

Alessandria, E. E.1

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ex Profesor Titular de Ecología Agrícola. Córdoba. Argentina.

ealessan@agro.unc.edu.ar

## RESUMEN

Comenzando con un tratamiento histórico para continuar luego con conceptos unificadores, se pone en evidencia la estrecha vinculación entre Ecología y Agronomía y la necesidad de su estudio y aprendizaje conjunto.

Palabras clave: desarrollo histórico, ecosistemas, agroecosistemas, agroecología.

## INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista principalmente biológico, Ecología y Agronomía presentan diferencias que a lo largo del tiempo han llevado a un distanciamiento entre ambas, tal es así que para algunos resultaban antagónicas. Por otra parte, existen similitudes entre ellas que avizoran un futuro conjunto.

En el presente artículo, escrito a fines de 1990 como una introducción para Ecología Agrícola y que resume mucha de la bibliografía existente sobre el tema, a través de un análisis conceptual e histórico, se exponen razones que permiten apreciar un criterio superador para entender mejor sus interrelaciones.

## RESEÑA HISTÓRICA DE LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

La evolución de la humanidad, que le permitió al hombre obtener y hacer uso de los diferentes recursos del medio (alimentos, refugio, protección, abrigo), hizo que éste fuera paulatinamente modificándose. De la dependencia directa de los elementos que le brindaba el ambiente en el cual residía, actuando como un elemento más del mismo siendo recolector de vegetales y animales, llega a la actualidad con similares necesidades de recursos, pero notoriamente incrementadas en cantidad, diversidad y calidad. Para ello ha desarrollado y aplicado varias de sus "invenciones", "descubrimientos", "cambios de hábito", que han hecho factible su supervivencia a lo largo del tiempo y en las más diversas regiones del mundo. Su accionar sobre el medio fue en aumento dando lugar a ambientes muy diferentes a los primitivos que, en la actualidad como en sus comienzos, le proveen alimento, le brindan abrigo, le ofrecen protección, le dan calor.

Entre los promotores de grandes cambios que dieron lugar a esas alteraciones del ambiente, en orden cronológico, pueden citarse (adaptado de Gastó, 1979):

**-empleo de técnicas e implementos para la caza y la pesca** (hace unos 30.000 años): fue la primera acción fuertemente depredadora del hombre, motivada por la creación y el manejo de medios y herramientas primitivas que ejercieron una acción más acentuada sobre ese tipo de recursos animales.

**-desarrollo de la ganadería** (hace unos 10.000 años): con la domesticación de algunas especies de animales se generaron visibles transformaciones al entorno. Los herbívoros al pastar en un sitio fijo hicieron que la vegetación circundante tomara otro aspecto y variara su composición. Dada la escasa densidad poblacional, esos efectos fueron relativamente aislados y, por su carácter trashumante, era posible que ese terreno al cabo de un tiempo, sin una nueva alteración, recuperara su primitiva fisonomía.

**-desarrollo de la agricultura** (casi simultánea con la anterior): las especies vegetales nativas más promisorias fueron domesticadas, el hombre las fue seleccionando para adaptarlas a sus necesidades y a variadas condiciones ambientales. Así se fueron creando ambientes donde dominaban sólo las especies de su interés y, el tener garantizado (y almacenado) su alimento, le permitió afincarse y permanecer mayor tiempo en un determinado sitio, al que modificó en mayor proporción. Esta transformación fue en lento incremento a medida que aumentaban sus requerimientos y la densidad de población.

**-incorporación de la tracción animal, de técnicas y herramientas para el cultivo y manejo de los rodeos** (hace unos 6.000 años): con ello se intensificó la utilización de las especies domesticadas, se establecieron praderas para los animales, se hizo más rápida y extensa la roturación del suelo y se generaron mayores reservas de alimentos. La modificación del ambiente fue sustancialmente más evidente, los sistemas más "artificializados" sustituyeron a los nativos, su superficie fue en aumento y su permanencia en el tiempo más prolongada.

