



Estrategias para la Reducción del Uso de Fitosanitarios en los  
cultivos de fresón y frutos rojos en Huelva.  
La perspectiva agroecológica.

---

Dr. José Luis Porcuna Coto.  
Sociedad Española de Agricultura Ecológica



*Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)*  
ECA, Cami del Port, s/n. Apdo 397  
46470 Catarroja (Valencia, España)  
Tel. 961267200. Fax 961220043.  
[www.agroecologia.net](http://www.agroecologia.net)

## Índice

### - I. Introducción

La fragilidad de los sistemas agrarios modernos

¿Por que la Producción Integrada no ha conllevado una disminución significativa en el uso de productos fitosanitarios?

### - II. Como utilizar la biodiversidad para la reducción del uso de fitosanitarios

- 1.- **Introducción de micorrizas** en los suelos cultivados. Una simbiosis necesaria entre la planta y los hongos
- 2 .-Recuperar el papel de los suelos como filtros biológicos eliminando fitosanitarios y con la **aportación de materia orgánica**
- 3.- **Incluir rotaciones con abonos verdes**. Una practica inexcusable para recuperar la salud de los campos
- 4.- **Cubierta vegetal**
- 5.- **Plantas bancos**
- 6.- **Plantas cebos**
- 7.-**Disminuir las aportaciones de nitratos**, disminuye la tasa de reproducción de los insectos
- 8- **Tecnicas mecánicas**. Simples y efectivas
- 9.-**El control biológico**. Un mundo de posibilidades
- 10.-**La inoculación de antagonistas** como estrategia para recuperar activar la capacidad supresora de los suelos.
- 11.- **Estrategias biotecnológicas**.Un futuro que ya es presente
- 12.- **Biopreparados entomopatogenos**.Cada vez mas eficaces
- 13.-**La solarización**. Una técnica simple con resultados seguros
- 14.-**La biodesinfeccion**. Una estrategia limpia para recuperar suelos fatigados.

## I.- Introducción

### La fragilidad de los sistemas agrarios modernos

La vulnerabilidad de los sistemas agrícolas modernos hay que buscarla los drásticos cambios que ha provocado el hombre para hacerlos productivos. Estas modificaciones han hecho que evolucionen haciéndose muy diferentes de los ecosistemas naturales.

Las altas producciones de los sistemas agrícolas modernos las hemos alcanzado a costa de simplificarlos. Esta simplificación se manifiesta tanto en la forma de manejarlos intensivamente con monocultivos, como en la reducción de especies cultivadas ( en la actualidad solamente once especies suministran el 80% de los alimentos a nivel mundial). Entre estas, destacan los cereales, ya que proveen más del 50% de la producción mundial de proteínas y energía y más del 75%, si se incluyen los granos dados como alimentos a los animales.

El resultado lógicamente ha sido la proliferación de sistemas muy artificiales que requieren una intervención constante del hombre, con un soporte tecnológico extraordinario en forma de: variedades seleccionadas, fitosanitarios de última generación, maquinaria precisa en el manejo de los suelos, irrigación y fertilización controlada.

En consecuencia los ecosistemas modernos suponen un retroceso en las secuencias de la naturaleza, llevando consigo todas las desventajas de los sistemas inmaduros, y por lo tanto, careciendo de la capacidad para reciclar los nutrientes, conservar el suelo y regular las poblaciones de plagas.

## ¿Por que la Producción Integrada no ha conllevado una disminución significativa en el uso de productos fitosanitarios?

Los distintos reglamentos de producción integrada, se han esforzado, en racionalizar la utilización de plaguicidas desde la perspectiva clásica. Es decir, considerando las posibilidades de la aparición de resistencias en los insectos o en los patógenos, procurando que los desequilibrios entre fitófagos y parásitos o depredadores no fueran inducidos por lo propios tratamientos e intentando, que los niveles de degradación de los fitosanitarios aplicados, fuera compatible, con que al consumidor, llegara un producto de máxima seguridad, respecto a la presencia o no de plaguicidas.

Sin embargo estas estrategias basadas en la utilización de productos químicos, han fracasado mayoritariamente respecto al control de plagas y enfermedades. Probablemente, este fracaso, este relacionado con la elevada complejidad del suelo (en el caso de los tratamientos de desinfección), con que todos los tratamientos tienen un efecto efímero, con que los productos no suelen llegar a los lugares a los que exactamente queremos, con que la mayoría de las materias activas tienen un efecto importante sobre la fauna auxiliar y con que la presión sobre los insectos y patógenos provoca que en ellos se desarrollen rápidamente niveles de resistencia. Como consecuencia de todo esto los daños provocados por los patógenos suelen regresar con mas fuerza.(Tello J., 1998)

Sin embargo hoy sabemos que este no es el camino. El enfoque científico de la Agroecología nos ha demostrado que mientras más complejos son los sistemas mas lejos se encuentran las causas de los efectos, tanto en el espacio como en el tiempo, y que por lo tanto, para aproximarnos al entendimiento de las enfermedades aéreas y del suelo tenemos que entender no solo sus componentes sino las correlaciones mas significativas que en el se producen.

Como ejemplo de algunas de estas correlaciones Garcia Espinosa (2010) encuentra en aguacate que a mayor cantidad de *Meloidogyne* mayor cantidad de actinomicetes (la explicación sería que a una mayor cantidad de actinomicetes encontraríamos mayor protección frente a *Phytophthora cinnamomi* y en consecuencia habría una mayor cantidad de raíces y por lo tanto de nematodos). En otros estudios del mismo autor observa que existe una correlación negativa ente *P. cinnamomi*, la población de bacterias y el porcentaje de micorrización.

Estos ejemplos, vendrían a mostrar la complejidad de las interacciones que se producen en el suelo y en consecuencia la dificultad de manejarlos con planteamientos reduccionistas.

Por otra parte, se ha demostrado que los sistemas agrícolas en los que hay una biodiversidad alta y una estructura compleja, se comportan como ecosistemas más maduros con un grado de estabilidad alto, aunque el ambiente sea fluctuante (Altieri 1992,1995).

En estos sistemas, las alteraciones en el ambiente físico externo como un cambio de humedad, temperatura o de luz, dañan menos su equilibrio y funcionamiento debido a que la alta biodiversidad proporciona numerosos mecanismos que minimizan el estrés en la transferencia de energía y nutrientes, por lo que el sistema puede adaptarse y seguir funcionando sin requerir el aporte de grandes cantidades de fitosanitarios. Igualmente los controles bióticos internos minimizan o evitan las oscilaciones destructivas de poblaciones de plagas, promoviendo la estabilidad del ecosistema (Labrador J., Altieri M.,1994).

En resumen podemos afirmar que se ha documentado suficientemente y en muchas ocasiones, que el desarrollo de estrategias que:

- eviten la simplificación de los agrosistemas
- favorezcan manejos mas complejos, en los que se incluyan rotaciones de cultivos
- contemplen el aporte de materia orgánica<sup>1</sup>

ayudan a restablecer y a recuperar mas fácilmente el equilibrio perdido y en consecuencia a minimizar la utilización de fitosanitarios.

Por lo tanto uno de los mayores desafíos para los técnicos es comprobar y demostrar que existen numerosas ventajas que se pueden ganar introduciendo diversidad en los sistemas de cultivo, incorporando componentes que aportan funcionalidad a los ecosistemas naturales. Una vez que los parámetros de diversidad estén establecidos los resultados van a depender de la intensidad y frecuencia de las perturbaciones.

En todo caso, el manejo de la diversidad es un gran reto especialmente en agrosistemas intensivos, ya que comparado con el manejo convencional, éste puede conllevar durante el periodo de transición, más trabajo, más riesgos y más incertidumbre. También se requiere más conocimiento; sin embargo, el entendimiento de las bases ecológicas de cómo opera la diversidad en un agro-sistema y el aprovechamiento de la complejidad en lugar de su eliminación, es la única estrategia que conduce a medio y largo plazo a la sostenibilidad del mismo (Gliessman, 2001).

