

La Agroecología como paradigma para el diseño de la agricultura sustentable y metodologías para su evaluación

Luis Brunett Pérez¹, Luis Arturo García Hernández²,
Carlos E. González Esquivel³, Fernando de León
González² y Juan Climent Bonilla²

Resumen. *El presente artículo es un análisis teórico-conceptual del desarrollo sustentable vinculado a la unidad de evaluación denominada agroecosistema. Para ello se revisa inicialmente diferentes posturas teóricas sobre el desarrollo sustentable, destacando la neoeconomista, socio-antropológica y la técnico-biológica. Dentro de esta última posición, se desarrolla la agroecología en sus diferentes niveles (unidad de producción, manejo de los recursos, comunidad local, sociedad local y sociedad mayor). En una segunda parte del análisis, se ubican diferentes posturas metodológicas para la evaluación de la sustentabilidad, considerando sus propiedades, criterios, puntos críticos e indicadores. Con este tipo de concepciones sobre el objeto de estudio, se plantea una nueva postura epistemológica así como de su abordaje interdisciplinario.*

¹ Universidad Intercultural del Estado de México.

² Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

³ Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de México.

Palabras clave: *Desarrollo sustentable, agroecología, evaluación.*

Abstract. *This paper analyzes theoretical sustainable development concept linked to agroecosystem's evaluation. Firstly, a review over theoretical sustainable development were made, and were identified new economist, social-anthropologic and technical-biologist issues. Last point of view mention, included agroecology in different levels (production farmers, resourses management, local community, local society and upper society). A second part of the analysis addresses differents methodology views for sustainable evaluation. Properties, critical points, criterias, are some elements for this methodology. All these elements are summarizing in a new episthemologic and interdisciplinary view for new concepts.*

Key words: *Sustainable development, agroecology, evaluation.*

Introducción

La concepción más generalizada del *Desarrollo Sustentable* es la propuesta "Nuestro Futuro Común", también conocida como el informe Brundtland, documento aparecido en 1987. Dicho informe, sostiene al desarrollo económico y social sobre la base de la sustentabilidad, por lo que es entendido como "...el manejo y conservación de la base de los recursos naturales y la orientación de un cambio tecnológico, de tal forma que se asegure la satisfacción de las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades, conservando con ello el medio en que vivimos". Esta concepción hace hincapié en un uso racional del suelo, el agua y la biodiversidad, bajo la perspectiva de un desarrollo técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable.

A partir de esta visión, se convierte en un constante reto el diseñar un nuevo modelo de desarrollo con un concepto diferente de crecimiento económico –que no supere la capacidad de restauración de los recursos naturales–, a través de una racionalidad económica, en que los hábitos de consumo y los patrones de producción sean compatibles con la naturaleza.

Uno de los elementos más utilizados para llegar a cubrir los principios que establece el Desarrollo Sustentable es la propuesta del nuevo desarrollo cultural, por lo que se habla de “un cambio tecnológico-educativo e institucional y de nuevos principios éticos de conservación de la naturaleza”, que conduzcan a una transformación de la relación sociedad-naturaleza y a un nuevo nivel de equidad frente al modelo hegemónico de desarrollo; de ahí a la consideración también de “la voluntad política” como elemento importante para impulsar acciones en pro de la sustentabilidad (Allen *et al.*, 1991).

En el Desarrollo Sustentable está implícito un proceso de “cambio social” ya que requiere de la participación activa de los habitantes y de una voluntad política que dé preferencia a las necesidades humanas básicas y al respeto a los procesos biológicos, ecológicos y culturales, antes que a los intereses de crecimiento económico (Schaller, 1993; Murillo, 1997).

De estas reflexiones se desprende que al Desarrollo Sustentable hay que ubicarlo en el contexto social, económico, cultural y político de la producción, dando especial interés a la renovación de los recursos naturales.

No obstante, los argumentos sobre el paradigma del Desarrollo Sustentable y el tiempo transcurrido después de su aparición y la infinidad de documentos producidos bajo este enfoque, aún no hay consenso respecto a lo que realmente significa e implica. Existen in-

finidad de interpretaciones, en función a ideologías, disciplinas, contextos, enfoques e intereses en que está siendo utilizado, así como a la amplitud de la problemática que se pretende abordar (UICN, 1997).

Sustentabilidad y agricultura

En términos teóricos es posible identificar por lo menos tres posturas teóricas que abordan a la sustentabilidad en la producción agrícola:

La primera, se puede ubicar dentro de una corriente "neoeconomicista", la cual parte de la idea de alcanzar la sustentabilidad asignando un precio al medio ambiente, tras reconocer la incapacidad del mercado para responder a los procesos de deterioro ambiental. Su marco conceptual se deriva de la *teoría marxista de valor de uso y valor de cambio*, con lo que se construye una perspectiva conocida como *economía ambiental*. Su propuesta se concentra en analizar un proceso denominado externalización⁴ de los costos ambientales en los procesos de producción, bajo la idea de darle un costo teórico a los servicios que proporciona la naturaleza así como aplicar un costo al deterioro ambiental e incorporarlos al marco de análisis de la relación costo/beneficio. Es decir, considera a los recursos naturales una mercancía y un medio para obtener ganancias.

