

## Los límites naturales como elementos claves en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas

### The natural limits as key elements in sustainable agricultural systems

García Céspedes, D<sup>I</sup>; Ruíz Gutiérrez, L<sup>II</sup>; Lima Cazorla, A<sup>I</sup>, y Calderón Peñalver, P.A<sup>II</sup>.

<sup>I</sup>Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas

<sup>II</sup>Universidad Internacional del Ecuador

### Resumen

El ser humano desde etapas tempranas ha empleado el medio natural para satisfacer sus necesidades básicas, no obstante esta influencia se hace perceptible a partir de la segunda mitad del Siglo XX debido al crecimiento poblacional y los elevados niveles de producción y consumo que repercutieron de forma irreversible en este medio, por lo que se puso en riesgo la existencia de la especie humana en el planeta. La sostenibilidad de los sistemas agrícolas se refiere a la capacidad del sistema para mantener su productividad a pesar de las perturbaciones económicas y naturales, externas o internas, es función de las características naturales del sistema y las presiones e intervenciones que sufre, así como aquellas intervenciones sociales, económicas y técnicas que se hacen para contrarrestar presiones negativas. En el análisis de la sostenibilidad se hace necesario identificar y evaluar los elementos que pueden influir en el desbalance del medio natural, así como la interacción de éste con las dimensiones sociales y económicas para lograr un balance adecuado en los sistemas agrícolas.

**Palabras clave:** medio natural, sostenibilidad, sistemas agrícolas

### Abstract

The human being from early has used the environment to meet their basic needs, however this influence is perceptible from the second half of the twentieth century due to population growth and high levels of production and consumption that impacted irreversibly in this medium, so that endangered the existence of the human species on the planet. The sustainability of agricultural systems refers to the ability of the system to maintain productivity in spite of economic and natural, external or internal disturbances, is based on the natural characteristics of the system and the pressures and interventions that suffer and those interventions social, economic and techniques meant to counter negative pressures. The sustainability analysis is necessary to identify and evaluate the elements that may influence the imbalance of the natural environment and the interaction of this with the social and economic dimensions to achieve an appropriate balance in agricultural systems.

**Keywords:** environment, sustainability, farming systems.

### Introducción

La influencia humana sobre el medio natural cada vez es mayor, el establecimiento de prioridades para la protección del medio ambiente se hace cada vez más importante y urgente. Hasta hace muy poco, el capital ecosistémico estaba disponible en abundancia suficiente, la mayoría de los servicios de los ecosistemas podrían ser tratados como 'libre'. La actividad económica era relativamente limitada, y tuvo un impacto mínimo en los sistemas ecológicos. Existía poca interacción entre los campos de la ecología y la economía. Sin embargo, en las últimas décadas la situación ha cambiado drásticamente (Daily, 2000).

Un criterio inicial de valoración de los límites que impone el medio natural al desarrollo económico y social, consiste en identificar los diferentes componentes de este medio, su estado actual y la capacidad de prestación de servicios que ofrecen, según su grado de conservación o deterioro. Para ello puede a su vez utilizarse dos tipos de enfoques: analizar los componentes del medio natural por separado (suelo, agua, aire, flora y fauna) o evaluarlos en la forma en que se presentan habitualmente en la naturaleza, en su interacción recíproca como ecosistemas. Ambos enfoques

pueden resultar complementarios, y por supuesto su empleo estará en correspondencia con el tipo de información disponible (Gómez y Gómez, 2013).

La sostenibilidad, aparece hoy como una estrategia para el establecimiento de agro sistemas sostenibles, siendo un reto ineludible para el agroecólogo del siglo XXI desarrollar sistemas sostenibles, incluyendo a las comunidades humanas con sus culturas y sus recursos, no implica cambiar solo las leyes y los hábitos, sino, fundamentalmente, abordar un nuevo estilo de ver, relacionarse e interpretar el mundo (Martínez, 2009).

La propuesta de tres dimensiones para el desarrollo sostenible considera la interrelación del crecimiento económico, el progreso social y la protección ambiental dentro de su constitución. A pesar de las críticas que han surgido alrededor del concepto de sostenibilidad, este es y continúa siendo poderoso. No es por azar que constituye una de las Metas de Desarrollo del Milenio y se encuentra en la palestra internacional como uno de los grandes anhelos a alcanzar en el mundo moderno.