**Cuadro 1 : Métodos para aumentar la diversidad en los sistemas agrícolas**

Alternativas diseñadas por el agricultor	Actuaciones culturales	Acciones, interacciones y cualidades generadas en el agro-sistema
Agregar una especie al sistema de cultivos existente.	Cultivos intercalados o en franjas, cercas vivas y vegetación amortiguadora.	Mediante la intensificación y diversificación de cultivos en dimensiones de tiempo y espacio.  Aumenta la diversidad horizontal, vertical, estructural y funcional del sistema; el ciclado de nutrientes, la diferenciación de micro-hábitat y el control de la degradación.
Reorganizar o reestructurar las especies que ya están presentes.	Rotaciones y barbechos.	Mediante la siembra de diferentes cultivos en sucesión, en secuencia recurrente o la introducción de un período de descanso en esa sucesión.
Agregar prácticas o insumos estimuladores de la diversidad.	Labranza reducida, aportes de materia orgánica	Aumenta la diversidad a través del tiempo y los fenómenos de antagonismo, ayudando al control de enfermedades y el ciclado de nutrientes.  Mediante el aporte de materia orgánica, o el uso de prácticas que reduzcan las perturbaciones del suelo y dejen residuos en superficie.
Eliminar prácticas o insumos que reduzcan la diversidad.	Reducción del uso de agroquímicos y prácticas degradadoras.  Recolección parcial	Aumentan la diversificación de especies en el suelo en superficie y en el "perfil cultural"; mejoran la fertilidad y frenan la erosión.  Mediante la eliminación de insumos y prácticas contaminantes, esquilmanes y erosivas.  Con el tiempo se puede restablecer la diversidad funcional.

Fuente: Adaptado de Gliessmann, (2001)

<sup>1</sup>. Sorprendentemente los agroecólogos han demostrado que los enmiendas orgánicas pueden disminuir significativamente la incidencia de una enfermedad aunque la población de los patógenos aumente. (García Espinosa, 2010)

## II.- Cómo utilizar la biodiversidad para la reducción del uso de fitosanitarios

### 1.-Introducción de micorrizas en los suelos cultivados. Una simbiosis necesaria entre la planta y los hongos

Uno de los factores que se consideran fundamentales para mantener la “calidad del suelo” es la presencia de poblaciones de microorganismos promotores de la salud. Entre estos, las micorrizas ocupan una posición de privilegio, ya que su nicho ecológico es la raíz de la planta, y desde allí coordinan las reacciones de las demás comunidades de microorganismos rizosféricos.

La importancia de los hongos formadores de micorrizas sobre la calidad del suelo puede ser entendida mediante tres enfoques diferentes:

#### 1.- Importancia de las interacciones de las micorrizas con otros microorganismos del suelo

Muchos son los factores que influyen en la relación entre las raíces y los patógenos, pero sin duda uno de los que más inciden en la ausencia de daño en las raíces causadas por patógenos, como *Phytophthora*, es la alta correlación que existe entre el desarrollo de procesos rápidos de micorrización y la ausencia de ataques provocadas por el hongo. Se sabe que la invasión micorrizica dota a las plantas tanto de barreras físicas como químicas que le confieren protección frente a los patógenos además de inducir una variedad de respuestas contra los mismos (Jaizme-Vega M.C., 2006):

- Las físicas mediante la formación de una barrera de hifas vesículas y arbusculos en el tejido cortical de la raíz.
- Las químicas conllevan la producción de antibióticos por el simbiote y la inducción de producción de fitoalexinas en las células del hospedante formando una barrera de peroxidasas y quitinasas.
- También las micorrizas inducen una variedad de respuesta contra los patógenos del suelo, principalmente la acumulación de materiales fenólicos y terpenos, que no permiten el desarrollo de los patógenos en la superficie de las raíces, además de que los hongos micorrizicos inducen un incremento en la actividad.

Sobre este aspecto, hay muchas evidencias de la protección que proporcionan a la planta frente a patógenos de raíz tales como hongos o nematodos (Jaizme-Vega 2006). Por otro lado, las micorrizas pueden interactuar con microorganismos benéficos, tales como bacterias solubilizadoras de fósforo (PSBs) o promotoras del crecimiento (PGPBs) con los correspondientes efectos benéficos sobre el ciclo de nutrientes y la nutrición de las plantas.

#### 2.- Influencia de las micorrizas sobre la fisiología de la planta

Este aspecto es quizás el que más estudiado, poniendo de manifiesto los efectos de las micorrizas sobre la nutrición de las plantas, optimizando la absorción de macro y micronutrientes con la consiguiente importancia sobre el valor nutricional de los cultivos (Barea 1982). Esta mejora se observa tanto en elementos de baja movilidad como son el P, Zn y Cu como en otros de gran movilidad como ocurre con el Ca, K, Mg, Cl, B y N. La estimulación de la captación de nutrientes y la subsiguiente traslocación de estos a la parte aérea, ocasiona que se transfieran a la raíz relativamente menos productos de la fotosíntesis y que una mayor proporción de estos sea retenida en la parte aérea, para su utilización en la producción de materia verde. Además las micorrizas incrementan las

relaciones agua-planta a través de algunos mecanismos que contribuyen a mejorar la resistencia a la sequía.

### 3.- El papel de las micorrizas en la ingeniería del suelo.

Si lo miramos a nivel de ecosistema, las micorrizas tienen efectos muy importantes sobre la agregación de los suelos en los cuales la materia orgánica es el principal agente aglutinante.

Los agregados tienen además importantes consecuencias sobre el almacenamiento de carbono ya que proporcionan una protección física de este dentro de los agregados. La materia orgánica del suelo es de primordial importancia para determinar numerosos aspectos de la calidad del suelo, incluyendo la capacidad de almacenar nutrientes y la capacidad de retención de agua.

Las prácticas agrícolas de los sistemas agrícolas intensivos modernos han provocado la reducción de las micorrizas en los suelos. Entre los retos a superar para la instalación y el funcionamiento de las micorrizas en sistemas de producción convencionales se incluye el laboreo profundo, la aplicación de biocidas, la fertilización especialmente con cantidades excesivas de Fósforo y la selección genotípica del hospedador (en general en la medida que una variedad ha sido sometida a procesos de selección y mejora más intensos, los hongos micorrizicos tienen más dificultades para reconocer a la raíz y el proceso de micorrización se hace más difícil y menos intenso). Las micorrizas tienen un papel indiscutible que no puede ser sustituido, que es la provisión de agregados estables de suelo.



## 2.-Recuperar el papel de los suelos como filtros biológicos eliminando fitosanitarios y aportando materia orgánica

Una de las funciones más importantes del suelo, la de “filtro biológico”, suele ser poco estudiada y considerada en general. Sabemos que los suelos pueden recuperar su estructura mediante las aplicaciones de materia orgánica y la potenciación de la actividad de los microorganismos. Un suelo que recupera su estructura vertebrada por el complejo arcilloso húmico, permite que circule en él tanto el aire como el agua y en torno a estos dos componentes “surgirá la vida”.

El suelo como “ente vivo” (Tello, 1998) realiza muchas funciones, además de la de ser soporte de las plantas y fuente de alimento, una de estas funciones esencial para el funcionamiento del conjunto del agro-sistema es la de ser un autentico filtro biológico para gran cantidad de insectos, hongos, bacterias y virus. En muchas ocasiones esta funcionalidad de filtro se pierde por el laboreo profundo como por la utilización de desinfectantes e insecticidas de suelo que bajan la actividad biológica de este a niveles mínimos.

### ▪ Insectos

En el caso de los insectos se ha documentado en numerosas ocasiones que aquellos insectos que necesitan realizar algún estadio de su desarrollo en el suelo (normalmente la fase de pupa o de huevo) ven mermadas sus poblaciones de forma considerable en aquellos suelos de alta actividad biológica.