La segunda postura es clasificada como "socio-antropológica", parte de la crítica al modelo tecnológi-

⁴El concepto de "externalización" hace referencia a que los costos y beneficios de la actividad productiva que generan la mayoría de los actores económicos y que transfieren a otros su costo. La tendencia actual es internalizar estos costos por medio de diferentes metodologías. Véase "Valoración económica del medio ambiente y los recursos naturales". Belausteguigoitia y Pérez en *Economía Informa*, No. 23, diciembre de 1996. UNAM.

co por su alto contenido de insumos y capital y por su característica excluyente para la población que no cuenta con recursos para la adquisición de los medios de producción. Reconoce la necesidad de mantener la cultura y conocimiento tradicional como elementos necesarios para la conservación de la naturaleza y de la producción. Dentro de este grupo se encuentra una derivación de la rama del conocimiento ecológico conocida como *etnoecología*⁵ la cual se basa en una evaluación de tipo ecológica de las actividades productivas, pero incorpora a los patrones culturales e instituciones sociales como elementos para mantener un equilibrio en el uso y distribución de los recursos. Sostiene que las unidades de producción campesinas y sus prácticas tradicionales son más eficientes en el manejo de sus recursos que los sistemas intensivos.

La tercera corriente, es la "técnico-biológica" y establece la importancia de la biodiversidad y de las interacciones de los ecosistemas, promoviendo un abordaje multidisciplinario. Su concepción parte de la posibilidad de maximizar la eficiencia de los sistemas de producción y obtener mayores beneficios con el uso de técnicas ecológicas. Reconoce la importancia de un verdadero conocimiento del potencial ecológico para impulsar alternativas productivas propias para cada región. Dentro de esta propuesta se encuentra el enfoque conocido como *agroecología*⁶, la cual busca el

⁵ En materia rural, Toledo y su grupo de investigadores plantean este enfoque, a partir del análisis de los procesos productivos primarios y su eficiencia ecológica. Referirse a Toledo V.M, Carabias, Toledo, C. y González, C. 1990, *La Producción Rural en México: alternativas ecológicas*. Fundación Universo Veintiuno y UNAM.

⁶ Dentro de este enfoque destacan los trabajos desarrollados por Altieri (1995), Gliessman (1999) y Guzmán (2000) encaminados a la conformación del marco teórico y conceptual para el abordaje de agricultura tradicional.

desarrollo de tecnologías de uso eficiente de energía, de bajo impacto ambiental y de conservación de los recursos naturales mediante la sustitución de insumos de síntesis química; así mismo sostiene la importancia de una integración del conocimiento tradicional con el conocimiento moderno. Su abordaje es de tipo integral al incorporar las dimensiones: biofísica, socioeconómica y tecnológica que intervienen en el proceso productivo. Esta postura hace énfasis en que la tecnología no sólo se debe dirigir a la productividad de los ecosistemas, sino que debe de contemplar otros indicadores como los sociales, económicos y biológicos.

La agroecología y la agricultura sustentable

Desde la década de los 70, se observa el desarrollo de un nuevo enfoque para el estudio de la agricultura a través de una perspectiva más amplia que se conoce como *agroecología*. De acuerdo con Guzmán *et al.*, (2000), la conformación de la *agroecología* obedece a las reflexiones teóricas y a los avances científicos de diferentes disciplinas, los cuales han contribuido a conformar su actual cuerpo teórico y metodológico.

Un elemento importante que permeó a la *agroecología*, fue el pensamiento ecologista, pues dotó de una perspectiva crítica a la racionalidad científica sobre la cual se construyó a la agricultura moderna (Allen *et al.*, 1991).

A partir de una concepción más avanzada de la noción del desarrollo, en general, se conformó la *agroecología* como una herramienta para analizar y organizar un nuevo modelo de agricultura y de desarrollo rural (Guzmán *et al.*, 2000). Uno de sus aportes importantes es la introducción de aspectos sociales como variables explicativas para analizar y diseñar programas de desarrollo rural (Gleissman, 1992 y 1999; Altieri, 1995).

Según Altieri (1995), como mejor se puede definir a la *agroecología* es como “una disciplina que proporciona los principios ecológicos básicos de cómo estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas, que sean tanto productivos como conservadores de recursos y además socialmente justos y económicamente viables”. Para ello se deben incorporar diferentes perspectivas disciplinarias y métodos, a fin de analizar los procesos agrícolas de una manera más amplia e integral, considerando a los procesos agrícolas, los ciclos de nutrientes, la transformación de la energía, los procesos biológicos y los aspectos sociales, para ser estudiados como un todo.

Este enfoque busca la optimización de todo el agroecosistema y no la maximización de la producción de un componente en particular, sosteniendo la atención no sólo en la productividad, sino incorporando a la mayoría de elementos participantes en su interior (Altieri y Nicholls, 2000). De tal modo, que el objetivo no sólo es evaluar el estado de los agroecosistemas, sino proponer estrategias que eleven su sustentabilidad (Altieri, 1995; Guzmán *et al.*, 2000).

Cabe mencionar, que el enfoque de la agroecología se centra en el diseño de soluciones de acuerdo con las necesidades y aspiraciones de las comunidades, así como en las condiciones biofísicas y socioeconómicas imperantes; por lo tanto, las propuestas deben ser de orden local y particular. Este enfoque considera de importancia determinadas variables específicas, como son: condiciones ecológicas, relaciones económicas, relaciones de poder, organizaciones sociales y aspectos culturales, entre otras, para el diseño de paquetes tecnológicos (Gliessman, 1999; Altieri y Nicholls, 2000).