## Desarrollo

El concepto de “Desarrollo Sostenible” declarado en el “Informe Brundtland” (1987), fue adoptado posteriormente como filosofía de trabajo en la Primera Cumbre de la Tierra. En concordancia con lo planteado por Sarandón y Flores (2009) al abordar la sostenibilidad, se debe explicar lo que se entiende por esta, ya que el concepto no es multidimensional y por lo tanto, existen numerosas definiciones del mismo que responden a las variadas disciplinas y percepciones de sus autores.

Desde el punto de vista organizacional, el desarrollo sostenible se basa en la ecoeficiencia, que en la práctica se traduce, en producir más con menos recursos y menos contaminación, donde se establezca un equilibrio entre la oferta de productos y servicios a un precio competitivo que satisfaga las necesidades humanas con un incremento de la calidad de vida; mientras a lo largo de su ciclo de vida se reduce el impacto negativo sobre el medio ambiente y la intensidad sobre el uso de los recursos, lo que implica un gran compromiso ético y físico con los ecosistemas y con su capacidad para sostener usos agrícolas(Gómez,2009).

Daly (2008) presentó criterios operativos o reglas de la sostenibilidad enunciados como:

- “Ningún recurso renovable deberá utilizarse a un ritmo superior al de su generación”
- “Los residuos de la producción vertidos al medio natural no deben sobrepasar la capacidad de absorción de éste”
- “Los recursos no renovables deben ser utilizados a una razón tal que permita dedicar un monto de sus beneficios a crear fuentes renovables equivalentes.

La sostenibilidad considera la modificación en la configuración de los ecosistemas pero sin comprometer su integridad básica y, por tanto, su capacidad para seguir suministrando servicios para el bienestar humano de forma continua (Daly y Cobb, 1994). Por su parte, Gómez (2007) señala que la sostenibilidad implica una mayor exigencia de la integralidad de la naturaleza, compatible con el beneficio que pueda obtenerse por lo servicios. El sistema de producción será sostenible, si permite que el capital natural (ecosistema) se mantenga con el nivel de integridad requerido.

Generalmente, los países disponen de una valoración primaria de sus recursos abióticos (suelo, agua y en menor medida, del aire) y bióticos (flora y fauna) pero no siempre se encuentra disponible una evaluación detallada cuantitativa y cualitativa de sus ecosistemas y de los servicios que los mismos prestan (Gómez y Gómez, 2013). Los autores señalan que los componentes físicos y bióticos del medio natural prestan importantes servicios y destacan el papel del aire, el suelo el agua, la abundancia o escasez relativa de especies diferentes de flora y fauna y las fuentes de energía, manifiestan además que internacionalmente existe otro enfoque para la evaluación que consiste en valorar las capacidades y servicios de los ecosistemas (aprovisionamiento, regulación,

de apoyo, culturales), en interacción recíproca de los componentes antes mencionados, que es como se presentan en la naturaleza.

La agroecología brinda y sistematiza los fundamentos científicos para lograr la sostenibilidad de los agroecosistemas y propugna por el desarrollo de una agricultura en armonía con la naturaleza que dependa cada vez menos de los aportes externos que se incorporan a los agroecosistemas (Funes Aguilar, 2007, Funes Aguilar, 2008; Funes Monzote, 2009).

La evaluación de la sostenibilidad debe considerar factores internos y externos, ligados al ecosistema mismo y al marco socioeconómico o tecnológico que lo caracteriza (Vélez y Gómez, 2008). Los autores proponen tener en cuenta cinco factores no excluyentes para un desarrollo ambiental sostenible: coherencia ecológica, estabilidad sociocultural, complejidad infraestructural, estabilidad económico-financiera, e incertidumbre y riesgo.

Bach y Díaz (2008) señalan que en los últimos años, la sostenibilidad agrícola ha cobrado especial interés al conocer de su incidencia directa en beneficios para el ser humano y para el balance ecológico. La gestión de los sistemas agrarios mediante la utilización de criterios ecológicos se basa en un principio fundamental: la diversificación del sistema, que se entiende en un amplio sentido, puesto que no abarca solo la biodiversidad, sino también la diversidad ambiental y la gestión (Bello *et al.*, 2008).

