, G.C., GRUEBLER, A., HUNTLEY, B., JÄGER, J., JODHA, N.S., KASPERSON, R.E., MABOGUNJE, A., MATSON, P., MOONEY, H., MOORE III, B., O'RIORDAN, T. & SVEDIN, U., 2001 Sustainability science. *Science*, 292: 641-642.

KROBER, G. 1992. Environmentally sound technology in the context of sustainable development. En: *Environmentally sound technology for sustainable development*. Advances technology assessment system. Issue #7. United Nations. New York. pp: 25-29.

LACASTA, C., & MECO, R., 2000. Costes energéticos i económicos de agrosistemas de cereales considerando manejos convencionales i ecológicos. *IV Congreso SEAE*. Córdoba.

LAL, R., 1998. Soil quality and sustainability. En: *Methods for Assessment of Soil Degradation*. Lal R., Blum, W.H., Valentine, C. & Stewart, B.A. (Eds.).Col. Advances in Soil Sciences. CRC Press. Boca Raton (USA)

LAMPKIN, N., 1990. *Organic Farming*. Farming Press Books. Ipswich, U.K.

LAMPKIN, N., 1997. .Organic livestock production and agriculture sustainability. En: *Resource Use in Organic Farming*. Proceedings of the Third ENOF Workshop. Ancona.

LAWRENCE, D.P., 1997. Integrating Sustainability and Environmental Impact Assessment. *Environmental Management*, 21 (1): 23-42

LEITH, B., 1995. The social cost of sustainability. *Alternatives*, 21 (1): 18-24.

LÉLÉ, S.M., 1991. Sustainable Development: A Critical Review. *World Development*, 19 (6): 607-621.

MARTÍNEZ ALIER, J., 2005. *El ecologismo de los pobres*. Icaria.

MASALLES, R.M., 2004. Respuestas de la vegetación arvense a los tratamientos agrícolas. *Lazaoa*, 25: 35-41.

MASCIANDARO, G., CECCANTI, B. & GALLARDOLANCHO, J.F., 1998. Organic matter properties in cultivated versus setaside arable soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 67: 267-274.

MASERA, O. & LÓPEZ-IDAURA, S. (Eds.), 2000. *Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México Rural*. Mundi-Prensa. México.

MASERA, O., ASTIER, M., LÓPEZ-RIDAURA, S., 2000. Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación MESMIS. México, D.F. Mundi Prensa, GIRA e Instituto de Ecología, UNAM

MASLOW, A. & LOWERY, R. (Eds.) 1998. *Toward a psychology of being*. (3^a ed.). New Cork: Wiley & Sons.

MAX-NEEF, M., 1991. Development and human needs. En: *Real-life economics*. Ekins, P. & Max-Neef, M. Londres.Reino Unido: Routledge. pp: 197-214.

MEADOWS, D.L. & D.L., 1991. *Beyond the Limits*.

MECO, C., LACASTA, C., ESTALRICH, G. & GARCÍA MURIERAS, G., 2000. La agricultura ecológica en cereales, una alternativa para zonas semiáridas. Una alternativa para el mundo real del tercer milenio. *Actas SEAE* 83: 83-94.

MERRILL, R., (Ed), 1976. *Radical Agriculture*. Harper & Row. NY. pp: 459.

MIES, M. & SHIVA, V., 1998. *La praxis del ecofeminismo*. Icaria Editorial. Barcelona.

MIES, M., 1992. Liberación del consumo o politización de la vida cotidiana. *Revista Mientras Tanto*, 48. Barcelona.

MILBRAITH, L.W., 1989. *Envisioning a sustainable society*. State University of New York Press. Albany. pp: 403.

MISOPOLINOS, N., 2002. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88: 137-146.

M'MWERERIA, G.K., 1996. Technology, Sustainable Development and Imbalance: A southern Perspective. International Conference on Technology, Sustainable Developmente and Imbalance. Tarrasa, Spain.

MUNN, T., WHYTE, A. & TIMMERMAN, P., 1999. Emerging Environmental Issues: A Global Perspective of SCOPE. *Ambio*, 28 (6): 464-471.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

NAEEM, S et al., 2000. Plant diversity increases resistance to invasion in the absence of covarying extrinsic factors. *Oikos* 91: 97-108.

