

MANEJO ECOLÓGICO DE PLAGAS

Nilda Pérez¹ y Luis L. Vázquez²

1- Centro de Estudios de Agricultura Sostenible (CEAS), Universidad Agraria de La Habana (UNAH)

2- Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV)

Uno de los elementos claves dentro del modelo agrícola alternativo que actualmente se está implementando en Cuba es el desarrollo y aplicación de técnicas de manejo de plagas y malezas, que tienen como fundamento la reducción o eliminación del uso de los plaguicidas sintéticos.

Contrario a lo que algunos piensan, la implementación de estas técnicas no tiene su causa en la crisis económica que desde 1990 vive la nación cubana, pues desde los primeros años de la década del 80 se venían aplicando en el país prácticas de manejo de plagas que tenían como base la búsqueda de alternativas a los plaguicidas sintéticos, pues ya empezaban a manifestarse de forma notoria los efectos negativos del uso intensivo de estos en la fitoprotección.

La década del 60 marcó el inicio de una nueva etapa en la protección de plantas en Cuba, pues antes de esa fecha las cantidades de plaguicidas sintéticos que se importaban eran insignificantes y las estrategias para el control de plagas estaban basadas fundamentalmente en prácticas culturales y en el uso de plaguicidas de naturaleza inorgánica.

El estado de extrema miseria en que se encontraba sumido el campesinado cubano al triunfar la Revolución, siendo Cuba un país eminentemente agrícola, hizo evidente que cualquier propuesta de desarrollo debía comenzar por resolver el problema agrario, lo que significó por una parte cambiar el régimen semifeudal de propiedad de la tierra y por otra avanzar en el sentido de la construcción de una agricultura *moderna* y *eficiente*, léase Revolución Verde, según los cánones vigentes entonces (Montano et al., 1997).

Desde luego, con el desarrollo de los sistemas agrícolas intensivos en la década de los sesenta y principios de los setenta, surgió la necesidad del establecimiento de normas de consumo de plaguicidas que antes no existían y se abrió un nuevo renglón de importación para el país. En este periodo el control de los organismos plaga estuvo basado casi exclusivamente en el uso de los plaguicidas sintéticos. En los años sesenta las aplicaciones en los diferentes cultivos se hacían por programas y se incluían dentro de las normas técnicas como una medida más a considerar.

Es de comprender que en esta etapa de “quimización” las prácticas de control cultural y otras que formaban parte de las tradiciones campesinas, fueran relegadas al olvido como sucedió en la mayor parte de los países después de la aparición en el mercado internacional de los plaguicidas sintéticos. Las consecuencias de esta política no se hicieron esperar y, como ya dijimos anteriormente, en muy poco tiempo comenzaron a manifestarse nuevos problemas en el campo de la sanidad vegetal.

La preocupación por la aparición de nuevos organismos plaga, la ineficiencia en el control de algunas de las ya conocidas y la explosión de las poblaciones de los enemigos naturales, contribuyó a que a mediados de los setenta se creara por el Ministerio de la Agricultura (MINAG) el Sistema Estatal de Protección de Plantas y así surgieron las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP), que dotadas de metodologías de señalización (seguimiento y decisiones) que luego se fueron perfeccionando, así como mediante otros procedimientos legales y una fuerte capacitación, permitieron que al año de existencia se lograra reducir, prácticamente a la mitad, el consumo nacional de plaguicidas (figura 1).

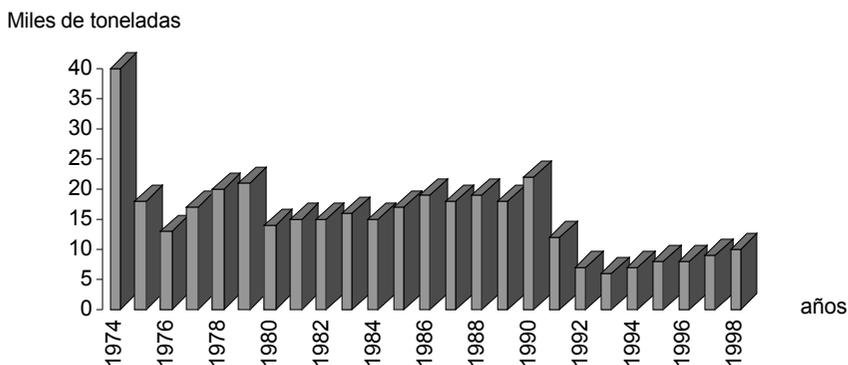


Figura 1. Importaciones de plaguicidas a partir de la creación de las ETPP (CNSV, 2000)

Para sustentar metodológicamente el trabajo de las ETPP, hubo que realizar una intensa labor científica, principalmente estudiar la biología, ecología, nocividad, umbrales y métodos de control de las plagas principales, lo que permitió una gran solidez a dicho sistema de señalización, a la vez que sentó las bases científicas para el manejo integrado de plagas (MIP). El MIP fue establecido en fecha tan temprana como 1982 como política oficial del Estado Cubano, pues se comenzaron a integrar medidas de control cultural, químico y biológico, en las que el uso de depredadores, parasitoides, patógenos y antagonistas constituyeron y constituyen el elemento más notable.

En la década del 90 se produce por segunda vez una disminución notable en el consumo de plaguicidas, con la gran diferencia con respecto a 1974 de que en el 90 ya se encontraban desarrolladas metodologías para la producción masiva de organismos para el control biológico y estaba asegurada la base material y organizativa que requiere este, además de la experiencia acumulada en la implementación de diferentes programas de MIP que venían desarrollándose desde los 80 y que en estos momentos abarcan 14 cultivos. Entre 1991 y 1998 las importaciones de plaguicidas fluctuaron entre 6 mil y 12 mil toneladas, para una media de 8 375 t/año. Esta reducción ha sido más acentuada para los insecticidas, y en menor medida para los fungicidas y herbicidas, y tiene su explicación en que existen implementadas muchas más alternativas no químicas para el control de plagas de insectos que para el de enfermedades o malezas, esta es una tendencia

que se comporta así en otras partes del mundo. En los cultivos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cafeto (*Coffea arabica*), pastos, boniato (*Ipomoea batatas*) y yuca (*Manihot esculenta*) no se aplican insecticidas sintéticos, en el cultivo de la col (*Brassica oleracea*) las aplicaciones son de bajas a nulas y en los cultivos de cítricos (*Citrus spp.*), tabaco, (*Nicotina tabacum*) plátano (*Musa spp.*) y banano (*Musa spp.*) son bajas.

En el establecimiento del nuevo modelo agrícola en que Cuba está empeñada, una de las tareas más urgentes es encontrar las vías para continuar reduciendo el uso de plaguicidas sintéticos para el manejo de plagas en general. El control biológico es una de estas vías, de hecho constituye actualmente la alternativa principal (Rosset y Benjamín, 1994; Pérez et al., 1995; Rovesti, 1998). El uso de organismos biorreguladores en el país data de principios de siglo, pero no es hasta los años 60 que se establecen programas más completos para el estudio y aplicación de estos, alcanzando su mayor desarrollo en la década de los 80. Posterior al triunfo de la Revolución, el desarrollo de la protección de plantas en Cuba ha pasado por cuatro etapas o fases decisivas, con una tendencia agroecológica (Vázquez y Almaguel, 1997):

- La diversificación de la tenencia y uso de la tierra (inicios década de los sesenta)
- La creación del servicio estatal de protección de plantas a mediados de los setenta
- La implementación del programa nacional de lucha biológica al final de los ochenta
- El impulso de los programas de manejo integrado de plagas con un enfoque de manejo del cultivo en los años noventa

Esta tendencia agroecológica se ha favorecido con las decisiones más recientes en torno a la tenencia de la tierra, que ha conducido a una menor escala productiva y amplia producción cooperativa, lo que ha convertido a los campos del país en verdaderos mosaicos de cultivos.

Control biológico

El rol que juega el control biológico en la agricultura sostenible ha sido ampliamente debatido. Está suficientemente argumentado que al restaurarse la biodiversidad funcional de los agroecosistemas se incrementará la regulación natural de plagas. Para llegar gradualmente a esta regulación se precisa, durante el proceso de con-versión, implementar programas de manejo que tengan una sólida base ecológica y propicien la restauración gradual de la biodiversidad perdida.

Precisamente el modelo de conversión cubano se ha caracterizado por una etapa de sustitución de insumos químicos por biológicos, en el marco de programas de manejo integrado de plagas (MIP), en los que de forma armónica se incrementa el uso de bioplaguicidas y entomófagos y se hace un uso racional de los plaguicidas sintéticos. En estos programas la lucha fitogenética, las prácticas agronómicas, el manejo del habitat y una fuerte capacitación de los productores, han permitido abrir cada día mayor espacio al manejo agroecológico.

Nuestra experiencia es que el control biológico es la piedra angular de las medidas a implementar en estos programas de manejo. En la literatura científica aparecen

numerosos ejemplos de cómo con la implementación de las rotaciones, policultivos y el uso de la materia orgánica, los principales mecanismos de regulación natural que se ponen en juego son mecanismos de control biológico. Justamente han sido a las estrategias del control biológico a las que se le ha dado prioridad en el sistema de protección de plantas cubano. El mayor éxito se ha alcanzado en la cría masiva y liberación de enemigos naturales y en el desarrollo, producción masiva y aplicación de patógenos de insectos. Cuba se encuentra actualmente entre los países que lideran en el mundo la producción de medios biológicos para el manejo de plagas y enfermedades.

Los primeros intentos de manejar plagas utilizando enemigos naturales en el país datan de 1930, en que se introdujo desde Singapur el parasitoide *Eretmocerus serius* (avispa amarilla de la India) para el control de la mosca prieta de los cítricos (*Aleurocanthus woglumi*) y la cotorrita (*Rodolia cardinalis*) para la lucha contra la guagua acanalada (*Icerya purchasi*), ambas plagas importantes de los cítricos, lo-grándose el establecimiento de ambos entomófagos (Vázquez y Castellanos, 1997). Este programa de control biológico clásico es uno de los más exitosos en la región, ya que desde su implementación no se han presentado afectaciones por la plaga, excepto cuando se han realizado tratamientos inadecuados de plaguicidas sintéticos.

En este mismo año se comienza a desarrollar un programa para la cría y liberación de la mosca cubana (*Lixophaga diatraeae*), parasitoide endémico del bórer de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*). Estos esfuerzos iniciales quedaron en el olvido como sucedió en la mayoría de los países entre los años 40 y 60, en que al control biológico se le prestó escasa atención.

Los antecedentes del actual programa de control biológico están en los antiguos laboratorios de cría masiva de la mosca *L. diatraeae*, pues antes de 1959 existían varios laboratorios que estaban produciendo esta mosca taquinida para el control biológico del bórer. Entre los años 1960-1980 se desarrollaron nuevas tecnologías y se incrementaron las producciones en los seis laboratorios existentes y así en 1980 el Ministerio del Azúcar (MINAZ) creó el Programa Nacional de Lucha Biológica, que ya en 1995 contaba con 50 Centros Reproductores de Entomófagos (CREE), que lograban liberaciones anuales de 78 millones de moscas en 1.6 millones de hectáreas (Fuentes et al., 1998). La producción en estos centros se diversificó y actualmente se producen otros agentes de control biológico, incluyendo entomopatógenos.

Como resultado de los avances en el control biológico y de la experiencia acumulada en los primeros centros reproductores, creados en su mayoría por el MINAZ, se produce a mediados de la década del 80 el inicio de una fuerte sustitución de los insecticidas sintéticos. Contribuyó también a este avance el hecho de que en los años 60 aparecieron en el mercado los primeros productos biológicos que tenían como base a *Bacillus thuringiensis* (Bt). La entrada en el país de algunas de estas formulaciones de Bt, el éxito que se logró en las primeras pruebas en el control del cogollero del tabaco (*Heliothis virescens*) y el falso medidor de los pastos (*Mocis latipes*), estimuló el interés en la búsqueda de cepas nativas.

Los resultados obtenidos en estos primeros años y el conocimiento de las experiencias en este campo en la ex Unión Soviética, demostraron la factibilidad de desarrollar tecnologías de reproducción de entomopatógenos. Se diseñó un programa para cumplir en dos etapas, la primera consideró el desarrollo de tecnologías de reproducción semiartesanales y una segunda etapa de desarrollo de tecnologías semindustriales e industriales, el cual no significó el abandono de la producción semiartesanal, como veremos más adelante.