Sanz (2007), propuso el diseño de modelos de gestión agraria basados en un enfoque más ligado al medio ambiente y socialmente más sensible, centrados no únicamente en la producción, sino también en la estabilidad ecológica de los sistemas de producción, lo que permite armonizar la producción agraria, la conservación de los recursos naturales y el desarrollo social.

La estabilidad y resiliencia resultan dos conceptos claves a considerar en el análisis de los ecosistemas dados porque la estabilidad se refiere a la capacidad de las poblaciones para retornar al equilibrio, después de ocurrida alguna alteración de los ecosistemas y la resiliencia se refiere a un concepto más amplio que mide la propensión de los ecosistemas a mantener sus principales rasgos después de una alteración. En consecuencia, se debe entender que si bien la resiliencia se relaciona con la diversidad sistémica, con la complejidad y la interconexión de los ecosistemas, la estabilidad por su parte se relaciona con el equilibrio al que pueden llegar los ecosistemas, una vez superada alguna alteración (Common y Perrings, 1992). Lo abordado anteriormente permite inferir que el desarrollo de las actividades humanas, debe restringirse o acotarse de manera tal que no afecten estos aspectos elementales en el ecosistema.

La complejidad y la estabilidad de los sistemas agrícolas, de manera parecida a la de los sistemas naturales, se basa en su diversidad. Esta diversidad, se encuentra constituida por un mosaico de elementos. El paisaje agrario se conforma por una serie de flujos (materiales, energía, organismos, etc.) horizontales y verticales, dentro de cada uno de ellos, en interacción con el uso local de los recursos propios de la cultura rural, y constituye la base para una gestión de agroecosistemas sostenibles y el diseño de prácticas que mantengan o aumenten la fertilidad, la productividad y la calidad de las producciones (Sanz, 2007).

Los ecosistemas más complejos y diversificados son los que tienen mayor estabilidad y capacidad de regeneración y de operar distintos mecanismos dinámicos de equilibrio, en comparación con los ecosistemas más simples (artificializados). De tal afirmación se puede inferir que la resiliencia de un ecosistema natural será mucho mayor cuanto menor resulte su grado de antropización, y será mucho menor cuanto mayor grado de antropización tenga. Las acciones antrópicas son las principales causas que catalizan procesos ascendentes o descendentes en un grado de resiliencia y estabilidad, donde el equilibrio dinámico de los ecosistemas se hace relativo y este varía en el tiempo de acuerdo al grado de intervención de las actividades humanas.

El concepto de integralidad ecológica se encuentra asociado con la capacidad de mantener un sistema biofísico equilibrado e integrado, con una composición de especies y organización funcional comparable con los sistemas naturales de una determinada región ecológica (Karr,

2000). Este concepto no es aplicable a los agroecosistemas, dado el alto grado de antropización que presentan; no obstante, sí se puede considerar el concepto de salud ecosistémica y aplicarse a los ecosistemas con determinado grado de intervención con insumos y prácticas de manejo, que se ejecutan en el mismo.

Se considera que un ecosistema es saludable cuando provee un continuo flujo de bienes y servicios y mantiene la capacidad de responder a futuras necesidades. Gómez (2007) señala que términos como el de salud, describen ideas relacionadas con la ausencia de contaminantes, la defensa de componentes esenciales y procesos limpios. El concepto lleva también asociado una consideración ética de la conservación; lo que la sociedad considera admisible imponer a la naturaleza (al paisaje, los ecosistemas, las especies y poblaciones biológicas) y como resultante, la decisión sobre el tipo y calidad de naturaleza con el que se desea convivir. Es en cierta medida, independiente del nivel de simplificación y control que se adopte. De hecho, la menor complejidad ecológica que requiere la agricultura, no tiene porqué implicar el uso de contaminantes, de transgénicos, reforestaciones uniformes y paisajes ruinosos, ríos canalizados o sucios.

Pérez *et al.*, (2013) plantean que para alcanzar la sostenibilidad de las actividades agrícolas es necesario considerar el uso de los residuales o biomasa que se generan de esta actividad o el desarrollo de tecnologías de energía renovables. Señalan además que para la organización y desarrollo de la actividad agrícola se deben tener en cuenta principios como: maximizar el uso de energía renovable, incluyendo la utilizada en el transporte, la diversificación de especies vegetales y animales, los rendimientos y minimizar las áreas de producción, los costos y los gastos de agua, de energía y de transporte.

