



Instituto de
Investigaciones de
Sanidad Vegetal
(INISAV)
Ministerio de la agricultura

Preguntas y respuestas sobre agricultura sostenible

Una contribución a la transformación de los
sistemas agrícolas sobre bases agroecológicas

Luis L. Vázquez Moreno

Ing. Agron., Ph D.
Entomología, manejo de plagas, agroecología

Dirección: Calle 110 No. 514 e/ 5ta B y 5ta F.
CP 11600. Playa. Ciudad de La Habana. Cuba.

http: www.inisav.cu

Teléfono: (537) 2093683

Correo electrónico:

lvazquez@inisav.cu, lvazquezmoreno@yahoo.es

Ciudad de La Habana, Cuba
Abril de 2008

Contenido

Temas de las preguntas	Página
Introducción	2
Enfoques tecnológicos en la agricultura	2
Nueva agricultura intensiva	3
Agricultura sostenible	5
Agroecología	6
Conflictos de intereses en la generación de tecnologías	7
Sistemas de investigación	8
Participación de los agricultores en la investigación	9
Socialización de la agroecología	11
Decisores en la agricultura	12
Enfoque de sistema	13
Manejo de la finca	14
Biodiversidad	16
Componentes de la biodiversidad	17
Problemas de plagas	17
Cambio climático	19
Buenas prácticas agrarias	19
Bibliografía	20

Para citar este artículo:

Vázquez, L. L. Preguntas y respuestas sobre agricultura sostenible. Una contribución a la transformación de los sistemas agrícolas sobre bases agroecológicas. 21p. 16 de abril de 2008.
[http: www.inisav.cu/publicaciones/otras.](http://www.inisav.cu/publicaciones/otras)

Introducción

La agricultura se ha desarrollado como un proceso continuado, que ha marchado acorde a las tendencias tecnológicas, económicas y sociales de las diferentes épocas que se han sucedido, con un vertiginoso auge con posterioridad a la II Guerra Mundial, en que surgió el paradigma de la “revolución verde”, sobre la base de aumentos productivos sostenidos mediante tecnologías de producción intensivas, mecanizadas y con grandes volúmenes de insumos, principalmente agroquímicos y energía.

Este modelo de agricultura favoreció el desarrollo de los agroquímicos y su tecnología de aplicación, que ha sido la tendencia predominante de la sanidad vegetal y la nutrición vegetal en el ámbito mundial, la cual se ha arraigado con tanta fuerza que aun en la actualidad, a pesar de que se conocen y se han practicado diversas alternativas, muchos agricultores y profesionales agrarios tienen la percepción de que para la lucha contra las plagas es necesario el empleo de un producto (plaguicida) como única opción y para que las plantas crezcan y produzcan se requiere de un fertilizante sintético (Vázquez, 2006).

Desde luego, en la mayoría de los debates sobre agricultura y ruralidad se arriba a la conclusión de que a nivel mundial la agricultura se encuentra en una crisis, motivada principalmente por los impactos negativos y la alta dependencia de los plaguicidas sintéticos, los fertilizantes y la maquinaria agrícola, entre otras causas (Altieri, 1994; Pimentel, 1997); sin embargo, en muchos lugares se observan experiencias que demuestran que resulta posible obtener producciones agrícolas mediante sistemas sostenibles, siempre que se otorgue participación a los agricultores y técnicos o extensionistas (Vázquez *et al.*, 2004) y este ha sido el gran reto para los centros científicos y las universidades de la región en los últimos años (Restrepo y Pinheiro, 2002).

Por ello, la agricultura sostenible se ha convertido en el nuevo paradigma para muchos países de la región de América Latina y el Caribe, toda vez que se ha argumentado y aceptado su pertinencia para las condiciones biofísicas y socioeconómicas de los sistemas agrícolas predominantes, donde la agricultura intensiva ha fracasado.

Debido a que la agricultura sostenible no se enfoca sobre la base del productivismo, existen muchas personas que cuestionan sus ventajas; sin embargo, los argumentos y estudios realizados han permitido demostrar que constituye una solución que se basa en la agroecología, con un gran enfoque social, por lo que es muy resiliente y reduce significativamente los impactos negativos sobre el medio ambiente, sin comprometer el futuro de los sistemas agrícolas y los ecosistemas naturales cercanos (Altieri, 1994; Lovato y Schmidt, 2006; Pengue, 2005; Sevilla, 2007).

Precisamente, debido a que existe mucho interés en conocer sobre agricultura sostenible, a la vez que en ocasiones se manifiestan incertidumbres sobre sus ventajas o criterios en contra, consideramos necesario compartir nuestra percepción a través de un grupo de preguntas y respuestas, con el propósito de favorecer un diálogo que contribuya a enriquecer los conocimientos sobre la agroecología como base para la agricultura sostenible.

¿Qué son los enfoques tecnológicos en la agricultura?

Antes de realizar cualquier análisis o proyección en los escenarios agrícolas hay que considerar cuál es el tipo de agricultura o enfoque tecnológico, pues en ocasiones se observa que no hay correspondencia entre las características del sistema de producción, la tecnología agrícola que existe y los planes de introducción de nuevas tecnologías, de producción, de comercialización y otros.

Básicamente son los siguientes:

- Agricultura intensiva o convencional (productivista): Se caracteriza por el cultivo para la producción en grandes extensiones, para facilitar la mecanización, la aplicación de agrotóxicos y la cosecha, entre otros aspectos. Los recursos se planifican y se adquieren, pues se aprovechan muy pocos los recursos que genera el sistema. Es la agricultura que favorece el monocultivo y el centro de atención es el campo cultivado. Es la que más se diferencia de los ecosistemas naturales. Las tecnologías son transferidas verticalmente.
- Agricultura campesina (indígena, tradicional): Es propia de los pequeños y medianos agricultores. Los campos son de diversas dimensiones y formas, el manejo se realiza básicamente a nivel de la finca o sistema de producción, con una mayor integralidad en el aprovechamiento de los recursos que genera el propio sistema. Es una agricultura diversificada, que desarrolla procesos muy similares a los que suceden en los ecosistemas naturales. Las tecnologías son básicamente adaptadas y tradicionales.
- Agricultura agroecológica (sostenible): Tiene como base científica la Agroecología. Se favorece el máximo aprovechamiento de los recursos locales y la sinergia de los procesos a nivel del agroecosistema. Es una agricultura contextualizada, que propicia la innovación local y el diálogo entre agricultores. Su estrategia es el manejo del sistema de producción o la finca, mediante prácticas que favorezcan su complejidad (agroforestería, silvopastoriles, policultivos). Adopta el control biológico y la nutrición orgánica de manera óptima.

Conocer los diferentes enfoques tecnológicos es muy importante para la generación de nuevas tecnologías; es decir, para los procesos de investigación e innovación, para que las

tecnologías que se pretendan introducir sean compatibles en la escala del sistema de producción. Igualmente es necesario considerar dichas diferencias en los planes de capacitación.

En cualquier país o región se encuentran sistemas agrarios donde coexisten productores que utilizan sistemas de cultivo que se sustentan en cualesquiera de los enfoques antes referidos; inclusive, dentro de un mismo sistema de producción (finca, granja, lote, etc.) se puede apreciar la práctica de diferentes tecnologías agrarias.

¿Qué es la nueva agricultura intensiva y cuáles serán sus impactos?

Después de la Segunda Guerra Mundial se produjo un vertiginoso desarrollo de la agricultura, caracterizado por el uso de variedades mejoradas genéticamente, la quimización, la mecanización, la explotación de grandes extensiones, un poderoso sistema de suministro de insumos, la oferta de servicios especializados y un esquema de comercialización que ha contribuido a la globalización de las tecnologías tipo “revolución verde”, como son los plaguicidas, los fertilizantes y su tecnología de aplicación.

Este modelo tecnológico alcanzó tanto auge que en la mayoría de los países la proyección de la agricultura y del desarrollo agrario solo se concebía bajo el paradigma de los rendimientos de los cultivos; tal es así que la enseñanza en los diferentes niveles lo asumió como idóneo y por ello un alto porcentaje de los actores del sector agrario mantienen como percepción lo que se conoce como “síndrome de la revolución verde”, en que se considera a la agricultura como una cuestión puramente tecnológica, sin considerar las externalidades relacionadas con los aspectos medioambientales y sociales.