En 1988 el MINAG aprueba el Programa Nacional de Producción de Medios Biológicos para el trienio 1988-1990, que tuvo como fundamento la ampliación de una red de laboratorios (tabla 1) denominados Centros Reproductores de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE), que brindan servicio a las empresas estatales, cooperativas y pequeños agricultores.

La creación de estos laboratorios es justamente uno de los aspectos más interesantes del manejo de plagas en Cuba. El desarrollo de esta política permitió que al presentarse la crisis económica pudiera intensificarse la sustitución de insumos químicos por insumos biológicos, pues ya estaban desarrolladas e implementadas tecnologías de reproducción artesanal y se contaba con el personal técnico calificado; además, los productores habían entendido las ventajas de estos bioproductos. Se produce así, por segunda vez, una reducción en el uso de plaguicidas (figura 1) y se inicia una nueva etapa en la protección de plantas.

En 1991, bajo la orientación de la máxima dirección del país, el MINAG y el MINAZ, al revisar el Programa Nacional de Producción de Medios Biológicos, acuerdan la creación de 222 y 54 CREE respectivamente, con tecnologías de reproducción semiartesanales, 29 plantas de bioplaguicidas con tecnologías de reproducción semindustrial y una planta piloto central para el desarrollo de nuevas tecnologías.

Los cálculos realizados arrojaron que la capacidad de producción de estos centros debería satisfacer las necesidades de medios biológicos de la agricultura cubana, posibilitando así la disminución gradual del consumo de plaguicidas. De este programa se logró cumplir hasta la fecha con la creación de 280 CREE (4 más de lo previsto), tres plantas de fermentación y una planta piloto.

Tabla 1. Evolución del número de CREE en áreas de cultivos no cañeros y frutales (CNSV, 2000)

AÑOS	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1999
No. CREE	82	103	196	201	218	220	227

Los CREE constituyen la base del programa nacional de control biológico en el país, los que se consideran una verdadera revolución en la producción semindustrial de bioplaguicidas y entomófagos para el control de plagas agrícolas.

Los 280 CREE que existen actualmente (53 en áreas donde se cultiva caña de azúcar y 227 en áreas de cultivos no cañeros y frutales) se encuentran distribuidos

a lo largo de todo el territorio nacional, en entidades estatales, Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) y Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC).

La ubicación se ha hecho teniendo en cuenta las necesidades locales, estableciéndose en las propias áreas agrícolas o muy cerca de estas. Cuentan con un equipo de trabajo formado por especialistas universitarios, técnicos de nivel medio y auxiliares.

La decisión de los organismos, cepas y cantidad de medios biológicos a producir está en función de las características de la producción agropecuaria de la región, para la que produce el biolaboratorio. Los productos se distribuyen por el mismo CREE, lo que evita los costos de transportación desde largas distancias, además del almacenaje.

La producción en un elevado número de casos está altamente diversificada, aunque a tono con la tendencia mundial el organismo que en mayor cantidad se ha producido y aplicado es Bt (más de 10 000 t en 10 años). Además de la diversidad de organismos, algo muy importante es que la mayoría de las cepas que se han seleccionado para la reproducción no son introducidas, sino nativas, lo que toma en cuenta la necesidad de utilizar la biodiversidad local.

Precisamente esta ha sido una labor permanente del programa, la búsqueda y selección de cepas nativas, para garantizar nuevos productos y su manejo, como es el caso de la polilla de la col (*Plutella xylostella*), en que existe un verdadero manejo de cepas a través de los tres biopreparados de Bt (tabla 2) que se utilizan actualmente como modo de evitar la resistencia.

Las metodologías de producción generadas en el país poseen una flexibilidad tal que permiten el uso del sustrato más adecuado y abundante en la localidad. Por ejemplo, para la producción de Bt se recomienda jugo de frutas, estas pueden ser naranja (*Citrus sinensis*), toronja (*Citrus grandis*), zanahoria (*Daucus carota*), pepino (*Cucumis sativus*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), caña de azúcar u otras en dependencia de la disponibilidad. Para la reproducción de los hongos se ha utilizado un desecho de la producción arroceras (cabecilla), bagacillo del proceso industrial de la caña de azúcar y residuos de la cosecha del café después de despulpado. El hecho de utilizar subproductos o desechos de la producción agroindustrial como sustratos para la producción masiva, hace que se abaraten los costos de producción. Las relaciones de compra - venta se establecen directamente entre el agricultor y la dirección del CREE, que brinda recomendaciones y hace a la vez trabajo de capacitación y extensión.

Estudios de costos realizados por Sánchez et al. (1999) demostraron que la reproducción de los hongos entomopatógenos resulta más costosa que la de la bacteria *B. thuringiensis*, por tener ciclos de producción más prolongados, entre otros requerimientos. De igual forma, del 27.5 al 46.5% del costo total de producción por tecnologías artesanales corresponden al salario y también tienen un peso significativo los gastos de control de la calidad. Estos autores determinaron costos unitarios para 10 kg de biopreparado de: 1.72 pesos cubanos para *B.*

thuringiensis por el método líquido estático; 10.43 pesos cubanos para *Verticillium lecanii* bifásico (líquido/ líquido) y 12.63 pesos para *Beauveria bassiana* por el método bifásico (líquido/ sólido).

Los entomopatógenos que se reproducen masivamente en los CREE en la actualidad son: la bacteria *Bacillus thuringiensis*, los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces lilacinus*. Recientemente comenzó a producirse en algunos laboratorios *Nomuraea rileyi* y *Paecilomyces fumosoroseus*, también se produce el hongo antagonista *Trichoderma spp.* para el control de hongos fitopatógenos del suelo. La tecnología utilizada en los CREE para la reproducción de Bt es la fermentación líquida en cultivo estático. Esta misma tecnología fue utilizada para la reproducción de algunos hongos, pero por no ser la más conveniente, ya que se presentaban problemas con el tiempo de almacenamiento, que era muy limitado, fue sustituida por el cultivo sólido o bifásico, tecnología con la cual se reproducen actualmente la mayoría de los hongos. Durante 1999 se estuvieron haciendo pruebas acerca de la factibilidad de producir Bt en cultivo sólido, y los resultados obtenidos hasta el presente han permitido encontrar algunas ventajas sobre el cultivo líquido y en estos momentos se extiende la prueba a un número mayor de CREE.

Una de las etapas más importantes dentro del proceso de reproducción es el control de la calidad, en cada laboratorio hay un especialista encargado de esta actividad. Se han elaborado normas nacionales de control de calidad para todos los bioproductos. La evaluación final del control de la calidad se hace al 2% de la producción del día, se determina pureza, concentración y viabilidad de las esporas de los hongos y concentración de cristales para el caso de Bt, virulencia y efectividad técnica en campo. También existen normas de calidad para los insectos que se producen masivamente como *Trichogramma spp.*, *L. diatraeae* y *Sitotroga cerealella*.

Además existe un sistema de control de la calidad, de carácter estatal, que es ejecutado por la red de Laboratorios Provinciales de Sanidad Vegetal (LAPROSAV) y las ETPP que monitorean la efectividad en campo, bajo la orientación metodológica y fiscalización del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), que suministra las cepas certificadas para todos los CREE del país.

La producción masiva no se ha limitado al desarrollo de tecnologías artesanales, paralelamente se han desarrollado producciones industriales, se han puesto a punto tecnologías para la producción por cultivo sumergido de *B. bassiana* hasta la obtención de un formulado en forma de polvo y de Bt hasta producto final como fluido concentrado. Los mayores volúmenes de producción corresponden a Bt, se producen cuatro cepas, tres de ellas para lepidópteros y una para ácaros (Fernández-Larrea, 1999). Los organismos controlados con estos productos aparecen en las tablas 2, 3 y 4.

Los hongos entomopatógenos tienen también un gran uso, principalmente *B. bassiana* y *V. lecanii* (tabla 3). De gran impacto ha sido la utilización de *B. bassiana* en combinación con feromonas sexuales para el control del tetuán del boniato (*Cylas formicarius elegantulus*). Pero el uso más extensivo ha sido en tratamientos contra picudos; se ha aplicado al suelo contra el picudo negro del

plátano (*Cosmopolites sordidus*) y contra el picudo verde azul (*Pachnaeus litus*) en cítricos y más recién-temente para el control de la bibijagua (*Atta insularis*). *B. bassiana* y *M. anisopliae* también han sido empleados para el control del *Thrips palmi* en varios cultivos.

Tabla 2. Uso de *Bacillus thuringiensis* (Licor et al.,1995; Martínez et al., 1995; Carbajal, 1995; Pérez, 1996; Jiménez et al., 1997; Fernández-Larrea, 1999)

Cepas	Plagas	Dosis*	Cultivos
Btk (LBT-1)	<i>Plutella xylostella</i> , <i>Mocis latipes</i>	5-10 l/ha 1-2 l/ha	col pastos
Btk (LBT-24)	<i>Plutella xylostella</i> , <i>Trichoplusia ni</i> , <i>Erinnyis ello</i> , <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Spodoptera spp.</i> , <i>Ascia monuste eubotea</i> , <i>Diaphania hyalinata</i>	4-5 l/ha	hortalizas, raíces y tubérculos
Btk (LBT-21)	<i>Heliothis virescens</i> , <i>Plutella xylostella</i>	5-10 l/ha 1-5 l/ha	tabaco col
Bt (LBT-13)	<i>Phyllocoptruta oleivora</i> , <i>Polyphagotarsonemus latus</i> <i>Tetranychus tumidus</i>	20 l/ha 3-5 l/ha 5-10 l/ha	cítricos papa, cítricos plátano

* Se refieren a Bt. producido en los CREE, pues el obtenido por cultivo sumergido tiene mayor concentración de cristales y las dosis a emplear son menores

Nota: papa (*Solanum tuberosum*)

Particularmente *V. lecanii* se ha empleado con éxito en el programa de manejo de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), tanto en tomate como en frijol (*Phaseolus vulgaris*), en un sistema de tratamientos preventivos ante la presencia de poblaciones de la plaga.

Tabla 3. Uso de hongos entomopatógenos (López, 1995; Estrada y Romero, 1995; Ayala et al.,1996; Pérez, 1996;Trujillo, 1997; Vázquez y Castellanos, 1997; Rovesti, 1998)

Hongos	Plagas	Dosis	Cultivos
<i>Beauveria bassiana</i> (Cepa LBB-1)	<i>Cosmopolites sordidus</i> <i>Pachnaeus litus</i> <i>Cylas formicarius</i> <i>Lissorhoptrus brevirostris</i> <i>Diatraea saccharalis</i> <i>Atta insularis</i> <i>Thrips palmi</i>	1 kg/ha	plátano cítricos boniato arroz caña de azúcar diversos papa, frijol
<i>Verticillium lecanii</i> (Cepa Y-57)	<i>Bemisia tabaci</i> <i>Myzus persicae</i>	1 kg/ha	hortalizas, tubérculos y frutales
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Cepa LBM-11)	<i>Mocis spp.</i> <i>Monecphora bicincta fraterna</i> <i>Lissorhoptrus brevirostris</i> <i>Cosmopolites sordidus</i>	5 kg/ha 5 kg/ha 5 – 10 kg/ha 20 kg/ha	pastos pastos arroz plátano

Manejo ecológico de plagas

<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Cepa LBP-1)	<i>Meloidogyne</i> spp.	10-50 g/bolsa	frutales ornamentales, raíces y tubérculos
	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	10-50 g	
	<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	50-100 g	
	<i>Radopholus similis</i>	10-50 g	
	<i>Cactodera cacti</i>	50-100 g	

Nota: arroz (*Oryza sativa*)

De gran aceptación por los productores ha sido el uso de antagonistas del género *Trichoderma*, principalmente para el control de patógenos del suelo y en tratamientos de semillas (tabla 4).