NAREDO, J.M., 1996. Sobre el origen, el uso y el contenido del término sustentable. Moptma, A (Ed.). En: *Ciudades para un futuro más sustentable*. Catálogo Español de Buenas Prácticas. Madrid. Comité Español Hábitat II.

NIU, W., LU, J.J. & KHAN, A.A., 1993. Spatial systems approach to sustainable development: A conceptual framework. *Environmental Management*, 17 (2): 179-186.

NORGAARD, R. & SIKOR, T., 1999. Metodología y práctica de la agroecología. En: *Agroecología. Bases Científicas Para Una Agricultura Sustentable*. Altieri (Ed.) Nordan-Comunidad, Uruguay. pp:31-46.

NORGAARD, R.B., 1994. *Development Betrayed. The end of progress and a coevolutionary revisioning of the future*. Routledge. Londres y Nueva York pp: 22.

NORGAARD, R.B., 1988. Sustainable development: A coevolutionary view. *Futures*, 20 (6): 606-620.

NORGAARD, R.B., 1996. Globalization and unsustainability. International Conference on Technology Sustainable Development and Imbalance. Tarrassa, Spain.

NORTCLIFF, S., 2002. Standardization of soil quality attributes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88: 161-168.

NORTON, B.G., 1992. Sustainability, Human Welfare and Ecosystem Health. *Ecological Economics*, 14 (2): 113-127.

O'RIORDON, T., 1988. The politics of sustainability. En: *Sustainable environmental management*. Turner, R.K (Ed.). Belham Press. London. pp: 29-50.

PEARCE, D.W. & ATKINSON, G., 1992. *Are national economies sustainable? – Measuring sustainable development*. CSERGE GEC Working Paper 92-11. University Collage Londres. pp: 18

PEZZEY, J., 1989. Economic analysis of sustainable growth and sustainable development. *Environment Department Working Paper*, 15. Washington,

POINCELOT, R.P., 1986. *Toward a More Sustainable Agriculture*. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.

RANDHAWA, N.S. & ABROL, I.P., 1990. Sustainable agriculture: The Indian scene. En: *Sustainable agriculture systems*. Edwards, C.A., Lal, R., Madden, P., Miller, R.H. & House, G. Soil and Water Conservation Society. USA.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

REES, W.E., 1990. The ecology of sustainable development. *Ecologist*, 20 (1): 18-23.

REPPETTO, R., 1986. *Economics policy reforms for natural resources conservation*. World Resources Institute. Washington D.C., EUA

RESÉNDIZ-NUÑEZ, D., 1992. Sustainability and the nature of development. *En: Environmentally sound technology for sustainable development*. Advanced technology assessment system, Issue #7. United Nations, New York. pp: 13-18.

ROBINSON, J., FRANCIS, G., LEGGE, R. & LERNER, S., 1990. Defining a sustainable society. *Alternatives* 12 (2): 36-46.

ROCA, J., 2007. La crítica al crecimiento económico desde la economía ecológica y las propuestas de decrecimiento. *Ecología Política*, 33.

ROMERO, A., 2004. Estudi comparatiu de l'estructura i la composició florística de les comunitats vegetals en finques ecològiques i convencionals. Memoria DEA. Universitat de Barcelona.

RYDBERG, N.T. & MILBERG, P., 2000. A survey of weeds in organic farming in Sweden. *Biological Agricultura & Horticultura*, 18: 175-185

SACHS, I., 1994. Entrevista. *Science, Nature, Societé*, 2 (3)

SADLER, B. & JACOBS, P., 1990. A key to tomorrow: On the relationship of environmental assessment and sustainable development. *En: Sustainable development and environmental assessment: Perspectives for common future*. Canadian Environmental Assessment Research Council. Ottawa pp: 3-31.

SANDS G.R. & PODMORE, T.H., 2000. A generalized environmental sustainability index for agricultural systems. *Agricultura Ecosystems and Environment*, 79: 29-41

SCHULLNHUBER, H.J., 1998. Earth System Analysis. The Scope of the Challenge. *En: Earth System Analysis. Integrating Science for Sustainability*. Schullnhuber H.J. & Wenzel, V. (Eds.). Springer, Berlin.

SCHULLNHUBER, H.J., 1999. Earth system analysis and the second Copernican revolution. *Nature*, 402: c19-c23.