La realidad se encargó de demostrar las desventajas de esta agricultura, pues comenzó la manifestación de graves problemas de plagas,

producto de haberse seleccionado poblaciones resistentes a los plaguicidas; los suelos expresaron procesos de degradación, compactación y pérdida como resultado de la mecanización y explotación sin rotarlos; los rendimientos alcanzaron su límite y comenzaron a descender producto del agotamiento integral del sistema; se produjeron efectos colaterales por contaminación de los suelos, aguas subterráneas, ríos, mares y presas; hubo pérdidas en la biodiversidad, no solo en los sistemas agrícolas, sino en los ecosistemas naturales, principalmente por efectos de los plaguicidas y el monocultivo, entre otros.

Ante esta situación se han propuesto alternativas, apoyadas por organizaciones de diversos tipos, lo que se considera un proceso desproporcionado que está influyendo sobre los agricultores de tal manera que muchos manifiestan incertidumbres tecnológicas, pues no saben si mantenerse en la agricultura intensiva, transitar por la agricultura de sustitución de insumos químicos por biológicos, transformar los sistemas para desarrollar la agricultura agroecológica, abrazar la agricultura orgánica, probar la agricultura de precisión o desarrollar la agricultura biotecnológica basada en los transgénicos.

Bajo este conflicto de intereses surgen los cultivos transgénicos y más recientemente de los agrocombustibles, biocombustibles o combustibles verdes, que son nuevas propuestas productivistas que han suscitado una gran polémica a nivel internacional, pero que al ser tecnologías globalizadas, su implantación se produce aceleradamente.

Por otra parte, como una nueva revolución en las ciencias y su aplicación en diferentes esferas de la economía y la sociedad se desarrollan las nanotecnologías, que sin dudas tendrán aplicaciones importantes en el sector agrario y lógicamente comenzará a tener expresiones prácticas en el desarrollo de los plaguicidas, fertilizantes y otros agroquímicos, así como en el mejoramiento por vía molecular de plantas y

animales, entre otras aplicaciones en los equipos e industrias agroalimentarias transnacionales.

Un análisis reciente sobre la repercusión de esta nueva agricultura intensiva refiere que los pronósticos son muy fáciles de realizar, pues se espera suceda lo mismo que con el auge de la “revolución verde”, en dimensión tal que los impactos no solamente se expresarán en los aspectos económicos y sociales que se están argumentando recientemente, sino que desde el punto de vista tecnológico y medioambiental habrá consecuencias negativas, principalmente por el hecho de que el desarrollo tecnológico actual es superior al que existía cuando se desarrolló la agricultura intensiva antes referida y por tanto los efectos degradativos sobre los ecosistemas y la sociedad serán de mayor magnitud.

De hecho la producción de estos cultivos demanda los mejores sistemas mecanizados y automatizados de preparación del suelo, siembra, aplicación de agroquímicos, labores culturales y de cosecha, con una optimización de mano de obra y exceso de insumos y energía tal que los efectos negativos serán múltiples y ostensibles en un tiempo relativamente corto.

Por otra parte, las externalidades de estas tecnologías se expresarán principalmente en la simplificación de la biodiversidad, el incremento de las afectaciones por plagas debido a la selección de poblaciones de las habituales y de otras, sea por los agroquímicos, por el monocultivo, por las variedades transgénicas o por las labores de preparación del suelo, entre otras causas.

Los impactos de esta nueva agricultura no solamente se expresarán en los sistemas agrícolas, sino en los sistemas naturales circundantes, pues se ha demostrado que la agricultura diversificada beneficia los ecosistemas no explotados; en cambio, la agricultura intensiva es altamente degradante de éstos, no solo en lo que respecta a la

diversidad biológica, sino a su estabilidad funcional.

Indudablemente, la industria de los agroquímicos y de la maquinaria agrícola tendrá un nuevo auge, ya que las grandes extensiones de monocultivos demandarán estos productos y esta es la nueva agricultura intensiva, que constituye un reto para las decisiones en política agraria de los países.

La introducción de esta nueva agricultura intensiva o agricultura más intensiva implicará una mayor contribución a la simplificación de los sistemas agrícolas y por tanto tendrá influencias globales de múltiples dimensiones.

¿Qué es la agricultura sostenible y cuál es el mito de la producción y los rendimientos entre agricultura intensiva y sostenible?

Sobre agricultura sostenible existen diversas definiciones, aunque hay consenso general de carácter teórico de que se trata de realizar una agricultura que sea óptima en el uso de recursos y que no comprometa el futuro del medio ambiente.

Sin embargo, la realidad ha demostrado que el concepto de agricultura sostenible es propio o contextual; es decir, que se ajusta a las características particulares de un país, una región, una localidad, etc. Por tanto, es un concepto que lo definen las personas que habitan en estos niveles de la sociedad y participan en el desarrollo local, bajo sus condiciones particulares respecto a recursos, características biofísicas y socioculturales, entre otras y que puede modificarse de acuerdo con el desarrollo que se vaya alcanzando.

Por otra parte, existe una gran polémica en que cuestionan las ventajas de la agricultura sostenible, en contraste con el modelo productivista de la agricultura convencional o intensiva, lo que muchas veces influyen en las decisiones.

El concepto clásico de productividad agrícola se basa en la producción de un cultivo (o sea el rendimiento) y su valor en el mercado, de manera que se pueda estimar su rentabilidad (o sea, las ganancias); aunque, también se considera el área sembrada y la mano de obra empleada. Sin embargo, para muchos agricultores, en especial los pequeños o los que tienen sistemas diversos y de bajos insumos externos, el concepto de productividad es mucho más abarcador.

Entonces, el concepto de productividad en la agricultura sostenible considera una finca productiva la que es capaz de producir la mayor cantidad y diversidad de los recursos necesarios para la sobrevivencia. Esto puede incluir alimentos, combustible, fibra, plantas medicinales y otros, que son factores que no se incluyen en las estadísticas ni en el análisis de la productividad según el área cultivada y la mano de obra utilizada.

El énfasis del sistema convencional o productivista ha sido la maximización de la productividad y las ganancias, y se considera que es exitoso para aquellos productores que tienen suficiente capital para implementarlo, pues el objetivo principal ha sido aumentar los rendimientos de los cultivos por unidad de área; sin embargo, existen diversos estudios que argumentan que la “revolución verde” se basa principalmente en el desarrollo sucesivo de variedades mejoradas, que contribuyen al aumento del rendimiento, el que como es conocido ha ido disminuyendo en los últimos.

Por ello están aumentando los estudios y análisis de agroecólogos y ecoeconomistas que concluyen que la productividad de las fincas y otros sistemas diversificados se debe medir en base a la producción total del sistema y argumentan que las fincas pequeñas casi siempre producen más por unidad de área que las de grandes extensiones. Agregan que los pequeños agricultores siembran varios cultivos en su finca y crían animales, de modo que una comparación de productividad entre

fincas grandes con pequeñas debe usar la producción total y no la de un solo rubro.

Esto ha motivado un análisis más integral, pues se considera que además del criterio de producción total de la finca, se debe incluir el de eficiencia energética del sistema, ya que la alta demanda de energía fósil del sistema productivista o convencional está relacionada con uso de maquinaria y agroquímicos, lo que se considera es menos eficiente que el sistema campesino y el agroecológico, que aprovechan fuentes locales menos demandantes de energía externa y son más resilientes.

¿Cuál es la importancia de la Agroecología para la soberanía tecnológica en el tránsito hacia la agricultura sostenible?

La Agroecología ofrece las bases científicas para una agricultura sostenible, para lo cual se apropia de diferentes disciplinas para el análisis de todo tipo de procesos de la actividad agraria, con el propósito de comprender el funcionamiento de los ciclos minerales, las transformaciones de energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas.

La Agroecología considera como central el componente sociocultural; además, pretende que los procesos de transición hacia la agricultura sostenible se desarrollen en este contexto sociocultural y político y que supongan propuestas colectivas para transformar los sistemas agrícolas.

Este enfoque holístico de la agroecología es factible para cualquier sistema agrario, sean los tradicionales o campesinos que se proponen realizar mejoras, o para los sistemas intensivos (productivistas) que van a transitar hacia la producción agraria sostenible, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales, donde las zonas rurales tienen una alta tradición agraria y los recursos económicos son escasos.