Tabla 4. Uso de *Trichoderma* spp. en el control de enfermedades (Heredia et al., 1996; Pérez, 1996; Rodríguez y Almandoz, 1997; Sacerio et al., 1997)

Antagonista	Fitopatógeno	Dosis	Cultivos
<i>T. harzianum</i> (Cepa A-34)	<i>Phytophthora capsici</i> <i>P. parasitica</i> <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Pythium aphanidermatum</i> <i>Sclerotium rolfsii</i>	40 l/ha	ornamentales, hortalizas
<i>Trichoderma</i> spp.	<i>P. nicotianae</i>		tabaco
<i>Trichoderma</i> spp.	Hongos en semillas		hortalizas y granos

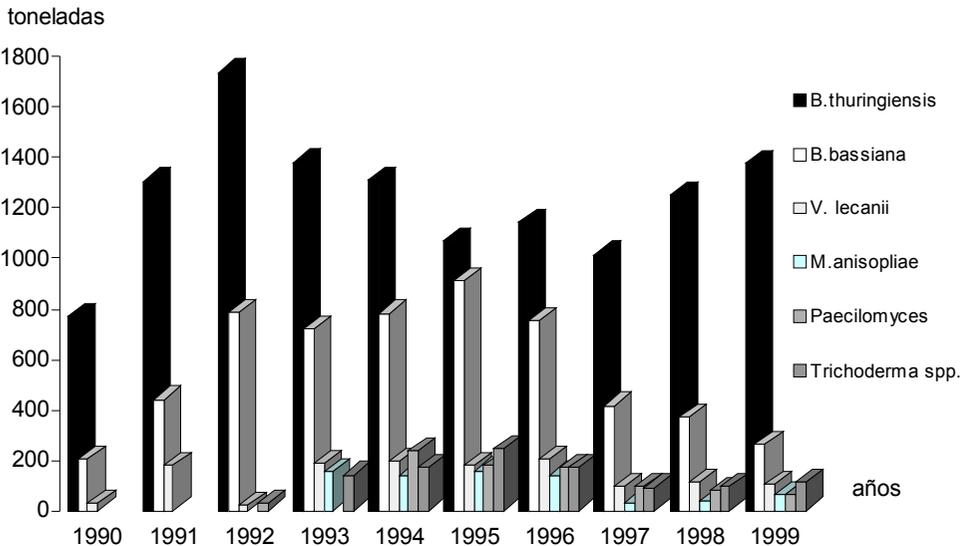


Figura 2. Producción de entomopatógenos y antagonistas en CREE y Plantas de bioplaguicidas

En la figura 2 se muestra la producción total de 1990 a 1999 de entomopatógenos y antagonistas, la artesanal realizada en los CREE y la semindustrial en Plantas de biopreparados. La reproducción de estos microorganismos se hace de acuerdo con un plan que se corresponde con las necesidades de la producción agrícola en cada región y año, de ahí que pueda apreciarse una fluctuación en los volúmenes de producción que va de un mínimo de 1 005 t producidas en 1990 a un máximo de 2 844 t obtenidas en 1994 para una media anual de 2 132 t. Con estas producciones y las de entomófagos (figuras 3 y 4) se logró incrementar la superficie tratada hasta 982 000 hectáreas en 1999.

Figura 3. Producción de *Trichogramma* spp. en CREE del MINAG (CNSV, 2000)

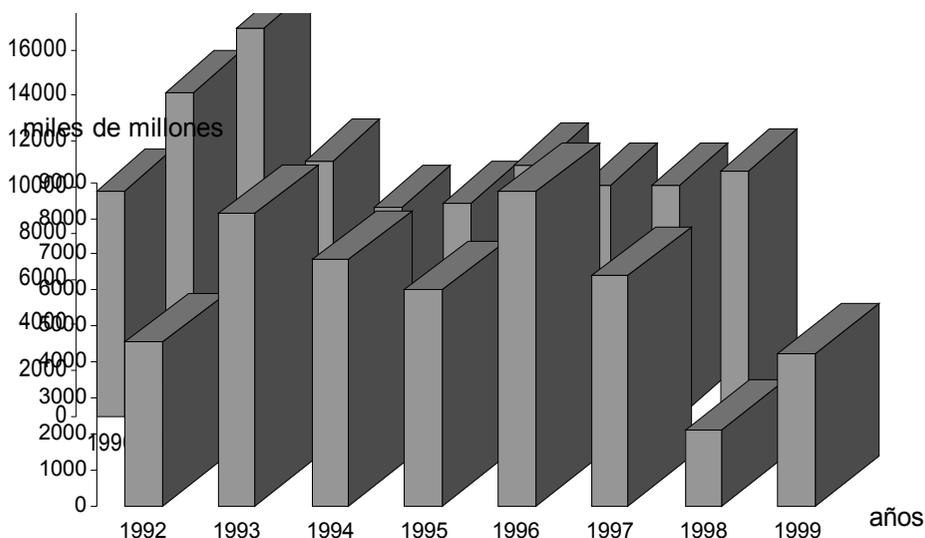


Figura 4. Producción de nematodos (larva 3) en CREE del MINAG (CNSV, 2000)

Desde el momento en que se pusieron a punto las tres plantas de fermentación semindustriales, las necesidades de uso de Bt se satisfacen con cantidades menores, pues a diferencia del proceso artesanal, en el semindustrial se obtiene un producto final en forma de fluido concentrado, con una mayor concentración de cristales y por tanto se recomienda aplicar con dosis menores por hectárea de cultivo a tratar. Está además el hecho de que a partir de 1994 se comienza a diversificar la producción al incorporarse nuevos microorganismos a este proceso y, por otra parte, en los últimos años, a medida que se han ido perfeccionando los programas de MIP establecidos, se han incorporado a estos otras medidas de control de plagas, de modo que para el manejo de plagas en numerosos cultivos se cuenta con la integración de múltiples prácticas, muchas de estas de carácter preventivo y no curativo como sucede en el caso de *Thrips palmi* y de la mosca

blanca. Es decir, el proceso de sustitución de insumos no solo ha estado basado en la sustitución de plaguicidas sintéticos por medios biológicos.

El entomófago que en mayor cantidad se cría y libera es el parasitoide de huevos *Trichogramma spp.* La cría se realiza sobre huevos de *Corcyra cephalonica* o *Sitotroga cerealella* y la liberación se realiza cuando aproximadamente el 50% de los adultos de *Trichogramma* han emergido en el CREE, a dosis de 8 000 a 30 000 individuos/ha, en dependencia de la densidad de los huevos de la plaga a controlar. La base del programa de cría masiva y liberación es la colecta de biotipos locales. En la tabla 5 se relacionan los organismos objeto de manejo con *Trichogramma spp.* y otros entomófagos.

Tabla 5. Uso de artrópodos entomófagos (Martínez y Pérez, 1996; Pérez, 1996; Vázquez y Castellanos, 1997; Rovesti, 1998)

Cultivos	Plagas	Entomófagos	Inundativo	Inoculativo
Pastos	<i>Mocis latipes</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i>	X	
Yuca	<i>Erinnyis ello</i>	<i>Trichogramma pintoii</i> <i>Trichogramma spp.</i>	X	
Yuca	<i>Schizotetranychus caribbeaneae</i>	<i>Phytoseiulus macropilis</i>		X
Tabaco	<i>Heliothis virescens</i>	<i>Trichogramma spp.</i>	X	
Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	<i>Telenomus spp.</i>		X
		<i>Euplectrus platypenae</i>		X
Boniato	<i>Cylas formicarius</i>	<i>Pheidole megacephala</i>		X
Banano	<i>Cosmopolites sordidus</i>	<i>Tetramonium guinense</i>		X
	<i>Tetranychus tumidus</i>	<i>Phytoseiulus macropilis</i>		X
Col	<i>Plutella xylostella</i>	<i>Trichogramma spp.</i>	X	
Berro	<i>Plutella xylostella</i>	<i>Trichogramma spp.</i>	X	
Pepino	<i>Diaphania spp.</i>	<i>Trichogramma spp.</i>	X	
Frijol	<i>Bemisia spp.</i>	<i>Encarsia spp.</i>	X	

Nota: maíz (*Zea mays*), berro (*Nasturtium officinale*)

Resulta interesante la diversificación que se ha alcanzado con el uso de este parasitoide de huevos, que ha sido muy exitoso en yuca y pastos. Esto es posible precisamente por el adecuado manejo de ecotipos y un fuerte sistema de control de la calidad de las producciones.

La producción masiva de nematodos se encuentra en desarrollo, se han obtenido resultados satisfactorios con los géneros *Heterohabditis* y *Steinernema*; se realizan

determinadas producciones que se destinan principalmente a viveros de cítricos para el control del picudo verde azul.

Hemos dejado establecido más arriba que la agricultura cubana se encuentra transitando por la etapa de sustitución de insumos y que la sustitución de los plaguicidas sintéticos como base conceptual del manejo de plagas se produjo a mediados de la década del 80 como resultado de los avances en el control biológico (Pérez et al., 1995). Está claro que no sólo con medios biológicos se puede lograr esta sustitución, además únicamente con programas de manejo que incluyan una amplia gama de prácticas ecológicas será posible alcanzar la regulación de las plagas y el balance entre éstas, sus enemigos naturales y las plantas.

Tabla 6. Medios biológicos utilizados en caña de azúcar (Fuentes et al., 1998)

Biocontrol	Hospedantes	CREE	1995
<i>Lixophaga diatraeae</i>	<i>Diatraea saccharalis</i>	50	80.86 millones
	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>		
<i>Trichogramma fuentesi</i>	<i>D. saccharalis</i>	3	24.6 millones
	<i>Mocis latipes</i>		
<i>Eucelatoria sp.</i>	<i>Leucania spp.</i>	6	2.0 millones
	<i>M. latipes</i>		
	<i>Spodoptera frugiperda</i>		
<i>Archytas monachi</i>	<i>S. frugiperda</i>	3	0.28 millones
<i>Telenomus spp.</i>	<i>S. frugiperda</i>	3	1.1 millones
<i>Euplectrus platyhypenae</i>	<i>S. frugiperda</i>	3	0.26 millones
<i>Cotesia flavipes</i>	<i>D. saccharalis</i>	6	Prod exp
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Defoliadores (Lepidoptera)	7	209 mil kg
<i>Beauveria bassiana</i>	<i>D. saccharalis</i>	9	132 mil kg
	Otras plagas		
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Varias plagas del suelo y tallos	3	Prod temp.
<i>Nomuraea rileyi</i>	Lepidópteros	4	Prod temp.

La sustitución de plaguicidas sintéticos por medios biológicos hizo posible que se ahorraran cientos de miles de dólares. En la tabla 13 aparecen datos de costos de aplicación de medios biológicos y químicos en los cultivos donde mayor uso se hace de los biopreparados.

Conservación y manejo de enemigos naturales de plagas

En relación con la agricultura sostenible las investigaciones de control biológico necesitan poner énfasis en las estrategias de conservación, pues lamentablemente

en los últimos años la tendencia mundial es investigar sobre agentes nuevos de control biológico que puedan ser formulados como un producto comercial, almacenados, vendidos y aplicados de manera similar a un plaguicida químico.

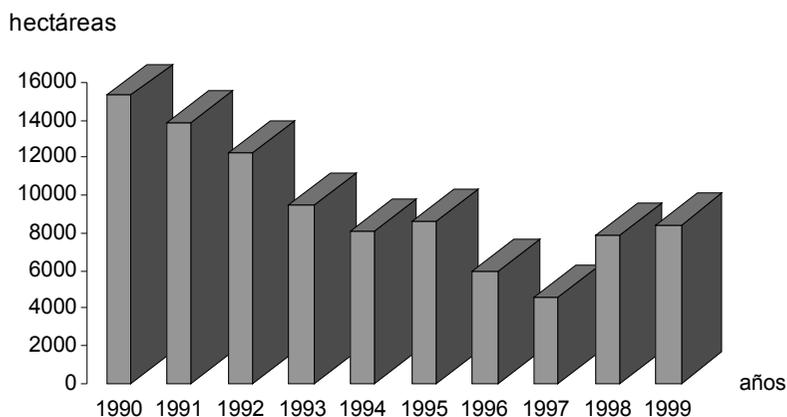
La "sustitución de insumos agroquímicos por otras alternativas de baja energía y de carácter biológico" es una de las fases del proceso de conversión de la agricultura convencional a la agricultura sostenible (Altieri, 1994). Lo cierto es que en este proceso los productos biológicos tienen un determinado valor, pero una vez superado ese momento el manejo ha de estar basado en la regulación natural, en la cual, como se ha visto, los enemigos naturales juegan un rol significativo.

