



CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

Dr. Jose Luis Porcuna Coto.
Sociedad Española de Agricultura Ecológica
(SEAE)
Oficina permanente SEAE
Cami del Port, s/n. Km 1 Edif. ECA, Patio Int
1º Apdo 397
E-46470 Catarroja (Valencia)
E-mail: seae@agroecologia.net
<http://www.agroecologia.net>

INDICE

I.- El fracaso del control químico para estabilizar los sistemas agrarios.....	2
II- Un poco de historia para entender mejor el presente.....	5
III.- La fragilidad de los sistemas agrarios modernos.....	7
IV.- La relación del suelo, el aire y el agua con el desarrollo de plagas y enfermedades	9
4.1.- El suelo como componente fundamental de la salud de la planta.	10
A.-El suelo como un lugar de encuentro entre la planta y los microorganismos	13
A.1.-El encuentro entre la raíz y los microorganismos para captar Nitrógeno.....	13
A.2.- Las micorrizas. El encuentro de la planta y los hongos.....	16
B.-El suelo. Un filtro eficaz de plagas y enfermedades.....	17
4.2.-El aire como parte de la propia planta.	20
4.3.-La calidad de las aguas	22
V.-Las semillas. El reto de mejorar sin perder diversidad.....	24
VI.- Como utilizar la biodiversidad para el control de plagas y enfermedades.....	26
VII.- Los sistemas agrícolas mediterráneos como modelos agro-ecológicos para minimizar el desarrollo de plagas y enfermedades.....	28
VIII.-Umbrales de tratamientos. Una concepto agrícola a actualizar.....	30
IX. Métodos de Control de plagas y enfermedades en A. Ecológica	31
Referencias bibliográficas.....	57
Anejo 1. Reglamento 889/2008 Anexo II.	60
Anejo 2. Fotos para acompañar el texto.	62

I.- El fracaso del control químico para estabilizar los sistemas agrarios.

El fracaso de la agronomía moderna en la estabilización de los sistemas productivos es evidente. Llevamos bastante tiempo luchando con las viejas plagas y enfermedades, más las nuevas, sin que consigamos avanzar, incluso en muchas ocasiones el agricultor siente que estamos retrocediendo. Recordemos que las primeras disposiciones legislativas para la lucha contra el piojo rojo (*Chrysophtharus dictyospermi*, Morg.) datan de 1911 y las relativas al control de la cochinilla acanalada (*Icerya Purchasi* Mask) de 1922 . La legislación primera del Piojo de San José data de 1898 (*Aspidiotus perniciosus*, Comst), la de la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*, Wiedl) de 1924 y la del escarabajo de la patata de 31 de Diciembre de 1891. Mas lejos aún quedan las disposiciones sobre el mildiu de la vid, mediante la Orden de 1º de Julio de 1888, y aún seguimos sin poder controlar del todo el oídio en este cultivo, a pesar de que en el Real Decreto de 3 de Febrero de 1854 ya se daban normas sobre su control.

Hoy en día, se aplican casi 5 mil millones de litros de pesticidas en el mundo y a pesar de esto, aun se pierde entre 10 a 20 % de la cosechas por el daños de las plagas y enfermedades.

En la guerra contra las plagas, los insecticidas químicos han sido usados como el principal método de control porque parecían un método de acción rápida y que actuaba sobre las poblaciones de insectos de una manera devastadora. Sin embargo, la mayoría de los insecticidas no son selectivos y afectan junto a la plaga que se quiere controlar a otros organismos, entre los cuales se encuentran los parasitoides y depredadores de la plaga, así como los insectos polinizadores de los cultivos.

Aunque inicialmente el control siempre parece bueno, cuando la plaga se recupera, suele alcanzar niveles de poblaciones aun mayores de los que había antes de que se aplicara el insecticida puesto que al eliminarse los parásitos y depredadores naturales que frenaban el desarrollo de la plaga, esta puede ahora reproducirse sin ningún factor que limite el crecimiento de sus poblaciones. Además, la aplicación de estos tóxicos, casi siempre suele eliminar los enemigos naturales de otros insectos presentes en los cultivos y que hasta entonces no se

habían comportado como plaga pero que ahora con la ausencia de sus enemigos naturales se reproducen sin limitaciones a niveles muy altos provocando daños en los cultivos.