Entonces la agroecología viene a resolver la alta dependencia de la globalización tecnológica que generó la “revolución verde”, ya que las tecnologías agroecológicas se generan y validan básicamente en el contexto de su aplicación, precisamente para que sean adoptadas con mayor facilidad por los agricultores y no constituyen “paquetes tecnológicos” que dependen de transnacionales y de servicios científico-técnicos altamente especializados, lo que significa que son tecnologías contextuales y propias de las regiones o sistemas agrícolas; es decir, se logra una verdadera soberanía tecnológica.

La conversión de la agricultura hacia la producción agraria sostenible implica un proceso de mejora continua de los sistemas agrícolas, para lograr satisfacer paulatinamente las necesidades de las personas en armonía con la conservación del medio ambiente.

Este proceso depende de diversos factores, entre ellos la formación de los actores relevantes que participan en el mismo, la facilitación de sistemas de extensión, para acercar a los centros científicos y las universidades a los agricultores y, la creación de capacidades en los técnicos y agricultores para realizar procesos de innovación y experimentación bajo sus condiciones locales, todo lo cual se sustenta en los principios de la educación popular.

Los actores relevantes de mayor protagonismo son la comunidad de personas que habitan en la localidad, los directivos, los técnicos y los agricultores, los que necesitan ser educados sobre las bases agroecológicas para transformar los sistemas agrarios, mediante un proceso participativo que incluya no solamente los conceptos y las bases teóricas para entender los procesos ecosistémicos, sino que facilite las prácticas para aprender y el intercambio para compartir experiencias.

Los resultados de la mejora continua de los sistemas agrícolas se evalúan mediante indicadores económicos, medioambientales y sociales,

generados por los propios actores locales, con su expresión en la soberanía alimentaria cuando los productos agrícolas se comercializan en mercados pequeños de carácter local, en las ciudades y en las zonas rurales, donde las personas pueden seleccionar y adquirir los productos frescos, de calidad y diversos e incluso producirlos en sus jardines.

La mayoría de los sistemas agrícolas han estado sometidos a la agricultura intensiva, principalmente en la explotación de grandes extensiones; aunque también en las fincas medianas y pequeñas, sean de agricultores indígenas o campesinos, se han introducido de manera arbitraria u obligada tecnologías intensivas en sus sistemas.

Este proceso, que se desarrolló básicamente con posterioridad a la II Guerra Mundial, ha contribuido a la degradación de los suelos y la afectación de la biodiversidad, por lo que muchos sistemas agrícolas están severamente afectados y estresados, al extremo de que se consideran desde el punto de vista ecológico y medioambiental como ecosistemas simples o degradados y desde el punto de vista económico como agotados.

Por ello la mejora continua de los sistemas agrícolas tiene el propósito principal de recuperar los suelos y la biodiversidad, proceso que debe ser conducido sobre bases agroecológicas, para que estos sistemas se acerquen a los naturales en su funcionamiento y de esa forma poder desarrollar exitosamente la agricultura sostenible.

¿Cuáles son los principales conflictos de intereses en la generación y transferencia de tecnologías para el desarrollo agrario?

Uno de los grandes errores cometidos en el desarrollo agrario ha sido el enfoque reduccionista en las diferentes ramas y actores que tienen responsabilidades o tributan tecnologías o servicios a los escenarios productivos, que se

expresa en los diferentes niveles de actuación y generan conflictos de intereses.

Los productores agrícolas constituyen entidades (fincas, lotes, cooperativas, granjas, etc.) que coexisten en una región determinada, que pertenecen a una provincia, departamento o país y que funcionan y se integran mediante organizaciones estatales, cooperadas y privadas, con diversos grados de subordinación.

En la producción agrícola participan diferentes actores: el obrero agrícola o agricultor, el presidente de una cooperativa o el director de una empresa, el dueño de una finca, los funcionarios de la agricultura en un municipio, una provincia o el nivel nacional, los especialistas que asesoran y proyectan las diferentes ramas de la producción agraria y los servicios involucrados, así como su procesamiento industrial y comercialización nacional e internacional, los profesores de los politécnicos y las universidades, los investigadores, los académicos, los divulgadores o comunicadores, entre otros.

Por otra parte, existen diversas instituciones científicas y universidades del estado o privadas, que generan tecnologías y las introducen en la práctica, forman profesionales, crean nuevas capacidades en los talentos humanos, entre otros aportes al sector agrario.

Sin embargo, los objetivos, metas y formas de actuación de esta diversidad de actores, entidades o niveles funcionales muchas veces no están en correspondencia con las demandas de los agricultores o no consideran las posibles incompatibilidades con las prácticas que estos realizan, lo que genera un conflicto de intereses que se desarrolla precisamente a la escala del sistema de producción (finca, granja, etc.), que puede contribuir a que surjan problemas que en ocasiones comprometen la sostenibilidad.

Esto es más complicado cuando coexisten mayor número de instituciones que tributan nuevas tecnologías a los productores, sobre todo cuando la

relación número y diversidad de entidades científicas/área agrícola no se corresponde o está desproporcionada. Es decir, mientras menor sea el área agrícola de un país o región, el número de entidades que tributan tecnologías al productor debe ser menor, precisamente para contribuir a la disminución de las incompatibilidades tecnológicas.

De lo antes referido existen muchísimos ejemplos, veamos algunos muy frecuentes:

- Generar e introducir en la práctica nuevas tecnologías sin considerar los diferentes tipos de agricultores y las características de los sistemas agrícolas, de producción y de cultivo.
- Implementar programas y sus procedimientos con carácter nacional y obligatorio, sin considerar la diversidad de productores y condiciones existentes.
- Incompatibilidad conceptual y metodológica entre los diferentes actores que tributan al mismo sector agrario.
- Generación de tecnologías de cultivo que no consideran entre sus componentes el manejo de las plagas o la nutrición bajo estas nuevas condiciones.

Es decir, debido a la diversidad de factores que influyen en la producción agropecuaria, la integración en la generación de nuevas tecnologías es fundamental.

Por ello la formación de los talentos humanos, los programas de desarrollo, la generación de nuevas tecnologías agrarias y los mecanismos o entidades funcionales y administrativas deben buscar espacios de integración para evitar y minimizar las incompatibilidades tecnológicas, metodológicas y conceptuales que contribuyan a errores tecnológicos, impactos negativos e incertidumbres de los agricultores, entre otras.

La agricultura es cultura y tecnología, por lo que no se debe enfocar solamente bajo un marco tecnológico y económico, sino que depende mucho

del componente social y se relaciona de manera importante con los ecosistemas naturales, por lo que la producción agraria es un sistema complejo que debe manejarse como tal.

¿Cuál es la demanda de los sistemas de investigación para la agricultura sostenible?

La mayor demanda en el desarrollo de tecnologías agrarias está en satisfacer las necesidades de alimentos y productos para la sustentación de las diversas regiones agrícolas y lograr producciones que sean menos nocivas al medio ambiente o comprometan la sostenibilidad, sobre todo para pequeños y medianos agricultores, que son los que menos recursos económicos, tecnológicos y humanos poseen y son cada día más vulnerables a los cambios climáticos o las exigencias del mercado.

Como es conocido, esta demanda se ha visto limitada bajo el modelo de agricultura intensiva, porque este se ha convertido en generador de paquetes tecnológicos complejos, no accesible a todos los tipos de agricultores, además de que mantienen una alta dependencia de servicios técnicos e insumos químicos, o cuando emplea los biológicos los integra bajo el mismo principio de los plaguicidas químicos, cayendo en muchos casos en el error de la sustitución de insumos.

Por ello es importante que se entienda que durante muchos años han existido fallos en la investigación agraria, principalmente los siguientes:

- Diseño de proyectos sin tener en consideración los criterios de los agricultores.
- Generación de tecnologías sin la participación de los agricultores; es decir, según las prioridades establecidas por los científicos.
- Poca o ninguna adopción de tecnologías por los agricultores, excepto cuando vienen acompañadas de recursos; pero se dejan de utilizar cuando dicho recurso se agota y deja

de suministrarse por los proyectos o programas que los sostenían.

- Introducción de las tecnologías en la práctica mediante el modelo transferencista (implantación, implementación) bajo un proceso de capacitación clásica (verticalista).
- Evaluación de resultados e impactos por los científicos y no por los agricultores, con metodologías e indicadores que no logran profundizar en cuestiones sociales.

