

Trujillo Javier (1990), "Biotecnología o agroecología: selección de paradigma tecnológico para el desarrollo campesino en México", en: *¿Biotecnología para el progreso de México?*, México, Ed. Centro de Ecodesarrollo.

Yunlong, C. and B. Smith (1994) "Sustainability in agriculture: a general review", *Agriculture Ecosystems & Environment*, Vol. 49: 299 – 307.

Waliszewski, Stefan M. (1997) "Contaminación de leche materna por plaguicidas organoclorados", *La Ciencia y el Hombre*. 25: 23-35.

Prácticas Sustentables en el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y su Aplicación en la Agricultura

Jose Luis Rosas Acevedo y Laura Sampedro Rosas*

Problemática

A partir de 1950 se mantiene un crecimiento anual de la población mundial del 1.8% (Dayly *et al.*, 1998:1291-1292) y se estima que para el año 2025 será de 8.2 a 8.5 mil millones (Oerke y Dehne, 1997:203-215), lo que aumentará las necesidades de alimento y fibras provenientes de la agricultura. La búsqueda de alternativas para la producción de alimentos ha provocado que se intensifique la explotación de los recursos naturales, exista un mayor uso de tecnología y se tengan elevados índices de contaminación (Mann, 1999: 310-314). Este conjunto de prácticas especializadas y requiere de un capital intensivo y alto consumo de energía (Elderd *et al.*, 1999:1267; Tilman, 1998: 211-212; van Bruggen, 1995:976-984). La agricultura dominante, a la que Vanderner (1995:1-14) señala como agricultura moderna ha provocado preocupación en la población, debido a los numerosos efectos negativos que ocasiona a los recursos naturales y a la salud humana.

Ante estas circunstancias surge el concepto de agricultura sustentable ("World Comisión on Environmental and Development" WCED, 1987: 95-121; FAO, 1989:1-120), la cual se ha convertido en una palabra clave en el ámbito mundial. Su aplicación permite conservar los recursos naturales, proteger el ambiente, incrementar la seguridad y la salud, y producir cantidades adecuadas de alimentos con un beneficio económico para los productores. Además, el concepto de sustentabilidad incluye otros objetivos como es el caso de justicia social y protección del bienestar animal (Schaller, 1993:89-97). Como parte de esta alternativa, el control microbiano, en donde Lacey y Gottel (1995:65-76) ubican el uso de los hongos entomopatógenos como parte del manejo integrado de plagas (MIP), es un paradigma adoptado por todas las disciplinas referidas al control de plagas y enfermedades (Blommers, 1994:213-241; Bridge, 1996: 201-225; Jacobsen, 1997:373-391; Kogan, 1998:243-270; Sutton, 1996:527-547).

* Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional jlrosas71@hotmail.com

Objetivo

El presente trabajo revisa las evidencias de los efectos nocivos de la agricultura moderna sobre el ambiente y la salud humana, que ponen en peligro el bienestar social de las regiones, enfocándose a cómo el uso de diversas prácticas sustentables en el MIP y su aplicación en la agricultura moderna, son una alternativa, en busca del reto en la agricultura orgánica.

Los Costos de la Modernidad

En la actualidad, se asume que las posiciones ecológicas integradas por el socialismo y el capitalismo son fallas graves. Estos efectos no fueron aparentes cuando existían menos de mil millones de habitantes sobre el planeta, viviendo en lo que se consideraban niveles bajos de tecnología. Con más de 5.5 mil millones de personas en la tierra, dichas fallas resultaron una gran amenaza (Orr, 1993:38-40). Algunos ejemplos de cambios globales son: cambios en la composición de la atmósfera, cambios climáticos, disminución de la concentración de ozono en la estratosfera e incremento en la entrada de luz ultravioleta (Vitousek, 1992:1-14). El cambio climático global plantea una de las mayores amenazas para la sociedad humana. Su causa principal es el uso indiscriminado de combustibles fósiles y la destrucción de los bosques y suelos, debido a políticas de los países desarrollados y a la pobreza y crecimiento poblacional sin restricción principalmente en los países en desarrollo (Bach, 1994:147-160). El impacto de las actividades humanas sobre el clima y los ciclos bio-geo-químicos del planeta, es ahora mayor que los índices previos al cambio.

La tierra sufre el problema de cambios climáticos (Bach, 1994: 147-160). Firor y Jacobsen, 1993:707-722; Vitousek, 1992:315-320), pérdida de biodiversidad (Dobson, *et al.*, 1997:515-521; Pimm *et al.*, 1995:347-353) cambios en el uso del suelo, invasiones biológicas (Vitousek, 1992:315-320) y cambios en la composición química de la atmósfera (Haywood *et al.*, 1999: 1299-1303; Kiehl, 1999:1273-1275; Vitousek, 1992:315-320). La sociedad humana se ha dado cuenta de que los grandes tópicos actuales estrechamente relacionados y las posibles soluciones de los problemas individuales no son viables si no se enfrentan como un todo. Existe un paradigma que al incrementar el entendimiento de los problemas y el poder tecnológico, también se hace frente con mayor certidumbre que la que existía previamente. Esto se debe a que la existencia de nuevas tecnologías permite la medición de fenómenos que antes no era factible evaluarlos y así incrementa la capacidad de predicción del comportamiento de los mismos (Dovers y Handmer, 1992:262-276). Meadows *et al.* (1992:232-236) aportan datos del acelerado daño ocasionado al planeta.

En un espacio de 20 años (1972-1992) la población se incrementó de 3.7 a 5.5 mil millones de habitantes, los desiertos se expandieron en 120 millones de hectáreas, el consumo mundial de petróleo se incrementó de 17 mil a 24 mil millones de barriles por año y los desechos de las naciones en desarrollo crecieron de 302 a 420 millones de toneladas por año. El impacto diario de las actividades humanas sobre el planeta se resume enseguida: Se suman 15 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera y una cantidad similar de gases se atrapa en la atmósfera; se pierden alrededor de 200 kilómetros cuadrados de selva tropical; se encuentran en peligro de extinción entre 75 y 250 especies y se convierten más de 100 kilómetros cuadrados de suelos fértiles en desiertos áridos e improductivos. Además, se pierden 71 millones de barriles de petróleo alrededor del mundo, se generan un millón de toneladas de desechos peligrosos, se suman 250 mil habitantes al planeta y se crean diariamente de 3 a 5 químicos sintéticos.

Características de la Agricultura Moderna

La producción de alimentos está condicionada a limitaciones en los recursos naturales como la tierra cultivada, agua, fertilidad del suelo, productividad inherente (genética) de los cultivos y en la capacidad del hombre para mantener esos recursos y para proteger los cultivos de factores bióticos y abióticos (Ortke y Dehne, 1997:203-215). Para satisfacer la creciente demanda de alimentos ha sido necesario incrementar la producción de los cultivos mediante el empleo de nuevas tecnologías en la agricultura convencional (semillas mejoradas, fertilizantes, plaguicidas, manejo del suelo, riegos tecnificados y uso de maquinaria (Edelbert *et al.*, 1999:283-287; Ortke y Dehne, 1997:203-215; van Bruggen, 1995:976-984).