En efecto, cuando un insecto necesita empupar en el suelo, como por ejemplo la mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* o los trips, suelen sufrir la acción depredadora de numerosos insectos que habitan el suelo y que depredan las pupas. Igualmente, la acción de los numerosos microorganismos que habitan los suelos con alta actividad biológica, pueden parasitar las paredes de las pupas o de los huevos inhabilitando su posibilidad de evolución.

Esta acción de filtro puede alcanzar niveles que supongan una merma de hasta el 70% de las poblaciones iniciales en aquellos suelos que albergan poblaciones importantes de insectos depredadores o microorganismos con capacidad de parasitar.

En el caso de la mosca del mediterráneo se ha documentado la gran importancia que tiene en las poblaciones de mosca la actividad de depredadores de pupas que habitan en el suelo como la araña *Pardosa cribata*, el coleóptero *Pseudophonus rufines*, la “tijereta” *Forticula auricularia* así como la acción sobre las pupas del hongo *Stigmatomyces aciurae*.

En este mismo sentido un estudio de Blouin et al. de 2005 demostraba que las plantas de tomate poblaciones atacadas por nematodos se veían disminuidas hasta en un 82% cuando en los suelos estaban presentes una gran actividad de las lombrices de tierra.

En otros estudios Carballo (1982) relaciona la incidencia de *Cyrtomenus bergi*, un insecto hemíptero que ataca a las raíces del maíz con la pérdida de diversidad que provoca en los suelos la utilización del arado. Siendo en los suelos con no laboreo donde aparecen los menores niveles de plagas.

Las cubierta vegetal tradicional de los cítricos con *Oxalis pes-caprae* ha sido documentada como importante reservorio de fitoseidos como *Euseius stipulatus*, *Amblyseius barkeri*.; acción de repelencia de *Aphis gossipy* y escarabajos, disminuir los riesgos de heladas por irradiación, atrayente de *Coccinella septempunctata*... entre otras.

#### ▪ Hongos

Respecto a la capacidad de los suelos vivos de actuar como filtro de microorganismos patógenos tenemos bastantes evidencias. Ya en 1960 Papavizas y Davey observan que abonos verdes de trigo, maíz, avena, guisante y pastos de Sudán controlan *Rhizoctonia solani* en judías.

Kirkegaard en 1993 demuestra que las sustancias volátiles de las brasicas inhiben el crecimiento del hongo del trigo *Gaeumannomyces graminis*, demostrando que el efecto biofumigante se debe a los isotiocianatos. Lazarovits, Conn y Kritzman (1997) encuentran que los residuos orgánicos con alto contenido de nitrógeno reducen las poblaciones de *Verticillium dahliae*, de la bacteria *Streptomyces scabies*, nematodos y malas hierbas en papa.

En este mismo sentido, la presencia den el suelo de los hongos formadores de MA pueden contribuir a aliviar los daños producidos por hongos patógenos tales como *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Verticillium* o por nematodos agalladores (*Meloidogyne spp.*) o lesionadores (*Pratylenchus sp.*) (Jaizme Vega et al., 2006). Esta acción se ejerce por medio de diferentes mecanismos mediante los cuales la presencia de la simbiosis contribuye al control biológico de estos patógenos.

Igualmente numerosos estudios han relacionado la importancia del papel del suelo en el control de enfermedades como la *Phytophthora*. En este caso el cultivo de sorgo o arvejas antes de las plantaciones de algodón servían para proporcionar un buen control de *Phytophthora*.

Igualmente la eficacia de las cubiertas vegetales de leguminosa para el control de la enfermedad ha sido ampliamente demostrado.

Un caso de utilización del incremento de la diversidad local para el control de enfermedades la constituye la utilización muy generalizada de *Oxalis pes-caprae* como cubierta vegetal en los campos de cítricos del litoral mediterráneo peninsular. Aunque su finalidad principal es evitar el “aguado” de los cítricos (*Phytophthora*), al evitar que las salpicaduras de la lluvia sobre el suelo, sirvan de contaminación de esporas y propágulos del hongo sobre los frutos situados en las partes bajas del árbol, posteriores estudios han demostrado que otras muchas funciones eran ejercidas por la cubierta vegetal de oxalis, entre ellas: proteger las raíces superficiales de los cítricos, con las que no compiten; favorecer la instalación y el mantenimiento de micorrizas, evitar la erosión y facilitar la formación de agregados, una cierta acción acidificante, muy positiva para los suelos calcáreos mediterráneos.

Igualmente el abono verde de brassica se ha considerado supresor de organismos productores de plagas y enfermedades cuando se incorpora al suelo (Chan y Close 1987; Mojtahedi et al. 1991). Este efecto se atribuye por lo general a compuestos biocidas como los glucosinolatos, que por hidrólisis dan lugar a sustancias como isotiocianatos, que se han considerado como los productos más tóxicos (Brown y Morra 1997; Rose, Heaney y Fenwick 1994).

#### ▪ Bacterias y virus

Numerosos estudios relacionan la reducción de bacterias tras la utilización de estiércoles de vaca y algunos compost, indicando que la reducción va a depender de la especificidad del suelo y de la dosis. Se han encontrado resultados similares en tomates y frutales, considerando que la materia orgánica es un buen tratamiento para recuperar suelos fatigados al mismo tiempo que se incrementan los organismos del suelo. Michel *et al.* (1997) encuentran efecto supresivo en el abono verde de soja y residuos de cebolla adicionándole 200 kg/ha de nitrógeno ureico y 500 kg/ha de CaO reduciendo las poblaciones de bacterias de *R. solanacearum* en tomate, como consecuencia del efecto supresor que se produce durante la transformación de la urea en presencia de CaO.

### 3.- Incluir rotaciones y con abonos verdes. Una practica inexcusable para recuperar la salud de los campos

Sabemos que las rotaciones no solo tienen un efecto sobre las enfermedades sino que también inciden directamente sobre las producciones incrementándolas de forma notable.

Pero cuidado, recomendar cualquier planta con el propósito específico de minimizar los daños de un patógeno o una plaga, puede resultar doblemente peligroso. Por un lado puede ser una planta que sirva para incrementar la población del patógeno en cuestión y por otra el fracaso de la rotación puede llevarnos a rechazo de la rotaciones como practica. Curl (1963) recopiló en muchos de sus trabajos ejemplos de rotaciones que fueron desarrolladas por los propios agricultores que servían para controlar enfermedades. Efectivamente a través del desarrollo histórico de la agricultura, son innumerable los ejemplos de practicas agrícolas sensatas y exitosas por parte de los propios agricultores quien verdaderamente pueden ser los mejores experimentadores. Es necesario pues buscar rotaciones exitosas que seguramente forman parte de las practicas tradicionales enfatizando el efecto benéfico que pueden tener al controlar enfermedades del sistema de raíces.

Durante mucho tiempo, la rotación y asociación de cultivos fue considerada como práctica básica para obtener cultivos sanos y buenos rendimientos. Esta practica fue perdiéndose con la utilización de los fertilizantes químicos y desinfectantes de suelo... pero hoy sabemos que sigue siendo muy necesaria para mantener la salud de los cultivos.

Los efectos favorables de las rotaciones son:

- Se aprovecha mejor los fertilizantes (las plantas tienen sistemas radiculares diferentes)
- Se controlan mejor las hierbas
- Disminuyen los problemas de enfermedades y plagas de suelo.
- El suelo tarda mas en agotarse y fatigarse
- En los casos de introducción de leguminosas el suelo queda enriquecido con N y la microfauna benéfica potenciada.

#### Cuadro 2

##### ¿ Cómo utilizar la biodiversidad para mejorar el suelo ?

Los abonos verdes constituyen una estrategia eficaz y barata para mejorar el suelo. Todos los cultivos, los menos y los más sensibles a la utilización de herbicidas como el melocotonero y la nectarina agradecerán que el control de las hierbas espontáneas se realice por medio de labores mecánicas o con cubiertas vegetales que actúen de abonos verdes.