Otro elemento a considerar por la agroecología, es: el conocimiento campesino, el cual, se asume, es derivado de una variedad cultural que ha

coevolucionado con las condiciones naturales, siendo necesario darle presencia en el desarrollo técnico-científico (Altieri, 1995).

En el mismo sentido se encuentra la influencia de la mujer en la toma de decisiones y la distribución del trabajo al interior de las unidades de producción y las aspiraciones del productor, como factores relevantes en el estudio de los agroecosistemas. Por ello Gliessman (1999) y Núñez (2000) afirman el diseño de los mismos con base en la *agroecología*, culturalmente adaptable y socialmente aceptable.

Para poder asumir el compromiso de integrar y mejorar las prácticas que conlleven los principios de la *agroecología*, se parte de los siguientes principios metodológicos (Guzmán *et al.*, 2000).

- ◆ Un enfoque **sistémico**, pues permite la identificación de los componentes, su complejidad y su jerarquización.
- ◆ Un acercamiento **holístico**, donde se asume que las partes no pueden entenderse fuera de su totalidad, la cual es distinta a la suma de las partes.
- ◆ Una visión **multidisciplinaria**, a partir de sostener que los sistemas sólo pueden conocerse a través de la visión que aportan diferentes áreas del conocimiento.
- ◆ Una acción **participativa**, donde los campesinos son sujetos y no sólo objetos del proceso de investigación.

Nivel de análisis de la agroecología

Los niveles de análisis de la *agroecología* surgen de la necesidad de incorporar los espacios socioculturales y ecológicos donde se desarrolla la producción. Esto conlleva una participación activa de los productores, por lo que una de las técnicas centrales de la investigación, bajo este enfoque, es la acción/participativa, que per-

mite una mayor aproximación a la realidad social (Guzmán *et al.*, 2000).

La investigación agroecológica comprende cinco niveles de análisis: *a)* unidad de producción, *b)* estilo de manejo de los recursos, *c)* comunidad local, *d)* sociedad local (cuenca o comarca) y *e)* sociedad mayor (*idem*). Dentro de los trabajos de investigación, es común iniciar los análisis partir del primer nivel, es decir, unidad de producción, para posteriormente, articular a niveles superiores.

Teóricamente, la unidad de producción es entendida como “el grupo doméstico sobre el cual descansa la gestión de la explotación”. En las ciencias sociales se conceptualiza como “el proceso de reproducción social”; dicho de otra manera, consiste en la articulación de los planes de vida de los distintos actores participantes en la unidad doméstica, determinando el futuro manejo de los recursos de la unidad. En este nivel de análisis se enfatizan las interacciones implicadas. Las interacciones son entendidas como aquellos productos o subproductos, resultado de un componente y se usan en la producción de otro.

Dentro del esquema conceptual de la *agroecología*, el área mayormente desarrollada es la ecológica, a través de la identificación y el mejoramiento de los componentes del agroecosistema. El objetivo es aumentar los rendimientos con medios internos como son: los procesos de reciclaje de nutrientes y materia orgánica, la rotación de cultivos, los mecanismos de control biológico y la diversidad biológica y genética, entre otros. Así, se sostiene el diseño y funcionamiento de los agroecosistemas, basándose en la utilización de las interacciones –también conocidas como sinergias– entre los componentes bióticos y abióticos, con el fin de potencializar, fortalecer y manejar los diferentes agroecosistemas (Altieri y Nicholls, 2000).

Edwards *et al.* (1993) y Altieri y Nicholls (2000), consideran que las siguientes estrategias en un agroecosistema, son básicas para llevarlo a ser sustentable:

- ◆ Reducir el uso de energía y regular la inversión total de energía para obtener una alta relación de producción/inversión.
- ◆ Reducir las pérdidas de nutrientes y mejorar los procesos de reciclado.
- ◆ Estimular la producción local de cultivos y animales, adaptados al entorno socioeconómico y ambiental.
- ◆ Mantener la producción con la preservación de los recursos naturales.
- ◆ Reducir costos y aumentar la eficiencia y viabilidad económica de los sistemas.

Las propuestas para lograr esta transformación, se basan principalmente en promover acciones como:

1. Diversificación vegetal y animal a nivel de especies o genética, en tiempo y espacio.
2. Reciclaje de nutrientes y materia orgánica, optimización de la disponibilidad de nutrientes y balance del flujo de nutrientes.
3. Provisión de condiciones edáficas óptimas para el crecimiento de cultivos manejando materia orgánica y estimulando la biología del suelo.
4. Minimización de pérdidas del suelo y agua, manteniendo la cobertura del suelo, controlando la erosión y manejando el microclima.
5. Minimización de pérdidas por insectos, patógenos y malezas, mediante medidas preventivas y estímulo de fauna benéfica (antagonistas, alelopatías, etc.).
6. Explotación de sinergias que emergen de interacciones de ambiente-plantas-animales.

