

## Comparative analysis of the main research approaches of agricultural systems

### Análisis comparativo de los principales enfoques de investigación de los sistemas agrícolas

Pérez-Vázquez, Arturo<sup>1</sup>; Leyva-Trinidad Doris A.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km. 88.5 Carretera Xalapa-Veracruz, Predio Tepetates, Mpio. Manlio F. Altamirano; Veracruz, Ver. C.P. 91700. México. <sup>2</sup>Catedrática CONACyT comisionada al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) en el Centro de Investigación y Desarrollo en Agrobiotecnología Alimentaria (CIDEA), Pachuca Ciudad del Conocimiento y la Cultura, Blvd. Circuito La Concepción 3, C.P. 42162, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo.

\*Autor de correspondencia: [leyva.doris@cidea.mx](mailto:leyva.doris@cidea.mx)

#### ABSTRACT

**Objective:** To conduct a comparative analysis of the different theoretical and methodological approaches used to study agroecosystems.

**Design/methodology/approach:** A documentary research was carried out in scientific and academic databases and each of the methodologies developed to analyse agroecosystems was reviewed. Key words were used: farming systems approach, agroecosystems analysis, agroecosystems methodology and agroecosystem health.

**Results:** It was found out that the study and analysis of agroecosystems and its context has great importance to determine their characteristics, properties and functioning according to the hierarchical level. There are currently countless methods for the analysis and assessment of agroecosystems, considering qualitative and quantitative data in static, evolutionary and co-evolutionary approach.

**Limitations of the study/implications:** Although several methodologies have been developed to obtain relevant results through the analysis of agroecosystems, these attempts are still lax and multidisciplinary.

**Findings/Conclusions:** Four main methodologies have been developed to study agriculture and agroecosystems. The approaches have often been systemic, pluridisciplinary and including various dimensions and paradigms (quantitative and qualitative). However, it is necessary to consider an inclusive perspective, a participatory and pluridisciplinary approach, allowing the analysis of agroecosystems in a holistic and complexity manner.

**Keywords:** system, agriculture, approaches

#### RESUMEN

**Objetivo:** Realizar un análisis comparativo de los diferentes enfoques teóricos y metodológicos utilizados para estudiar a los agroecosistemas.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se realizó una investigación documental en bases de datos científicas y académicas y se revisó cada una de las metodologías desarrolladas para el análisis de los agroecosistemas. Las palabras claves utilizadas fueron enfoque de sistemas de finca, análisis de agroecosistemas, metodología de agroecosistemas y salud de agroecosistemas.

**Agroproductividad:** Vol. 12, Núm. 6, junio, 2019, pp. 31-36.

**Recibido:** enero, 2019. **Aceptado:** junio, 2019.

**Resultados:** La literatura reporta que el análisis de los diversos fenómenos que ocurren dentro de los agroecosistemas y su entorno son importantes para determinar sus características, propiedades y funcionamiento de acuerdo al nivel jerárquico. Existen un sinnúmero de métodos para el análisis, desarrollo y evaluación de los agroecosistemas, considerando aspectos cualitativos y cuantitativos en evaluaciones estáticas, evolutivas y co-evolucionaria.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Aunque existen varias metodologías para el análisis de los agroecosistemas, estos intentos siguen siendo poco rigurosos y usualmente multidisciplinarios.

**Hallazgos/conclusiones:** Diversas metodologías se han desarrollado para estudiar a la agricultura y los agroecosistemas. Los enfoques a menudo han sido sistémico, pluridisciplinario y considerando las diversas dimensiones y/o paradigmas (cuanti y cualitativo). Sin embargo, es necesario considerar una perspectiva incluyente, participativa y bajo un enfoque más pluridisciplinario, que permita el análisis de los agroecosistemas de manera holística y compleja.

**Palabras clave:** sistema, agricultura, enfoques

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años a nivel mundial, surgió el interés por examinar y determinar los mecanismos que permitan evaluar la sostenibilidad y la eficiencia de los sistemas agrícolas. Aunque han surgido varias propuestas, estos intentos han sido poco integrales y pluridisciplinarios. Un análisis eminentemente sistémico del agroecosistema permite obtener evidencias sobre el desarrollo y desempeño de los sistemas agrícolas y predecir su comportamiento en una escala espacio-temporal.