Entonces, la investigación agraria debe extraer experiencias de los errores cometidos y considerar las necesidades de la agricultura sostenible, para tratar de lograr tecnologías que estén al alcance de los diferentes tipos de agricultores.

Precisamente, una de las alternativas para mitigar estos efectos es la estrategia de aumentar el empoderamiento de los agricultores, sobre todo en conocimientos y en habilidades para realizar innovaciones, que les permitan buscar soluciones desde adentro, minimizar los insumos y otras dependencias externas, no solo para la obtención de material de siembra o el desarrollo y producción del cultivo, sino para la prevención y supresión de afectaciones por plagas.

Así las cosas, en un país o región que se encuentra en tránsito hacia la producción agraria sostenible, la investigación para generar tecnologías debe considerar la complejidad de la agricultura, para transitar del viejo modelo de investigación formal-transferencia de tecnologías, al modelo de investigación participativa-adopción de tecnologías y, si fuera posible, una combinación de todos, en que la contextualidad y la transdisciplinariedad son esenciales.

En la agricultura sostenible los centros científicos y las universidades pueden realizar aportes importantes, solo que deben dejar atrás el enfoque reduccionista en los procesos de investigación, minimizar la verticalidad en las diferentes especialidades y líneas de investigación, adoptar los métodos participativos en la validación y

generalización de las nuevas tecnologías y darle participación a los técnicos y agricultores en la concepción y diseño de los proyectos de innovación, para que su adopción por estos sea más rápida y eficaz.

¿Cuál es la importancia de la participación de los agricultores en la investigación para la agricultura sostenible?

La participación de los agricultores en la innovación tecnológica y el desarrollo de experimentos en sus fincas, constituyen una dimensión poco entendida del desarrollo agrario local; sin embargo, como veremos más adelante, existe desde mucho antes de que se desarrollara la investigación agrícola y tiene grandes ventajas.

La investigación agrícola clásica se considera que era más académica, limitada a universidades, museos y otras instituciones, donde predominaba el trabajo aislado del investigador, sin intercambio ni seguimiento y no se establecían vínculos estrechos con el sector agrario.

Luego surgió el modelo de investigación-desarrollo, que se caracteriza por partir de un problema que requiere solución, responder a demandas del mercado dentro de un sistema en que la eficiencia es fundamental, se acerca a la socialización de la investigación y tiene mayor basamento científico y metodológico; sin embargo, conduce al monocultivo, se basa en el enfoque analítico, no se tienen en cuenta los conocimientos tradicionales ni las condiciones locales, se imponen paquetes tecnológicos, contribuye al desarrollo de tecnologías intensivas y los análisis económicos son reducidos.

Una etapa superior ha sido la investigación en sistemas agrícolas, que se enriqueció a partir del modelo de investigación-desarrollo, con las características siguientes:

- Se vinculan un poco más los investigadores y agricultores

- Mayor acercamiento a las características del entorno agrícola
- Se expande más a otros sectores de la economía y las ciencias
- Es más real desde el punto de vista ecológico
- Tránsito del laboratorio a la estación experimental y al agricultor
- Busca representatividad en las fincas de agricultores

Luego devino la investigación acción participativa, que es considerada como una etapa muy revolucionaria, que se caracteriza por considerar los saberes de los agricultores, sobre la base de la transdisciplinariedad, favorece el trabajo en redes y contribuye paulatinamente a la solución de los problemas ambientales y sociales de los agricultores y a una mayor diversidad de tecnologías.

Es decir, la investigación formal es académica, impositora, en que predomina la verticalidad; en cambio, la investigación participativa tiene las siguientes características:

- Considera los criterios de los agricultores
- Es holística
- El rol predominante es para el agricultor
- Se tiene en cuenta el conocimiento empírico
- Hay mayor motivación del agricultor
- Se solucionan los problemas de los agricultores
- Las propuestas tecnológicas se ajustan a condiciones locales
- Conceptualiza que la realidad se puede cambiar con la intervención del agricultor
- Da la posibilidad de que todos formen parte del proceso
- El agricultor tiene participación en la generación de las tecnologías

Por supuesto, la investigación participativa puede complementar los estudios formales y esto garantiza mejores resultados; se considera que tanto la formal como la participativa tienen rigor

científico, lo que sucede es que los métodos son diferentes.

Por ello se argumenta la importancia de la participación del agricultor desde que se está concibiendo el proyecto y su actuación es mayor en etapas de validación y adopción de la tecnología, de forma tal que se logre un verdadero equipo de investigación transdisciplinario.

Se considera que la experimentación que realizan los agricultores en sus fincas es para adaptar a sus condiciones tecnologías generadas por centros científicos, para darle solución a sus problemas mediante experimentos diseñados por ellos mismos y para conocer nuevas cosas que les inquietan.

Por supuesto, lo primero que existió fue la experimentación de agricultores y de esta se derivó la investigación agrícola clásica; lo que sucede es que se ha enriquecido desde que los investigadores comenzaron a trabajar en los escenarios agrícolas, con una etapa muy provechosa cuando se desarrolló la investigación rural participativa. De hecho, es lamentable que muchos centros científicos, por lo general, no vean las ventajas de la experimentación que realizan los agricultores.

De hecho, se considera que la experimentación de agricultores es un componente importante en la agricultura sostenible, pues contribuye a la mejora continua de las tecnologías agroecológicas y a la soberanía tecnológica, por ello es necesario que los técnicos y extensionistas faciliten estos procesos.

Tres enseñanzas argumentan estas recomendaciones:

- La mejor tecnología (efectividad, costo, beneficio, contextualidad, impactos) es la que ha tenido al agricultor como participante durante todo el proceso de generación de dicha tecnología y no como observador o ejecutor de lo que orientan los técnicos o investigadores.

Estas tecnologías son adoptadas rápidamente por el agricultor, se generalizan y perduran.

- Una nueva tecnología se generaliza más rápido cuando el agricultor la observa practicándola en la finca de otro agricultor, que cuando se le enseña en una parcela experimental u otro lugar ajeno a su entorno y donde la tecnología se está practicando por otras personas que no son agricultores de la localidad.
- La mejor tecnología es la que este comprometida con la sostenibilidad de la comunidad de agricultores o la región agraria.

Se ha demostrado que el agricultor es un gran innovador y que los técnicos que trabajan en las comunidades agrícolas son potencialmente facilitadores, se trata de aprovechar estas posibilidades y generar tecnologías contextualizadas, sobre la base de los antecedentes científicos y las experiencias locales; pero rompiendo los viejos esquemas y concepciones heredados del periodo de la "revolución verde".

¿En qué consiste la socialización de la agroecología?

La socialización de la agroecología es lograr la participación de los agricultores, su familia y las comunidades en la transformación de los sistemas agrarios de intensivos y altamente degradados a sostenibles y resilientes.

Por ello, muchos especialistas están planteando que los sistemas tradicionales de capacitación unidireccional y vertical, así como la extensión clásica (transferencia de tecnologías), no son factibles para la transformación de los sistemas agrícolas; sin embargo, aun se manifiestan estos modelos en las políticas agrarias y en la actuación de muchos investigadores, especialistas, técnicos y agricultores.

Existe una amplia información y experiencia sobre las ventajas de los procesos de formación continua

y de educación popular para lograr una alta y efectiva participación de los agricultores en la innovación y en la experimentación para desarrollar tecnologías agroecológicas, los que junto con los centros científicos, deben lograr que las tecnologías sean contextuales, perdurables y no comprometan la sostenibilidad.

La herramienta básica es la participación, como vía para lograr valor colectivo agregado y empoderamiento de actores locales, que es la demanda del desarrollo agrario sostenible.

Precisamente, la extensión agraria ha sido un tema muy debatido internacionalmente, pues existen diferentes conceptos desde su surgimiento, acorde con las tendencias y posibilidades económicas de cada país y el contexto internacional.

De hecho hay diferentes interpretaciones a lo que se ha nombrado clásicamente extensión agrícola, transferencia de tecnologías y capacitación, debido a que estas tres actividades se complementan y están imbricadas, pues se han desarrollado a partir de disciplinas que han tenido una sólida sustentación teórica y práctica, con una gran experiencia mundial, que ha permitido su consolidación en diferentes regiones agrícolas durante muchos años.

Desde luego, en algunos círculos se cuestiona y critica estos modelos, principalmente por las razones siguientes: La extensión agrícola, porque se limita a efectuar conferencias o seminarios unidireccionales, preparar al agricultor en técnicas que muchas veces no están a su alcance.