Ligado a esto, esta la habilidad de los insectos, de los hongos y las bacterias para desarrollar razas resistentes a los pesticidas; de tal manera, que los que utilizan el control químico como única herramienta, muy pronto se ven envueltos por una u otra causa, en una espiral que les obliga a utilizar cada vez mayores cantidades de insecticidas y fungicidas para controlar los problemas originales.

En una sociedad con un desarrollo tecnológico sin precedentes, con variedades híbridas resistentes, con abonos minerales y orgánicos de todo tipo, con estimulantes y fitoreguladores y con una gama de fitofármacos increíble, seguimos como al principio, pero además hemos degradado amplios agro-sistemas, contaminado toda la cadena trófica, a la especie humana y creados grandes conflictos sociales y económicos.

¿Dónde estuvo el error?

Quizás el error estuvo en entender la salud de las plantas como algo que depende de la presencia de un patógeno o de un insecto inoportuno y que en todo caso se puede corregir eliminando al intruso. Desde un punto de vista Agroecológico, mantener la salud de las plantas es algo más complicado, ya que son las funciones de las plantas que no se pueden describir de una manera simple o reduccionista, las que son responsables de sus interacciones con el entorno, las que determinan su salud.

La salud y el equilibrio de una planta, de una parcela, de un agro-sistema no puede ser entendido como algo simple, como un lugar o un estado al que ha accedido la planta, sino como un proceso abierto en continuo cambio y evolución. Más que un sitio al que llegar la salud de una planta es una manera de interactuar con el suelo y con el ambiente aéreo que la rodea. Por lo tanto, la visión global, la síntesis, de los factores que interactúan con ella en su entorno, se hace más necesaria, que el análisis, para su comprensión (Porcuna 2001).

El concepto de salud, como el concepto de vida, no pueden ser definidos con precisión, de hecho ambos conceptos van vinculados estrechamente entre sí.

El significado de la salud depende de la visión que se tenga de un organismo viviente y de la relación de éste con su entorno. Como este concepto cambia de una civilización a otra y de una época a otra, igualmente cambia el concepto de salud. En la agronomía moderna, necesitamos un concepto de salud amplio que incluya las connotaciones sociales, individuales y ecológicas que lleva implícito y que tenga una visión integral de los organismos vivientes en su relación con el propio hombre.

Es necesario cambiar la manera de pensar

Desde una visión agroecológica, el mundo aparece actualmente como algo ya lleno y muy frágil. Frente a los graves problemas ambientales y de salud, la búsqueda de la calidad de vida constituirá en un futuro no muy lejano el fundamento sobre el que apoyar la planificación del desarrollo. En este sentido, la sostenibilidad, aparece hoy como la estrategia más importante para aplicar en este mundo sobreexplotado y la reconversión de los actuales modos de producir en modelos que contemplen la gestión de agro-sistemas sostenibles se configura como una tarea inaplazable. Esta transición es ya un reto ineludible para el siglo XXI, y para ello, replantear los problemas de la sanidad vegetal constituyen un paso fundamental y necesario.

Desarrollar sistemas agropecuarios sanos y sostenibles, incluyendo a las comunidades humanas que los sostiene, incluyendo las culturas y recursos de estas comunidades, no implica solo cambiar leyes y hábitos, sino fundamentalmente, abordar un nuevo estilo de ver e interpretar el mundo. Como afirma Alan Thein Durning¹ *"El problema que percibimos es que un futuro mas sostenible tiene enfrente algo muy difícil de cambiar: el modo de pensar dominante"*.

Quizás este cambio aunque sea tímidamente ya ha comenzado, puesto que en la actualidad, se esta produciendo importantes correcciones de las estrategias de producción en las empresas agrícolas mas importantes y tecnificadas de Europas. Las nuevas demandas de los mercados esta obligando a realizar en muy

¹ Alan Thein Durning, es autor de un artículo publicado en la revista World-Watch titulado "Cthis place on earth: home and practice of permanence" publicado por Sasquatch Books (Seattle). En el considera los estudios sobre costes

corto periodo de tiempo un cambio tecnológico sin precedentes en la dirección de reducir al máximo los productos químicos y se sustituirlos por otros de un perfil mas ecológico. Los extractos de origen vegetal, la utilización masiva de insectos útiles y el desarrollo de técnicas de confusión sexual, capturas masivas o quimio-esterilización nos hacen pensar que estamos ante una revolución tecnológica de una magnitud sin precedente en cuanto al control de plagas y enfermedades.