El enfoque de sistemas se caracteriza por una visión amplia en el estudio de los fenómenos. Es decir, trata de incluir todos los aspectos posibles y se concentra en las interacciones entre los diferentes componentes del sistema (Jenkins, 1969; Checkland, 1992). Además, provee un marco multidimensional y pluridisciplinario en el cual la información -de diferentes disciplinas- puede ser integrada sin forzar a tener un mapa unidimensional de la realidad (Clayton y Radcliffe, 1996). Tres características definen a los sistemas: emergencia, control jerárquico y comunicación (Checkland, 1992). La primera significa que, a cualquier nivel dado de complejidad, hay propiedades emergentes que no pueden ser explicadas exclusivamente por referencia de los niveles inferiores. La segunda se refiere a la imposición de nuevas relaciones funcionales para cada nivel basado en la dinámica del nivel inferior, y la tercera a la transmisión de información que afecta la regulación y retroalimentación. Los sistemas complejos surgen de cómo percibimos a la realidad, por ello, se debe pensar que los sistemas no son estáticos y que existe una dinámica de sistemas a considerar para determinar su desarrollo y adecuado entendimiento (García-Jiménez, 2014).

### El enfoque de sistemas aplicado a la agricultura

La actividad agrícola ha sido considerada como un sistema, y por tanto su abordaje debe de ser con un enfoque sistémico-pluridisciplinario. Jones et

al. (1997) señalan que existen tres razones para usar el enfoque de sistemas complejos: 1) La naturaleza de los problemas actuales; 2) la necesidad del conocimiento de los sistemas agrícolas; 3) lo inadecuado de los métodos convencionales de proveer información en un contexto de complejidad. El enfoque de sistemas ha traído un progreso en tres áreas de la metodología de investigación de agroecosistemas: el desarrollo de conceptos y herramientas, las metodologías participativas, y el uso de sistemas de información geográfica (SIG).

### Agroecosistemas

El concepto de agroecosistema (AGS) tiene sus raíces en la concepción de la agricultura como un ecosistema "agrícola", semejándose a los procesos de sucesión ecológica. Los estudios en agroecosistemas han utilizado tanto un enfoque reduccionista como sistémico. El enfoque reduccionista con aportaciones útiles para disminuir o resolver problemas específicos, buscando una mayor productividad o un mejor funcionamiento de algún elemento del sistema. Desde el enfoque sistémico, el agroecosistema puede definirse como: un modelo o abstracción del fenómeno de la agricultura (actividad agrícola, pecuaria, forestal, acuícola o sus combinaciones) donde inciden factores económicos, sociales y ecológicos para la obtención de alimentos y otros satisfactores que la sociedad demanda. Por la carga agroecológica del concepto, se busca que los agroecosistemas tengan cierto grado de sustentabilidad (Altieri, 2002). Un manejo adecuado de los agroecosistemas no es solamente asunto del productor en lo individual, sino compete también a la esfera de política local, nacional, e

internacional y de los centros de investigación que estén relacionadas con un manejo adecuado de los recursos naturales en el contexto de la agricultura (De Rider, 1997). El objetivo del presente ensayo fue realizar una revisión y análisis comparativo de los diferentes enfoques teóricos y metodológicos utilizados para en el estudio de los agroecosistemas.

### **Análisis comparativo de enfoques teóricos y metodológicos para en el estudio de los agroecosistemas**

#### **Sistema de investigación en fincas (*Farming Systems Research, FSR*)**

Las bases teóricas de la metodología de Investigación de Sistemas de Finca fue establecida en 1976 por el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) y modificada en 1980 para incluir un enfoque más cualitativo, incorporando a sociólogos. El FSR es concebido como un enfoque (Bywater, 1990); otros lo conciben como una serie de actividades desarrolladas por investigadores y técnicos agrícolas (Biggs, 1995; Sevilla-Guzman and Woodgate, 1998) y para otros, es un nuevo paradigma y una ciencia dentro de la investigación agrícola y de extensionismo (Norman *et al.*, 1995). El FSR incluye nuevos objetivos, conceptos, actividades, métodos, comportamiento y marco filosófico de la investigación. Además, el FSR requiere de un "pensamiento sistémico" y puede emplearse en varios campos del conocimiento y por tanto, tiene que ver más con una filosofía que con una serie de actividades. Chambers (1992) llama a este método como "Investigación de campo en sistemas de finca" pero en la literatura es conocido como *Farming Systems Research*. FSR posee características de equipos multidisciplinarios o trata de manera interdisciplinaria entender la diversidad, racionalidad y aparente complejidad de los sistemas de finca. Se basa en que los investigadores entiendan y reconozcan la importancia de lo que hacen los agricultores, los porque y de entender los sistemas de finca en su conjunto y los procesos de producción agrícola. La interacción entre investigadores y la gente rural ha dado como resultado un mejor entendimiento de la problemática campesina, sus retos y oportunidades de desarrollo. En América Latina existen diversas experiencias en el uso del FSR. El Plan Puebla (Jiménez, 1970) fue uno de los proyectos que desarrolló investigación en áreas rurales tomando en cuenta los principios que emergen de un enfoque de sistemas y de desarrollo rural. Otras instituciones en Costa Rica, Guatemala y Colombia también han contribuido con experiencias en el uso de este enfoque de investigación en