Existen muchas plantas que podemos utilizar como abonos verdes, entre otras:

- **El haba y guisante forrajero** se deben de sembrar asociada a una gramínea.
- **El trébol** requiere una tierra bien preparada y suficiente humedad para que su crecimiento sea rápido.
- **La veza** es probablemente una de las plantas mas utilizadas como abono verde, principalmente sus raíces realizan en el suelo un importante trabajo de mullición y estructuración. Debe de sembrarse siempre asociada a un cereal que le sirva como tutor.
- **La alfalfa** y la esparceta se desarrollan muy bien en suelos calizos. Especialmente la alfalfa tiene una gran capacidad de penetración en el terreno pudiendo profundizar sus raíces varios metros.
- **El altramuiz** es muy indicado para suelos arenosos y a suelos ácidos, a los que se adapta fácilmente
- **La avena, la cebada y el centeno** como la mayoría de los cereales desarrollan raíces profundas. El centeno tiene gran facilidad para romper las suelas de labor.
- **La festuca** se adapta muy bien a las zonas frías y es muy resistente a la sequía.
- **La colza** forrajera es muy resistente al frío y es una especie muy productiva. No se debe de utilizar en campo con problemas de nematodos pues es muy sensible a *Heterodera schachtii*. Su polen es muy atractivo para las abejas y hay que procurar que no coincida la floración de los arboles con los de la cubierta vegetal.
- **El nabo forrajero** es una especie que gracias a a sus raíces fasciculadas constituye una importante abono en verde.
- **La mostaza** tiene propiedades antinematodos.
- **El rábano forrajero**, es una planta que ahoga a las adventicias. Además tiene propiedades anti-nematodos.
- **La facelia**, muy atrayente de abejas, deberá de tenerse especial cuidado que no coincida la época de floración con la del árbol para no dificultar la polinización.

#### 4.- Cubierta vegetal

Un caso de utilización del incremento de la diversidad local para el control (prevención) de enfermedades la constituye la utilización muy generalizada de *Oxalis pes-caprae* como cubierta vegetal en muchos campos del litoral mediterráneo peninsular.

Aunque su finalidad principal es evitar el “aguado” de los cítricos (*Phytophthora*), al evitar que las salpicaduras de la lluvia sobre el suelo, sirvan de contaminación de esporas y propágulos del hongo sobre los frutos situados en las partes bajas del árbol, posteriores estudios han demostrado que otras muchas funciones eran ejercidas por la cubierta vegetal de oxalis, entre ellas:

- proteger las raíces superficiales de los cítricos, con las que no compiten
- favorecer la instalación y el mantenimiento de micorrizas
- evitar la erosión y facilitar la formación de agregados
- una cierta acción acidificante, muy positiva para los suelos calcáreos mediterráneos
- reservorio de fitoseidos como *Euseius stipulatus*, *Amblyseius barkeri*.; acción de repelencia de *Aphis gossipy* y escarabajos
- disminuir los riesgos de heladas por irradiación
- atrayente de *Coccinella septempunctata*... entre otras.

En otros casos se ha podido establecer la relación del mantenimiento de cubierta vegetal con los problemas de ácaros.

En efecto se ha comprobado que las cubiertas vegetales suelen mantener en general altas poblaciones de fitoseidos depredadores que en función de las condiciones ambientales ejercen una función reguladora se distintos tipos de ácaros bien sobre la propia cubierta o bien desplazándose hacia los cultivos, lo que conlleva una disminución notable de fitosanitarios acaricidas.

## 5.- Plantas banco

La utilización de plantas bancos es un método que permite optimizar la lucha biológica especialmente en invernaderos. En general una planta banco es una planta de una familia distinta de la del cultivo que se pretende proteger, precozmente introducida entre las plantas de este.

La especie vegetal introducida servirá de huésped para una plaga inocua al cultivo. Y sobre esta plaga se desarrollaran las poblaciones de parásito que utilizaran a las plantas “bancos” para parasitar plagas que si atacuen al cultivo a proteger.

Los primeros ensayos con esta técnica se iniciaron a principio de los 70 con *Trialeurodes vaporariorum* en cultivos de tomate. También se utiliza para el control de *Macrosiphum euphorbiae* la introducción de macetas de rosales con *Macrosiphum rosae* parasitado por *Praon volucre* y gramíneas tropicales adaptadas a altas condiciones de temperatura y humedad, como *Eleusine coracana*, que permite mantener en ella poblaciones estables de pulgones de gramíneas (sin capacidad de infestar al pepino, tomate, etc.) sobre los que se cría *A. colemani* (0,5 ind/m<sup>2</sup>), que irá a su vez colonizando y parasitando a *A. Gossypii* sobre las plantas del cultivo.

## 6.-Utilización de plantas “Cebo”

Incluye este concepto a las especies vegetales que son utilizadas intercaladas o en líneas alrededor de las parcelas de cultivo, con el fin de atraer a plagas y evitar de esta manera que la colonización del cultivo que queremos proteger se produzca en un determinado momento o bien que nos sirvan de bioindicadoras de la presencia de la plaga.

En la mayoría de los casos los resultados que se obtienen es que el cultivo a proteger concentra menos poblaciones de fitófagos o la presencia de estos se realiza algunas semanas más tarde (Pitarch 1993). Un poco de tiempo, suele ser suficiente en numerosos casos para que los daños en el cultivo sean menos importantes o bien para que las poblaciones de parásitos o depredadores se encuentren ya, en ese momento, en niveles más altos y por lo tanto con mayor capacidad de control. Existen variadas aplicaciones de esta estrategia. A modo de ejemplo, citamos algunas típicas del mediterráneo

**Cuadro 3 : Ejemplos de utilización de cultivos trampa**

Trampa-Atrayente	Cultivo	Efecto
Trébol-Habas	Aquellos en que los daños de trips sean importante; Ej: Fresón...	Atracción de depredadores del tipo antocoridos ( <i>orius</i> )
Trigo Sarraceno	Melocotonero	Pulgón verde que se atrae con plantas de floración precoz
Girasol	Manzano	Se atraen pájaros que comen larvas
Cebolla-Ajo	Varios	Se atraen los <i>Trips</i>
Soja	Tomate	Preferencia para <i>Nezara</i>
Zanahoria	Varios	Concentra poblaciones de <i>Psila</i>
Judía	Sandia, etc...	Plantando en los bordes atrae a <i>Lyriomiza</i>
Maíz	Tomate	Plantando en bordes atraerá a <i>Heliothis</i> mientras los granos estén lechosos

Fuente : varios autores

## 7.-Disminuir las aportaciones de nitratos, reduce la tasa de reproducción de los insectos

Sabemos que las intrincadas relaciones de los patógenos con otros microorganismos, con los factores ambientales y con el hospedante, son dinámicas y su estudio extremadamente complejo. Sin embargo los estudios de nutrición del hospedante, en relación con el desarrollo de la enfermedad, proveen las bases para entender como muchas prácticas agrícolas actuales favorecen el desarrollo de muchas enfermedades del suelo.

Se ha documentado suficientemente que los nutrientes inorgánicos pueden favorecer mas el potencial de una enfermedad que el potencial del mismo inóculo y la fuente de nitrógeno parece mas importante que la cantidad.

En todo caso el efecto de las formas específicas de nitrógeno sobre la severidad de las enfermedades depende de muchos factores y no son los mismos para todas las interacciones patógenos hospedante. Por lo tanto cada enfermedades debe de ser considerada de forma individual.

En este sentido es importante entender que las formas amoniacales de nitrógeno son las más estables y las mejor retenidas, mientras que en forma de nitratos el nitrógeno es mas libre y lábil. Las formas amoniacales son las mas empleadas por las plantas. El nitrógeno nítrico puede ser absorbido pero debe de ser en gran parte convertido a amonio para ser empleado en la fisiología de la planta. En condiciones de exceso de Nitrógeno nítrico, la planta simplemente acumula exceso de nitratos sin incorporarlo a su fisiología.

