

**Curso Introducción a las Ciencias Agrarias y Forestales**

LA REVOLUCIÓN VERDE, EL USO DE LA BIOTECNOLOGÍA Y LA AGROECOLOGÍA COMO ENFOQUE ALTERNATIVO

**Año 2016**



Material elaborado por los Ing. Agrs. Larrañaga Gustavo y Ramón Cieza

Tirada interna. Año 2015.

LA REVOLUCIÓN VERDE, EL USO DE LA BIOTECNOLOGÍA Y LA AGROECOLOGÍA COMO ENFOQUE ALTERNATIVO

*Larrañaga Gustavo y Ramón Cieza*

En el presente capítulo analizaremos en forma sintética, la evolución y desarrollo de la agricultura que actualmente se realiza en forma mayoritaria en el sector agropecuario y forestal en nuestro país y en las mayoría de los países industrializados, sus implicancias, logros y resultados, Asimismo analizaremos un enfoque denominado Agroecología. crítico a esta forma de producir y usar los recursos, cuya aceptación y difusión es cada vez mayor,

La Revolución Verde

Desde 1950 la producción agrícola ha ido aumentando continuamente, a un ritmo que ha superado con creces el muy importante aumento de la población, hasta alcanzar una producción de calorías alimenticias que serían suficientes para toda la humanidad, en el caso de una distribución equitativa.

El incremento se ha conseguido, principalmente aumentando el rendimiento por superficie, es decir consiguiendo mayor producción por cada hectárea cultivada. Este acrecentamiento de la productividad se conoce como ***revolución verde*** *y* se ha conseguido a partir denuevas variedades de cultivo de alto rendimiento, unido a grandes cantidades de fertilizantes, pesticidas y mecanización de las labores.

**El nacimiento de La Revolución Verde**

La Revolución Verde se sustentó sobre todo en la mejora de tres cereales claves en la alimentación humana (cada uno procedente de domesticación en una de las grandes civilizaciones antiguas): trigo, arroz y maíz.

La conjunción de la aplicación de las leyes de Mendel por hibridación sexual a la mejora de las plantas cultivadas y de prácticas agrícolas basadas en la agroquímica y en la mecanización, lograron en los años ‘ 60 y ´70 del siglo XX un aumento espectacular de la productividad agrícola en numerosas zonas del mundo, principalmente de Asia y de Latinoamérica.

En 1943, la Fundación Rockefeller y el Ministerio de Agricultura de México decidieron financiar al Ing. Agr. Norman Borlaug (procedente de la Universidad de Minnesota, en EEUU ) un programa para la obtención de variedades de trigo de alto rendimiento capaces de resistir el hongo de la roya de los tallos.

Se establecieron dos estaciones experimentales separadas entre sí 10º de latitud y con una diferencia de altitud de 2.600 m. El desarrollo simultáneo de las variedades en estos dos ambientes permitió acortar a la mitad el tiempo medio de mejora, pero además, las variedades obtenidas resultaron aptas para una gran variedad de climas y suelos, algo que hasta entonces se tenía por imposible.

Las primeras variedades del programa eran de hecho tan productivas que la gran cantidad de grano hacía que el tallo se doblara y rompiera bajo su peso (fenómeno de "encamado"). Los investigadores entonces buscaron derivar de éstas otras variedades de tallo más corto, cosa que lograron tras hibridarlas con una variedad enana japonesa (Norin 10). Se obtuvieron, pues, variedades resistentes a la roya, de tallo corto, que evitaban el encamado y de alto rendimiento bajo condiciones adecuadas de irrigación y de abonado. En cuanto a rendimientos se había dado un enorme paso, ya que se pasó de las previas 0.75 Tn/ha a las 8 Tn/ha.

Con un objetivo similar, en 1960 se estableció en Los Baños (Filipinas) el Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI), financiado por la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford, la Agencia estadounidense para el Desarrollo Internacional y el Gobierno filipino. La mejora del arroz era lo más parecido a una carrera de obstáculos, ya que las variedades de alto rendimiento se definen por numerosas propiedades al mismo tiempo: ciclo corto (que permita dos cosechas al año), floración independiente del número de horas de insolación, talla baja, resistencia a la enfermedades y por supuesto, buenas cualidades culinarias. Tras varios años de intensa investigación, con numerosos cruces entre distintas variedades progenitoras (unas 13, procedentes de seis países) a finales de la década de los 70 se logró la variedad deseada (bautizada IR-36), que a su vez sirvió de punto de partida para nuevas mejoras.