A diferencia del control biológico clásico y por aumento, que generalmente se dirigen al control de individuos de una sola especie, la conservación de las especies de biorreguladores naturales es una estrategia más bien preventiva, que promueve la regulación del conjunto de poblaciones fitófagas o fitopatógenas presentes en el agroecosistema. Justamente esta es la estrategia que más posibilidades tiene en el manejo de plagas en la agricultura sostenible. Se trata de establecer condiciones que propicien la actividad reguladora de los enemigos naturales, que faciliten el establecimiento de los organismos introducidos y de los liberados inoculativa o inundativamente.

Uno de los ejemplos más ilustrativos de conservación y manejo de enemigos naturales en Cuba lo constituye la hormiga leona (*Pheidole megacephala*). El éxito alcanzado en el control del tetuán en el cultivo del boniato, demostró la factibilidad de utilizar y propagar hormigas depredadoras en cultivos anuales. Carroll y Risch (1990) plantearon que esto es posible en cultivos perennes o de ciclo largo. Cuba es el primer país en poner a punto los procedimientos prácticos para el uso y propagación de hormigas generalistas en el control de insectos en cultivos anuales y semiperennes.

El sistema de manejo se basa en el establecimiento de reservorios naturales en áreas donde las poblaciones de hormigas son abundantes. Las colonias de *P. megacephala* son transportadas desde los reservorios a los campos de boniato generalmente utilizando trampas. Las trampas pueden prepararse con tallos u hojas de plátano, sacos de cáñamo o residuos de coco seco (*Cocos nucifera*), después de preparadas se asperjan con una solución azucarada o de miel, y se mantienen húmedas para atraer a las hormigas, una vez que las colonias de hormigas se trasladan a las trampas estas se llevan al campo y cuando la trampa se seca las hormigas la abandonan y colonizan las plantaciones de boniato (Castiñeiras, 1986). Este mismo procedimiento se utiliza para el control del picudo negro del plátano (*C. sordidus*) con *P. megacephala* y *Tetramoniun guinense* (otra hormiga depredadora). Un ejemplo del alcance del uso de estas hormigas es que en 1999 se liberaron en 8 470 hectáreas de boniato en todo el país (figura 5).

Figura 5. Superficie bajo manejo con *Pheidole megacephala* (CNSV, 2000)



A medida que se establecen las condiciones que promueven la actividad y reproducción de especies entomófagas comienza a manifestarse la regulación. Un caso reciente lo tenemos en la C.P.A. "Jorge Dimitrov", donde existe un "Faro Agroecológico". Durante la campaña de siembra 1995-1996, en un campo sembrado de col --precedido de maíz en asocio con canavalia-- (*Canavalia ensiformis*), se presentó un ataque intenso de áfidos (*Brevicoryne brassicae*) que fue regulado en escasos días por el parasitoide *Diaeretiella rapae* y por hongos entomopatógenos pertenecientes a los géneros *Entomophthora* y *Erynia* (Pérez et al., 1998; Pérez y Gómez, 1999).

Productos de origen botánico

El uso de las plantas en el control de las plagas se practica desde la antigüedad y forma parte de las tradiciones agrícolas en muchos lugares del mundo. Estas sustancias tienen un amplio espectro de acción y matan insectos beneficiosos tanto como plagas, por lo que hay un grupo de riesgos asociados a éstas que están limitando su uso en los sistemas de producción orgánicos (Dudley, 1988). Pero la flora vegetal es muy rica y ofrece amplias posibilidades.

Uno de los extractos vegetales más estudiados en los últimos años es el obtenido a partir del árbol del nim (*Azadirachta indica*), está demostrada ampliamente su efectividad en el control de insectos, ácaros y nematodos (Schmutterer y Ascher, 1987; Hellpap, 1989). La importancia de los extractos de nim para la agricultura sostenible comparados con otros como los mencionados arriba radica en que tienen solo una ligera acción de contacto, la sustancia tiene que ser ingerida para que actúe, por lo que su efecto sobre los enemigos naturales es limitado, además la diversidad de sustancias bioactivas que contiene hace que los riesgos de que se desarrolle resistencia sean mínimos y no es tóxico a los humanos ni a otros mamíferos. Esta diversidad hace que tenga diversos mecanismos de acción tales como: repelente, antialimentario, esterilizante, repelente de oviposición, insecticida y regulador del crecimiento.

En la flora cubana están representadas numerosas especies endémicas y exóticas que producen sustancias que tienen efecto regulador sobre las poblaciones de diferentes organismos nocivos, pero la posibilidad real de incluir productos naturales a partir de las plantas en los programas nacionales de protección de plantas no se consideró hasta 1990, cuando se dio inicio a numerosas investigaciones en esta temática.

Se ha observado que diferentes extractos de alrededor de 40 especies pertenecientes a 25 familias poseen actividad biológica sobre hongos, insectos, moluscos y roedores. Entre las familias más importantes tanto por el número de especies estudiadas con resultados positivos, como por la versatilidad de su bioactividad, se encuentran las siguientes: *Meliaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae* y *Solanaceae*. Las especies más significativas son el árbol del nim (*Azadirachta indica*), el paraíso (*Melia azedarach*), el güirito espinoso (*Solanum mammosum*) y la damasquina (*Tagetes patula*) (Hernández et al., 1994).

El programa de desarrollo de ambos incluye las investigaciones y el establecimiento de plantaciones, con el objetivo de obtener productos naturales para uso agrícola y, además contribuir al rescate de terrenos marginales improductivos, así como al incremento de la biomasa y por consiguiente a la mejora del entorno ecológico (Estrada, 1994).

Está en ejecución un proyecto para el desarrollo industrial del árbol del nim y del paraíso como un segundo renglón que comprende la siembra de 15 microbosques de 12 hectáreas cada uno (seis de nim y seis de paraíso), cuatro plantas procesadoras (semindustrial) con capacidad de 200 t/año y una planta piloto para la producción industrial. En la actualidad crecen en el país más de 300 000 árboles, de los cuales el 25% está en producción, estos deberán aportar 2 500 t de frutos (semillas) en 1999 (Estrada et al., 1998).

Las investigaciones realizadas hasta el momento han demostrado que los productos naturales que tienen como base al nim resultan efectivos en la regulación de insectos, ácaros y nematodos que afectan los cultivos hortícolas, por lo que están recomendados para su uso en un grupo numeroso de cultivos. En la tabla 7 se relacionan las plagas que pueden ser controladas con productos a base de nim en 14 cultivos, entre los que se encuentran el arroz, tomate, maíz y frijoles que son cultivos donde se precisa continuar desarrollando alternativas al uso de insecticidas.

Una de las ventajas que tiene el uso de los extractos de nim es que la producción de estos puede lograrse en pequeña escala utilizando métodos artesanales que pueden implementar los propios agricultores, ya que no se requiere de una técnica muy compleja para hacer las extracciones, este hecho de poder hacerlo en pequeña escala al igual que la producción de medios biológicos, es uno de los elementos que a nuestro juicio nos acerca más a los criterios de sostenibilidad.

La tecnología de producción artesanal recomienda un buen beneficio y secado de la semilla, conservarla en lugares frescos y secos, posteriormente molinar hasta obtener un polvo para aplicar en forma de extracto acuoso; para esto se requiere mezclar 20-25 g/l de agua y se deja en reposo entre 6-8 horas, y luego se procede a

filtrar. La aplicación del extracto se realizará en horas de la tarde utilizando un volumen de solución final de 300-600 l/ha; en tal caso se requieren entre 6 y 7,5 kg. En trata-miento de suelo para el control de nematodos se aplicarán 100g/m² (Estrada, 1995).

Tabla 7. Productos naturales de nim para el control de plagas (Estrada y López, 1998)

Cultivo	Plaga a regular	Producto natural	Dosis
Aguacate	<i>Selenothrips rubrocinctus</i> <i>Pseudocysta persicae</i>	OleoNim 80 CE CubaNim-SM	3 l/ha 7.5 l/ha/
Ají	<i>Bemisia tabaci</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Helicoverpa zea</i>	Oleo Nim 80 CE CubaNim-SM	1.5 l/ha 6 kg/ha
Ajo	<i>Eryophyes tulipae</i> <i>Thrips tabaci</i>	OleoNim 80 CE CubaNim-SM	1.5 l/ha 6 kg/ha
Arroz	<i>Nezara viridula</i> <i>Spodoptera sunia</i> <i>Diatraea lineolata</i>	OleoNim 80 CE	1.5 l/ha
		OleoNim 50 CE	3 l/ha
Berenjena	<i>Thrips palmi</i>	CubaNim-SM	6 kg/ha
Cebolla	<i>Thrips tabaci</i> <i>Eryophyes tulipae</i>	OleoNim 80 CE	1.5-3 l/ha
		CubaNim-SM	6 kg/ha
Cítricos	<i>Phyllocnistis citrella</i> <i>Toxoptera aurantii</i> <i>Aphis spiraecola</i> <i>Phyllocoptruta oleivora</i>	OleoNim 80 CE	1.5-3 l/ha
		CubaNim-SM	6 kg/ha
		CubaNim-T	7.5 kg/ha
Col	<i>Plutella xylostella</i>	OleoNim 80 CE	1.5 l/ha
		CubaNim-SM	6 kg/ha
		CubaNim-T	7.5 kg/ha
Frijol	<i>Bemisia tabaci</i> <i>Empoasca kraemeri</i> <i>Diabrotica balteata</i>	OleoNim 80 CE	1.5-3 l/ha
		CubaNim-SM	6 kg/ha
		CubaNim-T	7.5 kg/ha
Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i> <i>Aphis maydis</i> <i>Helicoverpa zea</i>	OleoNim 80 CE	1.5 l/ha
		OleoNim 50 CE	3 kg/ha
		CubaNim-SM	6 kg/ha
		CubaNim-T	7.5 Kg/ha
Melón	<i>Diaphania hyalinata</i>	OleoNim 80 CE	1.5 l/ha
		OleoNim 50 CE	3 l/ha
		CubaNim-SM	4.5 l/ha
Pepino	<i>Diaphania nitidalis</i>	OleoNim 80 CE	1.5 l/ha
		Oleo Nim 50 CE	3 l/ha/
		CubaNim-SM	4.5 l/ha
Tabaco	<i>Heliothis virescens</i> <i>Bemisia tabaci</i>	OleoNim 80 CE	1.5 l/ha
		CubaNim 80 CE	6 kg/ha
Tomate	<i>Bemisia tabaci</i> <i>Keiferia lycopersicella</i> <i>Helicoverpa zea</i>	OleoNim 50 CE	1.5 l/ha
		OleoNim 50 CE	3 l/ha
		CubaNim-SM	6 kg/ha
		CubaNim-T	7.5 kg/ha

Nota: aguacate (*Persea americana*), ají (*Capsicum annum*), ajo (*Allium sativum*), berenjena (*Abelmoschus esculentus*), cebolla (*Allium cepa*), melón (*Cucumis melo*)

El uso de los extractos de nim no se limita al control de plagas agrícolas. Se ha encontrado que son efectivos en el control de ectoparásitos del ganado vacuno como la garrapata (*Boophilus microplus*) y como vermífugo, en gallinas ponedoras para el control del ácaro (*Megninia gynglimara*) y del piojo aviar (*Menopon gallinae*) y para el control de los ácaros de la sarna cunicula y porcina. Piojos, pulgas y otros ectoparásitos de los animales domésticos también se han controlado con resultados excelentes (Estrada y López, 1998).

Como puede apreciarse en la tabla 7, existe un grupo de formulados de productos naturales que en breve estarán disponibles, eso significa para nosotros tener bien claro que estos productos son más profilácticos que curativos, que no son una solución general, que deben ser usados solamente cuando sean absolutamente necesarios y lo más importante, dentro del contexto de otras medidas de manejo ecológico.

A partir de los problemas con moscas blancas en los años 1989-1990, se desarrollaron tecnologías sencillas para extraer la nicotina de las partes de hojas que se desechaban como residuos de la producción tabacalera. De esta forma surgió un producto comúnmente conocido como tabaquina, que se produce en las propias empresas y cooperativas de producción agropecuaria y que garantiza altas efectividades en el control de esta y otras plagas. La tabaquina se ha generalizado en el país y aunque se considera de actividad insecticida, la residualidad es de apenas cuatro días.