En muchas regiones agrícolas, uno de los problemas más importantes que ocasiona esta agricultura dominante es la pérdida o erosión del suelo (El-Swafy, 1983:23-48), la cual provoca reducción en el contenido de materia orgánica y en la disponibilidad y penetración del agua, así como en la profundidad de enraizamiento. Por otra parte, las fuentes de abastecimiento de agua son cada vez más escasas, la calidad del suelo se deteriora y existe poca tierra arable disponible (Mann, 1997:310-315). La agricultura moderna o convencional, sin duda alguna había sido justificada hasta hace poco tiempo, principalmente por los incrementos espectaculares en la producción de alimentos a lo largo del siglo pasado (Tilman, 1998:211-212). Sin embargo, en la actualidad se reconocen ampliamente los problemas asociados con este tipo de agricultura.

De acuerdo con Schaller (1993:89-97), los problemas más importantes se resumen en 9 aspectos: 1) contaminación del suelo y agua, por sedimentos y productos químicos usados en la agricultura; 2) riesgos en la salud humana y

animal, por plaguicidas y aditivos alimenticios; 3) efectos adversos de los químicos agrícolas sobre la calidad y seguridad de los alimentos; 4) pérdida de la diversidad genética en plantas y animales, que es la clave para la sustentabilidad de la agricultura; 5) destrucción de la vida silvestre, abejas e insectos benéficos por el uso de los plaguicidas; 7) reducción de la productividad del suelo debido a la erosión, compactación y pérdida de materia orgánica; 8) explotación irracional de recursos no renovables; 9) riesgos de salud y seguridad de los trabajadores agrícolas que aplican químicos potencialmente nocivos.

La agricultura moderna en numerosas ocasiones ha sido identificada como una de las contribuciones de mayor peso de la biodiversidad en el mundo (Dobson, *et al.*, 1997:515-521; Pim *et al.*, 1995:347-353). Esto se atribuye a las grandes extensiones de tierra dedicadas a los cultivos agrícolas, así como al alto grado de manipulaciones físicas y consumo de plaguicidas y fertilizantes inherentes a la forma actual de explotar el suelo.

Las actividades agrícolas como labranza, drenaje, cultivos intercalados, rotación de cultivos, pastoreo y el uso extensivo de plaguicidas y fertilizantes tiene implicaciones significativas en las especies silvestres de flora y fauna. Las especies capaces de adaptarse al entorno agrícola pueden ser directamente limitadas por los regímenes de disturbio ocasionados por el pastoreo, plantación y cosecha, e indirectamente por la abundancia de alimentos de insectos y plantas disponibles (McLaughlin y Mineau, 1995:201-212). La llamada revolución verde se enfocó únicamente a la producción de cultivos y no consideró las consecuencias ecológicas y sociales (Elberd *et al.*, 1999:283-287).

Los Plaguicidas en la Agricultura Dominante

El uso de plaguicidas en la agricultura ha ayudado a mantener un suministro permanente de alimentos de alta calidad externa y a un costo económico relativamente bajo (James *et al.*, 1993:423-439). En el siglo pasado y actualmente, esta contribución positiva de los plaguicidas ha sido puesta a prueba por diversos grupos e individuos (Elder *et al.*, 1999:283-287; Wadman, 1998:394-515), quienes señalan que sus efectos ambientales negativos rebasan en valor con relación al beneficio aportado a la sociedad. Esto ha provocado que en la actualidad los plaguicidas, es probablemente la mayor preocupación de la humanidad con relación al total de los problemas asociados con la agricultura convencional.

En el ámbito mundial, se estima que existen alrededor de 67,000 diferentes especies de organismos nocivos (insectos, ácaros, patógenos y malezas) que atacan a los cultivos agrícolas de importancia económica (Pimentel,

1995:17-89), de las cuales se incluyen aproximadamente 9,000 especies de insectos y ácaros; 50,000 especies de patógenos de plantas y 8,000 especies de malezas. Del gran total de plagas, menos del 5% son consideradas de importancia. Estas estadísticas no contemplan alrededor de 2,000 especies de nematodos, muchos de los cuales son plagas en diversos cultivos (Page y Bridge, 1993:139-154). Las pérdidas ocasionadas por plagas y enfermedades a la producción de todos los cultivos agrícolas en el mundo se estiman en un 35% (Pimentel, 1995:17-29); las plagas insectiles ocasionan un 13% de pérdidas, las enfermedades un 12% y las malezas un 10% (Cramer, 1967:12-45).

Los daños de plagas y enfermedades se magnifican cuando se explotan variedades de cultivos genéticamente uniformes en grandes extensiones de tierra, las cuales son altamente productivas, pero muy susceptibles a epidemias devastadoras (Baker *et al.*, 1997:726-733; Oerke y Dehne, 1997:203-215). Anualmente, se aplican 2.5 millones de toneladas de plaguicidas a escala mundial, sin considerar el uso de control biológico y otros métodos no químicos. Del total de plaguicidas aplicados, un 50 a 60% son herbicidas, 20 a 30% insecticidas y 10 a 20% funguicidas. En América del Norte se aplica aproximadamente el 20% de los plaguicidas y una cantidad similar es usada en los países en desarrollo. El 60% restante es aplicado en Europa y el resto del mundo (Pimentel, 1995:17-29). La mayor cantidad de plaguicidas se aplica en cultivos de alto valor económico (algodón, maíz, arroz, frutales y hortalizas) y sólo una cantidad insignificante del producto químico (menos del 0.1%) logra llegar a la plaga objetivo (Pimentel y Levitan, 1986:86-91). Esto significa que más del 99.9% del plaguicida aplicado se pierde en el ambiente, donde puede causar efectos adversos a la fauna benéfica, contaminación del suelo, agua y atmósfera (Pimentel, 1995:17-29).

Los avances en química analítica han demostrado que algunos plaguicidas pueden ser movilizadas en el suelo y agua, después de ser aplicados en el campo y que otros son persistentes y pueden ser encontrados como residuos en cultivos posteriores. Algunas sustancias químicas pueden ser transportadas a grandes distancias por las corrientes de aire y ser encontradas en el agua de lluvia a distancias remotas. El monitoreo de campo ha demostrado efectos de algunos productos químicos sobre especies acuáticas y aves (James *et al.*, 1993:423-439; Pimentel, 1995:17-29).

Los problemas más serios asociados con el uso de plaguicidas son: 1) Resistencia a los químicos en más de 450 especies de plagas y patógenos; 2) Epidemias de plagas y patógenos secundarios; 3) Efectos negativos sobre especies no objetivos; 4) Efectos adversos sobre plantas nativas, mamíferos,

aves, peces y vida silvestre; 5) Exposición humana a los plaguicidas (Garry *et al.*, 1989:251-255; Henriques *et al.*, 1997:91-99; Mortesen *et al.*, 1998:562-568; Pimentel, 1995:17-29; Russel, 1995:117-129; van Bruggen, 1995:976-984; Wadman, 1998:394-515).

Desde la década pasada y en la actual existe la necesidad de reducir el uso de plaguicidas en la agricultura para disminuir su impacto ambiental y en la salud humana. Actualmente, algunos países industrializados han implementado programas para reducir en un 50% el uso de plaguicidas sin afectar los rendimientos de los cultivos y sin cambios en los estándares de calidad (cosméticos) de las cosechas (Petterson, 1994:43-55). Las empresas fabricantes de agroquímicos están realizando esfuerzos con el propósito de mejorar la seguridad ambiental de los plaguicidas (James *et al.*, 1993:423-439).

Las nuevas tecnologías y la preocupación ambiental han hecho que las empresas fabricantes de agroquímicos reenfocuen sus políticas actuales. Además de los químicos sintéticos tradicionales, se están considerando como opciones viables para el control de plagas, los agentes de control biológico con el uso de hongos, bacterias y virus o de sus metabolitos, la resistencia inducida en plantas y los productos químicos naturales (Lacey, y Gottel, 1995:65-76; Scheffer, 1991:804-811).