Las enfermedades con origen en el suelo y su agresividad acrecentada como consecuencia de la fertilización mineral, contrasta con el daño reducido que normalmente se observa en cultivos cuya fertilidad se mantiene mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos de tipo de los empleados en agricultura ecológica.

La explicación se debe a que la presencia de microbiota benéfica en los cultivos con enmiendas orgánicas es mayor y que además promueve el crecimiento de las plantas por las fitohormonas que producen. Efectivamente la aplicación de materia orgánica o el enterrado de cubierta vegetal muestran un efecto muy parecido y ambos provocan cambios positivos generalmente en la ecología del suelo.

Baker y Cook (1973) y Palti (1981), describe con numerosos ejemplos el control biológico de enfermedades con origen en el suelo a través de la incorporación de residuos orgánicos .

Von Liebig (1865) a quien se le considera como el padre de la fertilización mineral, despues de no pocos experimentos con fertilizantes sinteticos, escribió:

*"He pecado contra la sabiduría del creador y justificadamente he sido castigado. Quise mejorar su trabajo porque, en mi ceguera, creí que se le había olvidado un eslabón de la asombrosa cadena de leyes que constantemente gobiernan y constantemente renuevan la vida en la superficies de la tierra. Me pareció, débil e insignificante hombre, que tenia que reparar esta omisión".*

#### **Cuadro 4. El Nitrógeno en el origen de muchos desequilibrios**

Cuando se aportan más de 90 kilos de nitrógeno por hectárea, se está abriendo una vía que la naturaleza no había previsto y que es la vía de la lixiviación, es decir que vamos a hacer que se viertan los nitratos en las capas freáticas, contaminándolas.

En general en los suelos la regla habitual en los ciclos bioquímicos de los distintos elementos es que cuando un elemento es escaso entrará a formar parte en los procesos por vías biológicas, es decir que la naturaleza no dejará escapar este elemento pero si un elemento es muy abundante, entrará en la vía de las reacciones físicas, y la naturaleza lo dejará escapar por lavado. Por ejemplo, si tomamos el calcio, en los suelos calizos hay mucho calcio, el agua de las capas freáticas de los terrenos calizos está repleta de calcio, al contrario si estamos en suelos graníticos, veremos que no hay ni un gramo de calcio en la capa freática, sin embargo en esos suelos graníticos crece el roble, que es el árbol más rico en contenido de calcio de nuestra flora. Aquí la biología actúa: el roble no dejará escapar ni un átomo de calcio en el suelo, absorberá todo el que encuentre, lo trasladará a sus hojas, por esto, en un terreno granítico tenemos mayores contenidos de calcio en superficie (formada por las hojas ricas en calcio) que en profundidad. El roble realiza pues un reciclado biológico del calcio.

Cuando se aporta N en forma de nitratos estos suelen ser lavados y alcanzan las capas freáticas donde provocan importantes problemas para el consumo de esa agua, ya que la Organización Mundial de la Salud limita el uso de las aguas con contenidos superiores a 50 mg/litro por el riesgo de que reacciones en el organismo humano formen nitrosaminas, que son sustancias altamente cancerígenas. Al aportar dosis excesivas de nitrógeno al suelo también alteramos la vida de las bacterias que al tener demasiado nitrógeno a su disposición se vuelven "perezosas", favoreciendo que en forma de gas se escape a la atmósfera importantes cantidades de N que se combinará con el ozono y con el agua para formar ácido nítrico que con las lluvias vuelve al suelo. Por eso, cuando utilizamos los nitratos en exceso, generamos dos vías que la naturaleza no tenía previstas: la lixiviación con posterior contaminación de las capas freáticas y también la aparición de lluvias ácidas.

Otro problema ligado a la utilización de nitrógeno químico fácilmente asimilable por las plantas, es la capacidad que tienen los nitratos para predisponer a la planta a desarrollar enfermedades fúngicas debido a la capacidad que tienen para provocar en las plantas brotaciones y tejidos más tiernos, al acumular mayor cantidad de agua. Estos tejidos con mayor cantidad de agua se convierten en tejidos más factibles para la colonización y desarrollo de hongos, bacterias y virus. También se ha demostrado que muchos insectos alimentados de plantas con altas dosis de Nitrógeno aumentan su capacidad de reproducción y en consecuencia aumenta su potencial de provocar daños a los cultivos. Por lo tanto para no utilizar abonos químicos nitrogenados en agricultura, debemos desarrollar la fijación biológica de este mediante el cultivo de leguminosas y debemos alcanzar un buen nivel de materia orgánica en el suelo.

La utilización de leguminosas como abonos verdes, la presencia de micorrizas en el suelo y mantener un alto potencial biótico en el mismo mediante las aportaciones de materia orgánica regularmente se convierten así en algo esencial e imprescindible. Esta materia orgánica que utilizamos debe de estar bien madura, para garantizar que las aportaciones de Nitrógeno sean lentas y contribuyan de forma estable al equilibrio y la salud de la planta.



## 8.- Técnicas mecánicas. Simples y efectivas

En muchas ocasiones el éxito del control va a depender de que podamos prever de alguna manera las poblaciones que vamos a tener sobre el cultivo y de esta manera iniciar o no una serie de medidas de control lo antes posible.

### ▪ Trampas pegajosas cromáticas

En realidad puede servir cualquier material que se unte con una cola entomológica (que no se reseque y permanezca útil la mayor parte de tiempo posible). Las capturas serán mayores si el material al que se ha impregnado de cola es de color que ejerza algún tipo de atracción para los insectos como puede ser el amarillo “kodak” o el azul.

En realidad este tipo de trampas nos da una idea de las poblaciones que vuelan (thrips, moscas blancas, liryomizas (minadores), lepidópteros,...). También de la fauna útil que vuela como crysopas, coleópteros voladores como las mariquitas, etc... Colocadas a la entrada de la puerta de invernaderos o en las ventanas o al aire libre en la dirección de los vientos dominantes nos informa cuando se ha producido invasiones arrastradas por el viento.

### ▪ Trampas de agua

Sirven para capturar principalmente pulgones que son atraídos por el color del fondo del recipiente especialmente si este es amarillo. El líquido suele tener una parte de detergente o aceite con el fin de que al mínimo contacto con el agua queden atrapadas. Con la aparición de la nueva plaga del tomate *Tuta absoluta* se han desarrollado distintos modelos de trampas de agua una vez que se ha comprobado la gran eficacia de estas trampas para capturar adultos de esta plaga que son atraídos por la colocación a la altura del agua de distintos tipos de feromonas.

### ▪ Trampas de feromonas

A partir de recientes investigaciones existe la posibilidad de fabricar productos similares a las hormonas que emiten las hembras y que utilizan los machos para orientarse en la búsqueda de las mismas. Existen distinto tipo de trampas en las que se coloca una cápsula de feromona de la especie que queremos monitorizar y controlamos la presencia de las poblaciones de machos.

▪ **Mallas o tejidos** de distinto trenzado con el fin de impedir la entrada de insectos a semilleros, invernaderos o cultivos al aire libre. En este sentido hay que advertir que los trenzados demasiados espesos pueden provocar problemas en los invernaderos por falta de ventilación, o en los cultivos al aire libre al impedir la polinización de insectos beneficiosos. Por otra parte la colocación de dobles puertas de mallas se ha mostrado como uno de los métodos más eficaces para el control de plagas y de insectos vectores.

▪ **Trampas con atrayentes alimenticios** (proteína hidrolizada, fosfato biamónico 2%) para atrapar moscas (Mosca de la fruta o del olivo). El diseño de tales mosqueros impide salir a las moscas aunque no entran.

## 9.-El control biológico. Un mundo de posibilidades

En general se pueden distinguir tres formas de utilización de los insectos entomófagos en el control biológico: por introducción, aumento y conservación.