La mejora del maíz había comenzado antes, en los años ‘ 20 y ‘ 30, por la empresa Pioneer Hi-Bred (EE.UU.), al facilitar la obtención de maíces híbridos. La estrategia del enanismo no funcionó con el maíz, pero el aumento de productividad vino principalmente de plantas que podían plantarse de modo más denso.

La introducción de los trigos y arroces de la Revolución Verde fue en buena parte la responsable de que la producción de grano se incrementara anualmente una media del 2.1% entre 1950 y 1990, lo que supuso casi triplicar las cosechas, sin apenas variar la superficie cultivada. En el Tercer Mundo el impacto de las nuevas variedades (asociado a las correspondientes prácticas agrícolas) fue enorme, sobre todo en India, Pakistán, China y países de Latinoamérica. Algunos de estos países pasaron de importadores a exportadores de grano.

Hay que reconocer que la Revolución Verde ha sido un factor esencial en evitar hambre en el mundo. Se considera que el aporte energético mínimo por persona es de 2200 kcal/día. Según la FAO, en los años 60 el 56% de la población mundial vivía en países con menos de esa cifra, mientras que a mediados de los 90 ese porcentaje había caído a sólo 10% y eso a pesar del aumento demográfico y de los conflictos bélicos en muchos de esos países.

El progreso tecnológico de la agricultura moderna se basa en principios científicos, para modificar el medio ambiente de manera que se creen condiciones para la agricultura y la ganadería más idóneas que las que ofrece la propia naturaleza; por ejemplo: si el clima es seco, se emplea el riego; si la fertilidad del suelo es baja, se aplican fertilizantes; si las plagas y malas hierbas ( malezas) invaden los cultivos, se aplica un herbicida; si las enfermedades amenazan al ganado, se administran vacunas y medicamentos, o si se necesita más energía para roturar la tierra, se recurre a la mecanización y al uso de combustibles fósiles. La revolución verde de los años ’60 y ’70 se basó precisamente en eso: las variedades mejoradas de arroz y trigo pudieron beneficiarse del uso de insumos externos que garantizaban buenas condiciones de crecimiento para aprovechar el potencial genético de las nuevas variedades. En distintos países , la creación de entornos socioeconómicos favorables posibilitó la utilización de esos insumos creando mercados para la venta de los productos.

**Una visión crítica**

Los beneficios traídos por la mejora agrícola de la llamada Revolución Verde son indiscutibles, pero han surgido problemas a raíz de estas transformaciones. Los dos más importantes son los daños ambientales y la gran cantidad de energía[[1]](#footnote-1) que hay que emplear en este tipo de agricultura. Para mover los tractores y otras máquinas agrícolas se necesita combustible; para construir represas, canales y sistemas de irrigación hay que gastar energía; para fabricar fertilizantes y pesticidas se emplea petróleo; para transportar y comercializar por todo el mundo con los productos agrícolas se consumen combustibles fósiles. Se suele decir que la agricultura moderna es un gigantesco sistema de conversión de energía, petróleo fundamentalmente, en alimentos.

En la actualidad la agricultura exige fuertes inversiones de capital y un planteamiento empresarial muy alejado del que se proponía con la agricultura tradicional. De hecho de aquí surgen algunos de los principales problemas de la distribución de alimentos.

El problema del hambre es un problema de pobreza. No es que no haya capacidad de producir alimentos suficientes, sino que las personas más pobres del planeta no tienen recursos para adquirirlos. En la agricultura tradicional, también llamada de subsistencia, la población se alimentaba de lo que se producía en la zona próxima a la que vivía. En el momento actual el mercado es global y enormes cantidades de alimentos se exportan e importan por todo el mundo. Para los próximos decenios se prevé que si bien la producción agrícola aumentará más rápidamente que la población mundial, este aumento será más lento que el actual. Esta disminución refleja algunas tendencias positivas. En muchos países la gente come hoy todo lo que desea, por lo que ya no hace falta aumentar la producción. Pero también refleja la triste realidad de centenares de millones de personas que necesitan desesperadamente más alimentos pero que no pueden comprarlos a los precios que animarían a los agricultores a producir más.