Rotación de cultivos y policultivos para el manejo de plagas

Entre las medidas de manejo agroecológico se encuentran prácticas consideradas dentro del control cultural como la rotación de cultivos y los policultivos. En Cuba, al igual que en muchos otros países, los métodos culturales para el control de plagas fueron abandonados con el desarrollo de una agricultura de altos insumos y aunque desde hace más de una década se vienen implementando programas para el manejo integrado de plagas con una sólida base ecológica solo recientemente es que aumentó el uso de otras alternativas que complementan lo que hasta ahora se venía haciendo en el campo del control biológico aplicado.

Entre las prácticas culturales que pueden implementarse con la finalidad de crear un ambiente menos favorable para el desarrollo de los organismos nocivos se encuentra la rotación de cultivos. Lampkin (1990) afirmó que en los sistemas de producción orgánicos las rotaciones constituyen la medida principal para el control de malezas, plagas y enfermedades y aunque su importancia fue reconocida en la más remota antigüedad (en los albores del surgimiento de la agricultura) es tan "aparentemente sencilla" y tan poco espectacular que fue una de las primeras prácticas en ser desechadas a pesar de formar parte de las más arraigadas tradiciones agrícolas.

Tan es así, que al producirse la disminución en la disponibilidad de plaguicidas sintéticos y fertilizantes inorgánicos, es una de las primeras en ser rescatadas por el sector campesino. Hay que destacar que fue justamente en este sector donde se

inicia la recuperación después del advenimiento de la crisis y el brusco descenso de los rendimientos agrícolas.

En algunos cultivos se hizo evidente que la rotación era un elemento clave en el manejo integrado de determinados organismos, tal es el caso del control de nematodos en el cultivo del tabaco (Fernández et al., 1990, 1992) y del tetuán del boniato. En el cultivo del boniato está establecido un programa de MIP para el tetuán que tiene como uno de los componentes fundamentales la rotación de cultivos al menos durante dos años, constituyendo una de las medidas principales en el manejo de este insecto monófago de tan difícil control.

En el manejo de malezas, aún sobre las más persistentes, donde otras medidas de regulación no funcionan, la rotación puede ser efectiva como en el caso del orobanche (*Orobanche ramosa*). Cuando se pretende manejar malezas a través de la rotación un aspecto importante a considerar es la habilidad del cultivo para la competencia, pues la rotación con plantas de alta habilidad competitiva puede ejercer una disminución de las malezas tan efectiva como siete u ocho labores manuales.

Los productores conocen bien que cuando se utiliza el boniato como cultivo precedente al cultivo principal, la incidencia de malezas en este último es mucho menor pues una vez que las plantas de boniato "cierran" en el camellón el campo se mantiene limpio; la maleza conocida como Don Carlos (*Sorghum halepense*), es regulada en rotaciones de boniato con papa, frijoles y maní (*Arachis hypogaea*).

Al respecto se ha recomendado por Paredes (1999) que las rotaciones de cultivos en áreas fuertemente infestadas por malezas deben estar basadas en la inclusión de aquellas especies más precoces y de amplia cobertura, siendo importante el orden de los cultivos en la secuencia para aprovechar su competitividad y capacidad alelopática. Así, contra la maleza Don Carlos y gramíneas anuales son convenientes los siguientes esquemas: boniato-papa-leguminosa-papa, boniato-papa-boniato-papa y contra la cebolleta (*Cyperus rotundus*) los recomendados son: maíz-papa-boniato-frijol, maíz-leguminosa-boniato-frijol, maíz-frijol-boniato-papa, sorgo-leguminosa-boniato-frijol (sorgo: *Sorghum bicolor*). Para la lucha contra escoba amarga (*Parthenium hysterophorus*) y otras dicotiledóneas anuales, lo adecuado es: maíz o sorgo-papa-maíz-sorgo.

La efectividad de las rotaciones depende entre otras cosas del organismo que se pretende regular. El mayor éxito se ha alcanzado en el control de malezas y nematodos que atacan las raíces de las plantas, por lo que la rotación de cultivos es una medida utilizada en Cuba en programas de manejo alternativo de malezas, en la regulación de nematodos y, en menor magnitud, para el manejo de insectos y patógenos.

Particularmente en el manejo de nematodos existe una amplia experiencia en el país, pues se han recomendado 53 líneas o variedades en 28 cultivos como no susceptibles a diferentes especies y razas de *Meloidogyne*, con posibilidades de incluirlas en rotaciones en áreas infestadas, tanto en campo abierto como en huertos urbanos (Fernández et al., 1998). En la tabla 8 se resumen algunos de los resultados obtenidos en los últimos años, en todos los casos el cultivo principal

recibió beneficios de la reducción del índice de infestación de nematodos y de una menor población de malezas. Estos esquemas de rotación están considerados en su mayoría en los programas de manejo de plagas de los cultivos señalados.

Con los cultivos asociados ocurrió algo semejante a lo sucedido con la rotación. Con la modernización de la agricultura el monocultivo se intensificó y extendió. Conocido es que el creciente aumento de los problemas de plagas está relacionado con la expansión del monocultivo (Altieri y Letourneau, 1982), ya que el proceso de simplificación de la biodiversidad alcanza una forma extrema en estos (Altieri, 1995). De ahí que una de las principales medidas a implementar en un programa de manejo agroecológico es hacer desaparecer el monocultivo como estructura básica del sistema agrícola, para esto se precisa definir estrategias de diversificación y dentro de ellas un elemento clave lo constituyen los policultivos.

Tabla 8. Efecto de rotaciones en el manejo de patógenos del suelo, nemátodos y malezas

Cultivo principal	Cultivo en rotación	Plaga regulada	Referencias
Tabaco	Maní	<i>Meloidogyne incognita</i> <i>M. arenaria</i>	Fernández et al., 1990
	Maíz	<i>M. incognita</i> <i>M. arenaria</i>	
	Millo	<i>M. incognita</i> <i>Cyperus rotundus</i>	
	Frijol terciopelo	<i>M. incognita</i> <i>Eleusine indica</i> <i>Rottboellia exaltata</i>	
Papa	Col-boniato	<i>M. incognita</i>	Gandarilla, 1992
Papa	Boniato-frijol-maíz Frijol-maíz-boniato Maíz o sorgo	<i>C. rotundus</i> <i>C. rotundus</i> <i>Dicotiledóneas anuales</i>	Fernández et al., 1992
Tomate	Ajonjolí	<i>Sorghum halepense</i> <i>M. incognita</i>	Fernández et al., 1992
Frijol	Maíz asociado con Frijol terciopelo	<i>M. incognita</i>	Cea y Fabregat, 1993
Maíz	Maní	<i>M. incognita</i>	Rodríguez et al., 1994
Soya	Papa-maíz-papa Papa-boniato-papa	<i>Sclerotium rolfsii</i>	Hernández et al., 1997
Hortalizas (organopónicos)	Cebolla o habichuela	<i>M. incognita</i>	Rodríguez, 1998

Nota: frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*), ajonjolí (*Sesamum indicum*), habichuela (*Vigna unguiculata*), soya (*Glycine max*).

En la situación actual de la agricultura cubana esto ha representado un desafío, pues históricamente la base de nuestra agricultura ha sido el monocultivo, aunque en el pasado los cultivos asociados fueron una práctica bastante extendida incluso en las áreas cañeras, pues, además de los pequeños productores, siempre precisados de aprovechar al máximo la tierra disponible, el asocio era utilizado por

productores medianos y grandes como pago a los obreros agrícolas por las labores que como el deshierbe realizaban en los cañaverales. De esta forma el obrero era autorizado a plantar frijoles y/o maní en los entresurcos --sobre todo en caña planta-- y sólo se les pagaba con dinero los deshierbes adicionales después que recogieran la cosecha. El uso de esta tradicional práctica agrícola fue disminuyendo hasta quedar reducida a un pequeño grupo del sector campesino quienes al igual que en el caso de la rotación fueron los primeros en rescatarla al producirse el déficit en la producción de alimentos a inicio de la década de los 90.

En los últimos años se ha ido extendiendo, de modo que el manejo de plagas a través de las asociaciones de cultivo se ha implementado por los pequeños agricultores, por los cooperativistas, y en los sistemas conocidos como “organopónicos”, que tanto abundan en los terrenos dedicados a la agricultura urbana.

En comunidades agrícolas del municipio montañoso “El Salvador”, en la provincia de Guantánamo, se realizó un estudio etnoecológico de policultivos con el objetivo de identificar las asociaciones de mejor comportamiento productivo y ambiental y de mayor aceptación por parte de los productores. Al concluir se encontró que dentro del subsistema de producción agrícola ascendía a 39 el número de asociaciones que habían sido trabajadas por los campesinos de la zona, dentro de las más frecuentes, estaban los sistemas agroforestal cafetalero y las asociaciones maíz-frijol y yuca-frijol (Ros, 1998). Las poblaciones de los organismos plaga se mantienen tan bajas que no constituyen un problema para la producción agrícola en esa región.

Profesionales de un numeroso grupo de instituciones científicas, docentes y productivas se ocupan actualmente de desarrollar investigaciones que validen y documenten esta práctica campesina. La tabla 9 resume algunos de los resultados obtenidos.

En muchos de los casos evaluados el principal mecanismo de regulación de plagas al que se hace referencia es a los enemigos naturales, el aumento de las poblaciones de depredadores y parasitoides es el elemento común más notable en estas asociaciones. La planta más utilizada como cultivo secundario es el maíz, en la literatura científica está suficientemente argumentado el papel facilitador de este cultivo en la actividad de los enemigos naturales, hecho que también se ha comprobado aquí para el cultivo de la yuca (Pérez, 1998).

La incidencia de las malezas también puede ser menor en los cultivos asociados, en general un aumento en la densidad de los cultivos se traduce en una disminución de la población de malezas, la supresión de éstas es mayor en asociaciones de especies con crecimiento rápido y abundante follaje donde se produce una mayor disminución de la luz en una fase más temprana, así se ha demostrado en las asociaciones boniato-maíz, caña de azúcar-soya, maíz-frijol y yuca-boniatillo (Leyva, 1993). En la asociación maíz-girasol (*Helianthus annuus*) se ha encontrado regulación de las malezas gambutera (*Brachiaria extensa*), pangola (*Digitaria decumbens*) y metebravo (*Echinochloa colona*) (Pérez et al., 1997).

Manejo ecológico de plagas

En ensayos realizados por Paredes et al. (1995), se diseñaron dos grupos de policultivos de maíz como cultivo principal, uno para la primavera compuesto por calabaza, pepino, frijol carita y boniato y el otro para la campaña de frío, integrado por frijol, papa, tomate y pimiento, en los dos ensayos se obtuvieron resultados favorables en la reducción de plagas, enfermedades y malezas.

Tabla 9. Asociaciones que regulan brotes de plagas de insectos

Sistema asociado	Plaga(s) regulada(s)	Referencias
Maíz-frijol terciopelo	<i>Meloidogyne spp.</i>	Cea y Fabregat, 1993
Boniato-maíz	<i>Cylas formicarius</i>	Suris et al., 1995
Col-tagetes Col-ajonjolí	<i>Bemisia tabaci</i> <i>Brevicoryne brassicae</i>	Vázquez, 1995
Melón-maíz Pepino-maíz	<i>Thrips palmi</i>	González et al., 1997
Col-tomate-sorgo- ajonjolí	<i>Plutella xylostella</i>	Choubassi et al., 1997
Maíz-calabaza-ajonjolí Maíz-calabaza-vigna Maíz-yuca-pepino	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Serrano y Monzote, 1997
Calabaza-maíz	<i>Diaphania hyalinata</i>	Castellanos et al., 1997
Tomate-ajonjolí Pepino-ajonjolí	<i>B. tabaci</i>	Vázquez et al., 1997
Frijol-girasol	<i>Empoasca kraemeri</i> <i>Crisomélidos defoliadores</i>	Alvarez y Hernández, 1997
Maíz-girasol	<i>Empoasca kraemeri</i> <i>Crisomélidos defoliadores</i>	Alvarez y Hernández, 1997
Boniato-maíz	<i>Cylas formicarius</i>	Quintero et al., 1997
Yuca-frijol	<i>Erinnyis ello</i> <i>Lonchaea chalybea</i>	Mojena, 1998
Yuca-maíz	<i>E. ello</i> <i>L. chalybea</i>	Mojena, 1998
Maíz-tomate	<i>Bemisia spp.</i> <i>Liriomyza spp.</i>	Murguido ,1995, 1996 León et al., 1998
Maíz-frijol	<i>B. tabaci</i> <i>E. kraemeri</i> <i>Aphis spiraeicola</i> <i>S. frugiperda</i>	Murguido, 1995, 1996 Pérez, 1998
Yuca-maíz-frijol	<i>E. ello</i> <i>S. frugiperda</i>	Pérez, 1998
Papa-maíz	<i>Thrips palmi</i>	Vázquez et al., 1997

Nota: calabaza (*Cucurbita pepo*).