A manera de una primera conclusión, se puede establecer que la *agroecología* es un enfoque relativamente nuevo que pretende unificar las perspectivas ecológica y socioeconómica –aunque esta última está menos desarrollada– para la exploración, diseño y manejo de los agroecosistemas. Su propuesta se basa en promover procesos de interacciones entre los diferentes elementos del sistema, además de considerar los conocimientos del productor y sus aspiraciones como factores que influyen en la dinámica del agroecosistema.

Definiciones de agricultura sustentable

Con la finalidad de ir delimitando con mayor precisión lo que implica la sustentabilidad en la agricultura y de esta manera contar con elementos que permitan su evaluación, se recurre a las definiciones más comunes trabajadas por diversos investigadores:

- A) Una definición integrada y específica como modelo de agricultura sustentable, es propuesta por Aguilar, (1993, citado por Narváez, 1996): “Aquella agricultura que implica componentes ecológicos, técnicos y sociales que permitan tener una producción de alimentos y fibras, sin poner en riesgo la conservación de los recursos naturales, la diversidad biológica y cultural para las generaciones futuras y que realmente fortalezcan un modelo de vida y de civilización distinto al que se ha impulsado a nivel mundial”.
- B) Otra definición hace hincapié en los principios que debe contener: “Agricultura sustentable es la que perdura a través del tiempo enfatizando en la calidad del ambiente y de los recursos naturales base, de los cuales dependen los alimentos y las fibras necesarios para la humanidad, y que deben ser económicamen-

te viable y elevar la calidad de vida de los productores y de la sociedad en su conjunto" (definición de la Sociedad Americana de Agronomía, citado por Stockle, 1994).

- C) En términos de los procedimientos a seguir se identifica la siguiente definición de agricultura sustentable: "sistemas de producción agrícola integrados, con un mínimo de dependencia de insumos y de energía del exterior en forma de químicos sintéticos que no sustituyan técnicas culturales y biológicas por estos insumos. Además, deberán mantener o sólo reducir escasamente la producción y productividad, así como mantener o incrementar el ingreso neto de los productores. Estos últimos tendrán que proteger el ambiente, la contaminación de alimentos, el mantenimiento de la biodiversidad e impulsar la fertilidad y productividad del suelo" (Schaller, 1993).
- D) Otro grupo de autores ponen énfasis en los procesos biológicos como una posibilidad para efficientizar la producción, por lo que conceptualizan a la agricultura sustentable como: "un sistema integrado con prácticas de producción de planta y animal en un lugar específico de aplicación a través del tiempo, el cual satisface las necesidades humanas de alimentos y fibras, a través de integrar a la producción los ciclos biológicos, mantener una viabilidad económica en las operaciones de la unidad de producción y elevar la calidad de vida del productor y la sociedad en general" (Ikerd, 1996). Esta postura hace énfasis en un uso más eficiente de los recursos no renovables y en la calidad ambiental.
- E) Agricultura sustentable es "el manejo efectivo de los recursos naturales para satisfacer las necesidades cambiantes de la humanidad, mientras se mantiene o se mejora la base de los recursos y se evita la degrada-

ción ambiental, asegurando a largo plazo un desarrollo productivo y equitativo" (De Camino y Müeller, 1993).

- F) Para Altieri, la agricultura sustentable es "...un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema" (Altieri y Nichols, 2000).
- G) Finalmente, una concepción más, es la que destaca los aspectos culturales, económicos y sociales (Maseira *et al.*, 2000), al definir a la agricultura sustentable como: "...la que persigue una distribución justa y equitativa de los costos y beneficios asociados con la producción, se preocupa por el rescate crítico de prácticas de manejo utilizadas por diferentes etnias, de igual manera busca reducir las desigualdades actuales de acceso a los recursos productivos e intenta, así mismo, desarrollar tecnologías y sistemas adaptados a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales, además de tener que ser rentable".

Las diferentes definiciones sobre agricultura sustentable presentadas, se derivan básicamente del enfoque agroecológico. En esencia, parten de la existencia finita de los recursos naturales y, en consecuencia, de la necesidad de realizar un cambio en el patrón de producción que ha venido siguiendo la agricultura, priorizando la integración entre técnicas orgánicas con algunas técnicas de la agricultura moderna. Básicamente se trata de impulsar la conservación y administración "racional" de los recursos e insumos internos y externos; lo que supone, no eliminar el uso de insumos o técnicas externas, sino más bien hacer un uso adecuado de ellos (Pretty, 1995; Hansen, 1996; Altieri, 2000).

Otros elementos incorporados al enfoque agroecológico sobre la definición de sustentabilidad son (Guzmán *et al.*, 2000):

1. El concepto de sustentabilidad es por naturaleza dinámico, por lo tanto, no puede decirse que un agroecosistema es o no sustentable, sino que es más o menos sustentable que antes, o que otro, si se le compara.
2. No todos los objetivos que se establecen en la sustentabilidad, pueden llegar a alcanzarse al mismo tiempo.
3. La aplicación de la sustentabilidad debe hacerse sobre agroecosistemas específicos, por lo tanto, los objetivos pueden variar tanto en el espacio como en el tiempo.