Es el llamado extensionismo clásico; la transferencia de tecnologías, porque en muchos casos ha estado asociada solamente a las tecnologías de productos (o insumos) como paquetes tecnológicos (en ocasiones complejos), que se transmiten de forma unidireccional (plegables, conferencias, áreas demostrativas) o vienen asociados al suministro de dichos recursos, bajo el modelo de implantación o implementación

y la capacitación, porque se realiza mediante métodos clásicos (unidireccionales, mito del profesor y el alumno), sin considerar los intereses y necesidades de los agricultores (programas realizados nacionalmente o en oficinas) y sin tener presente los principios de la educación de adultos, entre otros. Generalmente es programada en función de las nuevas tecnologías que se pretenden introducir.

Esto sugiere que debe existir un análisis más profundo del modelo que realmente requiere la agricultura sostenible, donde el agricultor no necesita capacitarse solamente en las nuevas tecnologías, sino conocer para entender, decidir y actuar bajo sus condiciones particulares.

Por supuesto, una gran contribución a todo este proceso de cambios en lo que aun se nombra extensión agrícola, transferencia de tecnologías y capacitación, lo ha tenido la Investigación Rural Participativa (IRP), que han favorecido la introducción de los métodos participativos en el trabajo de los técnicos (o extensionistas) y los investigadores, bajo los principios de la educación de adultos, con una contribución significativa al incrementar la innovación con la participación de los agricultores, los investigadores y los técnicos.

A todo esto ha contribuido también la sustentación que ha dado la Agroecología como ciencia moderna y la adopción de los métodos de investigación social y los principios de educación de adultos por parte de los investigadores y técnicos que trabajan en el sector agrario.

Por otra parte, los nuevos enfoques que existen en investigación, innovación y adopción de tecnologías agrícolas por el agricultor (agricultor experimentador e innovador), que consideran la importancia de manejar la agricultura al nivel del predio o finca y no solamente del campo cultivado o manejar el sistema agrario (enfoque de sistema), en que se incluyen no solamente los aspectos económicos y tecnológicos, sino también los medioambientales y sociales, contribuyen a

cambios importantes en la agricultura mundial, principalmente en las regiones tropicales y subtropical.

En resumen, se trata de transitar e la Extensión Agraria Clásica (capacitación y difusión de tecnologías unidireccionales, instructivos técnicos nacionales, áreas demostrativas, seminarios, etc.) a la Extensión Agraria Participativa (principios de educación de adultos, desarrollo local participativo, valor colectivo agregado, empoderamiento de agricultores, el técnico o extensionista como facilitador, innovación rural, entre otros); pues este último se ha convertido en un modelo de grandes impactos económicos, tecnológicos, medioambientales y sociales en los lugares donde se ha desarrollado.

Esto significa que debemos lograr que nuestros técnicos actúen como facilitadores de procesos continuados de educación e innovación y no como directivos, captadores de información, capacitadores, tranferencistas, pues de esta forma no se reportan grandes beneficios cuando se pretende convertir los sistemas agrícolas, donde la innovación local es de gran importancia y se aspira a reducir los insumos externos.

Por supuesto, limitar la socialización de la agroecología a los actores relevantes del sector agrario no contribuye al desarrollo agroalimentario sostenible, en el que sin dudas tiene que participar toda la sociedad, desde los que definen las políticas agrarias y el sector de la enseñanza en todas sus dimensiones, hasta los técnicos y agricultores y finalmente los comercializadores y consumidores.

¿Quiénes son los que deciden en la agricultura sostenible?

Este es un tema muy polémico, pues por una parte está el enfoque verticalista, en que los agricultores deben ejecutar planes e instructivos técnicos nacionales, bajo un sistema de asesoría y supervisión técnica y económica, y por la otra

parte está el horizontal, en que los planes y las decisiones se realizan en el contexto, sea una localidad, una comunidad agrícola, un sistema de producción, etc.

Cualquiera de las dos tendencias genera conflictos de intereses, sean de carácter social o institucional, sobre la base de que la producción agrícola no es solo el componente social y el tecnológico, sino que también intervienen las políticas nacionales y todo el sistema comercial (agronegocio).

Por ello este es un tema de debate en el tránsito hacia la producción agraria sostenible, pues en la agricultura verticalista se busca la uniformidad tecnológica mediante instructivos y normas metodológicas nacionales, para cumplir planes estratégicos y esto contribuye a que las características edafoclimáticas y socioeconómicas de los diferentes sistemas agrícolas y sus sistemas de producción, pasen a un segundo plano.

Sin embargo, la agricultura sostenible se apropia precisamente de un óptimo aprovechamiento de los recursos locales y un enfoque de conservación contextualizado, con una gran participación de las personas o actores locales, lo que significa que la participación de estos es fundamental en aspectos de planificación, tecnologías, etc.

Entonces, aunque existan políticas nacionales, las decisiones deben ser contextuales y eso quiere decir que deben realizarse en el nivel de los sistemas agrícolas y los sistemas de producción, que es donde los riesgos pueden ser menores y se logra un mayor valor colectivo agregado, entre otras ventajas.

De hecho, los conflictos de intereses en la agricultura contextualizada se pueden mitigar mediante políticas nacionales que contribuyan a la sostenibilidad de las producciones agrarias y la soberanía alimentaria, así como de un sistema de regulaciones legales y de educación popular que evite los riesgos tecnológicos y los impactos negativos sobre la sociedad y el medio ambiente.

¿Por qué se dice que la agricultura sostenible debe realizarse con enfoque de sistema?

Se denomina sistema a un conjunto de elementos, reales o imaginarios, diferenciados del mundo restante, vinculado o relacionado entre sí y estructurados de tal manera que funcionan y actúan como un todo (el todo es más que la suma de las partes).

Los elementos se organizan en el sistema con arreglo a una determinada estructura, la cual es el conjunto de relaciones entre los elementos de un sistema establecido en grado tal de abstracción que permite prescindir del carácter específico de los mismos. Dicha estructura depende básicamente del número de componentes, los tipos de componentes y las interacciones o vínculos entre ellos. Los componentes y las interacciones son los elementos relacionados con la estructura del sistema, en tanto las entradas y salidas caracterizan el funcionamiento del mismo.

Como es conocido, el desarrollo de la ecología se asocia estrechamente al de la teoría general de los sistemas, en particular su aplicación a la biología. Un ecosistema es un sistema integrado por organismos vivos y su medio ambiente, con lo cual intercambian material y energía.

Así las cosas, los componentes básicos de los ecosistemas son: elementos abióticos (energía luminosa, sustancias inorgánicas), productores (orgánicos autótrofos, principalmente plantas), consumidores (animales), desintegradores y transformadores (microorganismos). Los componentes bióticos (productores, consumidores, desintegradores, transformadores) conforman en su conjunto un sub sistema conocido como biocenosis o comunidad biológica.

Una característica importante de los sistemas ecológicos es su estructura de especies, determinada por las clases de especies presentes, su número y diversidad, los vínculos existentes

entre ellos y su arreglo espacial horizontal y vertical.

Entonces, los sistemas agrícolas constituyen un sub conjunto de los sistemas ecológicos, que están estructurados en tres niveles básicos: agroecosistema, finca o sistema de producción y sistema agrícola.

El agroecosistema es un sistema ecológico que cuenta con una o más poblaciones de utilidad agrícola y el ambiente con el cual interactúa. Sus componentes principales son los subsistemas de cultivos o de animales y se identifica prácticamente con las parcelas o áreas de la finca donde se tienen cultivos y sus asociaciones o las unidades de producción pecuaria, constituyendo cada una de estas un agroecosistema.

La finca o sistema de producción es una unidad de producción agrícola dentro de una región, con una superficie medible, controlada por un individuo o grupo de individuos. Está constituida por uno o más agroecosistemas y el subsistema socioeconómico.

La región es un sistema agrícola formado por componentes físicos, bióticos y socioeconómicos, dentro de los límites geográficos definidos de modo que sus componentes interactúan y funcionan como una unidad.

De gran importancia resulta la variabilidad del agroecosistema y en particular de sus salidas de productos primarios y secundarios. De igual forma es necesario considerar la estabilidad y su resiliencia ante diferentes perturbaciones.