**-desarrollo de la revolución industrial** (hace unos 250 años): la necesidad de proveer de energía a las industrias, el empleo de maquinarias en la producción, la mayor y más rápida manufacturación de la materia prima, la elaboración de nuevos productos, etc. requirió del hombre una acción más contundente sobre el medio. Se deforestaba para obtener leña y carbón, se comenzaron a trabajar grandes superficies agrícolas y ganaderas que, con la utilización generalizada de nuevos productos, dieron lugar a la aplicación de nuevas técnicas en la utilización de los recursos. De esta forma se proveyeron mayores cantidades de materias primas a las industrias, se redujeron las zonas con vegetación nativa, los paisajes se hicieron más homogéneos, se alteraron notoriamente los ciclos de nutrientes y los flujos hídricos, se aceleró la degradación y erosión de los suelos. Los mayores requerimientos de una población en aumento, afincada en las cada vez más grandes zonas urbanas, exigían de una creciente provisión de materias y materiales para satisfacer sus necesidades.

**-mecanización agrícola** (hace unos 120 años): íntimamente asociada a la revolución industrial, en el ámbito rural se comenzaron a realizar las diversas tareas mediante la utilización de maquinarias (especialmente el tractor) que facilitaron y aceleraron el laboreo del suelo, la siembra de semillas, el control de malezas, la cosecha y la trilla de los granos. Fue así que, con menor esfuerzo humano pero dependiente de energía fósil y de la incorporación de nuevas maquinarias, se hicieron aún más extensas y uniformes las áreas destinadas a la producción agropecuaria.

**-aplicación generalizada de sustancias químicas (plaguicidas, fertilizantes, vacunas)** (hace unos 80 años): las incorporaciones de diversas sustancias desde fuera de los sistemas agropecuarios posibilitaron luchar contra las plagas y aumentar los rendimientos, pero, a su vez, produjeron alteraciones en las redes tróficas, contaminaron las corrientes de agua y afectaron la salud humana.

**-desarrollo de la informática y de sensores remotos** (hace unos 50 años): el disponer de registros de datos tomados a distancia y de ordenadores de información, permitió evaluaciones más precisas de las condiciones del medio, como también trabajar con gran cantidad de información y generar modelos para apreciar futuros riesgos.

**-desarrollo de la biotecnología** (hace unos 40 años): la aplicación de técnicas de cultivo de tejidos in vitro, la creación de organismos genéticamente modificados, el trasplante de embriones y la clonación, entre otras, generaron poblaciones de vegetales y animales sumamente homogéneas, capaces de resistir situaciones de estrés, evitar la acción de plagas, tolerar la aplicación de sustancias químicas, pero cada vez con mayores

requerimientos de subsidios externos. Además, se desconocen sus efectos a mediano y largo plazo, los que pueden estar ligados a: la generación de "súper-organismos-plagas", disminución de la calidad del producto, daños en la salud humana y animal, contaminación del ambiente por uso excesivo de agroquímicos y que no son degradados rápidamente.

Todas estas acciones tienen efectos sumativos y, en muchos casos, interactivos, es decir, las iniciadas hace milenios siguen actuando y los nuevos hechos se le superponen. Situaciones con resultados muchas veces ignorados se van planteando con la adopción y aplicación de las últimas innovaciones. A su vez, estas intervenciones son más frecuentes, más agresivas, de rápida difusión y abarcan mayores superficies.

El desarrollo y aplicación de estas diferentes "creaciones, invenciones tecnológicas y/o descubrimientos" en el ámbito agropecuario han permitido, entre otras cosas: aumentar la cantidad y calidad de alimentos producidos, facilitar las tareas en los sistemas de producción, depender menos de la aleatoriedad del clima, acceder a mejores condiciones de vida, generar nuevos modos de tomar y utilizar los recursos, favorecer el crecimiento y desarrollo (en superficie y volumen) de algunas especies, manejar con un criterio más antropocéntrico los ecosistemas, abastecer a centros de consumo cada vez más concentrados y de mayores demandas.