En los años ‘ 90, casi 75 % de las zonas arroceras de Asia fueron sembradas con estas nuevas variedades. Lo mismo sucedió con cerca de la mitad del trigo plantado en África, América Latina y Asia y con 70 % del maíz del mundo. Según los cálculos, 40 % de los agricultores de los países en desarrollo utilizaban semillas de la Revolución Verde, con Asia a la cabeza, seguida de América Latina.

**Una cuestión de acceso**. Los logros productivos de la Revolución Verde no son un mito. Gracias a las nuevas semillas se cosechan cada año decenas de millones de toneladas extra de cereales. Pero ¿acaso este estilo de producción demostró ser la estrategia adecuada para acabar con el hambre? En realidad, no.

El incremento de la producción, centro de la Revolución Verde, no alcanza para aliviar el hambre porque no altera el esquema de concentración del poder económico, del acceso a la tierra o del poder adquisitivo. La cantidad de personas que pasan hambre se puede reducir sólo redistribuyendo el poder adquisitivo y los recursos entre quienes están desnutridos. Si los pobres no tienen dinero para comprar alimentos, el aumento de la producción no servirá de nada.

Algunas de las semillas desarrolladas últimamente rinden más aún sin insumos industriales, pero los mejores resultados requieren cantidades adecuadas de fertilizantes químicos, plaguicidas y agua. Así que, a medida que se extiende el uso de las nuevas semillas, los petroquímicos se vuelven parte de la agricultura.

En India, la adopción de nuevas semillas fue acompañada por un uso seis veces mayor de fertilizante por hectárea de tierra cultivada. Sin embargo, la cantidad de producción agrícola por tonelada de fertilizante utilizado disminuyó dos tercios durante los años de la Revolución Verde. De hecho, durante los últimos 30 años, el incremento anual en el uso de fertilizantes para el arroz asiático fue de tres a 40 veces más rápido que el del aumento de las cosechas de arroz. Los agricultores necesitan cada vez más fertilizantes y plaguicidas para lograr los mismos resultados con el paso del tiempo porque los métodos de producción altamente dependientes de los abonos químicos no conservan la fertilidad natural del suelo y porque los plaguicidas generan plagas cada vez más resistente. Existen cada vez más pruebas de que el modo de producción que promueve la Revolución Verde no es ecológicamente sustentable, ni siquiera para los grandes productores.

En nuestro país el excepcional desarrollo del agro se ha basado en lo que podríamos llamar “renta de los recursos naturales” y una explotación de tipo “minera” pues la situación de equilibrio de los sistemas productivos fue cambiándose gradualmente por otros más intensivos , sin que se le restituyera al suelo lo que se le estaba retirando.

En aquellos lugares donde se expandió la agricultura continua se acrecentó la degradación física y química de los suelos. Las pérdidas de Nitrógeno, Fósforo y Materia Orgánica de estos no han hecho otra cosa que bajar su productividad y rendimientos como el trigo y el maíz.

Por otra parte las pérdidas de suelo por erosión son otras de las causas del mal manejo de los recursos naturales en los últimos años. Existen estimaciones de pérdidas de 160.000 has al año que sufren esta problemática. En ciertas zonas de riego se está acentuando gradualmente el problema de la salinización de los suelos y en los acuíferos subterráneos, como también la contaminación del agua con agroquímicos y fertilizantes. El empleo de agroquímicos ya presenta algunos problemas de contaminación y tienen además un impacto sobre los costos de significativa importancia.

Biotecnología y su uso en el agro

La biotecnología es el empleo de organismos vivos para la obtención de un bien o servicio útil para el hombre.

Así, la biotecnología tiene una larga historia, que se remonta a la fabricación del vino, el pan, el queso y el yogurt. El descubrimiento de que el jugo de uva fermentado se convierte en vino, que la leche puede convertirse en queso o yogurt, o que se puede hacer cerveza fermentando soluciones de malta y lúpulo fue el comienzo de la biotecnología, hace miles de años. Aunque en ese entonces los hombres no entendían cómo ocurrían estos procesos, ni que microorganismos estaban actuando, podían utilizarlos para su beneficio. Estas aplicaciones constituyen lo que se conoce como biotecnología tradicional y se basa en la obtención y utilización de los productos del metabolismo de ciertos microorganismos.