Para el manejo de plagas, el mayor interés de la teoría de sistemas radica en el hecho de que cuando se estudian las plagas y se generan programas para su manejo, es esencial conocer que estos organismos forman parte de un sistema y por tanto interactúan con sus diferentes componentes. Además se insiste en que el ámbito de las plagas no es el sistema de cultivo ni el agroecosistema,

porque estos organismos forman parte del sistema de producción y del sistema agrícola y en esto radica la importancia de que los programas de manejo no se limiten al campo o la parcela.

De igual forma sucede con los insectos polinizadores, con los artrópodos y microorganismos que actúan como enemigos naturales de plagas, entre otros organismos que habitan los sistemas agrícolas y que interactúan en relaciones que trascienden una planta, una parcela o campo cultivado y la finca del agricultor, por lo que el entendimiento de este comportamiento complejo es muy importante para el manejo de la finca.

De gran connotación en el enfoque de sistema en la agricultura resulta el manejo de los residuos o restos de las producciones de cultivos y animales, cuyo aprovechamiento hay que verlo de manera integral, sea dentro del propio agroecosistema, dentro de la finca y en el sistema agrario.

Igualmente sucede con los centros para la producción de bioinsumos (semillas, plántulas, abonos, controles biológicos, etc.), los que tributan sus producciones a los diferentes sistemas de producción, con una contribución importante a la soberanía tecnológica de dicha región.

¿Qué se logra cuando manejamos la finca?

Precisamente, para comprender las relaciones funcionales en un sistema de producción o finca es preciso conceptualizar que en esto intervienen los siguientes componentes:

- El suelo (como un sistema)
- El cultivo (o las plantas cultivadas)
- El resto de la biodiversidad que interactúa (fitófagos, fitoparásitos, fitopatógenos, biorreguladores, polinizadores, fauna, microorganismos, arvenses y demás plantas).
- Los factores abióticos, principalmente climáticos

- El hombre, por su protagonismo en el agroecosistema

Los componentes principales de un ecosistema se relacionan al extremo de que la modificación de uno de ellos implica la alteración del otro. Así, las relaciones entre estos componentes varían, pero por lo general se manifiesta un flujo de energía que va de unos organismos a otros, así como un reciclaje de sustancias minerales (desde el medio abiótico a los seres vivos y viceversa).

A la escala del sistema de producción o finca es donde más intensamente se producen estas interacciones, por lo que su manejo para la producción agraria sostenible tiene los siguientes propósitos:

- Diversificar las producciones agrarias.
- Disminuir los costos (económicos y ecológicos) por energía externa (electricidad, combustible, mano de obra, etc.).
- Disminuir paulatinamente o eliminar los insumos externos (fertilizantes, plaguicidas, material de propagación, etc.).
- Manipular la diversidad de plantas y animales.
- Reciclaje de residuos de las cosechas y la crianza de animales.
- Favorecer el desarrollo de los biorreguladores de plagas y los polinizadores.
- Limitar o evitar el arribo, establecimiento e incremento de organismos nocivos.
- Otros menos perceptibles.

Se ha demostrado que el manejo de la finca es más sistémico e involucra con mayor participación a la familia, incrementa la innovación rural y el empoderamiento de la comunidad de agricultores, con un alto valor colectivo agregado.

Por esta vía estaremos en posibilidades de demostrar que los sistemas agrícolas pueden ser explotados más racionalmente y disminuir así sus impactos negativos sobre el medio ambiente.

Los sistemas agrícolas, como sistemas ecológicos modificados por el hombre, pueden contribuir a largo plazo a la conservación e incremento de la biodiversidad, sea en las propias áreas cultivadas o en los sistemas naturales cercanos, ya que se ha demostrado que su componente social es potencialmente un gran conservador natural.

Cuando se maneja la finca se favorece la biodiversidad debido no solamente a las prácticas agronómicas que se realizan, sino al incremento de la diversidad de plantas y animales, lo que genera variados efectos, la mayoría de ellos beneficiosos.

Entonces, cuando analizamos un sistema de cultivo y de crianza, debemos también conocer que en este también se manifiestan diferentes interacciones, las que se relacionan de manera que se manifiesta en ventajas y desventajas para los propósitos del cultivo de dicha planta, por lo que el agricultor debe entender que todo lo que haga al cultivo de plantas o la crianza de animales puede tener efectos sobre todo el sistema.

Por ello se insiste en que las tecnologías de cultivo van desde las más simplificadas cuando se trata de la agricultura intensiva, hasta las más complejas en la agricultura sostenible, en esta última precisamente porque se favorece la diversificación de los sistemas de producción, entre otros componentes agroecológicos.

No obstante, cuando se analiza una planta cultivada en particular (por ejemplo: el tabaco, la caña de azúcar, el cafeto, el cacao, el algodón, la remolacha, el arroz, el maíz, el trigo, el frijol, el tomate, el pimiento, la yuca, el plátano, el banano y otros) debemos entender que se trata de un organismo que ha coevolucionado con las tendencias tecnológicas que han predominado en las regiones agrícolas donde se cultiva, que ha sido sometido a un proceso de selección y mejora de sus características, principalmente para buscar mayor rendimiento, aspecto o contenido para el mercado, entre otros; además, que durante este proceso ha logrado modificarse y adaptarse a

factores bióticos y abióticos diversos, como es el caso del clima, el suelo, de los organismos causales de plagas, la microflora epifítica, entre otros, lo que le confiere ciertas características que los diferencian de las especies de plantas que no han sido cultivadas. Es decir, las plantas cultivadas, en su mayoría, son el resultado de un largo proceso de modificación para producir según intereses del hombre.

Precisamente, estas características indican que el cultivo de estas plantas hay que verlo con la interacción que ha generado su proceso coevolutivo, por lo que el agricultor debe entender cuáles son sus exigencias nutricionales, cómo debe estar el suelo para que se desarrolle mejor, qué labores debe hacerle durante su crecimiento y desarrollo para que llegue al final del ciclo, qué organismos dañinos les gusta y por tanto se alimentan o viven en sus órganos, en qué momento debe ser cosechado, cómo influye el clima y el resto de la biodiversidad en su desarrollo, entre otros cuidados o consideraciones que requiere para lograr el propósito de lograr un producto agrícola en sus raíces, en su tallo, en sus hojas, en sus flores o en sus frutos, según la especie de que se trate.

Entonces, si este proceso se altera, no se lograrán los resultados deseados de dicha planta y los costos de su atención serán superiores a los beneficios económicos que aporte.

Lo antes expresado es un argumento más que suficiente para entender que la producción agrícola es compleja y por tanto constituye un sistema, cuyo manejo se desarrolla al nivel del sistema de producción, no solamente de la parcela o campo cultivado.

¿Qué es la biodiversidad y cuál es su importancia en los sistemas agrícolas?

En ocasiones existe un análisis muy reducido de lo que se considera diversidad biológica en los sistemas agrícolas, sobre todo cuando se limita al

germoplasma y su manejo o cuando se expresa la utilidad de los organismos benéficos; en cambio, la biodiversidad tiene una mayor expresión y es, quizás, uno de los principales factores que pueden contribuir a la agricultura sostenible.

De forma general, la biodiversidad incluye el número de especies y las relaciones entre dichos organismos o seres vivos que la integran; es decir, se refiere a todas las especies de plantas, animales y microorganismos que existen e interactúan recíprocamente en un ecosistema, incluyendo la variedad genética asociada a dichas especies y a los ecosistemas en que se encuentran, así como el intercambio con otros ecosistemas.

En todos los agroecosistemas existen plantas cultivadas o animales de crianza, la mayoría de ellos son especies y variedades o razas comerciales introducidas; plantas arvenses o plantas que crecen de forma espontánea dentro de los campos cultivados y en sus alrededores, que pueden ser endémicas, invasoras o introducidas; diversos animales y microorganismos que lo habitan y que realizan disímiles funciones, entre ellos los descomponedores de la materia orgánica en el suelo, los polinizadores, los enemigos naturales o biorreguladores, los asociados de forma mutualista con las plantas, los que contribuyen a que las plantas se enfermen o destruyan (plagas), entre otros organismos que se relacionan de forma directa o indirecta en la cadena trófica.

Entonces, la biodiversidad es de vital importancia, porque no solamente está representada por las especies de animales y plantas de interés económico (agrobiodiversidad), sino por los organismos que inciden directa o indirectamente en el cultivo de estas plantas y la crianza de animales, por lo que hay que ver a la biodiversidad como un complejo de organismos que interactúan bajo las condiciones particulares de cada sistema agrícola y por tanto, su manejo y conservación es esencial para la sostenibilidad de la agricultura.