Asimismo, tales prácticas, por desconocimiento, desatención o despreocupación, dieron lugar a problemas o situaciones conflictivas, en algunos casos de manera acelerada y, en otros, de forma más imperceptible a corto plazo pero evidentes a largo plazo. Entre ellos se pueden citar: erosión de los suelos, degradación de la fertilidad física y química de los mismos, disminución y fragmentación excesiva de las áreas con vegetación nativa, homogeneización del paisaje, pérdida de la diversidad biológica (comunitaria, poblacional y genética) y aparición de nuevas plagas.

## **ECOSISTEMAS NATURALES Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**

Los ecosistemas naturales proveen una serie de servicios entre los que se cuentan: producción de recursos (alimentos, fibras), generación de hábitats para diferentes especies, amortiguación de factores climáticos, biorroturación y protección del suelo, almacenamiento de energía y regulación de los ciclos biogeoquímicos.

Los sistemas agropecuarios se destinan principalmente a la obtención de productos para la alimentación humana y animal o para la industria, a la provisión de energía, a la generación de sitios propicios para ciertas especies y a la creación de ambientes para el descanso y solaz del

hombre. En síntesis, a partir de ellos se satisfacen tanto necesidades básicas como secundarias de la humanidad. Al contrastar ambos sistemas, se aprecia que entre ellos hay varias diferencias, las cuales le otorgan propiedades

particulares a cada uno. Estas discrepancias se hacen más notorias cuanto mayor es el grado de intervención del hombre (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Relación entre ecosistemas naturales y sistemas de producción agropecuaria.

<i>Ecosistemas naturales</i>	<i>Sistemas de producción agropecuaria</i>
Límites espaciales normalmente poco notorios, varían gradualmente.	Generalmente sus límites espaciales están bien delimitados.
Poseen mayor continuidad temporal sin grandes alteraciones.	Están sometidos a disturbios periódicos que alteran su persistencia.
Son diversos en especies y se ocupan la mayoría de los nichos espaciales, por lo que hay muchos recursos retenidos.	Son menos diversos y al no ocuparse muchos nichos espaciales, dejan recursos disponibles los que pueden perderse del sistema.
Generalmente tienen algunas especies representativas, dominantes o co-dominantes.	La mayoría tiene una o muy pocas especies dominantes.
Las distintas poblaciones presentan individuos con diferentes genotipos, de variadas edades y con distinto vigor.	Las principales poblaciones son de idéntico genotipo, de una misma edad y de similar vigor.
Reinvierten su producción en el mantenimiento de su propia organización.	La mayor parte de su producción es exportada del sistema por lo que es escasa su reinversión.
El ciclado de nutrientes tiende a ser cerrado.	El ciclado de nutrientes es abierto.
La regulación biológica (interacciones bióticas) es muy importante.	La regulación biológica es escasa, con pocas interacciones.
Redes tróficas complejas y más largas.	Cadenas tróficas más simples y más cortas.
No requieren de una contribución extra de energía o de nutrientes, sólo del aporte que naturalmente ocurre.	Para su continuidad dependen de la incorporación de subsidios energéticos, materiales, trabajo y de información desde fuera del sistema.

A pesar de esta disparidad en algunas de sus características, ambos sistemas, desde una visión más amplia y especialmente desde el punto de vista funcional, tienen similitudes, por ejemplo:

- poseen diferentes niveles tróficos,
- fijan, transforman y transfieren energía,
- sintetizan y degradan la materia orgánica,
- asimilan y metabolizan nutrientes,
- tienen entradas y salidas de diferentes elementos,
- presentan particulares formas de diversidad biológica.

## ECOLOGÍA COMO CIENCIA

Como muchas de las ciencias, Ecología tuvo un inicio disperso, con elementos que datan desde mucho tiempo atrás y con el aporte permanente de muchas disciplinas vinculadas a su ámbito de estudio.

Ya en la antigua Grecia, Aristóteles y Platón, entre otros, buscaron interpretar la idea de la "armonía ecológica" o "equilibrio de la naturaleza". A medida que se intensificaba el uso de los recursos naturales, también se desarrollaban nuevos conocimientos que permitieron entender el proceder del hombre en sí mismo, de la naturaleza y de las interacciones entre ambos. Es así que comenzaron a profundizarse los estudios acerca del comportamiento de los organismos en los diferentes ambientes y de las relaciones entre ellos.