Teniendo presentes estos elementos resulta imposible definir de forma concisa y concreta el significado de sustentabilidad en la agricultura, pues la integración de las dimensiones sociales, económicas y ambientales, en espacios y tiempos, conduce a no poder delimitar rígidamente al concepto. Sin embargo, Edwards *et al.* (1993) sugiere el abordaje de la sustentabilidad como un "marco de referencia flexible y adaptable" a las condiciones particulares de cada región. Ello denota la importancia de un enfoque holístico, multidisciplinario e integral, para el estudio de la agricultura sustentable.

En el mismo sentido, Pretty (1995) señala que para estar en posibilidades de diseñar un marco de referencia, es importante responder, primero, a las siguientes preguntas: ¿qué está siendo sostenido?, ¿por cuánto tiempo?, ¿para beneficios de quiénes y a qué costo? ¿En qué superficie y medidos por cuáles criterios? De igual manera, Masera *et al.* (2000) propone las siguientes preguntas antes de pretender definir a la sustentabilidad:

¿sustentabilidad para quién?, ¿quién la llevará a cabo? y ¿cómo? Estas preguntas sirven de guía para poder establecer un marco de referencia conceptual y entender lo que se pretende con la implantación de la agricultura sustentable.

Frente a lo anterior, se recurre a la propuesta utilizada por buena parte de los investigadores dedicados al estudio de la agricultura sustentable (Pretty, 1995; Altieri, 1995; Conway 1994; Guzmán *et al.*, 2000 y Masera, 2000). Ellos reconocen que no se puede circunscribir el concepto de sustentabilidad a una definición estrecha de carácter universal y única, por lo que para establecer el comportamiento del agroecosistema se opta por una serie de criterios, como línea general para delimitar al concepto. Los criterios se fundamentan en los siguientes principios:

Ser ecológicamente válido. Se entiende al mantenimiento y restauración de los recursos naturales. Ello implica acciones dirigidas al uso de recursos minimizando pérdidas de nutrientes y energía y reduciendo la contaminación.

Ser económicamente viable. Se refiere a garantizar retornos suficientes para cubrir los costos, asegurando una fuente permanente de ingresos, con altos niveles de productividad para la continuidad del sistema.

Ser socialmente justa. El poder y los recursos deben ser distribuidos de forma equitativa, promoviendo la autogestión y garantizar la participación en el control de los medios de producción y de los recursos naturales.

Ser adaptable. El sistema será capaz de adaptarse a los cambios externos, es decir, a las distintas políticas agropecuarias desarrolladas, así como a las condiciones de mercado y a los procesos sociales y productivos que se presenten.

Aún teniendo presente estos principios, sobre la sustentabilidad en la agricultura, el problema sigue siendo cómo llevar a cabo este tipo de agricultura y cómo reconocer e identificar variables que cubran los aspectos antes mencionados, y que además, permitan su evaluación, para establecer con claridad si existe un avance o un retroceso respecto a las estrategias establecidas.

Evaluación de la sustentabilidad

Los procesos de evaluación de la sustentabilidad, se enfocan a identificar y calificar las interacciones entre los componentes del sistema social, natural y productivo, a fin de reconocer, modificar y/o fortalecer condiciones que influyen negativa o positivamente en la dinámica del agroecosistema. Esta tarea es asumida de diferentes maneras, dependiendo de la escala de tiempo y espacio analizada. Ello implica definir el tipo de variables a evaluar.

En la literatura reciente existen varios métodos dirigidos a cuantificar y "parametrizar" la sustentabilidad, entre ellos, pueden citarse los siguientes: a) factor total de productividad (Harrington, 1992), b) uso de modelos de simulación (de Wit, 1994) y c) diseño de indicadores (De Camino, 1992; Dumansky *et al.*, 1998; Masera *et al.*, 1999 y Torres, 1999).

El uso de los indicadores se centra en realizar descripciones detalladas de las funciones, las interacciones y los elementos que permiten la viabilidad de los procesos productivos del agroecosistema, facilitando la identificación de las debilidades y las fortalezas del mismo. Con esto, al final es posible proponer alternativas de mejoramiento de los sistemas evaluados (Masera *et al.*, 1999). Los indicadores deben ser de índole social, económica y ambiental, tratando de mostrar un panorama integral.

El desarrollo conceptual y metodológico para la evaluación de la sustentabilidad se basa en la identificación y calificación de las interacciones entre los componentes del sistema social, natural y productivo, a través del uso de variables, a fin de estimar cuantitativa y cualitativamente el nivel de sustentabilidad de determinado agroecosistema. Para ello una alternativa es la selección del esquema de propiedades-criterios-indicadores (De Camino, 1993; Dumanski *et al.*, 1998; Masera *et al.*, 1999).

Para analizar el funcionamiento y la dinámica del estado de sustentabilidad en los agroecosistemas, es necesario identificar sus propiedades, criterios, puntos críticos e indicadores. A las primeras se les conceptualiza como el conjunto de atributos básicos poseídos por un agroecosistema para ser considerado como sustentable, pudiendo variar en función al tipo de estudio e incluso a propuesta del investigador. Un requisito importante para las propiedades propuestas es cubrir los aspectos con efecto sobre el comportamiento de un agroecosistema.