¿Cuáles son los componentes más importantes de la biodiversidad a nivel de un sistema de producción?

La conservación de la biodiversidad hay que enfocarla desde el nivel del sistema agrario; pero, en gran medida, su manejo se realiza al nivel del sistema de producción o la finca, que es donde actúan directamente las personas o agricultores.

Por ello los componentes de la biodiversidad que mayor importancia tienen para la producción agraria son los siguientes:

- **Biodiversidad introducida productiva:** Biotas introducidas con fines económicos (plantas y animales). Agrobiodiversidad.
- **Biodiversidad nociva:** Los organismos que afectan las plantas y animales de interés económico. Plagas agrarias. Pueden habitar el sistema o ser inmigrantes o introducidas.
- **Biodiversidad introducida funcional:** Los organismos benéficos que se reproducen masivamente y se introducen en el sistema mediante liberaciones o aplicaciones inoculativas o inundativas, sean artrópodos entomófagos, nematodos entomopatógenos, microorganismos entomopatógenos, microorganismos antagonistas, abonos orgánicos, micorrizas, polinizadores y otros.
- **Biodiversidad funcional:** Los organismos que regulan naturalmente las poblaciones de fitófagos, fitoparásitos, fitopatógenos, zooparásitos, que se consideran enemigos naturales (biorreguladores de las plagas). Además, los polinizadores naturales, los organismos descomponedores de la materia vegetal, los mejoradores de las propiedades físicas y químicas del suelo, entre otros con efecto benéfico sobre el cultivo de plantas y la crianza de animales.

- **Biodiversidad auxiliar:** La biota que habita naturalmente en los sistemas agrícolas y que contribuye indirectamente al resto de la biodiversidad. Aquí se incluyen las plantas que crecen silvestres, los microorganismos y animales que tienen otras funciones, etc.

Esto significa que la biodiversidad en la agricultura hay que verla con esta integralidad, para poder realizar su manejo y conservación con un enfoque de sistemas; es decir, no considerar solamente uno de sus componentes, sino las sinergias y antagonismos de estas comunidades de organismos cuando son aprovechadas racionalmente.

Desde luego, aun es insuficiente el conocimiento que existe sobre la biodiversidad en los sistemas agrícolas, este es un reto para su mejor manejo en la agricultura sostenible.

¿Por qué se manifiestan problemas de plagas en los cultivos y cuál es la vía para resolverlos?

Desde que el ser humano comenzó a cultivar plantas para su alimentación, otros organismos coexistentes en esos hábitats fueron atraídos por dichas plantas, las que, por supuesto, se encontraban en tales cantidades (abundancia) que les permitió alimentarse y reproducirse ampliamente. Así de simple podemos expresar el inicio de un proceso coevolutivo entre el hombre, el cultivo de plantas y las plagas que atacan a dichos cultivos, todos en estrecha relación con las características de esos ecosistemas.

De esta forma y expuesto muy sintéticamente, el desarrollo de la agricultura conllevó a los deseos y las necesidades de aumentar producciones, elevar los rendimientos y mejorar la calidad, para alcanzar las exigencias de un mercado que ha ido cambiando en dependencia de las tendencias de cada época en que ha vivido el hombre.

En este proceso, que tuvo un auge significativo posterior a la II Guerra mundial (periodo de la "Revolución Verde"), los ecólogos definieron

claramente las diferencias entre los ecosistemas naturales y los explotados por la agricultura, surgiendo el término sistema agrario, para acuñar definitivamente que eran diferentes.

Lo más significativo en el desarrollo agrario y la lucha del hombre por combatir las plagas ha sido la industria de los plaguicidas y su tecnología de aplicación, lo que ha generado efectos colaterales de diversa índole, la mayoría bastante conocidos.

Lo anterior quiere decir que las causas por las que existen las plagas están básicamente en el cultivo de las plantas en grandes extensiones y por el desarrollo de la tecnología agraria mecanizada y quimizada, sin considerar los posibles efectos colaterales.

Por ello surgió el Manejo Integrado de Plagas (MIP), alternativa que se desarrolló desde los años 60-70 del pasado siglo para tratar de enfrentar la crisis de los plaguicidas y que ha tenido grandes aportes, ya que los agricultores que lo practican evalúan las poblaciones de las plagas para decidir las aplicaciones de plaguicidas (monitoreo, señalización), sustituyen aplicaciones de plaguicidas químicos por biológicos (bioplaguicidas), realizan prácticas agronómicas que evitan o afectan las plagas, entre otras tácticas integradas al manejo del cultivo.

Aunque el MIP ha sido una alternativa viable para tratar de salir de la crisis de los plaguicidas, en la práctica ha tenido limitaciones que han conllevado a una baja adopción en la mayoría de los países, principalmente por las causas siguientes:

- Error estratégico al mantener el mismo enfoque de controlar las plagas y no las causas que las originan.
- Malas interpretaciones (sustitución de insumos químicos por biológicos como única integración).
- Muy poca base científica en la región para lograr programas que integren correctamente los diferentes métodos.

- Necesidad de sistemas de servicios técnicos de apoyo a los agricultores.
- Pocas posibilidades de utilización para agricultores de bajos insumos (paquetes complejos, necesidad de monitoreo).

Por supuesto, se han propuesto nuevas alternativas para el manejo de las plagas, como son el Manejo Ecológico de Plagas (MEP), el Manejo Integral del Cultivo (MIC), entre otras, que han tenido diversas interpretaciones y no han sido suficientemente adoptadas por los agricultores, a pesar de tener enfoques ecológicos y acordes con las tendencias ambientalistas más recientes.

Desde luego, esto no se puede ver tan aislado, ya que en el sector agrario se han desarrollado diversas tendencias, las cuales han sido promovidas y llevadas a la práctica en algunos países, lo que genera incertidumbres en los agricultores, que motivan dudas respecto a las decisiones que deben tomar.

En esencia todas estas alternativas mantienen concepciones que reflejan lo que llamamos el "síndrome de la revolución verde", como las siguientes: "controlar" la plaga, "proteger" las plantas, "manejar" el cultivo.

Si nos detenemos a observar la actuación y lo que escribe la mayoría de las personas que se relacionan con la agricultura en general y la sanidad vegetal en particular, en su esquema de razonamiento y su vocabulario están "sembrados" los términos plaga, control y protección y esto se debe a que aun no se ha entendido el cambio que debe existir para "atacar" las causas por las que hay plagas y no a las plagas directamente.

Por ello, lo más racional y efectivo es manejar el sistema de producción (la finca o predio) y, si fuera posible, el sistema agrario, porque de esta forma estamos manejando las causas por las que arriban, se establecen e incrementan los organismos que se convierten en plagas.

¿Por qué la agricultura sostenible puede contribuir a mitigar los efectos del cambio climático?

Las tecnologías agroecológicas se apropian de los conocimientos científicos acumulados, aprovechan las experiencias y tradiciones de los agricultores y su familia, son validadas de manera eficiente por los propios agricultores y pueden ser difundidas a otros agricultores con mayor facilidad. De esta forma se hace énfasis en la conservación del suelo, la nutrición orgánica de las plantas, el manejo de la biodiversidad y el hábitat, las defensas naturales de las plantas, el control biológico, los sistemas complejos (policultivos, silvopastoriles, agroforestería) y otras.

Cuando los equipos de investigación transdisciplinarios; es decir, con la participación de investigadores, técnicos y agricultores, desarrollan innovaciones por métodos participativos y consideran las características ecológicas, edafoclimáticas y socio-económicas de los diferentes sistemas agrícolas, tienen la posibilidad de generar tecnologías agroecológicas contextualizadas, lo que sin dudas contribuye a la producción agraria local sostenible.

Las tecnologías obtenidas bajo este enfoque son las mejores para mitigar los efectos del cambio climático, ya que están ajustadas al pequeño espacio de las fincas de los agricultores, dependen de mínimos insumos externos, aprovechan de manera eficiente los recursos naturales y otros que genera el propio sistema de producción y son manejables por el propio agricultor, con el mínimo de dependencia externa y menor costo.

Estas pueden considerarse como tecnologías apropiadas, que se ajustan a condiciones edafoclimáticas, biofísicas, socioeconómicas y pueden contribuir a reducir el estrés ocasionado por los efectos del cambio climático sobre las plantas cultivadas, el suelo y los demás componentes del sistema agrario.