Para mantener agroecosistemas complejos y estables, semejantes a los sistemas naturales, se requiere reducir o eliminar de forma considerable diferentes prácticas tales como el monocultivo, la fertilización química, el total control de las especies silvestres mediante laboreos convencionales o la aplicación de herbicidas, el control de plagas por medio de pesticidas, dichas prácticas deben sustituirse por la diversificación de los hábitats mediante prácticas amigables con el medio ambiente, las cuales contribuyen a un mejor funcionamiento de los agroecosistemas.

Entre las tecnologías agrícolas a generalizar se encuentran: laboreo mínimo o cero, rotación de cultivos, cultivos múltiples en una parcela, variedades diferentes en una parcela, estratificación de variedades y cultivos en parcelas a diferentes alturas, cultivos en terrazas, cultivos en condiciones controladas, trashumancia, micorrización de posturas, adición de fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, algas, robustecimiento de semillas, producción de humus, producción de biota edáfica, producción de consumidores secundarios como controladores biológicos y pastoreo combinado de especies en una parcela (Pérez *et al.*, 2013).

En el nivel agroecosistémico de la explotación agrícola, se realiza el proceso de la toma de decisiones por parte de los productores o trabajadores agrícolas, los cuales deben asignar sus recursos disponibles para el desarrollo de los cultivos. La asignación de los recursos humanos y financieros trae consigo transferencia de energía y nutrientes a través del sistema de producción y es precisamente la explotación agrícola, la escala donde se integran los aspectos económicos, ambientales y sociales, por lo que su análisis es de vital importancia para el desarrollo de la investigación.

Stoorvogel *et al.*, (2004) señalan que un sistema agrícola es sostenible cuando las tasas de intercambio entre los objetivos considerados para la evaluación pública de su desempeño (objetos ambientales como la protección de ecosistemas o la regeneración de los recursos naturales, objetivos económicos como el crecimiento de la renta de los productos y el mantenimiento de la estabilidad y objetivos sociales como la equidad o la cobertura de las necesidades básicas), alcanzan valores aceptables para el conjunto de la sociedad. El concepto hace referencia a las tres dimensiones básicas de la sostenibilidad (ambiental, económica y social), reconoce el carácter participativo de la evaluación en la condición de los sistemas agrícolas promueve la ejecución de acciones para lograr el crecimiento socioeconómico sin dañar los recursos naturales.

Se valora implícitamente el concepto de sostenibilidad fuerte, dada por la importancia del capital natural y la integridad ecológica en el suministro de bienes y servicios ambientales. A pesar de trabajar en función de la sostenibilidad, aún se observan pocos cambios en la forma de concebir la producción o industrialización de las producciones agrícolas con el uso de productos químicos dañinos al medio ambiente y al ser humano, aun cuando la mayoría de estos se encuentran prohibidos (Pérez, 2005).

Las dimensiones sociales, económicas, ambientales y políticas del desarrollo sostenible, podrán ser alcanzadas solo si se toma conciencia de la necesidad de vivir en armonía con el medio ambiente, por lo tanto, la ética y la voluntad política constituyen elementos indispensables para alcanzar el desarrollo sostenible.

Aunque en la bibliografía se presentan diferentes definiciones sobre ética, se hace necesaria una definición más acorde con su aplicación en el desarrollo sostenible de la agricultura, la cual es entendida como el conjunto de conceptos y valores que se concretan en una praxis de compromiso social entre todos los actores. La ética resulta entonces, un desafío más complejo cuando se trata de los valores de la sociedad hacia el ambiente (Pérez, 2005). Solo es posible alcanzar una ética elevada con la participación de todos los actores involucrados en los procesos. La participación es la que valida el desarrollo ético alcanzado cuando brinda la posibilidad de que las personas de forma responsable actúen en la solución de los problemas y en la evaluación de sus soluciones.

Un papel indiscutible lo deben jugar las mujeres con su plena incorporación a todas las actividades, incluyendo las de dirección. Por último, deberán desarrollarse indicadores para evaluar la sostenibilidad agrícola que permitan medir el avance, hacer comparaciones y establecer metas sensatas en el camino del desarrollo.