Cuadro 1. Principales propiedades para el estudio de la sustentabilidad de los agroecosistemas

Conway, 1987	Dumansky, 1992	Ikerd, 1994	Masera, 1999
Productividad	Productividad	Rentabilidad	Productividad
Estabilidad	Seguridad	Productividad	Estabilidad
Sustentabilidad	Protección	Calidad del suelo, agua y aire	Resiliencia
Equidad	Prevención	Biodiversidad	Confiabilidad
	Viabilidad	Calidad de vida	Adaptabilidad
	Aceptabilidad	Cultura	Equidad
			Autodependencia

Masera (1999) propone las siguientes modificaciones:

Cuadro 2. Propiedades de los agroecosistemas

Productividad	Es la habilidad del agroecosistema para proveer el nivel requerido de bienes y servicios.
Estabilidad	Es la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable. Es decir, que se mantenga la productividad del sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo, bajo condiciones promedio o normales.
Resiliencia	Es la capacidad de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de que el sistema haya sufrido perturbaciones graves.
Confiabilidad	Se refiere a la capacidad del sistema de mantenerse en niveles cercanos al equilibrio ante perturbaciones usuales del ambiente.
Adaptabilidad	Es la capacidad de encontrar nuevos niveles de equilibrio, ante cambios de largo plazo en el ambiente.
Equidad	Es la habilidad del sistema para distribuir la productividad de una manera justa
Autodependencia	Es la capacidad de regulación y control por parte de sus interacciones con el exterior.

El siguiente gran concepto, después del de *propiedades*, es el que se refiere a la categoría de los **criterios de diagnóstico**. Los criterios de diagnóstico son considerados como la fase intermedia entre las propiedades y el indicador, es decir, representan un nivel de análisis más detallado que las propiedades, pero más general que los indicadores, por lo que se consideran como elementos que ayudan a construir mejor a los indicadores.

El acuerdo general es que los **criterios de diagnóstico** deben dar pautas sobre el potencial y las limitantes físicas, económicas y sociales del agroecosistema para plantear su corrección o adecuación (De Camino *et al.*, 1993; Müller, 1995 y Maserá *et al.*, 1999).

Cuadro 3. Los criterios más comunes para la evaluación de la sustentabilidad

Ambiental	Económica	Social
Eficiencia	Eficiencia	Distribución de costos y beneficios
Productividad	Diversificación del ingreso	Calidad de vida
Diversidad	Viabilidad	Participación
Adaptación	Variabilidad	Aceptación cultural
Conservación de los recursos	Rentabilidad	Organización

Así pues, sobre cada **criterio de diagnóstico** se pueden derivar uno o varios indicadores, a fin de establecer con mayor certeza el comportamiento de las propiedades del agroecosistema. El ejemplo más común es el criterio de eficiencia, que puede ser utilizado tanto en lo biológico como en lo económico.

Los **puntos críticos**, son factores que determinan la supervivencia o consolidación de los agroecosistemas y ameritan el diseño de indicadores (De Camino y Müller, 1993; Gameda, 1993; Ikerd, 1996). Cabe aclarar que los puntos críticos no necesariamente son las debilidades del sistema, sino también, pueden asociar-

se a sus fortalezas. Sin embargo, lo más común en las evaluaciones de sustentabilidad es identificar los puntos que están desestabilizando al agroecosistema.

Los **indicadores** son propiamente el medio para evaluar la sustentabilidad, son variables cuantificables y medibles. Es difícil diseñar y seleccionar indicadores adecuados que ayuden realmente a definir cuánto falta para llegar a los objetivos y metas de sustentabilidad establecidos. El diseño de los indicadores es uno de los retos más fuertes para quienes desarrollan este tipo de trabajos de investigación (Munashinge, 1995; Torres, 1999; Masera *et al.*, 2000).

En el cuadro 4 se enuncian las características mínimas que deben contener los indicadores para ser útiles y válidos (Harrington, 1992; De Camino y Müller, 1993; Munashinghe, 1995; Masera *et al.*, 1999).

Cuadro 4. Características de los indicadores de sustentabilidad

◆ Ser integradores, o sea, que den información condensada sobre varias propiedades.
◆ Libres de sesgo y fáciles de medir.
◆ Que la información que se requiere para construirlos esté disponible y fácil de obtener.
◆ Que sea posible repetir las mediciones.
◆ Que permita la participación de la población de interés.
◆ Fáciles de entender por los usuarios de la información.
◆ Relevantes al problema de estudio.
◆ Que permita identificar el cambio que ocurre dentro del sistema.
◆ Se centren en aspectos prácticos y claros.

En resumen, la importancia de un indicador radica en identificar los niveles de sustentabilidad de las distintas variables del sistema, como son: el uso de recursos naturales, insumos en la producción, rendimientos, estrategias de manejo, distribución y acceso a los recursos productivos, entre otros, posibilitando a su vez, desarrollar alternativas para mejorar aquellas variables poco sustentables.

Se puede concluir aquí, que el esquema conceptual de **propiedades-criterios-indicadores** surge como una herramienta metodológica, para el análisis y seguimiento de la sustentabilidad de los agroecosistemas y es derivada del enfoque de la agroecología.

Conclusiones

La agroecología es un enfoque que integra ideas y métodos de varias áreas del conocimiento, más que como una disciplina específica. Lo que representa un reto para la investigación. Es a fines de los 70 y principios de los 80 en que se inician el desarrollo de métodos de análisis, consecuentemente, existen varias propuestas. En el caso específico de este artículo se optó por describir y reflexionar el análisis de agroecosistemas como un modelo para realizar su evaluación.