¿Qué importancia tienen las buenas prácticas para la comercialización de los productos agrícolas?

Se consideran buenas prácticas agrarias (BPA) aquellas que se exigen en las normas, convenios y mercados nacionales e internacionales, que contribuyen a la calidad total de las producciones agrarias, la seguridad alimentaria y la conservación del medio ambiente.

Se puede afirmar que las BPA en la agricultura sostenible significan realizar bien los procedimientos agronómicos, con el propósito de lograr productos agrarios sin comprometer la salud de las personas y la biodiversidad.

De hecho, el sistema de calidad de un sistema de producción agraria involucra todos los procesos, principalmente los siguientes:

- Manejo del suelo (conservación).
- Gestión de material de siembra (obtención, producción y conservación)
- Manejo de los campos cultivados.
- Manejo de las crías de animales.
- Manejo del sistema de producción (conservación)
- Gestión de insumos
- Sistema de procesamiento-almacenamiento.
- Comercialización (salidas productivas)

Se debe entender que el manejo de plagas está integrado al sistema de calidad y es parte de todos los procesos y tributa al producto que se cosechará y a los efectos que puedan tener sobre el medio ambiente.

Un componente importante de las buenas prácticas agrarias son las medidas regulatorias para el acceso al sistema de producción, las que tienen como propósito evitar y minimizar la dispersión y entrada de organismos nocivos, lo cual es muy importante en los lugares donde se produce material de siembra o se cultiva bajo tecnologías protegidas. Estas se aplican a las personas, porque

pueden portar poblaciones de nematodos, hongos y arvenses en las suelas de los zapatos; a los vehículos, porque igualmente pueden ser portadores de organismos nocivos en los neumáticos, el piso y otras partes.

La adquisición de semillas y plántulas de otras entidades debe ser observada con mucho cuidado, para conocer su estado fitosanitario, para lo cual se exigen certificados oficiales, emitidos por las autoridades de sanidad vegetal, los que han inspeccionado las unidades de producción y disponen de laboratorios para analizar dicho material.

Desde luego, los criterios han ido cambiando de la calidad aparente (productos de gran tamaño, color uniforme, muy atractivos visualmente) a la calidad de contenido (productos sin residuos de moléculas químicas, producidos bajo condiciones limpias, rusticidad genética).

La calidad e inocuidad de los alimentos se entiende como la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor y se relaciona con características que determinan su valor o aceptabilidad por parte del consumidor y con el cumplimiento de normas que aseguren que el producto es seguro para los consumidores, que no está contaminado ni adulterado y que su presentación no es fraudulenta.

La seguridad tiene que ver, por tanto, con riesgos asociados a la producción y su posterior manejo, procesamiento y empaque, como contaminación con agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes), drogas veterinarias o aditivos alimenticios no autorizados; riesgos microbiológicos por bacterias, protozoos, parásitos, virus y hongos o sus toxinas (micotoxinas, aflatoxinas); tóxicos naturales presentes en el ambiente (zinc, arsénico, cianuro) o en los mismos alimentos (solanina e histamina), o químicos tóxicos industriales o desechos radiactivos (arsénico, cadmio, cobre, plomo, mercurio y bifenilos policlorados).

Por ello, se hace énfasis en la necesidad de asegurar la inocuidad de manera integrada desde la etapa de producción hasta el consumo final, a través de la producción agroecológica, que es una vía para las producciones más limpias.

De hecho se está argumentando una interpretación más integral de la calidad de los productos agrícolas y está relacionada con una tendencia internacional en contra de los supermercados o mercados donde existen menos diversidad de productos, son de variedades mejoradas, se obtienen bajo los sistemas de agricultura intensiva, es decir, han sido sometidos a estrés por monocultivo, agroquímicos y mecanización; además, están sujetos a una selección de apariencia, a tratamientos post cosecha, a cambios de condiciones de almacenamiento y transportación, así como son menos diversos y son ofrecidos por una cadena de intermediarios.

En cambio, los mercados locales son más diversos, ofrecen productos raros y generalmente no manipulados genéticamente y no son explotados de manera intensiva, no se someten a tratamientos y manipulaciones excesivas, están más cerca del agricultor y favorecen el intercambio cultural sobre sus propiedades y utilización, entre otras ventajas que reducen riesgos negativos a las personas y contribuyen a la soberanía alimentaria.

Bibliografía

Altieri, M.A. Bases agroecológicas para una producción agraria sustentable. Agricultura técnica (Chile) 54(4):371-386. 1994.

Altieri, M. A. y C. I. Nichols. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Perspectivas agroecológicas No. 2. 247p. Ed. Icaria. Junta de Andalucía. ISBN: 978-84-7426-764-8. 2007.

Funes, F. Integración Ganadería-Agricultura con bases agroecológicas. Plantas y animales en armonía con la naturaleza y el hombre. Ed. ANAP-IIPF (Ciudad de La Habana).83p. ISBN: 959-246-045-0. 2001.

L. VAZQUEZ. Preguntas y respuestas sobre agricultura sostenible. 2008.

- Holdridge, L. R. Ecología basada en zonas de vida. IICA (Costa Rica). 216p. Mayo, 2000.
- Jørgesen, L. N. Good plant protection practice - status and future. EPPO Bulletin 31: 357-362. 2001.
- Leyva, A. y J. Pohlan. Agroecología en el trópico. Ejemplos de Cuba. La biodiversidad vegetal, cómo conservarla y multiplicarla. Ed. Shaker Verlag (Alemania). 199p. ISBN 3-8322-3814-X. 2005
- Lovato, P. E. y W. Schmidt. Agroecología e sustentabilidade no meio rural. Experiencias e reflexoes de agentes de desenvolvimiento local. Ed. Chapecó. 151p. 2006.
- Magdoff, F. Calidad y manejo del suelo. En: Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Ed. CLADES (La Habana). Pp. 211-221. 1997.
- Pengue, W.A. Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. ¿La transgénesis de un continente? Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental No.9. 220p. ISBN 968-7913-34-7. 2005.
- Pérez, N. Manejo Ecológico de Plagas. CEDAR (La Habana). 296p. ISBN: 959-246-083-3. 2004.
- Pérez, N. y L. L. Vázquez. Manejo ecológico de plagas. En: Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible. Ed. ACTAF. La Habana. Pp. 191-223. 2001.
- Sevilla, Eduardo. Agroecología y agricultura ecológica: hacia una “re” construcción de la soberanía alimentaria. Agroecología (Murcia, España) No. 1, pp.1-18. 2007.
- Toledo, A. Economía de la biodiversidad. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental N° 2. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 209p. ISBN 968-7913-02-9. 1998.
- Vázquez, L. L. Manejo Integrado de Plagas. Preguntas y respuestas para agricultores y extensionistas (La Habana). Ed. CIDISAV. 566p. 2003.
- Vázquez, L. L. El manejo agroecológico de la finca como estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias. Ed. ACTAF La Habana. 121p. 2004.
- Vázquez, L. L. Manejo Agroecológico de Plagas. Tema 1. Tendencias y percepciones acerca del manejo de plagas en la producción agraria sostenible. Ed. CIDISAV (Ciudad de La Habana). 31p. ISBN: 959-7194-08-2. Noviembre 2006.
- Vázquez, L. L. La lucha contra las plagas agrícolas en Cuba. De las aplicaciones de plaguicidas químicos por calendario al manejo agroecológico de plagas. Fitosanidad 10 (3): 221-242. 2006.
- Vázquez, L. L., E. Fernández. Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos. ISBN: 978-959-7194-13-2. Editorial CIDISAV. 121p. 2007.
- Vázquez, Luis L. Contribución de la sequía a los desastres fitosanitarios causados por insectos y recomendaciones para mitigar sus impactos. Portal del Medioambiente: Agricultura (documentos). 10 págs. 30 de octubre de 2007. <http://www.portaldelmedioambiente.com>
- Vázquez, L. L. Agrocombustibles: Un retroceso agroecológico. Biodiversidad en América Latina. 5 de noviembre de 2007. <http://www.biodiversidadla.org/>
- Waage, J.K. Biodiversity as a resource for biological control. The biodiversity of microorganism and invertebrate. Its role in sustainable agriculture. Ed. D. Hawsworth. CAB International (London). pp. 149-16. 1991.