En 1858 Thoreau incorpora el término "Ecología" y en 1869 Haeckel lo definió como "la ciencia que estudia las interacciones entre los organismos y su ambiente." Su desarrollo como ciencia tuvo principalmente el aporte de naturalistas (biólogos, zoólogos, botánicos) como Forbes, que en 1887 publica su artículo "El lago como un microcosmos" e identifica a la comunidad como una unidad, o como Warming (1895 y 1909), quien estudió la estructura y las asociaciones de las comunidades vegetales con el ambiente. En 1899 Cowles describe la sucesión de plantas en las dunas costeras, aspecto tomado luego por Clements en su libro publicado en 1916, que adquiere amplia difusión y profusas discusiones al respecto. En 1913 y 1915, respectivamente, se crearon las Sociedades Británica y Norteamericana de Ecología.

A principios del siglo XX comenzaron los más variados e importantes aportes que permitieron fortalecer el cuerpo teórico de Ecología. Se la puede calificar como una ciencia relativamente nueva, tal es así que el concepto de ecosistema fue propuesto por Tansley en 1935 y comienza a ser considerada como una ciencia básica y fundamental a partir de los años 1950-1960.

Esta profundización de los conocimientos en Ecología llevó a una actualización y mejor delimitación de su alcance como ciencia, Odum (1969) la define como "el estudio de la estructura y funcionamiento de la

naturaleza", Krebs, en 1972, expresa que "es el estudio científico de las interacciones que determinan la distribución y abundancia de los organismos". De esta manera, se incluyen elementos que hacen a la constitución y función del ecosistema, como también los que intervienen en la disposición de los mismos.

Ecología es una ciencia interdisciplinaria que se apoya en muchos otros campos del conocimiento, a través de un enfoque integrador indaga y trata de brindar normas generales del comportamiento de organismos, poblaciones y comunidades, permitiendo interpretar las relaciones existentes entre los diferentes niveles de organización y el ambiente en que habitan (Begon et al. 1999). De tal forma, se pueden: explicar fenómenos más complejos a niveles o escalas superiores, hacer aportes a la predicción de futuras situaciones y contribuir más acabadamente a la solución de problemas complejos de diversa naturaleza.

## **ECOLOGÍA EN LAS CIENCIAS AGROPECUARIAS**

El hecho de la intervención del hombre en los ecosistemas naturales, particularmente mediante la agricultura y la ganadería, evidencia la relación entre Ecología y Agronomía. A pesar de ello existió un divorcio entre ambas ramas de la ciencia, tal es así que los ecólogos, algunos excesivamente descriptivos, se abocaron a estudiar sistemas no alterados como pantanos, bosques, praderas, mientras que los agrónomos, necesariamente prescriptivos, debieron incluir dentro de los sistemas de producción agropecuaria, aspectos sociales, políticos y económicos. Se puede decir, citando a Paul y Robertson (1989), que "los agrónomos han ignorado por largo tiempo a la ecología y sus beneficios derivados de aproximaciones de investigación integradas, y los ecólogos han considerado a los sistemas agropecuarios lejos de su interés".

Si bien Plinio, en el primer siglo de la era cristiana ya brindaba principios basados en el buen uso de los recursos para manejar la producción agrícola (por ejemplo, la utilización de abonos orgánicos o de barbechos), los vínculos experimentales y científicos entre Ecología y Agronomía recién aparecen hacia 1920 cuando Azzi (1928) da a conocer su obra "Ecología Agraria", definiéndola como "el estudio de las relaciones bioambientales con relación al rendimiento" teniendo en cuenta aspectos cualitativos, cuantitativos y generativos de los cultivos. En los primeros libros de Ecología Vegetal como los de Weaver y Clements (1929) y Oosting (1956), se cita a la agricultura, a la silvicultura y al manejo de pastizales naturales, como ecologías aplicadas.