Con los elementos descritos se puede sostener al agroecosistema como una unidad de análisis para evaluar la sustentabilidad. El agroecosistema es un ecosistema modificado y manipulado por el hombre, involucrándose a la agricultura y ganadería con la finalidad de obtener bienes, servicios y productos de consumo humano de interés para una localidad, o bien, para participar en el mercado. Bajo estas condiciones se establece al agroecosistema como un sistema abierto,

recibiendo insumos externos y generando productos, ligándose con otros agroecosistemas (Conway, 1990; Guzmán *et al.*, 2000).

Partiendo de esta percepción, se afirma que cada región tiene un conjunto de condiciones climáticas y recursos naturales que interactúan con las relaciones económicas y las estructuras sociales, dando lugar a una gran variedad de agroecosistemas. Conway (1990) menciona como los factores más importantes para establecer el grado o tipo de modificaciones de un agroecosistema a: *a)* los factores ambientales (la disponibilidad de agua y la calidad del suelo), *b)* los factores sociales (las preferencias y hábitos de alimentación) y *c)* los factores económicos (los precios de los productos y de los insumos). Considerando esto, es importante construir a los agroecosistemas como sistemas integrados –desde el punto de vista ambiental, económico y social–, diseñados para la obtención de productos y servicios específicos.

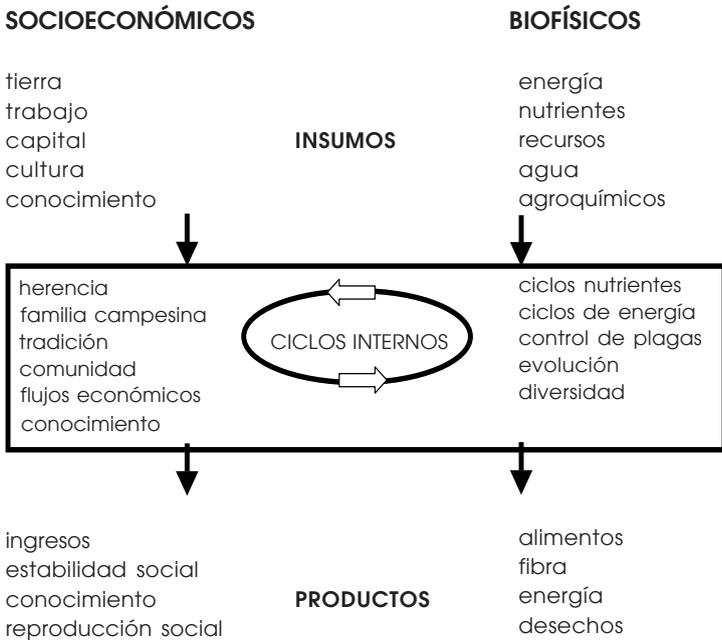
Frente a estas condiciones, un elemento importante en el estudio de los agroecosistemas es el control externo: la dependencia de decisiones, políticas y/o condiciones económicas y sociales que influyen en su dinámica. En este sentido, se ha sugerido que para el estudio de los agroecosistemas, es conveniente definir los diferentes objetivos y estrategias determinados por las dinámicas sociales y económicas para su propia transformación, con la intención de obtener alimentos u otros productos; lo que se entiende como “valor social”.

Con el fin de facilitar cualquier tipo de investigación que utilice el modelo conceptual analizado, es conveniente partir de los niveles más bajos, pues facilita la identificación de los procesos de deterioro, como también los métodos para corregirlos. Asimismo, se puede tener un mayor conocimiento de los procesos ecológicos (ciclos de nutrientes y energía, sobre todo) a fin de estudiar, manejar y evaluar a los agroecosistemas.

El análisis de agroecosistemas no sólo tiene la particularidad de reconocer las entradas, salidas y flujos internos, sino además, considerar a las personas que manejan el conjunto de recursos, es decir, los que invierten mano de obra y/o dinero para el funcionamiento del agroecosistema y toman las decisiones sobre el destino y uso de los recursos.

Se concluye, entonces, que el análisis de agroecosistemas se fundamenta en un modelo de investigación para el estudio de sistemas de producción, con un enfoque multidisciplinario basado en una perspectiva agroecológica, permitiendo el abordaje de los sistemas con una visión integral y diferenciarlos a escalas espaciales y temporales, donde los usuarios y las relaciones e interacciones de tipo biofísico y socioeconómico son factores importantes a considerar. Esto implica establecer una plataforma cognoscitiva a partir de la cual se desarrolle un modelo de investigación de sistemas de producción que posea como fin último una agricultura sustentable. En otras palabras, desde la perspectiva descrita el planteamiento metodológico para el abordaje de los agroecosistemas implica una reconsideración epistemológica del objeto de estudio, y en consecuencia, flexibilidad multi, trans e interdisciplinaria.

Figura 1. Modelo conceptual de un agroecosistema a nivel unidad de producción.



(Adaptado de Edwards *et al.*, 1993)

Referencias

- Allen, P., Van Dusen, D., Lundy, J. and Gliessman, S. 1991. Integrating social, environmental, and economic issues in sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*: 34-39.
- Altieri, M. A. 1995. El estado del arte de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina. *Agricultura y Desarrollo Sustentable*. A. Cadenas. Madrid, España, MAPA.