En la situación actual de la agricultura cubana se debe prestar mucha más atención al rol de los policultivos en el control de plagas. Hasta el momento poco se conoce de la dinámica de plagas de insectos, enfermedades, malezas y enemigos naturales en los policultivos en las condiciones del país por lo que esta es una de las principales tareas a desarrollar para establecer sistemas de producción sostenibles. Uno

de los mejores ejemplos de las potencialidades de los policultivos en el manejo de plagas se aprecia en la agricultura urbana, pues en pequeñas superficies se cultivan diversidad de especies de hortalizas. Las evaluaciones realizadas en estos huertos reafirman la idea de que es posible cultivar hortalizas sin emplear plaguicidas químicos.

Se ha demostrado que se pueden reducir las afectaciones por plagas mediante cuatro estrategias básicas: diseño y preparación del huerto, manejo agronómico (tabla 10), control biológico y capacitación-divulgación (Vázquez, 1995). Con este propósito se ha generalizado un programa en el país que ha permitido obtener cosechas sanas y sin residuos de agrotóxicos.

Tabla 10. Prácticas culturales utilizadas en huertos urbanos (adaptado de Vázquez, 1995)

Prácticas	Efectos sobre organismos nocivos
Lugar libre de nemátodos	Evita afectaciones por <i>Meloidogyne</i> spp.
Terreno nivelado	Reduce desarrollo de enfermedades
Materia orgánica libre de nemátodos y malezas	Evita afectaciones por <i>Meloidogyne</i> spp. Limita contaminación con semillas de malezas
Pasillos y alrededores libres de malezas	Limita acceso de plagas Reduce fuentes de inóculo de nemátodos y de enfermedades Limita acceso de vectores y contaminación de los canteros.
Semillas sanas y de buena germinación	Reduce afectaciones por enfermedades
Fechas de siembra adecuadas	Limita incidencia de plagas Evita infestaciones residuales
Considerar posible efecto de colindancia de canteros en cuanto a plagas	Evita contaminaciones por colindancia negativa
Optimización de densidad de siembra	Reduce afectaciones por enfermedades
Eliminación manual de malezas	Disminuye efecto de las malezas
Eliminación de plantas enfermas	Limita diseminación de enfermedades
Eliminación de residuos de cosecha	Disminuye fuentes de inóculo de nemátodos, de enfermedades y niveles de enmalezamiento
Inversión del sustrato de los canteros dos veces en 15 días durante junio-agosto	Reduce poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp.
Empleo de plantas repelentes intercaladas y en las cercas perimetrales como caléndula, incienso, albahaca, orégano, vetiver	Barrera y repelencia de plagas emigrantes Plantas trampa.
Rotación con ajo, cebolla, ajo de montaña, col, ajonjolí	Reduce <i>Meloidogyne</i> spp.
Asociaciones con flor de muerto (<i>Tagetes</i>)	Reduce <i>Meloidogyne</i> spp. y plagas insectiles
Solarización de los canteros	Baja poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp. y de malezas

Uso de variedades tolerantes o con resistencia parcial	Reduce pérdidas por enfermedades
Control del riego (humedad del sustrato)	Limita incidencia de enfermedades

Control fitogenético

El uso de variedades resistentes, tolerantes o menos susceptibles constituye una de las principales estrategias agronómicas en la lucha contra las plagas. Los resultados de las investigaciones fitogenéticas han permitido generalizar variedades con estas características en varios cultivos, contribuyendo notablemente a la reducción de las afectaciones por determinadas plagas, como es el caso de la obtención y uso de la variedad de tomate Lignon, que se muestra tolerante ante el geminivirus TyLCV (Gómez y Laterrot, 1995). Se puede afirmar que esta es una alternativa de control de plagas que se está trabajando intensamente en el país (tabla 11).

Tabla 11. Resultados de investigaciones sobre control fitogenético

Cultivos	Resistencia o tolerancia a nemátodos y enfermedades	Referencias
Hortalizas, granos, oleaginosas, forrajeras, raíces y tubérculos, tabaco, caña de azúcar, frutales y café	<i>Meloidogyne</i> spp.	Fernández et al., 1998.
Melón	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	Lemus y Hernández, 1997
Tomate	<i>Stemphylium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Meloidogyne</i>	De Armas et al., 1997
Tabaco	<i>Peronospora tabacina</i> (R) Virus del mosaico del tabaco <i>Phytophthora parasitica</i> <i>Rhizoctonia solani</i> (T)	Espino et al., 1998

El control genético es una de las medidas que se integran en los programas de MIP que están implementados en el país, de los 14 cultivos que están bajo MIP, al menos en 12 se considera entre alto y medio el grado de utilización de esta medida (tabla 12). El desarrollo alcanzado en este campo también ha posibilitado la reducción gra-dual en el uso de insecticidas.

Programas de Manejo Integrado de Plagas

En la etapa actual el control de plagas en Cuba se realiza básicamente en el contexto de programas de manejo integrado de plagas, muchos de los cuales tienen un enfoque agroecológico. Existen dos factores que contribuyeron decisivamente a la aceptación e implementación de los programas de MIP en el país: Primero, el

éxito del sistema de señalización de plagas implementado en la década del 70 y el hecho de que estaba sustentado sobre una sólida base científica y en segundo lugar, el hecho de que el control biológico se introdujera a través de estos programas de MIP, para garantizar su integración en los mismos y que los medios biológicos que se estaban liberando masivamente fueran más efectivos.

En Cuba el monitoreo de las plagas no fue una práctica cotidiana hasta la década del setenta, cuando se inició y desarrolló la actual red de ETPP. Con la creación de las mismas se estableció un nuevo sistema para la protección de los cultivos basado en la observación regular de los campos, la determinación de los niveles de infestación y el aviso a los productores de aplicar o no un plaguicida (Murguido, 1997). Este sistema, conocido como de señalización, abarca más de 27 cultivos que poseen métodos de monitoreo y aviso para un total de 74 plagas de insectos y ácaros (Murguido, 1987) y otras para enfermedades fungosas.

En la actualidad existen varios programas de MIP generalizados en la práctica agrícola (tabla 12), en los que se puede apreciar una tendencia a la integración de alternativas de control no químicas; así en varios cultivos como el cafeto, la caña de azúcar, los pastos, el boniato y la yuca, no se aplican insecticidas para el control de las plagas insectiles y en la col el uso es prácticamente nulo.

Tabla12. Cultivos protegidos por programas de MIP y grado de utilización de los principales métodos de control

Cultivos	IQ	B	E	CB-C	CF	MA
Cafeto	N	B	N	A	M	A
Cítricos	B	M	N	A	M	B
Caña de Azúcar	N	B	A	A	A	M
Tabaco	B	M	N	B-M	M	M
Pastos	N	A	A	B-M	M	B
Arroz	M	M	N	B-M	A	M
Maíz	M	B	B	B	N	B
Frijoles	M	B	N	B	A	B
Col	B-N	A	N-B	M-A	N	B
Tomate	M	M	N	B	A	M
Boniato	N	A	A	B	M	A
Yuca	N	M	A	A	M	A
Papa	M	A	N	M	A	M
Plátano, Banano	B	M	M	M	A	A

IQ- Insecticidas químicos, B- Bioplaguicidas, E- Entomófagos, CB-C- Control biológico – Conservación, CF- Control fitogenético, MA- Manejo agronómico
Grado de utilización de las estrategias: N- Nulo; B- Bajo; M- Medio; A- Alto

En la mayoría de los cultivos bajo MIP el uso de insecticidas es bajo o nulo y solamente en cinco cultivos, entre los que se encuentran el arroz, maíz, papa, tomate y

frijol, se mantiene un nivel de aplicación considerado medio. La reducción en el uso de plaguicidas en el país se ha ido produciendo gradualmente, en la misma medida en que se han ido desarrollando alternativas al control químico se ha ido avanzando en ese proceso de reducción. Para que se produzca una disminución aún mayor en el uso de plaguicidas en los cultivos antes mencionados nuevas alternativas han de ser desarrolladas y en eso precisamente se trabaja en estos momentos.

Beneficios económicos

Al estudiar los datos económicos (tabla 13), sin entrar en el análisis de otros beneficios, vemos que la producción artesanal y uso de los medios biológicos ha ahorrado al país, en el sector rural, cientos de miles de dólares. Si se tiene en cuenta la necesidad tan grande que se tiene de esta moneda fuerte para otros propósitos, como por ejemplo, la compra de medicamentos, podrá comprenderse de manera clara lo que esto significa.

Según Maura (1994), el costo total por concepto de uso de medios biológicos para el control de plagas en varios cultivos fue de 1 172 495 pesos cubanos. El precio de la compra de los plaguicidas que se habrían necesitado para hacer el mismo trabajo hubiera sido 6 175 345 (USD). Así, el trabajo que se hizo con los medios biológicos representó un ahorro considerable para el país. Los ahorros en términos de costos de salud pública a mediano y largo plazos son absolutamente incalculables y los impactos sociales son igualmente importantes.

La aplicación de medios biológicos no solo significa ahorro en el plazo corto, en el plazo largo también. Muchos de estos medios biológicos son aplicados dentro de un programa de MIP (tabla 12).

La aplicación continua de estos programas ha llevado a un aumento gradual de los organismos biorreguladores en diferentes cultivos, de modo que cada año se precisa realizar menos aplicaciones, incluso de medios biológicos, tal es el caso de los cultivos de café, caña de azúcar, cítricos y yuca donde la estrategia de control biológico por conservación tiene un grado de utilización alto. A la disminución de los costos por concepto de control de plagas también ha contribuido de manera notable la implementación del control cultural.

Tabla 13. Costo de aplicación de entomopatógenos y de plaguicidas sintéticos (Maura, 1994)

Cultivos	Biopreparados	Pesos cubanos	Insecticidas	Dólares
Hortalizas	<i>B. thuringiensis</i>	501 430	Thiodan	1 622 253
Cultivos varios	<i>B. thuringiensis</i>	243 303	Carbaryl	800 521
Pastos	<i>B. thuringiensis</i>	59 080	Carbaryl	397 613
Cultivos varios	<i>V. lecanii</i>	54 048	Tamaron	431 788
Plátano	<i>B. bassiana</i>	134 106	Carbofurán	1 680 760
Boniato	<i>B. bassiana</i>	878 863	Tamaron	926 790

Transformando el campo cubano

Arroz	<i>M. anisopliae</i>	80 290	Carbofurán	247 245
Plátano	<i>P. lilacinus</i>	79 236	Carbofurán	41 375

Los programas de MIP con enfoque agroecológico han hecho posible la agricultura urbana. La agricultura urbana proporciona muchas de las frutas y las verduras frescas que se necesitan para el consumo en áreas densamente pobladas, donde las aplicaciones de plaguicidas representan un elevado riesgo para la salud, al estar expuestas a sus efectos nocivos un número elevado de personas.

Recomendaciones

En el sistema de protección vegetal establecido en Cuba hay muchos elementos positivos que hacen posible que el tránsito hacia una nueva forma de producción agrícola sea más rápido, pues muchas de las técnicas y medidas que hay que implementar para el manejo de plagas en los sistemas agrícolas sostenibles están desarrolladas en el país. A pesar de todo lo que hemos avanzado aún falta mucho por hacer para continuar disminuyendo la dependencia de los químicos.