En 1928, Klages, publica un artículo sobre Ecología de los cultivos que luego amplía en su libro "Ecological crop geography" (1942). En éste cita un trabajo de Bensin de

1930 que propone el término "Agroecología", aplicado al estudio detallado de las plantas cultivadas haciendo hincapié en aspectos fisiológicos. También desarrolla con cierto detalle el ambiente social y económico en el que se lleva adelante la producción agropecuaria; luego puntualiza que las normas o políticas agronómicas deben tener bases ecológicas.

Hacia 1938, Papadakis conceptualiza la Ecología Agrícola dentro de lo que llamó autoecología fitotécnica, haciendo referencia a la ecología de los distintos cultivos.

Es a partir de la década de 1960 cuando se hace hincapié en la interrelación Ecología-Agronomía, y comienzan a utilizarse expresiones y conceptos particulares de la Ciencia Ecológica, empleándolos en los diferentes campos de aplicación de las Ciencias Agropecuarias. En el libro de uso más generalizado de Ecología, "Fundamentals of Ecology" de Odum (1959), traducido al castellano en 1965 y con numerosas ediciones posteriores, se comparan ecosistemas naturales y sistemas cultivados mediante atributos tales como productividad, eficiencia del uso de la energía y modelos de sistemas. En 1966 Mann publica "Bases ecológicas de la explotación agropecuaria en América Latina". En Argentina, Zaffanella y Gemesio en 1968 en un trabajo pionero en su tipo, encaran los problemas de la productividad agrícola de una manera holística, caracterizan geográficamente a las regiones mediante "unidades agroecológicas" y, para su determinación, toman en cuenta no sólo elementos del ambiente físico, sino también aspectos de la actividad humana con relación al agro.

Para ese entonces, Ecología comienza a ser una asignatura obligatoria en los programas de las carreras de Ingeniería Agronómica (las Universidades de Tucumán y de Córdoba fueron pioneras en ello), y su inserción se ha generalizado paulatinamente en todas la Facultades de Agronomía del país y se torna cada día más relevante y con mayor vigencia.

Durante la década del 70 surgen diversas publicaciones que permiten visualizar más acabadamente la relación entre Ecología y Agronomía, particularmente en sus objetos de estudio: los ecosistemas y los agroecosistemas. Así, por ejemplo, en un artículo de 1971 Brockington propone el uso de modelos en la investigación agronómica; en 1974 se edita la revista "Agroecosystems" (posteriormente denominada Agriculture, Ecosystems and Environment), en cuyo primer número Harper conceptualiza el término "Agroecosistema". Spedding publica "The biology of agricultural systems" en 1975. Efraín Hernández (1977) fue pionero en introducir el concepto de agroecosistema en el estudio de la realidad agrícola americana, al que definió como: "un ecosistema modificado en menor o mayor grado por el hombre al utilizar los recursos

naturales en los procesos de producción agrícola”. Por los años 80 numerosos artículos tratan la interacción Ecología-Agronomía, entre ellos: Cox (1984), Jackson (1984), Lowrance et al (1984), Jackson y Piper (1989) y Hart, en 1985, da a conocer su obra "Agroecosistemas: conceptos básicos”,

A partir de ese entonces toma fuerza la “Agroecología”, cuyo propulsor principal, Miguel Altieri (1983), en sus diversos libros, la conceptualiza como “una disciplina que provee los principios ecológicos básicos para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que sean productivos y conservadores de los recursos naturales, y que también sean culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables”.

Comienza así un modo diferente de encarar el estudio y manejo de las agroecosistemas, dando lugar a una nueva actitud del técnico, ya sea referida al planeamiento y

diseño de los sistemas de producción agropecuarios, como frente a la solución de los problemas que se presentan en los mismos.

## APORTES DE ECOLOGÍA AL ESTUDIO DE LOS AGROECOSISTEMAS

Visto el estrecho vínculo existente entre la Ecología y la Agronomía, es posible apreciar que muchos pueden ser los elementos que desde la ciencia ecológica se pueden estudiar y aplicar en los sistemas de producción agropecuaria.