- Altieri, Miguel y. Nichols Clara. 2000. *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México, D.F. Ed. PNUMA.
- Conway, G. R. 1984. Agroecosystem Analysis. *Agricultural Administration* 20. pp. 31-55.
- Conway, G. R. 1990. *Agroecosystems. Systems theory applied to agriculture and food chain*. A. G. W. J. a. P. R. Street. University Reading, Elsevier Science: 205-233.
- Conway, G. R. 1994. Sustainability in agricultural development: Trade-offs between productivity, stability, and equitability. *Farming systems research extension* 4(2).
- Dalsgaard, J. P. T., Lightfoot, C. and Chritensen, V. 1995. Towards quantification of ecological sustainability in farming systems analysis. *Ecological Engineering* 4: 181-189.
- De Camino, R., y Mueller, S. 1993. La definición de sustentabilidad, las variables principales y bases para establecer indicadores. En *Agricultura, recursos naturales y desarrollo sostenible apuntes para el marco conceptual*. ED. IICA/GTZ.
- De Wit, J. K., Oldenbroek, H. van Keulen and Zwart, D. 1993. *Criteria for measuring sustainability of livestock production systems*. Holanda. FAO y Research Institute for Animal Production.
- Dixon, J. A. y. F., L. A. 1989. The concept of sustainability: origins, extensions and usefulness for policy. *Society and Natural Resources* 2: 73-84.
- Dumansky, J., Terry, E., Byerlee, D. and Pieri, C. 1998. *Performance Indicators for Sustainable Agriculture*. Washington, D.C., The World Bank.
- Edwards, C., A. Grove, R.R. Harwood, R.R. Pierce, C.J. 1993. The role of agroecology and integrated farming systems in agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 46: 99-121.
- Gameda, S. a. D., J. 1995. Framework for evaluation of sustainable land management: A case study of two rain-fed cereal-livestock farming systems in the

- Black Chernozemic soil zone of southern Alberta, Canada. *Canadian Journal of Soil Science*: 429-436.
- Gliessman, S. R. 1992. Agroecología en América Latina: Experiencias con la investigación de las bases ecológicas de la sostenibilidad en los agroecosistemas de México. *Agroecología, Sostenibilidad y Educación*. C. R. y. Q. L. R. Ferrera. Montecillos Edo. México, Colegio de Postgraduados: 1-7.
- Guzmán, C., M. González y Sevilla, E. (Coordinadores). 2000. *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. España, Mundi-Prensa.
- Hansen, J. W. 1996. Is Agricultural Sustainability a Useful Concept? *Agricultural Systems* 50: 117-143.
- Harrington, L. 1992. Measuring sustainability: Issues and alternatives. *Journal Farming Systems Research Extension* 3: 1-19.
- Ikerd, J. D., G. and Traiyongwanich, S. 1996. Evaluating the sustainability of alternative farming systems: A case study. *American Journal of Alternative Agricultural*: 25-29.
- Kaufmann, R., y Cleveland, C. 1995. Measuring sustainability: need-an interdisciplinary approach to an interdisciplinary concept. *Ecological Economics*: 109-112.
- Masera, O., Astier, P y López-Ridaura, S. 1999. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS*. México, Mundi prensa, Gira e Instituto de Ecología UNAM.
- Masera, O., y López-Ridaura, S. 2000. *Sustentabilidad y sistemas campesinos; cinco experiencias de evaluación en el México rural*. México, D.F., Mundi prensa, PUMA, Instituto de Ecología-UNAM.
- Munashinghe, M. A. S., W. 1995. Defining and Measuring sustainability. Washigton DC, United Nations University and The Biogeophysical Foundations.
- Murillo, R., C. 1997. Desarrollo Sostenible: el gran reto para el próximo milenio. El concepto de Desarrollo Sostenible; Dimensiones Económica, Social, y Ambiental.

- Curso organizado por el Proyecto de Apoyo al Sistema para el Desarrollo Sostenible.* Banco Interamericano de Desarrollo. San José Costa Rica., BID.
- Narváez, C. G. 1996. *Evaluación de la sustentabilidad campesina: Un estudio de caso en el Norte del Istmo Oaxaqueño.* Tesis de Maestría Dirección de Centros Regionales. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo.
- Núñez, M., A. 2000. *Manual de Técnicas Agroecológicas.* Edit. PNUMA. Serie manuales de educación y capacitación ambiental. México D.F.
- Pretty, J.N. 1995. *Regenerating Agriculture. Policies and practice for sustainability and self-reliance.* London; Earthscan.
- Schaller, N. 1993. The concept of agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 46: 165-177.
- Spedding, C. R. W. 1995. Sustainability in animal productions systems. *Animal Sciences* 61: 1-8.
- Stockle, C. O. P., R. Saxton, G. Campbell, G. 1994. A framework for evaluating the sustainability of agricultural productions systems. *American Journal of Alternative Agriculture* 9(1-2): 45-51.
- Torres, L. P. C., C. J. 1999. Indicadores del Desarrollo Sustentable: su construcción y usos en contextos rurales. *Argumentos*: 5-31.
- UICN. 1997. Un enfoque para la evaluación del progreso hacia la sustentabilidad. Serie herramientas y capacitación. Documento (Unión Mundial para la Naturaleza. 1997. México.