Sustentabilidad y Agricultura Alternativa

En su significado más simple, la agricultura sustentable consiste en la producción adecuada de cultivos que conserve el recurso suelo y prevenga la contaminación ambiental. La sustentabilidad involucra relaciones sociales, económicas y ecológicas a nivel local, nacional y mundial. Además, comprende la integración de todas las partes del sistema agrícola, incluyendo los productores y sus familias. La agricultura sustentable remarca la importancia de los balances ecológicos y la necesidad de minimizar el uso de materiales y prácticas que alteren estas relaciones (Abdul-Baki y Teasdale, 1994:1-10; Tilman, 1998:211-212). De acuerdo a Schaller (1993:89-97), la agricultura sustentable es un término demasiado general que además de promover el beneficio ambiental y una agricultura sana, debe incluir dimensiones de tipo social y económico.

Estas bases evitan la ambigüedad y controversia que frecuentemente han generado otros términos usados para enfatizar diferentes dimensiones de sustentabilidad o prácticas agrícolas particulares. Por ejemplo: agricultura orgánica, biológica, ecológica, de reducida o baja entrada de energía, regenerativa, holística y el término más cercano, agricultura alternativa (Schaller, 1993:89-97; Vandemeer, 1995:1-14). Las consideraciones de

desarrollo sustentable tienen que tratar de manera inevitable con la agricultura sustentable (Yunlong y Smit, 1994:299-307). La visión holística de la agricultura y los efectos de la agricultura tradicional demuestran que no existen problemas separados. Por una parte la población humana se incrementa y al mismo tiempo demanda mayor producción de cosechas agrícolas (Rao y Riley, 1994:3-20).

La idea de sustentabilidad se basa en los principios morales de equidad intergeneracional, tal y como se establece en el reporte de la Comisión Mundial para el Desarrollo y el Ambiente (WCED, en Inglés). El desarrollo sustentable es definido por la WCED como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer aquéllas de las generaciones del futuro (WCED, 1987:1-206) y combina diferentes objetivos: manejo, producción, calidad ambiental y conservación de recursos naturales (Conway, 1996:223-228; Hilborn *et al.*, 1995:45-67; Tilman, 1998:211-212). A través del tiempo, el sentido común y la experiencia han generado respuestas que han permitido que exista una gran aceptación de que la sustentabilidad es incrementada por la paciencia, capacidad y un manejo sustituto para muchos plaguicidas e insumos agrícolas.

Es conocido que la rotación de cultivos puede romper ciclos de las plagas y restaurar nutrientes del suelo. Los cultivos en desarrollo y la ganadería pueden ser igualmente importantes. El ganado contribuye al abono de los suelos y los cultivos de rotación aportan forraje y alimento. Los insectos, malezas y patógenos se pueden controlar usando métodos biológicos, mecánicos y otros no químicos, lo cual se conoce como "manejo integrado de plagas" (MIP). Las técnicas modernas de conservación de suelo y agua son componentes esenciales de un sistema sustentable. La sustentabilidad significa "por siempre", y una buena ciencia requiere que la puerta debe estar siempre abierta para incorporar nueva y mejor información que pueda hacer una mayor combinación de prácticas sustentables (Schaller, 1993:89-97).

Se requiere del desarrollo de sistemas que aseguren que los cultivos sean lo suficientemente sanos para tener ventajas sobre el aprovechamiento de agua y nutrientes disponibles, lo cual puede conducir a una producción más sustentable. Según Cook (1986:19-24) se requiere de ocho principios para el manejo holístico de un sistema agrícola: 1) Conocer los factores limitantes de la producción del agroecosistema; 2) Mantener el contenido de materia orgánica en el suelo; 3) Usar rotación de cultivos que incluyan leguminosas forrajeras; 4) Usar semillas libres de patógenos; 5) Minimizar el estrés nutricional del cultivo; 6) Usar cultivares resistentes a plagas; 7) Maximizar

los beneficios de los organismos benéficos y 8) Usar plaguicidas sólo cuando sea necesario.

En la actualidad, la mayoría de los sistemas de producción no están en condiciones para un cambio radical a una agricultura totalmente sustentable, ya que podría ocasionar un decremento en la producción de alimentos. Los cambios deben ser graduales y con el tiempo incorporar prácticas que vayan incrementando la sustentabilidad. El concepto de agricultura alternativa va orientado en este sentido, de tal manera que la agricultura tradicional adopte, modifique o afine prácticas que tengan menor impacto ambiental negativo y riesgos a la salud humana, hasta llegar a la agricultura orgánica.

Existen grupos u organizaciones que apoyan los siguientes argumentos de la agricultura tradicional (Schaller, 1993:89-97): 1) La agricultura convencional es sana desde el punto de vista ecológico. Una mayor eficiencia y más cuidados en las prácticas agrícolas podrían asegurar la sustentabilidad. Un ejemplo puede ser el que los agricultores usen las cantidades y los plaguicidas necesarios; 2) La agricultura no es sustentable si no es una agricultura rentable. Las prácticas recomendadas por los grupos que proponen la sustentabilidad son poco rentables; 3) No es factible sacrificar las ganancias en producción que se logran mediante el uso de la agricultura convencional mediante la reducción de las tecnologías modernas y confiando en los caprichos de la naturaleza; 4) Las nuevas tecnologías deben ser designadas para corregir problemas relacionados con aspectos ambientales, salud y seguridad.

En contraste, los grupos opositores al razonamiento anterior se apoyan en las siguientes consideraciones, según MacRae *et al.* (1990:76-92): 1) No se puede esperar a tener una agricultura sustentable al menos que todos adopten una manera de pensar diferente sobre la agricultura, la cual requerirá grandes cambios en convicciones personales, valores y estilos de vida; 2) La conservación de los recursos, la protección del ambiente y la salud y seguridad son tan importantes como una producción lucrativa. En un largo plazo estos no son objetivos conflictivos. La productividad futura y la rentabilidad de la agricultura dependerá de las medidas tomadas para conservar los recursos y proteger el ambiente; 3) La erosión del suelo, la polución por plaguicidas y otros efectos adversos de la agricultura convencional deben ser prevenidos antes de ocurrir; 4) La granja agrícola es un organismo, no una fábrica. La naturaleza no es una cosa para ser conquistada. La naturaleza y los procesos que ocurren de manera natural por debajo y arriba del suelo son aliados que contribuyen no solamente a la sustentabilidad agronómica sino también a la rentabilidad económica, debido en gran medida al sinergismo de plantas, animales, suelo y la administración

de la granja, los cuales son también fácilmente olvidados en la agricultura convencional; 5) Debe fomentarse una agricultura cuidada y eficiente, pero solo con la esperanza como punto de partida para la sustentabilidad; 6) La agricultura sustentable, si es vista únicamente como producción agrícola sustentable, es una meta parcial o intermedia.

El concepto y su búsqueda deben extenderse hacia la entrada de la granja o al resto de los sistemas de fibra o alimentos. La igualdad y justicia social debe ser adherido a las metas más ampliamente reconocidas de la sustentabilidad, como son las económicas y las ambientales.