Entre las prioridades del momento están:

- Investigar e implementar las mejores estrategias de diversificación, acordes con las características socio-económicas del desarrollo de la agricultura cubana y en lo posible minimizar el monocultivo como estructura básica del sistema agrícola.
- Estudiar la dinámica de plagas de insectos, ácaros, patógenos y malezas en los policultivos en las condiciones de Cuba, así como desarrollar investigaciones que demuestren si existe o no relación entre la disminución de las poblaciones de plagas y patógenos y el incremento de los rendimientos en los policultivos.
- Poner énfasis en la integración de prácticas culturales, especialmente en la rotación, laboreo mínimo y manejo de fechas de siembra o plantación, entre otras que afectan directamente el nivel poblacional de los organismos nocivos.
- Continuar perfeccionando la producción de organismos para el control biológico como una alternativa a los plaguicidas sintéticos.
- Buscar las vías que permitan incrementar la conservación de enemigos naturales; las investigaciones en control biológico deben poner el énfasis en esta estrategia, que hasta ahora ha recibido menos atención.
- Estudiar las interacciones cultivo-malezas-plagas, pues muy poco se conoce en el país del rol que juegan las malezas en la conservación de los enemigos naturales, así como en la proliferación de plagas.
- Evaluar el efecto de los fertilizantes inorgánicos y de los plaguicidas sintéticos sobre los organismos plaga, tomando en consideración la teoría de la trofobiosis.
- Evaluar la efectividad de las coberturas, ya sean vivas o muertas y de la materia orgánica en el control de los patógenos, insectos y malezas.

- Continuar las investigaciones con productos de origen botánico, extender el uso de los más estudiados, paraíso y nim y considerar el potencial de *Tagetes* sp., ya que hasta ahora se le ha prestado escasa atención. En este contexto incrementar el cultivo y uso a pequeña escala de plantas con propiedades plaguicidas.
- Hacer un estudio completo de plantas trampa y plantas con propiedades de repe-lencia, que puedan plantarse asociadas o en barreras y contribuyan a la disuasión de las poblaciones de fitófagos.

Conclusiones

Como puede apreciarse, existe una política de manejo de plagas en la que se toman en consideración los aspectos ecológicos, económicos y sociales del control de plagas. El actual sistema estatal de protección vegetal está sustentado sobre una sólida base científica y en este la ecología ocupa un lugar cimero. En la década de los años 70, cuando en gran parte de los países de esta región geográfica en que habitamos se incrementaba aceleradamente el consumo de plaguicidas, ya en Cuba se implementaba un sistema de protección vegetal que permitió disminuir en más de un 50% el consumo de estos.

Numerosas personas están preguntándose cuál será el futuro del manejo ecológico de plagas en el país, una vez que este salga de la actual crisis económica. Algunos piensan que en la medida en que más recursos monetarios estén disponibles para la compra de plaguicidas en el mercado internacional, Cuba tendría mayores posibilidades de volver a la dependencia de los químicos, y hasta les parece lógico que el programa que actualmente se implementa para acelerar la reducción en el uso de plaguicidas sea simplemente una forma de mantener la producción en el plazo corto mientras mejoran las condiciones económicas que permitan volver a comprar las cantidades de plaguicidas que se importaban antes de la caída del campo socialista. Otros, y no son pocos, hacen un análisis bien diferente en el que tienen en cuenta los aspectos económicos, sociales, de salud y medioambientales del manejo de plagas y concluyen que el modelo de MIP con enfoque agroecológico simplemente es un mo-delado mejor.

La política estatal cubana quedó oficialmente declarada en la recientemente aprobada ley de Medio Ambiente (Cuba 1997). En el Título Noveno de esta ley, denominado “Normas Relativas a la Agricultura Sostenible”, en el artículo 132, incisos b y d, se expresa al respecto del manejo de plagas:

b) El uso racional de los medios biológicos y químicos, de acuerdo con las características, condiciones y recursos locales, que reduzcan al mínimo la contaminación ambiental.

d) El manejo preventivo e integrado de plagas y enfermedades, con una atención especial al empleo con estos fines de los recursos de la diversidad biológica.

Esto significa que lo que actualmente se hace no es una simple sustitución de insumos químicos por biológicos y otras alternativas, sino que nos estamos preparando para llegar a manejar sistemas de cultivos donde la diversidad biológica juegue el rol principal, para esto, claro esta, aún nos falta un largo trecho por transitar.

A la luz de estos hechos, es muy difícil sostener que Cuba deba volver al modelo anterior de aplicaciones por calendario de los 60 y principios de los 70 o al nivel de dependencia de los 80. Es más fácil, de hecho, defender la idea de que los países en vías de desarrollo, sobre todo aquellos que atraviesan una situación económica crítica, deben considerar la posibilidad de adoptar un modelo semejante como una forma de ahorrar recursos y reducir la carga que los agroquímicos representan para el sector de la salud pública.

Referencias

- Altieri, M. A. 1994.** *Manejo Integrado de plagas y Agricultura Sustentable en América Latina. Taller sobre Manejo Integrado de Plagas en América Latina, Quito, Ecuador.*
- Altieri, M. A. 1995.** *Rotación de cultivos y Labranza mínima. En: Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Pub. CLADES. Berkeley, California: 173-183.*
- Altieri, M. A. and D. K. Letourneau. 1982.** *Vegetation management and biological control in Agroecosystem. Crop Protection 1:405-430.*
- Alvarez, U. y C. A. Hernández. 1997.** *Influencia del intercalamiento del girasol (*Helianthus annuus*) con frijol (*Phaseolus vulgaris*) y tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el estado fitosanitario de estos cultivos. Resúmenes III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Villa Clara, Cuba: 65.*
- Ayala, J.L.; S.E. Castro y Silvia Monzón. 1996.** *Evaluación de las posibilidades de control de *Mocis latipes* con diferentes entomopatógenos. IV Encuentro Nacional Científico-técnico de bioplaguicidas. INISAV, Ciudad de La Habana: 42.*
- Carbajal, J. 1995.** *Uso de *Bacillus thuringiensis* cepa LBT 13 en el control de *P. oleivora* en el cultivo de los cítricos. III Encuentro Nacional científico-técnico de bioplaguicidas. INISAV, Ciudad de La Habana: 18.*
- Carroll, C. R. and S. J. Risch. 1990.** *An Evaluation of ants as possible candidates for biological control in tropical annual agroecosystems. In: S. R. Gliessman (ed.), Agroecology, Springer. Verlag, New York, Vol. 78: 30-46.*
- Castellanos, J.; M. L. Sisne; A. Villalonga; W E. Choubassi y M. A. Iparraguirre. 1997.** *Estudio de *Diaphania hyalinata* (L.) y su comunidad parasítica en la asociación calabaza-maíz. Resúmenes III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. UCLV, Villa Clara, Cuba: 55.*
- Castiñeiras, A. 1986.** *Aspectos morfológicos y ecológicos de *Pheidole megacephala*. Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, La Habana, Cuba: 97p.*
- Cea, María E. y Mirta Fabregat. 1993.** *Dinámica y distribución de *Meloidogyne incognita* en un esquema de rotación de cultivos. Informe Anual de Investigaciones. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana (ISCAH). San José, La Habana, Cuba.*
- Choubassi, W. E.; J. Castellanos y M. A. Iparraguirre. 1997.** *Control de *Phutella xylostella* (L.) en Ciego de Avila. Resúmenes III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. UCLV, Villa Clara, Cuba: 54-55.*
- CNSV, 2000.** *Estadísticas Centro Nacional de Sanidad Vegetal, MINAG. Ciudad de La Habana, Cuba.*
- Cuba, 1997.** *Ley No. 81 del Medio Ambiente. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Edición extraordinaria, La Habana, 11 de julio de 1997, número 7, p. 47-96.*
- De Armas, Georgina; T. Díaz y J.C. Hernández. 1997.** *Mejoramiento para la resistencia ante enfermedades de importancia económica en el cultivo del tomate en Cuba. Resúmenes Taller Nacional de Producción Agroecológica de Cultivos Alimenticios en Condiciones Tropicales". I.I.H. "Liliana Dimitrova. Quivicán, La Habana: 17.*
- Dudley, N. 1988.** *Maximun safety: pest control and organic farming. Soil Association. Bristol.*

Espino, E.; X. Rey; L.A. Pino; G. Quintana; N. Peñalver y C. Bolaños. 1998. Habana Vuelta Arriba: nueva variedad de tabaco negro para cultivo en las provincias centrales y orientales del país. *Forum Tecnológico sobre Manejo Integrado de Plagas. Resúmenes*, Matanzas: 8.

Estrada, J. 1994. El Nim y el Paraíso en Cuba, su cultivo y explotación como insecticida de origen botánico. *Resúmenes Segundo Taller Nacional de Plaguicidas Biológicos de Origen Botánico. BioPlag'94, I.N.I.F.A.T., Ciudad de La Habana: 34.*

Estrada, J. 1995. Progresos del cultivo del Nim y las investigaciones como insecticida natural. : *Resúmenes Primer Taller Internacional y Tercero Nacional sobre Plaguicidas Biológicos de Origen Botánico. BioPlag'95, I.N.I.F.A.T., Ciudad de La Habana: 139.*

Estrada, J. y María T. López. 1998. El Nim y sus insecticidas; una alternativa agroecológica. *INIFAT: 24p.*

Estrada, J.; R. Ronda; R. Montes de Oca; A. Rodríguez; J. M. Dueñas; A. González; B. Castillo; L. González y E. Alvarez. 1998. Situación actual y perspectivas del Nim y sus bioinsecticidas en Cuba. *Resúmenes Forum Tecnológico sobre Manejo Integrado de Plagas, Matanzas: 30.*

Estrada, María E. y Maritza Romero. 1995. *Beauveria bassiana: Una alternativa para el control biológico de Diatraea saccharalis en la caña de azúcar. III Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaguicidas. INISAV, Ciudad de La Habana: 17.*

Fernández E.; A. Pérez; E. Lorenzo y E. Vinent. 1992. Efectividad del uso del ajonjolí como cultivo intercalado contra *Meloidogyne incognita*. *Protección Vegetal 7:39-42.*

Fernández, E.; Hortensia Gandarilla y E. Vinent. 1990. Manejo integrado de las plagas del tabaco en plantaciones. *Informe de Resultado. Programa de Tabaco. Academia de Ciencias de Cuba (A.C.C.), Ciudad de La Habana: 8 p.*

Fernández, E.; M. Pérez; Hortensia Gandarilla; R. Vázquez; Marina Fernández; Marta Paneque; Oneida Acosta y Mercedes Bastarrechea. 1998. Guía para disminuir infestaciones de *Meloidogyne* spp. mediante el empleo de cultivos no susceptibles. *Boletín Técnico INISAV 4 (3): 1-18.*

Fernández-Larrea, O. 1999. A review of *Bacillus thuringiensis* (Bt) production and use in Cuba. *Biocontrol News and Information 20 (1): 47N-48N.*

Fuentes, A.; Violeta Llanes; F. Méndez y R. González. 1998. El control biológico en la agricultura sostenible y su importancia en la protección de la caña de azúcar en Cuba. *Phytoma 95:24-26.*

Gandarilla, Hortensia. 1992. Uso de la rotación papa-col-boniato en el manejo de nematodos. *Informe del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Ciudad de La Habana: 5 p.*

Gómez, Olimpia y H. Laterrot. 1995. Esperanza del mejoramiento genético para la resistencia a geminivirus en tomate. *Memorias IV Taller Latinoamericano sobre Mosca Blanca y Geminivirus. Zamorano, Honduras. Ceiba 36(1): 122.*

González, Nancy; R. Avilés; B. Cruz; E. Sotomayor; Mireya Ruíz y Nancy Ramos. 1997. Comportamiento de *Thrips palmi* Karny en policultivos de campo. *Resúmenes Taller Nacional de Producción Agroecológica de Cultivos Alimenticios en Condiciones Tropicales". I.I.H. "Liliana Dimitrova, La Habana, Cuba: 59.*

Hellpap, C. 1989. Insect pest control with natural substances from de Neem tree. *Conferencia presentada en 7th Conferencia Científica Internacional de IFOAMI. Burkina Faso.*

Heredia, Irma; Consuelo Alvarez; Mayelín López y Sixto Monteagudo. 1996. *Biocontrol con Trichoderma spp. de hongos asociados a semillas. IV Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaguicidas. INISAV. Memorias. Ciudad de La Habana.*

Hernández, C. A.; E. Quintero y L. Herrera. 1997. Posibilidad del uso de la rotación de cultivos para disminuir el inóculo del hongo *Sclerotium rolfsii* Sacc. en el suelo. *Resúmenes III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. UCLV, Villa Clara, Cuba, 12-16 de mayo 1997: 56.*

Hernández, Margarita; J. Estrada y V. Fuentes. 1994. Potencialidades de la flora cubana como fuente de bioplaguicidas. Resúmenes II Taller Nacional de Plaguicidas de Origen Botánico BioPlag'94, I.N.I.F.A.T. Ciudad de La Habana: 2.