Este cambio viene propiciado por una parte por las altas exigencias de las grandes cadenas de distribución en cuanto a los niveles de residuos que empiezan a requerirse próximos a cero y por otra la mayor percepción de los consumidores de la importancia de los alimentos en cuanto su influencia sobre la salud

II- Un poco de historia para entender mejor el presente

Pasteur demostró claramente la correlación entre las bacterias y la enfermedad, y sus teorías tuvieron un impacto decisivo. Las hipótesis defendidas por otros investigadores en el sentido de que era la presencia de factores múltiples que actuaban sinérgicamente los que provocaban la enfermedad, no fueron aceptadas y con ello el concepto de etiología definido por Robert Koch, según el cual una enfermedad es causada por un solo factor, paso a formar parte de la cultura científica instaurándose en ella. Sin embargo, Pasteur tenía una visión mucho mas amplia sobre la enfermedad y escribía en su diario: *“Si tuviese que emprender nuevamente mis estudios sobre las enfermedades, dirigiría mis esfuerzos a delimitar las condiciones ambientales que aumentan su valor y resistencia...”*²

Durante mucho tiempo, y aún hoy en la actualidad, la patología vegetal se ha basado principalmente, en el postulado que relaciona cada enfermedad con un agente causal. Hasta tal punto esta asociación ha sido aceptada, que es costumbre entre los fitopatólogos, referirse a una enfermedad, por el nombre científico del organismo causal. Sin embargo, hoy ya, podemos incorporar a la

reales, sobre el precio real de un salmón, de un litro de gasolina o del tejido de nuestra ropa,... considerándolos como parte del capital natural.

² Capra F (1982). El punto crucial. Ciencia, sociedad y cultura naciente. Rutas del Viento. Integral Ed.

patología, los conocimientos sobre fisiología vegetal, biología y ecología, como consecuencia de ello, cada vez se nos presenta como mas raro, la existencia de asociaciones especificas y genuinas, entre una enfermedad y un agente patógeno, en el sentido, de que para que tal relación se manifieste, se necesita que confluyan muchas otras circunstancias, tan importantes o más para el desarrollo de la enfermedad que el propio agente patógeno.

Sabemos que el concepto de enfermedad es delimitado desde un punto de vista clásico, como el proceso de interacción entre unas condiciones ambientales favorables al desarrollo de un parásito, sobre un huésped sensible a este, en un espacio y tiempo determinado. Tradicionalmente, todos los esfuerzos e investigaciones se han centrado, bien en estudiar como acabar con la viabilidad del parásito, o bien como introducir resistencias a la planta hospedera como estrategia para romper el triángulo de la enfermedad y con ello el desarrollo de la misma. Los estudios del tercer elemento, el ambiente, han quedado generalmente relegados o reducidos en todo caso a la determinación de las condiciones climatológicas (humedad y t°) necesarias para que se produzca la enfermedad. Quizás la dificultad de trabajar con un conjunto de parámetros, o bien por que la propia visión reduccionista de la ciencia imposibilitaba el acometer tales estudios con una cuerpo de doctrina suficiente o porque los descubrimientos en este sentido iban a ser difícilmente comercializables, el caso es que la carencia de estudios de este tipo en la literatura científica es casi total.

Quizás por estas razones al concentrarse los esfuerzos de los patólogos modernos en las fronteras de fragmentos más pequeños, (virus, viroides, micoplasmas,...), se pierde de vista la presencia del entorno de las plantas, del suelo, del aire... como parte del propio paciente o de la propia enfermedad.

III.- La fragilidad de los sistemas agrarios modernos

Esta vulnerabilidad hay que buscarla lógicamente en 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 en monocultivo como en datos tan espectaculares como que en la actualidad solamente once especies suministran el 80% de los alimentos a nivel mundial. Entre estos los cereales 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 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.