Según el [Convenio sobre Diversidad Biológica](http://es.wikipedia.org/wiki/Convenio_sobre_Diversidad_Biol%C3%B3gica) de [1992](http://es.wikipedia.org/wiki/1992), la biotecnología podría definirse como "*toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos*". La biotecnología es la [tecnología](http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa) basada en la [biología](http://es.wikipedia.org/wiki/Biolog%C3%ADa), especialmente usada en [agricultura](http://es.wikipedia.org/wiki/Agricultura), [farmacia](http://es.wikipedia.org/wiki/Farmacia), [ciencia de los alimentos](http://es.wikipedia.org/wiki/Ciencia_de_los_alimentos), [ciencias forestales](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ciencias_forestales&action=edit&redlink=1) y [medicina](http://es.wikipedia.org/wiki/Medicina), entre otros. Se desarrolla en un enfoque multidisciplinario que involucra varias disciplinas y ciencias como [biología](http://es.wikipedia.org/wiki/Biolog%C3%ADa), [bioquímica](http://es.wikipedia.org/wiki/Bioqu%C3%ADmica), [genética](http://es.wikipedia.org/wiki/Gen%C3%A9tica), [virología](http://es.wikipedia.org/wiki/Virolog%C3%ADa), [agronomía](http://es.wikipedia.org/wiki/Agronom%C3%ADa), [ingeniería](http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa), [física](http://es.wikipedia.org/wiki/F%C3%ADsica), [química](http://es.wikipedia.org/wiki/Qu%C3%ADmica), [medicina](http://es.wikipedia.org/wiki/Medicina) y [veterinaria](http://es.wikipedia.org/wiki/Veterinaria).

Los científicos actualmente comprenden en detalle cómo ocurren estos procesos biológicos lo que les ha permitido desarrollar nuevas técnicas a fin de modificar o copiar algunos de dichos procesos naturales para poder lograr una variedad mucho más amplia de productos. Saben además, que los microorganismos sintetizan compuestos químicos y enzimas que pueden emplearse eficientemente en procesos industriales, tales como la fabricación de detergentes, aditivos alimentarios o antibióticos. Es así que la microbiología industrial es una disciplina que utiliza los microorganismos cultivados a gran escala para obtener productos de valor comercial.

La moderna biotecnología es frecuentemente asociada con el uso de [microorganismos](http://es.wikipedia.org/wiki/Microorganismos) alterados genéticamente como el [*Escherichia coli*](http://es.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli) o [levaduras](http://es.wikipedia.org/wiki/Levadura) para producir sustancias como la [insulina](http://es.wikipedia.org/wiki/Insulina) o algunos [antibióticos](http://es.wikipedia.org/wiki/Antibi%C3%B3ticos). El lanzamiento comercial de insulina recombinada para humanos en [1982](http://es.wikipedia.org/wiki/1982) marcó un hito en la evolución de la biotecnología moderna.

La biotecnología encuentra sus raíces en la [biología molecular](http://es.wikipedia.org/wiki/Biolog%C3%ADa_molecular), un campo de estudios que evoluciona rápidamente en los [años 1970](http://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1os_1970), dando origen a la primera compañía de biotecnología, [Genentech](http://es.wikipedia.org/wiki/Genentech), en [1976](http://es.wikipedia.org/wiki/1976). Desde los 70´ hasta la actualidad, la lista de compañías biotecnológicas ha aumentado y ha tenido importantes logros en desarrollar nuevas drogas. En la actualidad existen más de 4.000 compañías que se concentran en [Europa](http://es.wikipedia.org/wiki/Europa), [Norteamérica](http://es.wikipedia.org/wiki/Norteam%C3%A9rica) y Asia-Pacífico.

**Uso de la biotecnología en las Ciencias Agrarias y Forestales**

Además de los usos antes descriptos, la biotecnología ha tenido un desarrollo importante en el desarrollo de cultivos y alimentos mejorados así como los vinculados al cuidado ambiental ([bioremediación](http://es.wikipedia.org/wiki/Biorremediaci%C3%B3n" \o "Biorremediación), reciclaje, limpieza de sitios contaminados por actividades industriales).

En cuanto a la Biotecnología aplicada a la Ciencias Agronómicas y Forestales podemos mencionar los procesos agroindustriales que involucran microorganismos como la producción de derivados lácteos o la producción de bebidas alcohólicas.