### ▪ Control biológico por introducción

Cuando un insecto que ataca cultivos se introduce de una región a otra o de un país a otro, suele convertirse rápidamente en plaga de los cultivos. Esto es debido a que en el nuevo país o en la nueva región no se han desarrollado aun enemigos naturales que puedan regular sus poblaciones. A este tipo de insecto plaga se le conoce como plaga “exótica”.

Para la regulación de plagas exóticas, se utiliza una técnica denominada «introducción» de enemigos naturales o también llamado control biológico clásico. Este método incluye: identificación, importación y aclimatación de los enemigos naturales importados, con el fin de regular poblaciones de plagas introducidas en un país o región determinado. En los casos exitosos, esta forma de control ha servido para controlar numerosas plagas de manera permanente de tal manera que no causan daños económicos a los cultivos.

Uno de los mejores ejemplos de este tipo de control, lo constituye *Rodolia cardinalis*.

Este fue el primer insecto exitoso introducido para depredar sobre insectos dañinos. La plaga que controlo fue la cochinilla acanalada *Icerya purchasi*; la cual se estableció en California en 1872 y en 15 años se dispersó en toda la zona de producción de cítricos. La primera introducción a California fue de 28 adultos en 1888 y mas tarde se introdujeron 514 adultos traídos desde Australia y en menos de dos años *Rodolia cardinalis* tuvo bajo control completo a la cochinilla acanalada.

Otros ejemplo no menos importante fue el de *Cales noacki*, endoparásito de la mosca blanca de los cítricos *Aleurothrixus floccosus* cuya introducción supuso el fin del problema de las moscas blancas de los cítricos en todo el levante español.

En este sentido la potenciación de la introducción de *Cryptolaemus montrouzieri* y *Rodolia cardinalis* sería una extraordinaria estrategia para minimizar los tratamientos para la cochinilla algodonosa y otros coccidos de arandanos y frutos rojos

### ▪ Control biológico por aumento

Este método de control biológico consiste en la cría masiva y la liberación periódica en el campo de parasitoides y depredadores tanto exóticos como nativos. Se considera que estos insectos puedan multiplicarse durante la estación de crecimiento del cultivo, pero no se espera que se conviertan en una parte permanente del agroecosistema. Debido a esto se hace necesaria la liberación constante de tales insectos benéficos.

Esta técnica utilizada preferentemente en cultivos de invernaderos cuenta en la actualidad con una amplia gama de insectos recogidos en el cuadro siguiente.

**Cuadro 5**  
**Especies usadas en el control biológico en invernaderos**

Especies utilizadas en control biológico en invernaderos	Plaga regulada
<i>Eretmocerus mundus</i>	mosca blanca
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	mosca blanca
<i>Orius laevigatus</i>	trips
<i>Amblyseius cucumeris</i>	araña roja
<i>Eretmocerus eremicus</i>	mosca blanca
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	araña roja
<i>Diglyphus isaea</i>	minador
<i>Amblyseius swirskii</i>	mosca blanca, araña roja
<i>Ligus pseudoferus ibericus</i>	tuta, huevos lepidopteros
<i>Trichogramma achaeae</i>	tuta, huevos de tuta
Fuente: Varios autores	

En la actualidad el control biológico en horticultura intensiva se entiende como sueltas inundativas de grandes cantidades de insectos en momentos puntuales. Estos insectos desaparecerán con el cultivo con lo que es necesario reintroducirlos cada ciclo de cultivo. En cualquier caso esta técnica ha supuesto un incuestionable avance al posibilitar el control de muchas plagas sin la utilización de insecticidas eliminando los problemas de residuos y los peligros de toxicidad inherentes a ellos. De esta forma se abre paso en el mercado una nueva gama de productos de "Residuos 0" que junto a los programas de producción integrada suponen un incuestionable tránsito hacia modelos de agricultura más sostenibles y más compatibles con el ambiente.

*Amblyseius swirskii* ha sido el que ha representado una mayor innovación de esta tecnología en los últimos años al adaptarse a condiciones extremas en las que otros parasitoides y depredadores no se adaptaban en cultivos como tomate y pimiento.

## ▪ Control biológico por conservación de especies entomófagas

Esta técnica consiste en aprovechar la capacidad que tenga un agro-sistema manipulándolo o no para que se favorezca la permanencia en el de los enemigos naturales y así se pueda regular las poblaciones de plagas y mantenerlas a niveles bajos. La estrategia consiste en conservar y activar la presencia, la supervivencia y la reproducción de los enemigos naturales nativos que están presentes en un cultivo, a fin de incrementar su impacto sobre las plagas. Las posibilidades de incrementar las poblaciones de artrópodos benéficos y de mejorar su comportamiento depredador y parasítico efectivo, son viables a través del manejo de setos, ribazos, cubiertas vegetales que les brinde alimento y refugio dentro o fuera del cultivo.

En general la diversidad de los agro-sistemas esta asociada con la estabilidad a medio y largo plazo de las poblaciones de insectos presentes, debido a que una variedad de parasitoides y, depredadores están siempre disponibles para suprimir el crecimiento potencial de las poblaciones de las plagas.

### Cuadro 6.

#### Acciones que contribuyen a aumentar las poblaciones de enemigos naturales

- Asociaciones de cultivo;
- La presencia de umbelíferas en ribazos o campos próximos;
- Minimizar las intervenciones con insecticidas y fungicidas, químicos o naturales;
- Minimizar las labores profundas;
- Presencia de malezas que sirvan de refugio o alimentos alternativos. Las leguminosas y las compuestas suelen ser las mas acogen a insectos beneficiosos.
- La construcción de nidales para sírfidos en los casos que no existan cañas o plantas de tallo huevo, o la pulverización de extractos azucarados con levadura sobre los cultivos, setos o malezas.
- Presencia de plantas con flor en invierno como *Dittrichia viscosa*, *Medicago arborea*, *Rosmarinus officinalis*
- La presencia de plantas productoras de néctar como la *Phacelia*;
- La presencia de plagas como pulgones o cochinillas que generan gran cantidad de melazas;
- La presencia de setos vivos.

En general esta bien documentado que en agro-ecosistemas diversificados hay un incremento en la abundancia de artrópodos depredadores y parasitoides ocasionado por la expansión en la disponibilidad de presas alternativas, fuentes de néctar y microhábitats apropiados.

## 10.-La inoculación de antagonistas como estrategia para recuperar activar la capacidad supresora de los suelos.

En este ambiente de cambios tecnológicos han aparecido en el mercado numerosos productos microbiológicos de varios tipos, fundamentalmente del grupo de las *Trichodermas*, para su aplicación al suelo, con el fin de controlar alguna plaga o enfermedad.

La dificultad que encuentran estos microorganismos para su instalación y su funcionalidad suele estar relacionada con:

- La complejidad del suelo y la dificultad de aprovechar un nicho
- La presencia de fósforo soluble que dificulta la instalación de las micorrizas
- La presencia de residuos de fungicidas o insecticidas en el suelo que merma las poblaciones de los inóculos aportados

En estudios realizados por distintos investigadores, especialmente las aportaciones realizadas por García Espinosa (2010), se ha podido comprobar que la mejor respuesta de crecimiento de las plantas era mayor cuando se aportaban inóculos complejos que cuando se hacían aportaciones con inóculos puros.

Pero estos mejores resultados solo se observaban cuando los cultivos eran precedido del cultivo de plantas de crecimiento vigoroso como *Mucuna deeringiana*, pudiéndose concluir que el uso de plantas de crecimiento vigoroso y agresivo con anterioridad al cultivo, como es el caso de *Mucuna*, permite el establecimiento balanceado de complejos de antagonistas a lo largo de la abundante rizosfera de este tipo de plantas, por lo la mejor forma de introducir y establecer estos agentes de control biológico en el suelo debería responder a estrategias de este tipo.