Se ha demostrado que los sistemas agrícolas en los que hay una biodiversidad alta y una compleja estructura se comportan como ecosistemas mas 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 numerosas mecanismos que minimizan el estrés en la transferencia de energía y nutrientes, por lo que el sistema puede adaptarse y seguir funcionando. Igualmente los controles bióticos internos minimizan o evitan las oscilaciones destructivas de poblaciones de plagas, promoviendo la estabilidad del ecosistema (Labrador 1994).

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

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 perturbaciones³, en todo caso, el manejo de la diversidad es un gran reto especialmente en agro-sistemas intensivos ya que comparado con el manejo convencional, éste puede conllevar más trabajo, más riesgo 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).

³ En este sentido, la conferencia de las partes III (COP III), del Convenio sobre Biodiversidad, (UNEP, 1997), alienta a los miembros a desarrollar “estrategias” Nacionales, Programas o Planes para identificar los componentes claves de la diversidad biológica en sistemas de producción agrícola responsables del mantenimiento de los procesos naturales y ciclos, monitorear y evaluar los efectos de las diferentes prácticas y tecnologías agrícolas sobre esos componentes y alentar la adopción de prácticas reparadoras para alcanzar niveles apropiados de biodiversidad.

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. Aumenta la diversidad a través del tiempo y los fenómenos de antagonismo, ayudando al control de enfermedades y el ciclado de nutrientes..
Agregar prácticas o insumos estimuladores de la diversidad	Labranza reducida, aportes de materia orgánica	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.	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, esquilmantes y erosivas. Con el tiempo se puede restablecer la diversidad funcional.

Fuente: Adaptado de Gliessmann, (2001).

IV.- La relación del suelo, el aire y el agua con el desarrollo de plagas y enfermedades

Ya hemos visto que en general, desde la agricultura convencional se presta poca importancia al rol jugado por el ambiente aéreo y subterráneo, sobre el desarrollo de las plagas y enfermedades, sin embargo todos los estudios realizados parecen evidenciar esta relación y han puesto de manifiesto la íntima ligazón que existe entre el suelo, las plagas y las enfermedades aéreas y subterráneas que ocurren en las plantas.

4.1.- El suelo como componente fundamental de la salud de la planta.

El proceso por el cual los suelos empiezan a perder la fertilidad y la capacidad de albergar vida se llama desertización, y en ello pueden influir, tanto la proximidad de otros desiertos, como las propias operaciones que se desarrollan en el mismo suelo, siendo la actividad agraria, una de las causas que pueden desencadenar estos procesos, cuando no se desarrolla esta actividad productiva con criterios agroecológicos.

El desierto que se sitúa mas cerca de nosotros avanza , al parecer, implacablemente. El Sahara ha extendido sus fronteras en los últimos 25 años en unas 65 millones de hectáreas, algo mas que el equivalente a todo el territorio español... Al parecer la apisonadora desértica avanza hacia nosotros, por lo que no parece oportuno coquetear con ambigüedades, ni decir que corresponde a imaginaciones de ecologistas radicales.

A veces pensamos que el desierto solo avanza en sus espacios limítrofes, pero eso no es cierto; esta especializado también en penetrar por la retaguardia y sin lugar a dudas, al bosque mediterráneo le ha llegado su turno y a pesar de estar a 700 km. de distancia, empezamos a notar su aliento en la nuca.

Los geomorfólogos y ecólogos marcan la influencia sahariana prácticamente en todo el sur de la península, alcanzando ya gran parte del litoral mediterráneo. El avance es silencioso y de puntillas, e incluye la perdida por erosión de grandes cantidades de tierras fértiles, evaluadas en mas de 50 tn por Ha y año.

Estos procesos erosivos pueden ir precedidos de un incendio, de una salinización de los acuíferos, o del abandono de un suelo porque las enfermedades han hecho inviable el cultivo, o sencillamente porque el suelo ya agotado no tiene capacidad de mantener cultivos sanos. Cuando la cubierta vegetal desaparece, las aguas no encuentran a nadie que las llame, y así comienza el camino sin vuelta atrás de la desertización.

Algunos pueblos han dado muestras de su capacidad para frenarlo; así, los biólogos señalan como la autentica muralla china, la formada por una franja

arbórea de 7000 km. de largo y 400 de ancho de bosque artificial, realizado para salvar de la desertización 25 millones de hectáreas de pastos.