También contempla técnicas de laboratorio como cultivos *in vitro*, a partir de células madres que pueden generar nuevas plantas iguales a las que les dio origen. Esta técnica puede ser utilizada en vegetales como herramientas para micropropagación, propagación rápida de clones, eliminación de virus y enfermedades, producción de haploides, aislamiento y utilización de protoplastos, cultivo de embriones, producción de fitoquímicos, ingeniería genética, mutación y selección celular, producción de semillas sintéticas y estudios básicos de anatomía, desarrollo, fisiología y nutrición vegetal.

La utilización de organismos genéticamente modificados, como técnica biotecnológica es la que ha tenido mayor auge en la agricultura, por lo que ampliaremos el tema brindando algunos ejemplos.

Un organismo modificado genéticamente es aquél cuyo material genético es manipulado en laboratorios donde ha sido diseñado o alterado deliberadamente con el fin de otorgarle alguna característica de interés. Comúnmente se los denomina transgénicos y son creados artificialmente en laboratorios.

Con esta técnica se han roto las barreras naturales para reproducción y creación de seres vivos, pues en condiciones naturales solo es posible el cruzamiento de plantas o animales de la misma especie.

Entre las investigaciones que se vienen realizando con organismos transgénicos podemos mencionar varios ejemplos, como que a un pez del polo Norte se ha extraído el gen que le confiere resistencia al frío, para luego ser introducido a una variedad de papa con el fin de que esta planta adquiera resistencia a las heladas.

Plantas de maíz, soja, algodón, tomate y papa a los que se les agrega un gen que le confiera resistencia a los herbicidas, de tal forma que no le afecte este producto químico.

En cultivos de eucaliptos se ha introducido un gen que le permite adaptarse a mayor altura (zonas de páramo). Vacas que se le inyecta *la hormona de crecimiento bovino* rBST, obtenida a partir de la modificación genética de la hormona del crecimiento humano IGH1, con el fin de aumentar considerablemente su producción de leche. Se puede introducir en una semilla de maíz, frijol o arroz un gen que *esterilice las semillas* o también un gen que haga que la planta solo crezca y se reproduzca si se le adiciona un producto que vende la empresa dueña de esta semilla manipulada genéticamente.

. Las principales aprobaciones comerciales de OGM´s en agricultura se circunscriben a la resistencia a herbicidas, a insectos, a enfermedades microbianas y a la mejora en la calidad del producto[[2]](#footnote-2). La primera cosecha de planta transgénica en forma comercial fue en 1992 con un tabaco en China, en el año 1996 se liberó la Soja RR[[3]](#footnote-3) en Argentina (resistente al glifosato) habiendo nuevos aprobaciones a partir de ese momento como el Maíz BT y la incorporación en los últimos tiempos de varios eventos transgénicos en la misma planta (genes apilados). En el año 2002 ya había más de 44 millones de hectáreas con OGM`s, de las cuales el 58% era soja, 23 % cereales, 12 % algodón y 16 % colza.

Agroecología y Sustentabilidad

A nivel mundial, está emergiendo en forma creciente un consenso que se necesitan nuevas estrategias de desarrollo agrícola para asegurar una producción estable de alimentos , considerando la importancia que tiene preservar para los sistemas de producción la la calidad ambiental.

Los objetivos que se persiguen son alcanzar un desarrollo sustentable a partir de asegurar la seguridad alimentaria, erradicar la pobreza, conservar y proteger el ambiente y los recursos naturales.

La definición de Desarrollo Sustentable que ha tenido mayor consenso corresponde al informe Bruntland (World Commission on Enviroment and Development; 1987) y que lo define como aquel que

**“***satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*"

La agricultura es una actividad basada en recursos renovables y no renovables (petróleo), implicando la artificialización de los ecosistemas, lo cual se asocia al agotamiento de los recursos. En este sentido el desafío que se plantea es desarrollar una agricultura sustentable alternativa que sea económicamente viable, suficientemente productiva, que conserve la base de los recursos naturales y que preserve la integridad del ambiente local, regional y global.