fincas (Hildebrand, 1981; Gibbon, 1994). Este enfoque continua vigente con innovaciones metodológicas.

**El enfoque de Investigación de sistemas de fincas** tiene fines eminentemente de investigación, académico y de toma de decisiones; con una perspectiva holística para optimizar el desarrollo tecnológico e incrementar la productividad, rentabilidad y el nivel de vida del productor. Trata de incrementar el conocimiento de sistemas de finca para resolver problemas; donde problemas y soluciones son identificadas por el investigador y agricultores (enfoque participativo). La metodología incluye: diagnóstico, diseño, experimentación en campo, evaluación y diseminación de nuevas tecnologías bajo un enfoque multidisciplinario y es realizada comunmente en campos experimentales y del productor. Este enfoque fue difundido inicialmente por centros de investigación internacionales como CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) e IRRI (International Rice Research Institute).

#### **Análisis de agroecosistemas**

Los conceptos y metodologías de análisis de agroecosistemas fueron desarrollados en la Universidad de Chiang Mai en Tailandia por Conway (1987). Este método está basado en un enfoque ecológico-sistémico para analizar los agroecosistemas en términos de sus propiedades emergentes. Esta metodología fue denominada *Agroecosystem Analysis* (AEA). Dicha metodología hace uso de la Evaluación Rural Participativa (ERP), como una metodología para recabar la información y utiliza una serie de técnicas participativas como mapas, calendarios estacionales, diagramas de flujo, análisis de fuerzas, etc. Con el tiempo AEA y ERP llegaron a convertirse en metodologías complementarias y sinérgicas en el estudio de los agroecosistemas.

Conway (1987) menciona que la complejidad de un agroecosistema emerge primariamente debido a las interacciones entre procesos socio-económicos-ecológicos. En términos de los límites de los agroecosistemas no existe un criterio universal para definir donde empieza o termina. Para medir el desempeño de los agroecosistemas, Conway (1985), Hart (1985) y Marten (1988) han propuesto la necesidad de estudiarlos considerando diversos niveles jerárquicos (planta, cultivo, finca, región, país y a un nivel jerárquico mayor), subsistemas (suelo, cultivos, plagas, malezas, etc.) y propiedades emergentes.



Los estudios de los agroecosistemas a menudo consideran la finca como la unidad básica de estudio. Pero esta unidad puede ser no relevante para muchos otros científicos quienes visualizan el análisis de los agroecosistemas a una escala mayor o menor. Un agroecosistema, desde el punto de vista del investigador, puede ser un gran pastizal o un extenso lago o un pequeño huerto como un huerto familiar o sistema hidropónico, etc. La escala geográfica puede variar de un agroecosistema que incluya a una sola finca o varias fincas o parcelas con diversos cultivos. Puede englobar a una cuenca que incluya un sinnúmero de fincas y ecosistemas naturales o aún más grandes. La definición de un agroecosistema está determinada por el contexto-específico, y en cada caso se da de manera arbitraria. El nivel jerárquico más bajo puede ser a nivel de planta o animal, cultivo o grupo de animales, su microambiente inmediato y la gente que los cuida y cosecha. El próximo nivel puede ser la finca y así sucesivamente, donde cada subsistema conforma un agroecosistema mayor o suprasistema. Por esta razón, cada agroecosistema debe ser analizado en su propio contexto y jerarquía, en relación estrecha con los supra y sub-niveles de éste y en su totalidad para poder entender el desempeño de un agroecosistema y las interacciones al interior y exterior (Conway, 1987).