La Diversidad Biológica en el Control Microbiológico

La creciente aparición de plagas resistentes como los ácaros fitófagos, por el uso frecuente de los insecticidas sintéticos (Goka, *et al.*, 1998:171-173; Goka, 1999:419-427) y la problemática que implica su residualidad y el detrimento que en la salud humana éstos provocan (O'Keefe y Farrell, 2000:257-264; Paolletti y Pimentel, 2000:279-303), incrementan la urgencia de buscar y desarrollar alternativas de control de los artrópodos plaga, como suplementos a estos químicos (Cavalier *et al.*, 1998:81-89; Francis y Carter, 2001:71-83). Una de éstas alternativas es el uso de los hongos entomopatógenos (Chandler *et al.*, 2000:357-384), que forma parte de todos los elementos a considerar en un MIP.

Los hongos tienen potencial como agentes de control sobre artrópodos plaga como el ácaro conocido como araña roja: *Tetranychus urticae* Koch, que tiene impacto económico a nivel mundial, por lo que existen extensas revisiones sobre los ácaros y sus enemigos naturales (Chandler *et al.*, 2000:357-384; Van der Geest *et al.*, 2000:497-560), en donde se citan a hongos miembros de la familia Entomophthoraceae (*Zygomycotina*); Laboulbeniacea (Ascomycotina) y dentro de los Deuteromycetes el principal género registrado es *Hirsutiella* spp (Van Der Geest, 1985:247-258), con más de 35 especies registradas atacando a ácaros fitófagos (Cabrera, 1978^a:39-42, b:29-34; Keneth *et al.*, 1979:21-28; Cabrera y Domínguez, 1987^a:29-34, b:41-50; Rosas y Sampedro, 1992:18-25) y también a insectos, entre los que se encuentran coleópteros, dípteros, homópteros, himenópteros, lepidópteros y ortópteros (Brady, 1981:281-291; Rombach y Gillespie, 1988:7-18; Roberts, 1989:89-100; Carruthers y Hural, 1990:12-26; Lacey y Goettel, 1995:65-76).

En México se tienen registros de la diversidad del hongo *Hirsutiella thompsonii* en algunas zonas con problemas de ácaros, donde se encontró de forma natural a este hongo parasitando a algunos especímenes, aun en áreas impactadas fuertemente por la aplicación de productos químicos (Rosas y

Sampedro, 1992:18-25). Investigadores confirman la patogenicidad de *H. thompsonii* Fisher sobre ácaros de las familias Eriophyidae (McCoy *et al.*, 1971:270-276; Cabrera, 1978:39-42, b:29-34; McCoy y Couch, 1982:116-126; Sampedro y Rosas, 1989:225-231), Tetranychidae (Gardner *et al.*, 1982:458-465; Rosas *et al.*, 1996:177-184), Temipalpidae (Gerson *et al.*, 1979:29-40), Tarsonemidae (Zoebsch *et al.*, 1992:9-12) y Brevipalpidae (Rosas y Sampedro, 2000:56-59). Por lo que *H. thompsonii* con sus tres variedades, es considerado el hongo más importante para la regulación natural de artrópodos plaga, como los ácaros y que puede implementarse su uso en programas de MIP. Actualmente a nivel mundial los apicultores están interesados en probar éste hongo contra el ácaro *Varroa spp.* (ectoparásito de la abeja mielera) en el afán de no utilizar productos químicos para su control y mantener en el mercado internacional la miel orgánica.

Sustentabilidad en el Manejo de Plagas y Enfermedades

La protección de cultivos basándose en la tecnología moderna (medios biológicos, mecánicos y químicos) y aplicada por personal responsable y bien capacitado, tiene el potencial para incrementar la productividad de los cultivos en muchas regiones. La adopción de tecnología no significa incrementar el uso de plaguicidas; incluye el uso de variedades resistentes a plagas y enfermedades y adaptadas a las condiciones locales; organización y mejoramiento de los servicios de asesoría y entrenamiento de productores agrícolas; el desarrollo de estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) y la disponibilidad y desarrollo de nuevos compuestos seguros ambientalmente para el control de plagas y enfermedades (Oerke y Dehne, 1997:203-215).

Una de las alternativas más viables para reducir los problemas inherentes al uso de plaguicidas en la agricultura convencional es el MIP (Bolkan y Reinert, 1994:545-550; Holtzer *et al.*, 1996:200-2008; Kogan, 1998:243-270; Sutton, 1996:527-547). El MIP se describe como el uso juicioso y la integración de diferentes tácticas de control de plagas, en las maneras que complementan y facilitan el control biológico y otros procesos ecológicos que reducen el impacto de las plagas, para encontrar metas económicas y ambientales.

El MIP enfoca las causas básicas de problemas de plagas en una manera holística (Kogan, 1998:243-270). Esta descripción reconoce que una plaga es un componente de un agroecosistema y un entorno agrícola; también reconoce que las acciones de manejo pueden tener impactos sobre muchos aspectos del sistema. Además, el éxito del MIP depende del entendimiento de la biología y ecología de las plagas y sus diferentes funciones en el agroecosistema.

Asimismo, esta descripción usa la terminología apropiada para manejar los tres grupos de organismos nocivos más importantes en la agricultura: insectos, malezas y fitopatógenos (Holtzer *et al.*, 1996:200-208), de acuerdo a estos autores y Kogan (1998:243-270), las tácticas de manejo más importantes usadas en el MIP pueden ser agrupadas dentro de cuatro grandes categorías: 1) Prácticas culturales como rotaciones, intercalamiento de cultivos, cultivos de cobertura total, densidad de plantación, material de plantación libres de plagas, fecha de plantación, fecha de cosecha, cultivo de la tierra, sanidad, tamaño del campo, usos de la tierra adyacente, manejo de la fertilidad del suelo y manejo del riego; 2) resistencia de plantas hospederas; 3) control biológico (importación y liberación, conservación e incremento de agentes de control biológico); 4) plaguicidas (químicos y biológicos).

Existen diversas propuestas enfocadas hacia un manejo sustentable de los organismos dañinos a los cultivos agrícolas. El combate de nematodos de importancia económica se puede lograr en sistemas agrícolas sustentables mediante la integración de diferentes prácticas de cultivo, como es el caso de prevenir la introducción y distribución de nematodos con el uso de material libre de patógeno; empleo de métodos de control no químicos, culturales y físicos; particularmente la rotación de cultivos y el manejo del suelo; fomentar el uso de agentes de control biológico y mantener o incrementar la biodiversidad de los sistemas agrícolas (Baker y Koenning, 1998:165-205; Bridge, 1996:201-225; Page y Bridge, 1993:139-154; Price, 1994:237-244).

El control de enfermedades mediante la aplicación de funguicidas ha provocado la aparición de poblaciones de hongos resistentes en diversos cultivos de importancia económica (Gisi y Cohen, 1996:549-572; Romero y Sutton, 1998:931-934; Russell, 1995:117-129; Staub, 1991:421-442). Por otra parte, se han documentado numerosos ejemplos sobre el manejo de enfermedades de etiología fúngica mediante un enfoque sustentable.

El creciente interés en el control biológico de enfermedades de las plantas ha conducido a la evaluación de muchos microorganismos que ocurren naturalmente, para fines experimentales. Entre los agentes promisorios de control biológico de patógenos del suelo se han señalado algunas razas de hongos que actúan como antagonistas (Guillino *et al.*, 1995:1193-1201; O'Neill *et al.*, 1996:139-146) y otros son antagonistas al presentar el fenómeno de antibiosis (Hadelisman y Stabb, 1996:1855-1869). Así mismo se ha demostrado que algunos aislamientos de *Bacillus cereus* producen antibióticos que suprimen ciertas enfermedades de las plantas (Milner *et al.*, 1996:3061-3065).