En la **Tabla 2**, modificada de Semmanrtín et al. (1993), es factible identificar conocimientos desarrollados en Ecología y su utilización en las Ciencias Agronómicas.

**Tabla 2.** Conceptos ecológicos aplicados en la Agronomía.

<i>Conceptos de Ecología</i>	<i>Aplicación en Agronomía</i>
Jerarquías. Niveles de organización	Escalas para el análisis de problemas, heterogeneidad de la vegetación.
Ecosistemas	Identificación y análisis de la estructura y funcionamiento de sistemas de producción agropecuaria.
Flujo de Energía. Productividad. Eficiencia energética	Aprovechamiento de la radiación solar, manejo del canopeo, establecimiento de la carga animal, comparación de sistemas de producción.
Circulación de nutrientes (depósitos, balances)	Manejo del suelo, aplicación de fertilizantes, descomposición de materia orgánica, manejo de residuos de cosecha.
Fitogeografía. Comunidad vegetal	Heterogeneidad ambiental, relación clima-suelo-vegetación.
Sucesión ecológica	Efectos de los disturbios sobre la vegetación, el sobrepastoreo, la desertización, manejo equilibrado de formaciones naturales e implantadas
Estrategias de crecimiento poblacional. Nicho ecológico	Domesticación de plantas y animales, estrategias de invasión de malezas y otras plagas, adaptación de organismos espontáneos y domesticados al ambiente.
Demografía poblacional	Manejo de cultivos y de malezas, manejo de bosques, manejo de plagas animales.
Competencia	Manejo de malezas, densidad de siembra de cultivos, diseño de policultivos.
Depredación, herbivoría, parasitismo, parasitoidismo. Mutualismo	Relación planta-animal, sobrepastoreo, manejo integrado de plagas, inoculación de leguminosas.
Estabilidad y desarrollo de los ecosistemas	Sustentabilidad de los sistemas de producción, diseño de sistemas sustentables

Dado el enfoque sistémico de los estudios ecológicos, es razonable pensar que su aplicación en la Agronomía resulte apropiada permitiendo abordar variados aspectos de la misma, aportando diversas soluciones y proponiendo un uso sustentable de los recursos; de tal modo que con ello se enriquezca la formación y el trabajo profesional de los Ingenieros Agrónomos.

De esta manera puede observarse el paulatino acercamiento entre la ciencia ecológica y la agronomía, se va llenando el vacío entre ellas y va surgiendo una nueva disciplina que se proyecta hacia la interdisciplinariedad, proveyendo información básica y aplicada de los agroecosistemas, y con una nueva orientación a la solución de problemas en los sistemas de producción agropecuaria.

En razón de ello la Agronomía puede definirse como: “la disciplina científica que estudia, opera y conduce los agroecosistemas hacia la sustentabilidad, ambiental, económica y social”.

## APÉNDICE

A partir de este siglo son numerosos los aportes al estudio de los agroecosistemas en general y de la Agroecología en particular. Como ejemplo, en idioma castellano, se pueden citar: Gliessman (2002), Sarandón, (2002), Sevilla Guzmán (2004)

Hacia el futuro se puede pensar en un trayecto a recorrer conducente a la mayor convergencia entre Ecología y Agronomía sintetizadas en la Agroecología, tal como



plantea Marasas (2012) en su libro "El camino hacia una transición agroecológica", y más recientemente, desde el SIPA (2021) se brindan aportes para el manejo de la transición en agroecosistemas extensivos.