Los agroecosistemas pueden ser caracterizados por un limitado número de propiedades dinámicas que no solo describen su comportamiento, sino también se pueden usar como indicadores del desempeño de un agroecosistema y que pueden ser empleados en el diseño y evaluación del mismo o de pro-

yectos de desarrollo (Conway, 1987). Las propiedades emergentes sugeridas son: productividad, estabilidad, sustentabilidad y equidad. Las tres primeras se relacionan a propiedades de los sistemas ecológicos y la última a sistemas socio-económicos. No obstante, estas propiedades deben evaluarse en cada nivel jerárquico, mediante un proceso de seguimiento que permita poder estimar los cambios en ellas y poder comprender los resultados. El dilema de evaluar el desempeño de agroecosistemas y tendencias es simplificar sin perder la esencia de las relaciones clave en los agroecosistemas como un todo. Una de las fortalezas de esta metodología es que es flexible, de fácil comprensión y participativa, acudiendo al concepto de la "ignorancia óptima".

La metodología de **análisis de agroecosistemas** tiene como objetivo la toma de decisiones en investigación-acción para lograr agroecosistemas sustentables; presenta una perspectiva holística y busca entender su desempeño a diferente nivel jerárquico. No se requiere un conocimiento detallado del sistema, donde el concepto de "ignorancia óptima" es privilegiado. Reconoce las propiedades emergentes y busca mejorar la agricultura de bajos (tradicional) y altos insumos (industrial), mediante un enfoque interdisciplinario, participativo e incluyendo la escala espacial y temporal y flujos.

### Salud de agroecosistemas

A mediados de los 70s en la investigación en agroecosistemas surgió un innovador y emergente enfoque para estudiar a la agricultura (Lowrance *et al.*, 1984). En donde el concepto de salud era empleado equivalente a la salud humana. Sin embargo, los agroecosistemas difieren ya que su "salud" depende mucho del controlador debido a su manipulación con el propósito de maximizar la producción para la demanda del mercado. El paradigma de salud de agroecosistemas ha sido propuesto como un enfoque y marco metodológico para evaluar agroecosistemas (Nielsen, 1994; Rapport, 1995) y para diagnosticar los problemas de la agricultura y remediar el impacto de la agricultura moderna (Waltner-Toews, 1994). Dentro de la "metáfora de salud" el paciente es el ecosistema y el investigador se basa en el marco conceptual de supervisión, diagnosis y acción prescriptiva (Okey, 1996). Existe una gran controversia de aplicar el concepto de "salud" para el estudio de agroecosistemas debido a que un agroecosistema no puede ser concebido como un organismo y porque es imposible establecer normas de salud para ecosistemas dinámicos (Okey, 1996). La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006) define la salud como "un estado completo de bienestar físico, mental y social y no sólo de ausencia de enfermedad o debilidad. Soule y Piper (1992) perciben a un agroecosistema sano como aquel que funciona en un estado estable en dinámica de biomasa, de flujo de nutrientes, despliega un alto nivel de integridad y sustentabilidad, y que está "enfermo" o estresado en función de los síntomas que presente, particularmente biológicos y ambientales. Dicho enfoque está basado en el enfoque de sistemas que ha sido exitoso en estudios a nivel de planta o animal y de finca (Faye *et al.*, 1999).

La metodología de salud de agroecosistemas incluye cinco pasos, no necesariamente lineales: 1) descripción del agroecosistema en términos sistémicos

2) identificación de los tomadores de decisión y/o productores 3) establecer metas que son percibidas como atributos de salud del sistema, objetivos operacionales relacionados a las metas en escala espacial y temporal diversa y determinación de indicadores medibles que provean información sobre si esos objetivos han sido o no alcanzados 4) identificación e implementación de deseables y viables cambios que incluye resolver problemas por diferente tomador de decisión a diferente nivel y 5) monitorear un grupo de indicadores y adaptar situaciones cambiantes o resultados no esperados o deseables (Faye *et al.*, 1999).

De acuerdo a Xu y Mage (2001) la salud del agroecosistema puede ser caracterizada desde cuatro perspectivas relacionadas a la estructura, función, organización y dinámica. Criterios como disponibilidad de recursos, diversidad y accesibilidad son útiles para el estado estructural de salud del agroecosistema y productividad, eficiencia y efectividad son útiles para evaluar aspectos funcionales. Criterios de organización como autonomía y auto-dependencia para caracterizar la naturaleza organizacional inherente a la salud del agroecosistema. Los criterios útiles para dinámica de salud de agroecosistemas son estabilidad, resiliencia y la capacidad de responder a cambios o situaciones de estrés.