En diversos cultivos es difícil poder prescindir del uso eventual de algunos agroquímicos en el manejo integrado de enfermedades (Oomen, 1992:349-353), por lo que la implementación de modelos de predicción han resultado efectivos para reducir notablemente el uso de fungicidas en frutales tropicales (Dodd *et al.*, 1991:568-575; Timmer y Zitko, 1993:501-504) y de clima templado (Jones, 1992:344-347; Sutton, 1996:527-547), así como en hortalizas (Schemm *et al.*, 1995:511-516).

Actualmente, la industria de los plaguicidas busca alternativas de control menos contaminantes, las cuales incluyen la implementación de los sistemas de MIP, el uso de antagonistas fúngicos naturales, y técnicas de biotecnología que incrementan las defensas de la planta hospedera (Knight *et al.*, 1997:349-372). En los años noventa aparecieron en el mercado numerosos bioplaguicidas para el control de plagas y enfermedades (Rodgers, 1993:117-129).

El manejo de plagas en la agricultura moderna ha ocasionado problemas de resistencia de los insectos a diferentes agroquímicos (Herron y Rophail, 1994:263-264; Leibee y Capinera, 1995:386-399; Taylor y Kreitman, 1995:1497-1499). El uso de los micoinsecticidas (Glare *et al.*, 1993:336-338; Moore y Prior, 1993:31-40), toxinas de las bacterias *B. thuringiensis* (Cannon, 1993:331-335; Honé y Visser, 1993:145-155) y *Photobacterium luminescens* (Bowen *et al.*, 1998:2129-2132), insectos benéficos (Poinar y Poinar, 1998:449-469; Rodgers, 1993:117-129), nematodos entomopatógenos (Kaya y Gaugler, 1993:181-206) y productos de origen vegetal (Lowery e Isman, 1994:77-84; Mordue (Luntz) y Blackwell, 1993:903-924; Porter y Fox, 1993:161-168) han resultado promisorios en el control de diferentes insectos plaga.

Las poblaciones de malezas han sido tradicionalmente controladas mediante el uso de herbicidas y métodos culturales. El control biológico es una estrategia de manejo que puede jugar un papel importante en el desarrollo de la agricultura sustentable y puede coadyuvar a reducir el uso de agroquímicos y también mantener la viabilidad económica (Boyetchko, 1996:41-56).

Existen un amplio rango de insectos fitófagos considerados como agentes de control biológico de diversas especies de malezas (Clement y Cristofaro, 1995:395-406; Louda *et al.*, 1997:1088-1090) y por otra parte el potencial de microorganismos del suelo (Boyetchko, 1996:41-56) y de algunos micoherbicidas (Morris, 1991:239-255; Rodgers, 1993:117-129; Yang y TeBeest, 1993:891-893) ofrecen una estrategia adicional para el manejo de las malas hierbas.

Otra poderosa herramienta del MIP y que en el futuro cercano puede representar una nueva revolución en la producción de alimentos es el uso de plantas transformadas genéticamente (Abelsson, 1998:279-301; Dale, 1993:1-5; Mann, 1999:310-314). Existen algunos avances en el uso de plantas transgénicas para el control de insectos plaga (Augustyniak *et al.*, 1997:561-569), hongos (Sagi *et al.*, 1995:481-485; Dale, 1993:1-5), virus (Augustyniak *et al.*, 1997:561-569) y malezas (Gray y Raybould, 1998:251-255).

La investigación con plantas transgénicas desde la década pasada y actualmente es el centro de atención de una polémica internacional entre científicos, empresas transnacionales y grupos de ecologistas (Masood, 1998:8; Williams, 1998:768-771). Las disputas van desde las posibilidades de transferencia de genes a través del polen de plantas modificadas genéticamente a plantas silvestres (Abbott, 1996:380-394; Gray y Raybould, 1998:653-654) y a cultivos orgánicos (Masood, 1998:394-398), el establecimiento de patentes de plantas modificadas con ingeniería genética y aspectos de bioseguridad (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2000:1-30), salud humana y animal (Abelsson, 1998:2010; Dale, 1993:1-5; Jayaraman, 1998:396-397; Williams, 1998:768-771).

Asimismo, el impacto potencial de cultivos transgénicos sobre la evolución y dinámica de población de insectos debe ser considerada. La experiencia ha demostrado la capacidad evolutiva de las plagas para adaptarse a plantas modificadas genéticamente con resistencia a insectos. La adaptación de insectos plaga a las toxinas de *B. thuringiensis* en cultivos transgénicos, actualmente comercializados indican un alto riesgo de alta adaptación si estos cultivos son usados inadecuadamente. Este fenómeno traería como consecuencia, tanto la pérdida de utilidad de las plantas transgénicas como de la mayoría de los insecticidas a base de *B. thuringiensis* (Gould, 1998), lo que resta la sustentabilidad de los cultivos y el uso de los agentes biológicos en los proyectos de agricultura orgánica o sustentable que se puedan implementar a mediano y largo plazo; y pone en riesgo la seguridad y la estabilidad social entre los pueblos y naciones.

Conclusiones

El uso de los recursos naturales y de tecnologías para intensificar su explotación, han provocado altos índices de contaminación y efectos en la salud. Para la reducción de estos índices y efectos en el bienestar social, se han propuesto y aplicado en la agricultura, prácticas sustentables en el manejo integrado de plagas, como alternativas en los actuales de retos hacia

la agricultura orgánica, conservación de la biodiversidad, preservación de la estabilidad social (seguridad alimentaria y salud) y protección del ambiente.

Estos factores están tomando importancia entre los agricultores y el resto de la sociedad, para establecer una producción agrícola lucrativa, que sea verdaderamente sustentable y que rescate la dignidad de los productores y el compromiso con el cuidado del ambiente, donde se integren las capacidades reales y potenciales de los campesinos, para controlar los procesos de producción, distribución y consumo. Además de diseñar una sociedad diferente, en la que los campesinos no sólo cultiven para sobrevivir, sino también crezcan acordes al crecimiento económico global.

Bibliografía

- Abdul-Baki, A.A. y J.R. Taesdale (1994) "Sustainable Production of Fresh-Market Tomatoes with Organic Mulches", *USDA, ARS, Farmers Bulletin, FB-2279*, 10p.
- Augustyniak, J., M. Dabert y K. Wypijewsky (1997) "Transgens in Plants: Protection against Viruses and Insects", *Acta Physiologica Plantarum*, 19(4):561-569.
- Abelson, P.H. (1998) "A Triad Technological Revolution" *Science*, 279:2010.
- Abbott, A (1996) "Transgenic Trials under Pressure in Germany", *Nature*, 380:94.
- Bach, W (1994) "A Climatic and Environmental Protection Strategy, The Road Toward a Sustainable Future", *Climatic Change*, 27:147-160.
- Baker, B., P. Zambryski, y S.P. Dinedh-Kumar. S.P. (1997) "Signaling in Plant-Microbe Interactions", *Science*, 276:726-733.
- Baker, K.R. y S.R. Koenning (1998) "Developing Sustainable Systems for Nematode Management", *Annual Review of Phytopathology*, 36:165-205.
- Bergelson, J., C.B. Purrington y G. Wichmann (1998) "Promiscuity in Transgenic Plants", *Science*, 395:25
- Blommers, L.H.M (1994) "Integrated Pest Management in European Apple Orchards", *Annual Review of Entomology*, 39:213-241.

Bolkan, H.A. y W.R. Reinert (1994) "Developing and Implementing IPM Strategies to Assist Farmers: an Industry Approach", *Plant Disease*, 78:545-550.