Pero junto a estos factores exógenos, existen otros endógenos que determinan procesos de erosión y que están íntimamente relacionados con el proceso de manejo del suelo que hace el propio agricultor.

Los agricultores tradicionales han basado la fertilización de los suelos, en el empleo de estiércoles semi o totalmente compostados, que se dejaban en superficie o se enterraban a poca profundidad. La incorporación a la agricultura moderna de fertilizantes químicos, utilizados a gran escala, en detrimento de las aportaciones orgánicas, ha provocado efectos lamentables en nuestros suelos. Uno de ellos es que los contenidos de materia orgánica, hayan disminuido hasta niveles inferiores al 1%, incluso en aquellos campos que se dedican a horticultura intensiva.

Sin la materia orgánica, la vida en el suelo va desapareciendo, y con ella la capacidad de retener agua y minerales esenciales para el desarrollo equilibrado de las plantas. Por si fuera poco, la utilización cada vez mas generalizada de herbicidas, termina por romper los naturales y frágiles equilibrios microbianos del suelo. Si disminuye la actividad microbiana de los suelos, también disminuye la cubierta vegetal que son capaces de soportar, y con esta disminución comienza lentamente la muerte del suelo y la debilidad de las plantas que mantiene.

Esta muerte, aparece disfrazada de distintas maneras, pero con un factor común determinante, que es la perdida de capacidad productiva. Sea en forma de "cansancio del suelo", o como "perdida de fertilidad", obligan al agricultor a deslizarse por una rampa sin vuelta atrás, en forma de incremento de los insumos (fertilizantes, desinfecciones, nuevas variedades, etc.). Hemos olvidado que el suelo, además de soporte mantiene a los protagonistas esenciales en el desarrollo de plantas sanas y equilibradas: los microorganismos. Cuando estos empiezan a morir, también lo hace el suelo, y entonces, los cultivos se resienten a pesar de que contamos en la actualidad con las mas modernas técnicas y recursos productivos que nunca fuimos capaces de imaginar. Esta es la gran paradoja con

que nos toca convivir: " mas problemas productivos que nunca, a pesar de tener mas medios que nunca"..

En el suelo ocurren innumerables y muy complejas interacciones. Sabemos que las prácticas de agricultura intensiva, basado en las variedades híbridas y en la fertilización química en detrimento de las aportaciones orgánicas, han provocado, la pérdida de biodiversidad, representada por multitud de artrópodos, lombrices, hongos, etc. ... que junto con su desaparición han dejado de realizarse, entre otras, las funciones básicas de mulción y aireación del suelo. Contrariamente y, en la medida que el suelo se compactaba se producía un desarrollo ventajoso de la flora microbiana anaeróbica inductora de procesos tóxicos en las raíces, incrementándose en consecuencia la susceptibilidad de las plantas frente a patógenos telúricos. En la terminología agrícola se acuñaba así el concepto de "fatiga del suelo". En el mismo sentido, los especialistas de suelo, observan el efecto de esta intensificación agrícola en ellos, favoreciendo la destrucción y perdida del complejo arcilloso húmico, y el consiguiente lavado y arrastre a capas profundas de arcillas, que al no estar enlazadas al humus, dejan de estar presente en los lugares en los que se producen las interacciones -patógeno/raíz-, y por lo tanto, dejan de jugar un papel importante en los posibles procesos de resistencias a hongos vasculares. En el caso de resistencias de suelos a *Fusarium oxysporum* , Stotzky (1963, 1966) y Alabouvette (1986) explican que la fracción mineral del suelo tiene un papel determinante en el fenómeno de los suelos resistentes a *F. oxysporum* , aunque desconozcan la parte específica de dicha acción.

A estos efectos tenemos que sumar la influencia negativa que tienen las aportaciones de fosfatos, sobre la presencia de micorrizas asociadas a las raíces. El papel jugado por estas para explorar mayor superficie de suelo y conseguir para la plantas elementos imprescindibles para su desarrollo equilibrado cobra cada vez mas importancia (Barea 1982). Además el papel de las micorrizas minimizando los estrés de las plantas, así como su acción protectora frente a numerosos patógenos ha sido documentada en numerosas ocasiones.