## 11- Estrategias biotecnológicas. Un futuro que ya es presente

### ▪ Captura masiva

Utilizando la capacidad de atracción de las feromonas para capturar machos, podemos utilizar un gran numero de trampas a lo largo de la explotación de tal forma que las hembras al no estar fecundadas no puedan reproducirse y en consecuencia la población tiende a ir disminuyendo.

Los inconvenientes de este método son que requiere unas superficies bastante amplias ya que de otra forma se producirían invasiones de hembras fecundadas en el exterior de la explotación o de las áreas con instalación de trampas que penetrarían en ella y harían sus puestas sobre los cultivos, con lo que el objetivo de control no se lograría. Igualmente esta por resolver para su utilización en agricultura ecológica, la necesidad de encontrar una difusor de insecticida para colocar dentro de la trampa con algún componente de los autorizados en la actualidad en agricultura ecológica.

En olivar ya hace años que esta técnica se ha aplicado masivamente en grandes superficies para el control de *Bactrocera oleae*, colocandose botellas de 1,5 l en las que se perforan cuatro agujeros de unos 5 mm de diametro rellenando el resto de la botella con agua mas algun atrayente para la mosca (proteinas, azucares, fosfato biamocico...).

Para el control de las moscas de las frutas como *Ceratitis capitata* se ha desarrollado un método de control masivo en base a los componentes:

*Putrescina*  
*Acetato amónico*  
*Trimetilamina.*

### ▪ Confusión sexual

Utilizando las mismas sustancias feromonas se puede intentar crear en el ambiente una intensa carga de feromona de tal forma que los machos sean incapaces de localizar a las hembras al estar todo el espacio cargado de la feromona. Por este sistema se controla en grandes áreas de arrozal el barrenador del arroz *Chilo suppressalis*, o plagas del tomate como *Spodoptera exigua*.

Aparte de su uso en el control de algunas plagas clásicas como la polilla de la vid, se esta trabajando con esta estrategia para su aplicación en otras plagas como la aplicación de la confusión sexual para el control del piojo rojo de California *Aonidiella aurantii*.

El inconveniente de este método al igual que el anterior es que requiere superficies amplias para que no se produzcan invasiones de hembras fecundadas procedentes de parcelas colindantes. En todo caso es un método cada vez mas implantado en los cultivos hortícola, especialmente para lepidópteros.

### ▪ Quimioesterilización

Recientemente se ha desarrollado por el Instituto de Ecología Química de la Universidad Politécnica de Valencia un nuevo método, ya presente en el mercado, que esteriliza las poblaciones de *Ceratitis capitata*, transmitiéndose esta esterilización entre machos y hembras. El método consiste en unas trampas con una papilla fagoestimulante impregnada de Lufenuron. Este método permite ir bajando las poblaciones de *Ceratitis capitata* progresivamente ya que la esterilidad se puede transmitir entre las moscas aunque no hayan estado en contacto con la papilla fagoestimulante. Los componente atrayentes de la papilla constan de:

Acetato amónico (hembras)  
Trimedlure (machos)  
Acetato N Metil Pirrolidina (machos y hembras)

Dada la escasa cantidad de Lufenuron que se utiliza en una hectárea y de que este no esta en contacto en ningún momento con los vegetales ni las personas, así como su prácticamente nulo impacto sobre la fauna auxiliar, será un método que muy probablemente en un corto plazo de tiempo sea admitido dentro de la normativa de la agricultura ecológica.

## 12.- Biopreparados entomopatogenos. Cada vez mas eficaces

### ▪ *Bacillus Thuringiensis tipo Kurstaki*

Se utiliza para numerosas orugas de lepidópteros (mariposas y polillas), aunque no tiene ningún tipo de acción sobre los huevos ni adultos. El producto consiste en unas toxinas cristalizadas que provocan en los insectos jóvenes alteraciones mortales del sistema digestivo.

Uno de los problemas de este producto es su baja persistencia ya que es muy fotodegradable. La utilización conjunta con aceites suele aumentar su persistencia y en consecuencia su eficacia. Igualmente se suelen obtener mejores resultados tras su utilización cuando se le añade productos como la melaza que actúen como fago-estimulante y de esa forma el insecto tome mayores cantidades del producto.

Los *Bacillus* al ser muy selectivos no suelen incidir notablemente sobre otro tipo de insectos. Modernamente y debido a que cada vez mas se realiza el control de orugas con este tipo de productos empiezan a aparecer fuentes de resistencias que limitan la eficacia de los mismos.

### ▪ *Bacillus thuringiensis tipo tenebrionis*

Es específico para cierto número de larvas de coleópteros (escarabajos). El escarabajo de la patata es sensible a este tipo de producto mientras que las larvas están en los primeros estadios de desarrollo.

### ▪ *Bacillus subtilis*

Control de ciertas enfermedades fúngicas aéreas.

### ▪ *Verticillium lecanii*

Para el control de pulgones. Requiere condiciones estables y altas de humedad para sea efectivo.

### ▪ *Beauveria bassiana*

Es un hongo que existe de forma natural en el suelo y en muchos ecosistemas del mundo. Se utiliza principalmente para el control de moscas blancas aunque también puede ser eficaz en el control de trips y pulgones.

*Beauveria bassiana* tiene una triple acción sobre los insectos:

- Adhesión de la conidias a la cutícula del insecto;
- Generación de un tubo germinativo que penetra en el insecto mediante enzimas quitinolíticas, proteínolíticas y lipídicas;
- En el interior del insecto el hongo genera blastosporas. Las enzimas del insecto destruyen las estructuras internas causándole la muerte en 36-72 horas.

Es compatible con los programas de control biológico aunque hasta ahora no se han presentado estudios rigurosos sobre el tema. Suelen ser compatibles con insecticidas y con los cobres excepto *Oxicloruro*.

No se han documentado resistencias ya que el modo de acción es debido a un conjunto de más de 30 enzimas que destruyen estructuras vitales del insecto.

### ▪ *Paecilomyces fumosoroseus*

Se están desarrollando distintos insecticidas a base de este hongo para el control de moscas blancas aunque también puede ser eficaz para pulgón.

- *Trichoderma*

Son comercializadas para el control de enfermedades de suelo con resultados contradictorios, distintas cepas del genero.

- *Spinosad*

Es una suspensión acuosa obtenida a partir de la fermentación aeróbica de la bacteria *Sacharopolispora spinosa*, con un buen nivel de control de trips y orugas. La reciente autorización de la Unión Europea para su utilización en agricultura ecológica ha supuesto un importante empuje para la gestión de los sistemas ecológicos. Independientemente de los usos habituales de *Spinosad* se ha puesto a punto un formulado, *Spinosad cebo*, que tiene un uso importante complementando otras estrategias para el control de la mosca de la fruta. Este formulado permite tratar en los arboles líneas de poca anchura en las caras sur que actuaran de cebo para la plaga, con un mínimo impacto sobre la fauna auxiliar y una alta eficacia sobre la plaga.

- *Coniothyrium minitans*

Es un hongo antagonista que vive a expensas de los esclerocios de esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum* y *minor*) proporcionando una estrategia de control eficaz y limpia. La esclerotinia constituye un importante problema en los cultivos de hortalizas de otoño especialmente en los campos en los que había repetición de cultivos, para el que no existía solución ni en los campos de agricultura convencional ni en los de agricultura ecológica, excepto dejar los campos sin cultivar las especies sensibles durante un buen numero de años, ya que las formas de resistencia, los esclerocios, podían mantenerse funcionales en el suelo a la espera de un cultivo sensible durante mas de diez años.

- *Nematodos entomopatogenos*

También existen Nematodos entomopatógenos que cada vez están presente en el mercado con mayor eficacia. En la actualidad se están desarrollando importantes trabajos por las empresas productores para encontrar las estrategias de utilización de nematodos en las producciones intensivas de hortalizas del litoral mediterráneo, en el control de diversas plagas. Una de las aplicaciones que pueden funcionar a más corto plazo sería el control de los trips mediante la aplicación de los nematodos en los suelos o sustratos donde estos realizan la fase de pupa.