Bowen, D., T. A. Rochelaeau, M. Blackburn, O. Andreev E. Golubeva, R. Bharita, R. H. French-Constant (1998) "Insecticidal toxins from the bacterium *Photorhabdus luminescens*", *Science*, 280:2129-2132.

Boyetchko, S.M. (1996) "Impact of Soil Microorganisms on Weed Biology and Ecology", *Phytoprotection*, 77: 41-56.

Brady, B.L (1981) "Fungi as Parasites of Insects and Mites", *Biocontrol News and Information*, 2(4):281-291.

Bridge, J (1996) "Nematode management in sustainable and subsistence agriculture", *Annual Review of Phytopathology*, 34:201-225.

Cabrera, R.I (1978^a) "Presencia de *Hirsutiella* sp. Sobre *Polyphagotarsonemus latus*", *Ciencia Técnica Agrícola*, 1(3):39-42.

Cabrera, R.I (1978b) "Dos enemigos naturales de *Tydeus californicus* y *Lorryia formosa*", *Ciencia Técnica Agrícola*, 1(3):29-34.

Cabrera, R.I y Domínguez, D (1987^a) "Estudio de dos especies de *Hirsutiella* y sus hospedantes en el cultivo de la guayaba *Psidium guajava*", *Agrotecnia de Cuba*, 19(1):29-34.

Cabrera, R.I y D. Domínguez (1987b) "El hongo *Hirsutiella notulosa*, nuevo parásito para el ácaro del cocotero *Eriophyes guerreronis*", *Ciencia Técnica Agrícola, Cítricos y otros frutales*, 10(1):41-50.

Cannon, R. J. C (1993) "Prospects and Progress for *Bacillus thuringiensis*-based Pesticides", *Pesticide Science*, 37:331-335.

Carruthers, R.I y Hural, K (1990), "Fungi as naturally occurring entomopathogens", en: Carruthers, R.I (Coord.), *New Directions in Biological Control: Alternatives for Suppressing Agricultural Pests and Diseases*, Alan R. Liss, Inc.

Cavallier, Fl., J. Verducci, F. Andre, F. Haraux, C. Sigala, M. Traris y A. Vey (1998) "Natural Cyclopeptides as Leads for Novel Pesticides: Tentoxin and Destruxin", *Pesticide Science*, 52:81-89.

- Chandler, D., G. Davidson, J.K. Pell, B.V. Ball, K. Shaw y K. D. Sunderland (2000) "Fungal Biocontrol of Acari", *Biocontrol Science and Technology*, 10:357-384.
- Clement, S.L. y M. Cristofaro (1995) "Open-Field Tests in Host-Specificity Determination of Insects for Biological Control of Weeds", *Biocontrol Science and Technology*, 5:395-406.
- Conway, K.E. (1996) "An overview of the influence of sustainable agricultural systems of plant disease", *Crop Protection*, 15:223-228.
- Cook, R.J. (1986) "Interrelationships of Plant Health and the Sustainability of Agriculture, with Special Reference to Plant Diseases", *American Journal of Alternative Agriculture*, 1:19-24.
- Cramer, H.H. (1967) "Plant protection and world crop protection", *Pflanzenschutznachrichten*, 20:1-524.
- Daily, G., P. Dasgupta, B. Bolin, B. Crosson, H. Du Guerny, P. Ehrlich, C. Folke, A.M. Jansson, B.O. Jansson, N. Kautsky, A. Kinsing, S. Levin, K.G. Mäller, P. Pimstrup-Andersen, D. Simiscalco y B. Walker (1998), "Food Production, Population Growth, and Environment", *Science*, 281:1291-1292.
- Dale, P.J. (1993) "The Release of Transgenic Plants in Agriculture (review)", *Journal of Agricultural Science*, 120:1-5.
- Dobson, A. P., A. D. Bradshaw y A.J.M. Baker (1997) "Hopes for the Future: Restoration Ecology and Conservation Biology", *Science*, 277:515-521.
- Dovers, S.R. y J. W. Handmer (1992) "Uncertainty, Sustainability and Change", *Global Environmental Change*, 262-276.
- Dood, J.C., A.B. Estrada, J. Matcham, P. Jeffries y M.J. Jeger (1991) "The Effect of Climatic Factors *Colletotrichum gloeosporoides* causal agent of mango anthracnose, in the Philippines", *Plant Pathology*, 40:568-575.
- Elderhd, B.D., T. Vos y M. Los Huertos (1999) "Green revolutions", *Science*, 283-1267.
- El-Swafy, S.A. (1983), "Conservation-effective farming systems for the semi-arid tropics", ICRI SAT, India.

- FAO (1989), "Sustainable agricultural production: implications for international agricultural research". Technical Advisory Committee. CGIAR. FAO Research and Technical Paper No. 4. Roma, Italia, FAO.1-120.
- Fior, J., y J. E. Jacobsen (1993) "Global Climatic Change and Sustainable Development", *Air and Waste*, 43: 707-722.
- Francis, C.A y Carter, H.C (2001) "Participatory Education for Sustainable Agriculture: Everyone a Teacher, Everyone a Learner", *Journal of Sustainable Agriculture*, 18(1):71-83.
- Gardner, W.A., R. D. Oetting, y G. K. Storey (1982), "Susceptibility of the two-spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch, to the fungal pathogen *Hirsutiella thompsonii* Fisher", *Florida Entomology*, 65(4):458-465.
- Garry, V.F., J. Griffith, T.J. Danzi, R.L. Nelson, E.B. Whorton, L.A. Krueger y J. Cervenka (1989) "Human Genotoxicity: Pesticide Applicators and phosphine", *Science*, 246:251-255.
- Gerson, U., R. Kenneth y T.I. Muttah (1979) "*Hirsutiella thompsonii*, a Fungal Pathogen of Mites. II. Host-Pathogen Interactions", *Annals of Applied Biology*, 91:29-40.
- Gisi, U. y Y. Cohen (1996) "Resistance to Phenylamide Fungicides: a Case Study with *Phytophthora infestans* Involving Mating Type and Race Structure", *Annual Review of Phytopathology*, 34:549-572.
- Glare, T.R., A.F. Jackson y A.E. Cisternas (1993) "*Beauveria vermiconia* is an Entomopathogenic Fungus", *Mycological Research*, 97:336-338.
- Gray, A.J. y A.F. Raybould (1998) "Reducing Transgene Escape Routes", *Nature* 392:653-654
- Goka, K., K.Y. Yoshida y A. Takafuji (1998) "Acaricide Susceptibility of Spider Mite, *Tetranychus okinawanus* Ehara", *Applied Entomology and Zoology*, 33(1):171-173.
- Goka, K (1999), "The effect of path size and persistence of host plants on the development of acaricide resistance in two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae)" *Experimental and Applied Acarology* 23:419-427.