Integrar la llamada "dimensión ambiental" a los conceptos, leyes y paradigmas económicos y sociales no resulta tarea fácil. Cada vez se aprecia con mayor nitidez que los valores, la cultura, y los intereses políticos y económicos juegan un papel preponderante en el debate acerca de la sostenibilidad; por lo que es lógico pensar que en países diferentes se interprete de forma diferente el concepto de "satisfacer las demandas de las actuales generaciones sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones lo puedan hacer también" (Díaz, *et al.*, 2013).

## Conclusiones

- La sostenibilidad implica una relación racional del hombre con la naturaleza, las alteraciones que afectan al medio natural impone límites que deben ser analizados antes de crear perturbaciones en el mismo.
- El uso y funcionamiento adecuado de los sistemas agrícolas constituyen elementos indispensables que favorecen tanto a la naturaleza como a los seres humanos.

## Bibliografía

- Bach, T. y Díaz, M. (2008). Las rizobacterias, promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) en la agricultura. *Agricultura Orgánica. Banderas a seguir*, 14 (3), 35-38.
- Bello, A.*et. al.* (2008). Principios ecológicos en la gestión de los agrosistemas. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*. CLXXXIV 729, p.19-29.
- Common, M. y Perrings, C. (1992). Towards an ecological economics of sustainability. *Ecological Economics*, 6 (1), p.7-34.
- Daily, G. (2000). Management objectives for the protection of ecosystem services. *Environmental Science & Policy*, 3, p.333-339.
- Daly, H. (2008). Desarrollo Sustentable. Definiciones, Principios y Políticas. Consultado el 24 de mayo de 2011. Dponible en: <http://www.inti.gov.ar/pdf/aportes7.pdf>.

- Daly, H. y Cobb, J. (1994). For the Common Good. Redirecting the Economy toward Community, the Environment, and a Sustainable Future. Beacon Press. Boston, 534p.
- Díaz *et al.*, (2013). Enfoque para la evaluación del desarrollo sostenible en Cuba. Modelos para la evaluación del desarrollo sostenible. ISBN: 978-84-15595-86-1. VI. p. 59-70.
- Funes Aguilar, F. (2007). Agroecología, Agricultura Orgánica y Sostenibilidad Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, 134p.
- Funes Aguilar, F. (2008). Estado del arte y perspectivas de la agroecología en Cuba. VII encuentro de Agricultura Orgánica y sostenible” Pongamos los pies sobre la tierra”. La Habana 13-16 de mayo.
- Funes Monzote, F. (2009). Agricultura con futuro La alternativa agroecológica para Cuba. ISBN 978-959-7138-02-0.
- Gómez, A. (2007). Componentes del valor del paisaje mediterráneo y el flujo de servicios de los ecosistemas. *Revista Ecosistemas*, 16 (3), p.45-53.
- Gómez, A. (2009). Razones para una ciencia de la sostenibilidad. Veinte años desde Brundtland. *Revista ambiental*, 88. Consultado el 5 de diciembre de 2011. Disponible en: desde <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Sal.htm>.
- Gómez, A. y Gómez, C. (2013). Los límites físicos y ecológicos del desarrollo sostenible. Referencias para un análisis del desarrollo sostenible. ISBN: 978-84-15595-86-1. V. p. 33-44.
- Karr, J. (2000): Health, integrity, and biological assessment: The importance of measuring whole things. En: Pimentel, D., Westra, L. and Noss, R. F. (Eds.), *Ecological Integrity: Integrating environment, conservation, and health*, Island Press, Washington, D. C. Covelo California. p.209-226
- Martínez, R. (2009). Sistemas de producción agrícolas sostenible. *Tecnología en Marcha*, 22 (2), p.23-39.
- Pérez *et al.*, (2013). Desarrollo sostenible en la agricultura. Referencias para un análisis del desarrollo sostenible. ISBN: 978-84-15595-86-1. IX. p. 97-110.
- Pérez, J. (2005). Dimensión ética del desarrollo sostenible de la agricultura. *Revista de Ciencias Sociales*, 9 (002), p.23-27.
- Sanz, F. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas*, 16 (1), 44. Consultado el 24 de mayo de 2011. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=463>
- Sarandón, S. y Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, p.19-28.
- Stoorvogel, J. *et al.* (2004). The tradeoff analysis model: integrated bio-physical and economic modeling of agricultural production systems. *Agriucultural Systems*, 80 (1), p.43-46.
- Vélez, L. y Gómez, A. (2008). Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*. CLXXXIV, 729, p.31-34.