SCHUMMAN, G.E., 1997. Soil quality: A concept definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal*, 61: 4-10

SEVILLA-GUZMÁN, E., 1997. La agroecología como marco teórico para el desarrollo rural. *En: Paisaje y Desarrollo Integral en Áreas de Montaña*. Jornadas sobre el paisaje. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. pp: 135-150.

SHEARMAN, R., 1990. The meaning and ethics of sustainability. *Environmental Management*, 14 (1): 1-8.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

SHULTZE, E.D., & MONEY, H.A., 1993. *Biodiversity and ecosystem function*. SpringerVerlag. Berlin.

SIMÓN, X., 1999. Del crecimiento económico a la supervivencia. Una reflexión desde la economía ecológica. *Revista Renglones*, 41-42.

SMITH, L.G., 1993. *Impact assessment and sustainable resource management*. Longman Scientific and Técnico. Essex. England. pp: 210.

SOLBRIG, O.T., 1991. From genes to ecosystems: a research agenda for biodiversity. IUBS-SCOPE-UNESCO. Paris.

STENBERG, B., 1998. Soil attributes as predictors of crop production under standardized conditions. *Biol. Fertil. Soils*, 27: 104-112.

SUNDERLIN, W.D., 1995. Sustainability, feminist visions and the utopian tradition. *Journal of Planning Literature*, 9 (4): 362-369.

THIES, C. & TSCHARNTKE, T., 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science*, 285: 893-895.

THOMPSON, P.B., 1992. The varieties of sustainability. *Agric. Human Values*, 9 (3), 11-19.

TOLBA, M. K., 1984^a. *The premises for building a sustainable society – Address to the World Commission on Environment and Development*. United Nations Environment Programme. Nairobi.

TOMMASINO, M., 2001. *Early genes of human papillomaviruses*. Encyclopedic reference of cancer. Springer-Verlag. pp. 266-272.

TORQUEBIAU, E., 1989. Sustainability indicators in agroforestry: The example of homegardens. En: *Views and issues on agroforestry and sustainability*. ICAAF. Nairobi, Kenia.

TREWANAS, S., 2001. Urban myths of organic farming. *Nature*, 410: 409-410.

TURNER, R., 1993. Sustainability: principles and practice. En: *Sustainable environmental economics and management: principles and practice*. R. Kerry Turner (Ed.). Belhaven Press. Londres. pp: 3-36.

UNITED STATES AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (USAID), 1988. Sustainability of development programs: A compendium of donor experience. Washington, D.C., EUA. *Discussion paper*, 24..

VanELSEN, T., 2000. Species diversity as a task for organic in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 77: 101-109.

VANLOON, G.W., PATIL, S.G. & HUGAR, L.B., 2005. *Agricultural Sustainability. Strategies for Assessment*. SAGE Publications. New Delhi.

Selección de indicadores de sustentabilidad de los sistemas de manejo ecológicos y convencionales de cultivos herbáceos de secano en el Berguedà (Catalunya)

VERCELLI, A., 1998. *Sustainable Development and the Freedom of the Future Generations. Sustainability: Dynamics and Uncertainty*. Chichilniski, Graciela, Geoffrey M. Heal & Alessandro Vercelli (Eds.). Londres, Kluwer Academia Publishers.

WATERS, A.G., & OADES, J.M., 1991. Organic matter in water stable aggregates. En: *Advances in Soil Organic Matter Research: The impact on Agriculture and the Environment*. Wilson, W.S. (Ed.). R. Soc. Chem., Cambridge. pp: 163-174.

WCED (World Comisión on Environment and Development), 1987. *Our common future*. Oxford University Press. Oxford pp: 400.

ZALIDIS, G., STAMATIADIS, S., TAKAVAKOGLU, V., ESKRIDGE, K. &

ZAREA, A.M., KOOCHKIN, A., & NASIRI, M., 2000. Energy efficiency of conventional and ecological cropping systems in different rotations. En: Alfföldi, T., Lockeretz, W.

Recursos electrónicos

<http://www.eumed.net/cursecon/dic/R.htm#renta%20nacional>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Macroeconom%C3%ADa>

www.comarcalia.com

http://www.habitats.cat/habitats/cat/el_medi/habitats/llegenda.php.potser