- Gould, F. (1998), "Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: Integrating pest genetics and ecology" *Annual Review of Entomology* 43:701-726.
- Gullino, L.M., Q. Migheli y M. Mezzalama (1995) "Risk analysis in the release of biological control agents: antagonistic *Fusarium oxysporum* as a case study" *Plant Disease* 79:1193-1201.
- Handelsman, J. y E.V. Stabb (1995), "Biocontrol of soilborne plant pathogens" *The Plant Cell* 8:1855-1869.
- Haywood, J.M., V. Ramaswamy y B.J. Soden (1999), "Tropospheric aerosol climate forcing in clear-sky satellite observations over the oceans" *Science* 283:1299-1303.
- Henriques, W., R.D. Jeffers, T.E. Lacher Jr. y R.J. Kendall (1997), "Agrochemical use on banana plantations in Latin America: Perspectives on ecological risk" *Environmental Toxicology and Chemistry* 16:91-99.
- Herron, G.A. y J. Rophail (1994), "Insecticide resistance detected in *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) from New South Wales cotton" *Journal of Australian Entomological Society* 33:263-264.
- Hilborn, R., C.J. Walters y D. Ludwig (1995), "Sustainable exploitation of renewable resources" *Annual Review of Ecology and Systematics* 26:45-67.
- Holszer, T.A., R. L. Anderson, M.P. McMullen y F.B. Pearis (1996), "Integrated pest management of insects, plant pathogens, and weeds in dryland cropping systems of the great plains" *Journal of Production Agriculture* 9:200-208.
- Honc, G. y B. Visser (1993), "The mode of action of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins" *Entomologia-Experimentals et Applicata* 69:145-155.
- Jacobsen, B.J. (1997), "Role of plant pathology in integrated pest management" *Annual Review of Phytopathology* 35:373-391.
- James, J.R., B.G. Tweedy y L.C. Newby (1993) "Efforts by industry to improve the environmental safety of pesticides" *Annual Review of Phytopathology* 31:423-439.
- Jarayaman, K.S. (1998) "Indian farmers burn transgenic cotton crop in field trial" *Nature* 396-397.
- Jones, A.L. (1992) "Evaluation of the computer model MARYBLT for predicting fire blight blossom infection on apple in Michigan" *Plant Disease* 76:344-347.
- Kaya, H.K. y R. Gaugler (1993) "Entomopathogenic nematodes" *Annual Review of Entomology* 38:181-206.
- Kenneth, R., T. I. Muttath y U. Gerson (1979), "*Hirsutiella thompsonii*, a fungal pathogen of mites. I. Biology of the fungus *in vitro*" *Annals of Applied Biology* 91:21-28.
- Kiehl, J. (1999) "Solving the aerosol puzzle", *Science* 283:1273-1275.
- Knigth, S.C., V.M. Anthony, A.M. Brady, A.J. Greenland, S.P. Heaney, D.C. Murray, K.A.
- Powell, M.A. Schulz, C.A. Spinks, P.A. Worthington y D. Youle (1997), "Rationale and perspectives on the development of fungicides" *Annual Review of Phytopathology* 35:349-372.
- Kogan, M. (1998), "Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments" *Annual Review of Entomology* 43:243-270.
- Lacey, L. A. y M.S. Goettel (1995), "Current developments in microbial control of insect pests and prospects for the early 21st. Century" *Entomophaga* 65-76.
- Leibee, G.I. y J.L. Capinera (1995), "Pesticide resistance in Florida insects limits management options" *Florida Entomologist* 78:386-399.
- Louda, S.M., D. Kendall, J. Connor y D. Simberloff (1997), "Ecological effects of an insect introduced for the biological control of weeds" *Science* 277:1088-1090.
- Lowery, D.T. y M. B. Isman (1994), "Insect growth regulating effects of neem extract and azadirachtin on aphids" *Entomologia Experimentals et Applicata* 72:77-84.
- MacRae, R.J., S.B. Hills, J. Henning y A.J. Bentley. (1990), "Policies, programs and regulations to support the transition to sustainable agriculture in Canada" *American Journal of Alternative Agriculture* 5:76-92.

- Mann, C (1999), "Crop Scientists seek a new revolution" *Science* 283:310-314.
- Massod, E (1998), "Organic Farmers takes gene battle to court" *Nature* 394:8
- McCoy, C.W (1980), "Pest control by the fungus *Hirsutella thompsonii*, en: Burges, H.D. (Ed.). *Microbial control pest and diseases*. Academic Press. New York.
- McCoy, C.W. y T. L. Couch (1982), "Microbial control of the citrus rust mite with the mycoacaricide, Mycar" *Florida Entomology* 65(1):116-126.
- McCoy, C.W., A. G. Selhime, R.F. Kanavel y A.J. Hill (1971), "Suppression of citrus rust mite populations with application of fragmented mycelia of *Hirsutella thompsonii* in submerged culture" *Journal of Invertebrate Pathology* 17:270-276).
- McLaughlin, A. y P. Mineau (1995), "The impact of agricultural practices on biodiversity" *Agriculture, Ecosystems and Environment* 55:201-212.
- Meadows, D. y J. Randers (1992), *Beyond the limits*. Chelsea Green. Post Mills., VT.308p.
- Milner, J.L., L. Silo-Suh, J.C. Lee, H. He, J. Clardy y J. Handelsman (1996), "Production of kanosamine by *Bacillus cereus* UW85" *Applied and Environmental Microbiology* 62:3061-3065.
- Moore, D. y C. Prior (1993), "The potential of mycoinsecticides" *Biocontrol News and Information* 14:31-40.
- Mordue (Luntz), A.J. y A. Blackwell (1993), "Azadirachtin: an update" *Journal of Insects Physiology*. 39:903-924.
- Morris, M.J (1991), "The use of plant pathogens for biological weed control in South Africa" *Agriculture, Ecosystems and Environment* 37:239-255.
- Mortensen, S.R., K.A. Johnson, C. P. Weisskopf, M.J. Hooper, T.E. Lacher y R. J. Kendall (1998), "Avian exposure to pesticides in Costa Rica banana plantations" *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 60:562-568.
- O'Keefe, M. y Farrell, F (2000), "The importance of chemical residues as a food safety issue" *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 39: 257-264.
- O'Neill, T. M., Y. Elad, D. Shitenberg y A. Cohen (1996), "Control of grapevine grey mould with *Trichoderma harzianum* T39" *Biocontrol Science and Technology* 6:139-146.
- Omen, P.A (1992), "Chemicals in integrated control" *Pesticide Science* 36:349-353.
- Orr, D.W (1993), "The Challenge of sustainability" *Phytopathology* 83:38-40.
- Page, S.L.J. y J. Bridge (1993), "Plant nematodes and sustainability in tropical agriculture" *Experimental Agriculture* 29:139-154.
- Paoletti, M.G. y D. Pimentel (2000), "Environmental risks of pesticides versus genetic engineering for agricultural pest control" *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 12: 279-303.
- Peterson, O (1994), "Reduced pesticide use in Scandinavian agriculture" *Critical Review in Plant Sciences* 13:43-55.
- Pimm, S. L., G.J. Russell, J.L. Gittleman y T.M. Brooks (1995), "The future of biodiversity" *Science* 347-353.
- Pimentel, D (1995), "Amounts of pesticides reaching target pests: Environmental impacts and ethics" *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 8:17-29.
- Pimentel, D. y L. Levitan (1986), "Pesticides: Amounts applied and amounts reaching pests" *BioScience* 36:86-91.
- Poinar, Jr., and R. Poinar. (1998), Parasites and Pathogens of mites. Annual Review of Entomology 43:449-469.
- Porter, N. y F.M. Fox (1993), "Diversity of microbial products-discovery and application" *Pesticide Science* 39:161-168.