La salud del agroecosistema identifica indicadores de salud para ser registrados y proporcionar recomendaciones y políticas específicas. Al evaluar la salud del agroecosistema, es necesario hacer referencia a la integridad ecológica. La condición de la salud consiste en un equilibrio entre estabilidad y capacidad de recuperación. Cabe resaltar que un agroecosistema frágil puede carecer de la capacidad de recuperación, siendo más vulnerable a eventos extremos. Un agroecosistema sano es capaz de mantener niveles constantes de producción a pesar de las variaciones ambientales; tiene la capacidad de reorganizar o evolucionar en respuesta a condiciones de estrés del mercado, fluctuaciones climáticas u otras. La salud del agroecosistema puede residir parcialmente en un equilibrio entre la eficiencia ecológica y económica, al proporcionar ingresos adecuados para el productor, alimentos suficientes y asegurar la disponibilidad de ingresos y otros productos.

La metodología de **salud de agroecosistemas** busca identificar indicadores de salud, para su evaluación, aportar recomendaciones y políticas específicas y

mantener niveles consistentes de la producción a pesar de fluctuaciones ambientales. Presenta una perspectiva holística e incorpora analogías médicas en la evaluación mediante propiedades emergentes (estabilidad, resiliencia, complejidad, eficiencia y equidad), indicadores, e índices para generar un modelo de gestión. Evalúa el impacto de las prácticas agrícolas y busca mejorar el desempeño de la agricultura industrial y el deterioro de recursos naturales, todo ello bajo un abordaje multidisciplinario.

### Investigación etnobotánica (Hernández X.)

Esta metodología busca obtener experiencias agrícolas para resolver problemas y trata de crear un entendimiento de la agricultura tradicional. Posee un enfoque sistémico, donde se privilegia el conocimiento indígena. Busca estudiar la tecnología agrícola tradicional en grupos marginados, particularmente en las unidades de producción campesina. Su enfoque es entender la agricultura de bajos insumos (tradicional) y es interdisciplinario y transdisciplinario (con campesinos formando parte del equipo). La metodología incluye la selección del área de estudio, regionalización, colecta de información ecológica, calendarios agrícolas y definición de los sistemas agrícolas, formulación de generalizaciones, hipótesis de trabajo, experimentos, evaluación de la tecnología en campos de agricultores. Además, de registrar y recuperar el conocimiento tradicional, es más cuantitativa que cualitativa.

### CONCLUSIONES

Diversas metodologías se han desarrollado para estudiar a la agricultura y los agroecosistemas. Muchas de las veces, se ha evaluado desde un enfoque sistémico, pluridisciplinario y considerando las diversas dimensiones, paradigmas (cuantitativo y cualitativo) y propiedades emergentes. No obstante, en México existe una gran tradición en el estudio de los agroecosistemas y ha contribuido con aportes teóricos y metodológicos. Un ejemplo de ello es el posgrado (Maestría y Doctorado en ciencias) en Agroecosistemas Tropicales del Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados, que marcó huella desde el año 1993 en proponer que la agricultura tendría que considerarse desde una perspectiva incluyente, participativa, sistémica y bajo un enfoque eminentemente pluridisciplinario. El entendimiento de los agroecosistemas pasa por conocer su estructura y funcionamiento, y sus atributos sociales, económicos y ambientales en una apropiada escala y contexto.