Jiménez, J.; R. Fernández; A. Calzado y M. Vázquez. 1997. Efectividad de biopreparados nacionales de *Bacillus thuringiensis* para la lucha contra *Heliothis virescens* en tabaco. V Encuentro Nacional Científico-Técnico de bioplaguicidas. INISAV, Ciudad de La Habana:58.

Lampkin, N. 1990. Rotation design for organic systems. En: *Organic Farming*. Pub., Farming Press Book, United Kingdom:125-160.

Lemus, Y. y J.C. Hernández. 1997. Comportamiento de variedades e híbridos de melón frente al mildiu pulverulento de las cucurbitáceas (*Erysiphe cichoracearum*). Resúmenes Taller Nacional de Producción Agroecológica de Cultivos Alimenticios en Condiciones Tropicales. I.I.H. "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba:17.

León, A.; E. Terry; Maria. A. Pino y Maria E. Domini. 1998. Efecto del policultivo maíz-tomate en el comportamiento de plagas insectiles en tomate. Resúmenes Forum Tecnológico sobre Manejo Integrado de Plagas, Matanzas: 6.

Leyva, A. 1993. Las asociaciones y las rotaciones de cultivo. Primer Curso de Agricultura Orgánica. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, La Habana. Cuba.

Licor, L.; L. Almaguel y A. López. 1995. Control de ácaros en toronja y naranja con *Bacillus thuringiensis* (LBT 13) en Ciego de Avila. III Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaguicidas, INISAV, Ciudad de La Habana: 2-3.

López, Miriam. 1995. PAECISAV: Un novedoso nematocida biológico para el control de nematodos fitoparásitos. III Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaguicidas. INISAV, Ciudad de La Habana: 4-5.

Martínez, Zuleika y Tamara Pérez. 1996. Uso de *Phytoseiulus macropilis* para el control de ácaros. IV Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaguicidas. INISAV, Ciudad de La Habana: 6.

Martínez, Zuleika; Tamara Pérez; Lérida Almaguel; R. Brito; A. Hernández; E. Peñate; J. Lluvides y R. Marín. 1995. Utilización de la cepa LBT 13 y de *Phytoseiulus macropilis* para el control de *Tetranychus tumidus*. III Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaguicidas. INISAV, Ciudad de La Habana: 7-8.

Maura, J.A. 1994. Producción de Biopesticidas. El caso de Cuba. Informe Taller Regional sobre Tecnologías Integradas de Producción y Protección de Hortalizas. FAO. Cuernavaca, México: 69-74.

Mojena, M. 1998. Arreglos espaciales y cultivos asociados en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de La Habana (UNAH), La Habana: 96 pp.

Montano, R.; Nilda Pérez y Ana M. Vizcaino. 1997. Los Plaguicidas en Cuba: ¿ y en el futuro qué?. Conferencias III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica, UCLV, Santa Clara, Cuba: 23-27.

Murguido, C. 1987. Pronóstico de plagas de insectos y ácaros. Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, Ciudad de La Habana: 5-6.

Murguido, C. 1995. Estrategias para el manejo de plagas del frijol común. Departamento de Protección de Plantas. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV), Ciudad de La Habana.

Murguido, C. 1996. Programa para el manejo de la mosca blanca en tomate. Departamento de Protección de Plantas. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV), Ciudad de La Habana.

Murguido, C. 1997. Sistema de monitoreo y pronóstico de plagas en cultivos económicos. Boletín Técnico 1: 51-70.

Paredes, E. 1999. Manejo agroecológico de malezas y otras plagas de importancia económica en la agricultura tropical. Curso sobre bases agroecológicas para el MIP. Matanzas, Cuba.

Manejo ecológico de plagas

- Paredes, E.; E. Perez; A.I. Elizondo y J. Almandoz. 1995.** Efecto de los policultivos en la lucha contra plagas. IX Forum de Ciencia y Técnica. INISAV-MINAG. Ciudad de La Habana.
- Pérez, D.I; I. R. Gutiérrez; D. Ortiz y R. Jiménez. 1997.** Estudio de la asociación maíz-girasol. Resúmenes III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. UCLV, Villa Clara, Cuba: 29.
- Pérez, L. A. 1998.** Regulación biótica de fitófagos en sistemas integrados de agricultura-ganadería. Tesis en opción al título de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible. Universidad Agraria de La Habana (U.N.A.H.), La Habana:87 p.
- Pérez, Nilda.1996.** Control Biológico: Bases de la experiencia cubana. En Agroecología y Agricultura Sostenible, Módulo 2: Diseño y Manejo de Sistemas Agrícolas Sostenibles. CEAS-ISCAH: 122-128.
- Pérez, Nilda; E. Fernández; L. Vázquez. 1995.** Concepción del Control de Plagas y Enfermedades en la Agricultura Orgánica. Conferencias y Mesas Redondas II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica, I.C.A. La Habana. Cuba: 48-55.
- Pérez, Nilda; Lidia Angarica; Eolia Treto; Josefina Gómez; A. Casanova y Margarita García. 1998.** Regulación de plagas en un sistema de producción con bases agroecológicas. Resúmenes Forum Tecnológico sobre Manejo Integrado de Plagas, Matanzas, Cuba: 7.
- Pérez, Nilda y Josefina Gómez. 1999. Regulación natural de *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) sobre *Brassica oleracea* var. *Capitata*. Ciencia en la UNAH. Memoria Anual de la Universidad Agraria de La Habana 1999:90-95.
- Quintero, P.; L., A. Hernández; Nilda Pérez y A. Casanova. 1997.** Influencia de la asociación boniato-maíz en la regulación biológica del tetuán (*Cylas formicarius* F.). Resúmenes III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Universidad Central de Las Villas (U.C.L.V.), Villa Clara, Cuba: 56.
- Rodríguez, F.; J. Almandoz y J. Jimenez. 1997.** Efectividad de *Trichoderma harzianum* en la reducción de la incidencia de *Pseudoperonospora cubensis* en el cultivo del pepino. V Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaguicidas. INISAV, Ciudad de La Habana, Cuba: 58-59.
- Rodríguez, Mayra; Lourdes Sánchez e I. Rodríguez. 1994.** Efecto de diferentes sistemas de rotación de cultivos en papa sobre el índice de infestación de *Meloidogyne incognita*. Cultivos Tropicales.15: 32.
- Rodríguez, R. C. 1998.** Posibilidades de control de *Meloidogyne incognita* en organopónicos utilizando medidas de combate no químicas. Resúmenesl Forum Tecnológico sobre Manejo Integrado de Plagas, Matanzas, Cuba: 18.
- Ros, L.E. 1998.** Estudio etnoecológico de policultivos en comunidades del municipio "El Salvador", Provincia de Guantánamo. Tesis en opción al título de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible. Universidad Agraria de La Habana (U.N.A.H.): 75 p.
- Rosset, P. and M. Benjamín. 1994.** The greening of the revolution: Cuba's experiment with organic agriculture. Melbourne (Australia), Ocean Press.
- Rovesti, L. 1998.** La lotta biologica a Cuba. *Informatore fitopatologico* 9: 19-26.
- Sacerio, Cerelys; Maria D. Ariosa y J.L. Armas. 1997.** Efecto de *Trichoderma* sp en el control de enfermedades fungosas de la papa. V Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaguicidas. INISAV, Ciudad de La Habana, Cuba: 60-61.
- Sánchez, Miriam; A. Camarero y T. Pérez. 1999.** Costo de producción de los bioplaguicidas por tecnologías artesanales. *Protección Vegetal* 14 (1): 33-41.
- Schmutterer, R. K. and R. S. Ascher (eds). 1987.** Natural pesticides from de Neem tree and other tropical plants. Resúmenes de la 3rd Conferencia de Nim. Nairobi, Julio 1986.
- Serrano, D. y Marta Monzote. 1997.** Policultivos con maíz en sistemas integrados ganadería-agricultura. Resúmenes, Taller Nacional de Producción Agroecológica de Cultivos Alimenticios en Condiciones Tropicales, I.I.H. "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba:79.

Transformando el campo cubano

Suris, Moraima; L. Plana; María de los A. Martínez; Miriam Fernández; Y. Hernández y E. Quintana. 1995. Evaluación entomológica de once sistemas de rotación de ciclo corto para la papa. Resúmenes II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. I.C.A., La Habana, Cuba: 65.

Trujillo, Zoyla. 1997. Combate de la bibijagua (*Atta insularis*) con el insecticida biológico BIBISAV. V Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaguicidas. INISAV, Ciudad de La Habana, Cuba: 64.

Vázquez, L. 1995. Efecto de siembras mixtas sobre plagas en organopónicos. Informe interno. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), Ciudad de La Habana: 9.

Vázquez, L.; Dinorah López y R. Rodríguez. 1997. Lucha contra la mosca blanca en los huertos urbanos. Resúmenes Taller Nacional de Producción Agroecológica de Cultivos Alimenticios en Condiciones Tropicales, .I.I.H. Liliana Dimitrova, La Habana, Cuba: 71.

Vázquez, L.; E. Blanco; E. Rodríguez; P. de la Torre y E. Rijo. 1997. Elementos para la conservación de los enemigos naturales de *Thrips palmi*. Ed. CIDISAV, Ciudad de La Habana: 26p.

Vázquez, L. y J.A. Castellanos. 1997. Desarrollo del control biológico de plagas en la agricultura cubana. *AgroEnfoque* 91: 14-15.

Vázquez, L. y Lérida Almaguel. 1997. Tendencia Agroecológica de la Protección de Plantas en Cuba. 1^{era} Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Ciudad de La Habana, Cuba.

LEY DE MEDIO AMBIENTE. TÍTULO NOVENO.
NORMAS RELATIVAS A LA AGRICULTURA SOSTENIBLE

ARTÍCULO 132. Para garantizar la adecuada alimentación de la población y la exportación de productos agrícolas, preservando y mejorando, la capacidad productiva futura de estos recursos, su producción se efectuará de forma sostenible, basándose en las disposiciones siguientes:

- a) El desarrollo de sistemas integrales de gestión de los ecosistemas cultivados, lo cual incluye el manejo de los suelos, de la diversidad biológica, en particular de la diversidad productiva, las aguas, los nutrientes y su reciclaje, las plagas y enfermedades y el establecimiento de una política adecuada de variedades.
- b) El uso racional de medios biológicos y químicos, de acuerdo con las características, condiciones y recursos locales, que reduzcan al mínimo la contaminación ambiental.
- c) La preparación de los suelos conforme a criterios ambientalmente adecuados, propiciando el empleo de técnicas que eviten o disminuyan el desarrollo de procesos degradantes.
- d) El manejo preventivo e integrado de plagas y enfermedades, con una atención especial al empleo con una atención especial al empleo con estos fines de los recursos de la diversidad biológica.
- e) El establecimiento de un ordenamiento territorial y una planificación adecuados, ejecutados sobre bases reales y objetivas, en los que las actividades agropecuarias locales se correspondan con las condiciones económicas y ecológicas del área.
- f) La integración de los logros científicos y técnicos con los conocimientos locales tradicionales de la población y los recursos obtenidos por esta vía, propiciando la participación directa de las comunidades locales en la concepción, desarrollo y perfeccionamiento de los sistemas de producción.
- g) El establecimiento de mecanismos de regulación económica que estimulen la conservación de la diversidad biológica y el empleo de prácticas agrícolas favorables al medio ambiente y que tiendan a evitar el uso inadecuado de los suelos y demás recursos naturales y el empleo irracional de agroquímicos.

Estas regulaciones serán de especial aplicación en los ecosistemas frágiles donde puedan existir procesos degradantes manifiestos.

ARTÍCULO 133. Dada la importancia que para la agricultura tienen los recursos genéticos en general y los fitogenéticos en particular, todas las personas naturales y jurídicas están obligadas a su conservación y utilización adecuadas, conjugando las formas de conservación in situ y ex situ y evitando los procesos de erosión genética de las especies económicamente útiles.

ARTÍCULO 134. El Ministerio, de la Agricultura, en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, establecerá las estrategias, nacionales en materia de agricultura sostenible y ambos, en coordinación con el Ministerio del Azúcar, dirigirán, establecerán y controlarán las normas y medidas encaminadas a garantizar el cumplimiento de lo dispuesto en el presente título.