Se considera como “ alternativo” a cualquier sistema de producción de alimentos o fibras que sistemáticamente persiga:

a) Una mayor incorporación de procesos naturales (ciclaje de nutrientes, fijación de nitrógeno y relaciones depredador- presa) a los procesos de producción agrícola.

b) Una reducción en el uso de insumos externos y un menor daño a la salud de agricultores y consumidores.

c) Un ajuste entre los sistemas de cultivo, la productividad potencial y las limitantes físicas de los campos agrícolas

d) Una producción eficiente y rentable con énfasis en mejores técnicas de manejo y conservación de suelos, agua, energía y recursos biológicos.

Esta agricultura alternativa no es un sistema en sí mismo, sino más bien una idea, una filosofía, una manera de entender la producción agrícola.

Dentro de este marco se incluyen una serie de sistemas de producción de alimentos como: la agricultura “Orgánica” (que no utiliza insumos químicos) “biológica”, de “bajos insumos”, “regenerativa”, entre otras. Sin embargo entre ellas es la Agroecología la que ha tenido un desarrollo conceptual más sólido y acabado.

**Agroecología**

El término Agroecología surge en los años 70’, como síntesis del conocimiento acumulado durante el siglo XX sobre el funcionamiento de los agroecosistemas, las consecuencias de la aplicación de la agricultura industrial sobre el medio ambiente, la salud humana y la sociedad y las experiencias acumuladas por agricultores que desarrollaron agroecosistemas en armonía con el medio ambiente.

El paradigma agroecológico, como un enfoque innovador viene siendo construido a partir de la crisis del modelo tecnológico y organización de la producción predominante en la agricultura. Esta crisis se manifiesta sobre múltiples dimensiones de la actividad humana y por lo tanto su superación depende de la producción de nuevos conocimientos del progreso científico y tecnológico adaptado a las circunstancias socioeconómicas y culturales de las comunidades rurales.

La agroecología incorpora ideas sobre una agricultura ligada al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no solo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción (Hecht, 1999). De acuerdo con Miguel Altieri (1999) la Agroecología

*“es una disciplina que provee los principios ecológicos básicos, para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que sean productivos y conservadores del recurso natural, y que también sean culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables"*.

*" la Agroecología va más allá de una mirada unidimensional de los agroecosistemas, ella abarca el entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de la coevolución, la estructura y funcionamiento de los sistemas"*.

*" la sustentabilidad no es posible sin preservar la diversidad cultural que nutre las agriculturas locales*"

*" una producción estable solo se puede llevar a cabo dentro del contexto de una organización social que proteja la integridad de los recursos naturales y que asegure la interacción armónica de los seres humanos, el agroecosistema y el medio ambiente."*

La agroecología no es una disciplina cerrada, por el contrario ella ha crecido con el aporte de otras ramas, incorporando todo lo positivo que sea necesario para contribuir al desarrollo rural sostenible.

La agroecología tiene sus bases en las *ciencias agrícolas* y la *ecología* pero también han influido en su construcción la *sociología rural*, las investigaciones sobre *desarrollo rural*, el *ambientalismo,* la *economía ecológica* y la *ecología política*. Por lo tanto la agroecología tiene una naturaleza pluriepistemológica donde los conocimientos aprehendidos durante siglos por los sectores campesinos se articulan con el conocimiento científico en pos de un manejo ecológico de los recursos naturales.

La evolución de la agroecología como una ciencia interdisciplinaria la convierte en una herramienta ideal para identificar las bases ecológicas y ambientales de un desarrollo socioeconómico más sostenible (Guzmán Casado *et al*, 1999). Por lo tanto la Agroecología ya no se reduce a los aspectos ecológicos sino que trata de abarcar los objetivos múltiples necesarios para la consecución del Desarrollo de una Agricultura Sustentable y más que esto, para un Desarrollo Rural Sustentable y Humano. Estos objetivos múltiples abarcan las esferas ambiental, económica y social (Grafico 1)

La agroecología realiza una fuerte crítica a la ciencia agrícola convencional, puesto que su metodología y práctica proviene de raíces filosóficas diferentes a esta. Sus métodos de investigación enfatizan fuertemente la experimentación en predios de productores permitiendo conocer el funcionamiento de los agroecosistemas y los elementos que los componen por sus principios y causas. Su estrategia tiene una naturaleza sistémica, al considerar la finca, la organización comunitaria y el resto de los marcos de relación de las sociedades rurales articulados en torno a la dimensión local, donde se encuentran los sistemas de conocimiento local que permite potenciar la biodiversidad ecológica y sociocultural (Altieri, 1997; Sarandón, 2002)