- *Virus entomopatogenos*

Existen distintos tipos de virus para el control de lepidopteros. El mas utilizado es el *Virus de la Poliedrosis Nuclear*. Uno de los mejores resultados se han obtenido en el control de *Spodoptera exigua* (SeMNPV), con la puesta a punto de una forma especifica del virus, muy patogénico que afecta y controla eficazmente a esta especie. El Vir-ex es un producto de gran eficacia en la lucha biológica que controla los ataques de la rosquilla verde (*Spodoptera exigua*) y no perjudica a otros enemigos naturales.



### 13.-La solarización. Una técnica simple con resultados seguros

En las parcelas en que cada año se repiten los cultivos o la rotación de estos es muy corta (solo se cultivan dos especies), o en los que las aplicaciones de materia orgánica son muy escasas, se suelen presentar problemas de “fatiga” o “cansancio” del suelo; problemas de hongos radiculares o de cuello; o problemas de nematodos.

Para frenar el desarrollo de estos problemas y recuperar al mismo tiempo la capacidad productiva de los campos, se puede utilizar, técnicas no químicas que aprovechando las altas temperaturas del verano y que en muchos cultivos ya ha finalizado o esta a punto de finalizar la recolección, proporcionan un buen efectos sobre los patógenos, al mismo tiempo que recuperan la capacidad productiva de las parcelas afectadas de “cansancio”.

**La solarización** consiste en un procedimiento no químico, de muy fácil aplicación, no contaminante y relativamente económico.

Su aplicación debe de realizarse durante los meses de verano, para calentar el suelo previamente humedecido y tapado con plástico.

Pueden emplearse distintos tipos de plástico; se consiguen buenos resultados empleando doble lámina de plástico tratado contra la radiación solar UV.

#### Técnica de aplicación

Para que el método sea efectivo ha de cumplir una serie de requisitos:

- El suelo debe ser preparado como para efectuar la siembra, con desmenuzando del mismo y eliminación de la vegetación existente.
- El suelo debe regarse hasta capacidad de campo, para incrementar la sensibilidad térmica de las esporas de los patógenos y semillas y para mejorar la conductividad térmica.
- En cuanto se pueda entrar en la parcela se cubrirá el suelo con láminas de plástico (150-400 galgas), que se solaparán y se sujetarán al suelo con tierra.
- El período de cobertura no será inferior a 4 semanas.
- De forma general, la época idónea para aplicar esta técnica es desde finales de junio a principios de septiembre.

## 14.-La biodesinfección. Una estrategia limpia para recuperar suelos fatigados.

En los muchos modelos agrarios tradicionales una práctica habitual ha sido la utilización del enterrado de estiércoles frescos, poco descompuestos, usados para la recuperación de los campos que daban síntomas de agotamiento o falta de vigor.

La biodesinfección es un proceso mediante el cual las sustancias tóxicas volátiles (gases amoniacales, metil-isocianato,...), liberadas durante la descomposición de la materia orgánica enterrada superficialmente en el suelo, ejerce un efecto de control de un buen número de patógenos, nematodos, artrópodos y plantas adventicias en general. (compostaje en superficie) y se ha conformado como una estrategia agroecológica para recuperar el vigor en aquellos campos “fatigados” tanto en invernaderos como en cultivos al aire libre.

Entre las alternativas al bromuro de metilo, recogidas en el Protocolo de Montreal de Naciones Unidas para la búsqueda de alternativas al bromuro, ha sido recogida esta técnica como estratégica muy eficiente en el control de nematodos y otros patógenos del suelo que atacan a las raíces siendo en la actualidad ampliamente utilizada entre los productores de hortalizas del litoral mediterráneo peninsular.(Bello A. *et al* 2000).

Biofumigación: La biofumigación es un proceso mediante el cual las sustancias tóxicas volátiles, liberadas durante la descomposición de la materia orgánica enterrada superficialmente en el suelo, ejerce un efecto de control de un buen número de patógenos, nematodos, artrópodos y plantas adventicias en general. (Compostaje en superficie).

### Técnica de aplicación

Para que el método sea efectivo ha de cumplir una serie de requisitos:

- 1.- El suelo debe ser preparado como para efectuar la siembra, con desmenuzando del mismo (no es necesario eliminar los restos vegetales presentes en la parcela).
- 2.- Se incorporaran al suelo una media de unos 5 kgrs de estiércol por metro cuadrado. Preferiblemente que no sea de vacuno, que no este seco o “hecho” y que contenga aproximadamente un 50% de gallinaza en su composición.
- 3.- El suelo debe regarse hasta capacidad de campo, para incrementar la sensibilidad térmica de las esporas de los patógenos y semillas y para mejorar la conductividad térmica y para iniciar los procesos de fermentación.
- 4.- En cuanto se pueda entrar en la parcela se cubrirá el suelo inmediatamente con láminas de plástico (150-400 galgas), que se solaparán y se sujetarán con tierra. También puede ser suficiente en los campos que lo permita, pasar un rulo que cierre los microporos superficiales del suelo e impida el escape de los gases procedentes de las fermentaciones.
- 5.- El período de mantenimiento del proceso no será inferior a 15 días.
- 6.- De forma general, los mejores resultados que se obtienen con esta técnica es desde finales de junio a principios de septiembre.
- 7.- En todo caso se debe de remover el campo antes de la plantación siguiente para favorecer la eliminación de gases y espaciar al menos una semana la plantación.

### Ventajas de ambas técnicas

- Cuando se mantiene el plástico para combinar los efectos de la solarización y de la biofumigación los efectos producidos suelen ser mejores que cuando se aplica cada técnica aisladamente, especialmente en los campos muy agotados o de cultivo muy intensivo.
- No se basa en productos químicos, es de fácil aplicación y no presenta problema de residuos tóxicos para las plantas, el suelo, el medio ambiente o el consumidor.
- Puede ser eficaz, dependiendo del suelo, duración y tipo de patógeno contra los hongos, nematodos, semillas de malas hierbas y ácaros del suelo.
- En los suelos en los que se han aplicado se observa "un mayor vigor en el crecimiento de los cultivos", producto de las alteraciones químicas (mineralizaciones) y biológicas que provocan estos tratamientos.
- Su aplicación es especialmente recomendable en invernaderos, viveros y semilleros, aunque también se utiliza con éxito en parcelas de cultivo al aire libre.

## Bibliografía

Baker R.,RJ; Cook. (1973). Biological Control of Plant Pathogens. W.H. Freeman and Company. San Francisco 433 pp.

Bello, A., Lopez Perez, J.A., Diaz Viruliche, L., Tello, J.,2000. Alternativas al bromuro de metilo como fumigante de suelos en España. R. Labrada (ed) Reporto n Validated Methyl Bromide Alternatives. FAO. Roma 13pp.

Carballo Vargas, M. (1982): Manejo del suelo, rastrojo y plagas: interacciones y efecto sobre el maíz (*Zea mays L.*). Tesis (Mag Sc). Turrialba (Costa Rica).b1982.94 p

Curl E.A. (1963). Control of Plant Diseases by Crop Rotation. The botanical review 29(4): 413-479.

García Espinosa R. (2010). Agroecología y Enfermedades de la Raíz en cultivos agrícolas. Editorial del Colegio de Postgraduados. Texcoco. México. 130 p.

Jaizme-Vega, M.C., Rodriguez Romero, A.S., Barroso Nuez, L.A., 2006. Effect og the combined inoculation of two arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria on papaya (*Carica papaya L.*) infected whith the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*.Fruit, 61.151-162.

Palti J. (1981). Cultural Practices and Infectious Crop Diseases. Springer Verlag., Berlin, N.Y. 243 p

Tello, J., Porcuna, J.L., 1998. Gestion Integrada de Cultivos. Una visión holística de la Agricultura. Phytoma N` 97.9-14.