## BIBLIOGRAFIA

- Altieri, M. A. (1983) Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa. Chile, Centro de Estudios en Tecnologías Apropriadas para América Latina (CETAL). Valparaíso. Chile. 338 p.
- Azzi, G. 1928. Ecología Agraria. Unione Tipografico - Editrice Torinese. Torino. Italia. 237 p.
- Begon, M., Harper, J., Townsand, C. 1999. Ecología, individuos, poblaciones y comunidades. Ed. Omega. Barcelona. España. 886 p.
- Brockington, N. 1971. Using models in agricultural research. *Span* 14(1):26-29
- Cox, G. 1984. The linkage of inputs to outputs in agroecosystems. In: Lowrance, R., Stinner, B., House, G. (Eds), *Agricultural ecosystems*. J. Wiley. New York. U.S.A.
- Gastó, J. 1979. Ecología, el hombre y la transformación de la naturaleza. Ed. Universitaria. Santiago. Chile. 573 p.
- Gliessman, S. 2002. Agroecología. Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 359 p
- Harper, J. 1974. Agroecosystems: concepts and characteristics. *Agroecosystems*. 1(1):1-6
- Hart, R. 1985. Agroecosistemas: conceptos básicos. CATIE. Turrialba. Costa Rica 159 p.
- Hernández X. E. 1977. El agroecosistema, concepto central del análisis de la enseñanza, la investigación y la educación agrícola en México. En: Hernández X. E (Ed). *Agroecosistemas de México*. Colpos. ENA. México 15-19 pp.
- Jackson, W. 1984. A search for the unifying concept for sustainable agriculture. In: Jackson, W., Berry, W., Colman, B. (Eds.) *Meeting the expectations of the land: essays in sustainable agriculture and stewardships*. North Point Press. San Francisco U.S.A. 208-229 pp.
- Jackson, W. Piper, J. 1989. The necessary marriage between ecology and agriculture. *Ecology* 70(6): 1591-1593
- Klages, K. H. 1928. Crop ecology and ecological crop geography in the agronomic curriculum. *J. Am. Soc. Agron.* 20:336-353.
- Krebs, Ch. 1972. Ecología, análisis experimental de la distribución y abundancia. Ed. Pirámide. Madrid. España. 753 p.
- Lowrance, R., Stinner, B., House, G. (Eds.).1984. *Agricultural Ecosystems: Unifying concepts*. J. Wiley. New York. U.S.A. 233 p.
- Mann, G. 1966. Bases ecológicas de la explotación agropecuaria en América Latina. Monografía N° 2. Serie Biología. Dpto. Asuntos Científicos O.E.A. Washington. U.S.A. 77 p.
- Marasas, M. E. (Comp.) 2012. El camino de la transición agroecológica. Ediciones INTA. Buenos Aires. Argentina. 90 p.
- Odum. E. Ecología. 1969. (2ª edición) Editorial Interamericana. México. 639 p.
- Oosting, H. 1956. The study of plant communities. W. H. Freeman and Co. San Francisco. U.S.A. 440 p.
- Papadakis, J. S. 1938. *Écologie Agricole*. Ed. Jules Duculot, Gembloux. Paris. Francia. 312 p.
- Paul, E., Robertson, G. P. 1989. Ecology and the agricultural sciences: ¿a false dichotomy? *Ecology* 70(6):1594-1597.
- Sarandón, S (Ed.). 2002. Agroecología, el camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas. La Plata. Argentina. 557 p.
- Semmartín, M., Di Bella, C., Grimoldi, A., Oesterheld, M. 1993. Aplicación de la teoría ecológica a la solución de problemas agronómicos. *Ecología Austral*. 3:57-66
- Sevilla Guzmán, E. (2004) Agroecología y agricultura ecológica: hacia una "re" construcción de la soberanía alimentaria. Disponible en: <https://core.ac.uk › download › pdf>
- SIPA. 2021. Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas: aportes para el manejo de la transición en agroecosistemas extensivos. Disponible en <https://fcagr.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2021/04/SIPA%202020.pdf>
- Spedding, C. R. (1975) *The biology of agricultural systems*. Academic Press. London. U.K. 261 p.
- Weaver, J., Clements, F. 1929. *Plant ecology*. McGraw-Hill Book Co. New York. U.S.A. 520 p.
- Zaffanella, M., Gemesio, M. 1968. Ataque de problemas de productividad agrícola mediante análisis y síntesis ecológicos. Instituto de Suelos y Agrotecnia. INTA. Bs. As. Argentina. 28 p.