- Price, N.S. (1994), "Alternate cropping in the management of *Radopholus similis* and *Cosmopolites sordidus*, two important pests of banana and plantain" *International Journal of Pest Management* 40:237-244.
- Rao, V.R. y K.W. Riley (1994), "The use of biotechnology for conservation and utilization of plant genetic resources" *Plant Genetic Resources Newsletter* 97:3-20.
- Roberts, D.W. (1989), "World picture of biological of insects by fungi" *Memories Institute Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* Vol. 84. Supl. III. 89-100.
- Rombach, M.C. y A. T. Gillespie (1988), "Entomogenous Hyphomycetes for insect and mite on greenhouse crops" *Biocontrol News and Information* 9(1):7-18.
- Romero, R.A. y T.B. Sutton (1998), "Characterization of benomyl resistance in *Mycosphaerella fijiensis*, cause of black sigatoka of banana in Costa Rica" *Plant Disease* 82:931-934.
- Rodgers, P.B. (1993), "Potential of biopesticides in agriculture" *Pesticide Science* 39:117-129.
- Rosas, J.L., R. Alatorre, y J. Valdez (1996), "Pathogenicity bioassays of *Hirsutiella thompsonii* Fisher and *H. nodulosa* Petch strains facing up to *Tetranychus urticae*" *Revista Latino-Americana de Microbiologia* 38:177-184.
- Rosas, J.L., y L. Sampedro (1992), "Presencia del entomopatógeno *Hirsutiella thompsonii* Fisher en el Estado de Guerrero" *Ciencia* 6(1):18-25.
- Rosas, J.L., y L. Sampedro (2000), "Control Biológico del complejo *Brevipalpus* sp. en *Citrus aurantifolium* en Guerrero, México" *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 55:56-59.
- Russell, P.E. (1995), "Fungicide resistance: occurrence and management" *Journal of Agricultural Science* 39:117-129.
- Sagi, L., B. Panis, S. Remy, H. Schoofs, K. De Smet, R. Swennen y B.P.A. Cammue (1995) "Genetic transformation of banana and plantain (*Musa* spp) via particle bombardment", *Bio/Technology*, 13:481-485.
- Sampedro, L., y J.L. Rosas (1989) "Selección de cepas de *Hirsutiella thompsonii* Fisher para combatir al ácaro del cocotero *Eriophyes guerreronis*

- Keifer, I. Bioensayos de Patogenicidad", *Revista Mexicana de Micología*, 5:225-231.
- Schaller, N (1993) "The concept of agricultural sustainability", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 46:89-97.
- Scheffer, R. P (1991) "Role of toxins in evolution and ecology of plant pathogenic fungi", *Experientia*, 47:804-811.
- Scherm, H., S.T. Koike, F.F. Laemmlen y A.H. van Bruggen (1995) "Field evaluation of fungicide spray advisories against lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*) based on measured or forecast morning leaf wetness", *Plant Disease*, 79:511-516.
- Secretaría sobre el Convenio de la Diversidad Biológica (2000), *Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del convenio sobre la diversidad biológica*, Montreal, Canadá, Secretaría sobre el Convenio de la Diversidad Biológica. 1-30.
- Staub, T (1991) "Fungicide resistance: Practical experience with antiresistance strategies and the role of integrated use", *Annual Review of Phytopathology*, 29:421-442.
- St. Leger, R.J., Hajek, E.A., Staples, R.C., y Roberts, D.W (1992), "Fungi for the biocontrol of insects: Tools and trends", en: Tudzynski, P., y U. Sthal (Eds.), *Molecular Biology of Filamentous fungi*, VCH Verlagsgesellschaftmbh, Weinheim, FRG.
- Sutton, T.B (1996) "Changing options for the control of deciduous fruit tree diseases", *Annual Review of Phytopathology*, 34:527-547.
- Taylor, M.J.F. y S.M.E. Kreitman (1995) "A population genetic test of selection at the molecular level", *Science*, 270:1497-1499.
- Tilman, D (1998) "The greening of the green revolution", *Nature*, 396:211-212.
- Timmer, L.W. y S.E. Zitko (1993) "Relationships of environmental factors and inoculum levels to the incidence of postbloom fruit drop of citrus", *Plant Disease*, 77:501-504.
- Van Bruggen, A.H.C (1995) "Plant disease severity in high-input compared to reduce-input and organic farming systems", *Plant Disease*, 79:976-984.

- Vandemeer, J (1995) "The ecological basis of alternative agriculture", *Annual Review of Ecological System*, 23:1-14.
- Van Der Geest, L.P.S. (1985), "Pathogens of Spider Mites", en: Helle, W., y M. W. Sabelis (Eds.), *Spider Mites. Their Biology. Natural Enemies and Control*, Vol. 1 A: 247-258. Elsevier Science Publishers.
- Van Der Geest, L.P.S., S. L. Elliot, J.A.J. Breeuwer y E. A. M. Beerling (2000) "Diseases of mites", *Experimental and Applied Acarology*, 24: 497-560.
- Vitousek, P.M (1992) "Global environmental change: An introduction", *Annual Review of Ecological Systems*, 23:1-14.
- Wadman, M (1998), "Pesticide tests on humans cause concern", *Nature*, 394:515.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (1987), *Our common future*, Oxford, Oxford University Press.
- Williams, N (1998) "Agricultural biotech faces backlash in Europe", *Science*, 281-768-771.
- Yang, X.B y D.O. TeBeest (1993) "Epidemiological mechanisms of mycoherbicide effectiveness", *Phytopathology*, 83:891-893.
- Yunlong, C. y B. Smit (1994) "Sustainability in agriculture: a general review", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 49:299-307.
- Zoebisch, T.G., C. Vargas, R. Ochoa y A. Gamboa (1992) "Identificación y potencial del hongos *Hirsutiella thompsonii* Fisher para el control de ácaros de importancia económica en América Central", *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*, 23:9-12.

Café Orgánico y Desarrollo Regional Sustentable en la Zona

Cafetalera de la Costa Grande de Guerrero

Artemio López Ríos*

Problemática

En este trabajo se reflexiona sobre la importancia de la agricultura orgánica como soporte básico para el desarrollo sustentable en la zona cafetalera de la Costa Grande del Estado de Guerrero. Los ejes centrales en que se apoya tienen la intención de precisar las formas en que se expresa el desarrollo regional, que de acuerdo a los intereses de los actores locales se pretende se distinga por ser social y económicamente sustentable; un desarrollo que abarque la problemática regional, pero fuertemente articulado a una realidad compleja y global. Realidad que puede afectar en varios aspectos la diversidad de los espacios trastocando sus dinámicas internas en modos diferenciados, en uno de los casos, en el otro bien puede ser considerada factor aprovechable para incorporar positivamente los influjos del capitalismo global al ámbito de las regiones y localidades donde lo ambiental cobra rango de prioridad.

El análisis tiene por objeto dilucidar las condiciones de gestación de estrategias para la preservación ambiental que recientemente han creado un impacto favorable en aras de incrementar las actuales capacidades productivas, todo ello sin comprometer las bases materiales en que se despliega la actividad humana. Así, la producción que no requiere del uso indiscriminado de insumos agrícolas con alta toxicidad, sino que, por el contrario se apoya en prácticas de cultivo que paulatina y gradualmente reducen los efectos nocivos de la "Revolución Verde", es identificable por su compromiso con la preservación del ambiente y los recursos naturales, por la búsqueda del crecimiento y el desarrollo en un ámbito de confluencias que lo hagan técnica, social y económicamente sustentable.

Se asume que la estrategia de desarrollo agrícola fincada en el uso de nutrientes, de composta y de agentes propios de la naturaleza, puede representar una opción de cambios no sólo en el patrón de los cultivos sino, centralmente una alternativa de vida, de modificación de conductas y de transformación de esquemas de producción y reproducción económica, social y de cultura. Por lo que el enfoque de la agricultura orgánica lo vinculamos a un patrón de desarrollo regional que puede incidir

* Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Guerrero. arteiora@hotmail.com