## LITERATURA CITADA

- Altieri, M. (2002). Agroecología: Principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 27-34). Buenos Aires (Argentina): Ediciones Científicas Americanas.
- Biggs, S.D. (1995). Farming systems research and rural poverty: relationships between context and content. *Agricultural Systems*, 47(2), 161-174.
- Bywater, A.C. (1990). Exploitation of the Systems Approach in Technical Design of Agricultural Enterprises. En J.G.W. Jones & P.R. Street (Eds.), *Systems Theory Applied to Agriculture in the Food Chain* (pp. 61-78). London, UK.
- Chambers, R. (1992). Rural appraisal: Rapid, relaxed and participatory IDC (Institute of Development Studies) Discussion paper 331 University of Sussex, Brighton. Recuperado de <https://www.ids.ac.uk/publications/rural-appraisal-rapid-relaxed-and-participatory/>
- Checkland, P. (1992). From framework through experience to learning: the essential nature of action research. En H. Nissen, H. Klein & R. Hirschheim (Eds.), *Information systems research: contemporary and emergent traditions* Amsterdam: Elsevier.
- Clayton, A.M.H. & Radcliffe, N.J. (1996). *Sustainability: a systems*. (1a ed.). 270 p. Londres: Earthscan.
- Conway, G.R. (1985). Agroecosystem Analysis. *Agricultural Administration* 20(1), 31-55. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0309-586X\(85\)90064-0](https://doi.org/10.1016/0309-586X(85)90064-0)
- Conway, G. R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24(2), 95-117. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(87\)90056-4](https://doi.org/10.1016/0308-521X(87)90056-4)
- De Ridder, N. (1997). Hierarchical levels in agro-ecosystems: selective case studies on water and nitrogen. (Doctoral Thesis) Wageningen: Wageningen. Agricultural University.
- Faye, B., Waltner-Toews, D. & McDermott, J. (1999). From "ecopathology" to "agroecosystems health". *Preventive Veterinary Medicine*, 39, 111-128.
- García-Jiménez, R. (2014). Teoría general de sistemas y complejidad. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*. Recuperado de [www.eumed.net/rev/cccss/27/teoria-sistemas.html](http://www.eumed.net/rev/cccss/27/teoria-sistemas.html)
- Gibbon, D. (1994). Farming systems research/extension: background concepts, experience and networking. En J.B. Dent & M.J. McGregor (Eds.), *Rural and farming system analysis: European perspectives* (pp. 3-18). Wallingford: CABI.
- Hart, R. (1985). Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Hernández, X.E. (1977). Agroecosistemas de México. CP-ENA. p. 42
- Hildebrand, P. E. (1981). Combining disciplines in rapid appraisal: the sondeo approach. *Agricultural Administration*, 8(6), 423-432.
- Jenkins, G.M. (1969). "The Systems Approach." En J. Beishon & G. Peters (Eds.), *Systems Behavior*, New York, NY, USA: Harper and Row.
- Jiménez, L. (1970). El Plan Puebla: Un programa regional para aumentar los rendimientos de maíz entre agricultores con pequeñas explotaciones. En: *Estrategias para aumentar la productividad agrícola en zonas de minifundio*. Conferencia Internacional. Puebla, México, CIMMYT. pp: 71-80.
- Jones, J.W., Thornton, P.K. & Hansen, J.W. (1997). Opportunities for systems approaches at the farm scale. En P.S. Teng, M.J. Kropff, H.F.M. ten Barge, J.B. Dent, F.P. Lansigan & H.M. van Laar (Eds.), *Applications of Systems approaches at the farm and regional levels* (pp. 1-18). Kluwer Academic Publishers. London (United Kingdom).
- Lowrance, R., Stinner, B.R. & House, G.J. (1984). *Agricultural ecosystems. Unifying concepts*. John Wiley and Sons. New York.
- Marten, G.G. (1988). Productivity, stability, sustainability, equitability and autonomy as properties for agroecosystem assessment. *Agricultural Systems*, 26(4), 291-316. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(88\)90046-7](https://doi.org/10.1016/0308-521X(88)90046-7)
- Nielsen, N.O. (1994). Agro-ecosystem health: Proceedings of an international workshop. Agro-ecosystem Health Project. University of Guelph, Guelph, Canada.
- Norman, W.D., Worman, F.D., Siebert, J.D. & Modiakgotla, E. (1995). *The Farming Systems Approach to Development and Appropriate Technology* (233 p.), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Okey, B.W. (1996). Systems approaches and properties, and agroecosystem health. *Journal of Environmental Management*, 48(2), 187-199.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2006). *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. Documentos Básicos, suplemento. 45 Edición. Ginebra. 20 p. Recuperado de: [http://www.who.int/governance/eb/who\\_constitution\\_sp.pdf](http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf)
- Rapport, D.J. (1995). Ecosystem health: an emerging integrative science. En D. Rapport, C.L. Gaudet & P. Calow (Eds.), (pp. 5-31), *Evaluating and Monitoring the Health of Large-Scale Ecosystems*. London: Springer.
- Sevilla-Guzmán, E. & Woodgate, G. (1998). Overview and Discussion: From Farming Systems Research to Agroecology. *Proceedings of the 2nd European IFSA Symposium*, pp. 249-255.
- Soule, J.D. & Pipper, D. (1992). *Farming in Nature's Image: An ecological approach to agriculture*. Island Press, Washington, D. C. 286 p.
- Waltner-Toews, D. (1994). Ecosystem health: a framework for implementing sustainability in agriculture. En N.O. Nielsen (Ed.), *Proceedings of an International Workshop on Agroecosystem Health*. (pp. 8-23). University of Guelph, Guelph, Canada.
- Xu, W. & Mage, J.A. (2001). A review of concepts and criteria for assessing agroecosystems health including a preliminary case study of Southern Ontario. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 83, 215-233.