La agroecología brinda las bases científicas para el soporte y desarrollo de diferentes sistemas alternativos de producción agrícola con principios ecológicos, fortaleciendo los sistemas tradicionales de producción, incorporándole los elementos necesarios para su potenciación y conducir los procesos de transformación o conversión de la agricultura convencional hacia formas más ecológicas, ecológicas y socialmente justas (García Trujillo, 1998)

El Desarrollo Sostenible es una gran tarea de la humanidad, para ello es necesario que las diferentes fuerzas de la sociedad participen, sobre todo, todas aquellas que de una forma u otra están interesadas o necesitadas de un desarrollo sustentable y humano. Este desarrollo será inalcanzable si no se atienden los problemas medioambientales, sociales y económicos de conjunto y si no se trabaja en eliminar las reales causas del hambre, la pobreza y las desigualdades.

Aunque no todo es conocido y queda mucha investigación, capacitación e implementación de experiencias exitosas, las metas de la Agroecología son claras, tanto desde el punto de vista de los sistemas productivos, socioeconómicos y ecológicos.

**Grafico 1.***Adaptado de Guzmán Casado et al(1999)*

**ECONÓMICO**

**AMBIENTAL**

**SOCIAL**

**Estabilidad**

**Funciones Ecosistémicas**

**Biodiversidad**

**Rendimientos Sostenibles**

**Dependencia de Recursos Locales**

**Viabilidad Económica y Equidad**

**Autosuficiencia Alimentaria**

**Independencia y Economía**

**Desarrollo Endógeno y Local**

**AGROECOLOGIA**

***Bibliografía citada***

Altieri, M. (Ed.). (1997) *Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable*. CLADES Lima. Perú: CIED 512 pp. ISIS 6638

Altieri, Mi (1998). “Riesgos ambientales de los cultivos transgénicos: Una evaluación agroecológica”. Biodiversidad (Montevideo), (18): 19-25. Dic.

García Trujillo, R (1998). *La agroecología: Ciencia, enfoque y plataforma para un desarrollo rural sostenible y humano*.Instituto superior de Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba. España. *Inédito*

Guzmán Casado G; González de Molina, M y Sevilla Guzmán E (1999) *Introducción a la Agroecología como Desarrollo Rural sostenible.* . Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación científica. Ministerio de Educación y Cultura. Ediciones Mundiprensa. España. 537 pp.

Hecht, S. (1999) “La evolución del pensamiento agroecológico”. En Bases Científicas para una agricultura sustentable. Altieri Ed. Norman. Comunidad. Montevideo. Uruguay

Hecht, S. (1997) La evolución del pensamiento agroecológico *En Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable*. Altieri Ed. CLADES Lima. Perú: CIED. pp 35-60

Sarandón, S. 2002. El agroecosistema: un sistema natural modificado. Similitudes y diferencias entre ecosistemas naturales y agroecosistemas. En: Sarandón, S. (ed.) Agroecología; el camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas. Buenos Aires, Cap. 6, pp 119-133.

***Bibliografía recomendada***

Bravo, E (1996)”La bioseguridad una perspectiva Latinoamericana”. Acción Ecológica, Quito, doc. de trabajo, 15p.

Caporal, F; Costabeber, J. (2002) “Agroecología. Enfoque científico e estratégico para apoiar o desenvolvimento rural sustentável”. EMATER/RS- ASCAR. Porto Alegre.

Madigan, M; Martinko, J y Parker. J. (2006) *Brock. Biología de los microorganismos*. Edit Pearson Educación. Décima Edición. Madrid. 1096 pp.

Vélez Ortiz, G (s.f)” Impacto de los cultivos transgénicos en la Agricultura”.

1. Fundamentalmente la dependencia de energía fósil no renovable ( petróleo) [↑](#footnote-ref-1)
2. Un listado completo y actualizado de los eventos aprobados se pueden encontrar en http://www.argenbio.org/index.php?action=novedades&note=712 [↑](#footnote-ref-2)
3. En el año 2015 se cultivaron en nuestro país 24,5 millones de hectáreas, Argentina es el tercer productor mundial de este tipo de cultivos, después de Estados Unidos y Brasil.  [↑](#footnote-ref-3)