Estos procesos de pérdida de productividad no suelen aparecer ligados exclusivamente a parcelas o enclaves determinados sino que también se hacen

presentes en grandes agro-sistemas. Este es el caso del primer piso bioclimático de la península ibérica, que abarca todo el litoral mediterráneo, la cuenca del Guadalquivir, el suroeste de Andalucía y el sur de Portugal. Este espacio mediterráneo, como unidad, como “ente vivo”, se resiente globalmente y su debilidad se hace patente en forma de plagas, fisiopatías, falta de productividad, virosis, ... de tal forma que incluso las parcelas manejadas con técnicas respetuosas con la actividad microbiana de los suelos, encuentran dificultades importantes para desarrollar cultivos sanos ante la fuerte presión de inóculos patógenos e insectos que provoca el desequilibrio global del agro-sistema mediterráneo.

A.-El suelo como un lugar de encuentro entre la planta y los microorganismos

Aunque la actividad de los distintos microorganismos del suelo puede ser múltiple y variada y la capacidad de estos para inducir el crecimiento celular puede ser muy importante, existen dos tipos de asociaciones simbióticas esenciales e imprescindibles para el desarrollo de unos cultivos sanos y equilibrados, la de la raíces con la bacterias del genero *Rhizobium* y la de las raíces con los hongos micorrizicos.

A.1.-El encuentro entre la raíz y los microorganismos para captar Nitrógeno.

La colaboración biológica para captar Nitrógeno es llevada a cabo por la raíz con tres tipos de organismos: **las bacterias, los actinomicetos, las cianobacterias**. Estos tres grupos de organismos pueden realizar esta fijación en estado libre en el suelo, aunque en este estado la tasa de fijación es baja y puede suponer entre 10 y 20 kilos de nitrógeno fijado por hectárea y año. Esta cuantía es suficiente para un bosque pero insuficiente para el desarrollo de los cultivos por eso, estos organismos han desarrollado métodos muy eficaces para fijar el nitrógeno mediante las simbiosis con otros organismos. En efecto, para captar nitrógeno los microorganismos requieren mucha energía por lo que su estrategia es asociarse con plantas verdes que se la proporcionen. Estas les mandaran a través de sus raíces energía en forma de azúcares, y las bacterias bien nutridas de

energía podrán fijar más moléculas de nitrógeno. En el caso de simbiosis de las bacterias llamadas *Rhizobium*, se fijan entre 80 y 400 kilos de nitrógeno por hectárea y año. y se produce entre los *Rhizobium* y las leguminosas.

En el caso de los actinomicetos, la simbiosis se realiza con los árboles, por ejemplo el olmo o el madroño y la “producción” en nitrógeno de estas asociaciones se cifra en 60-80 kg./ha. y año.

Las cianobacterias se asociarán con las algas, y en los cultivos de arroz fijaran unos 200 Kg./ha. y año de nitrógeno. Esta estrategia permite altas producciones de arroz a los países asiáticos que llegan a cosechar mas de 120 quintales de arroz por hectárea y año.

Hemos visto que la asociación simbiótica entre dos organismos está basada en un intercambio equilibrado de metabolitos, pero este intercambio puede ser desajustado por innumerables circunstancias bióticas y abióticas. Entre estas últimas podemos encontrar el aire contaminado, la presencia en el suelo de metales pesados o fungicidas, la ausencia de materia orgánica, etc. Una alteración en el transporte de metabolitos de la parte aérea a las raíces afectara en consecuencia tanto a los *Rhizobium* inductores de nódulos en las leguminosas, como a los hongos asociados en la rizosfera, incluyendo las micorrizas.

La reducción de la asimilación de N puede tener evidentemente consecuencias negativas para ambos, pero también para el agro-sistema, en el sentido, de que los cultivos que se desarrollen con posterioridad van a encontrar un suelo mermado en sus contenidos de compuestos nitrogenados, básicos para su desarrollo, por lo que habrá que suplementar las aportaciones de N.

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 escaparse 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 mgr/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 combinarán 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 utilizemos 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.

A.2.- Las micorrizas. El encuentro de 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: influencia de las micorrizas sobre la fisiología de la planta, las interacciones ecológicas con otros microorganismos en el suelo y la ingeniería del suelo.

1.-Las micorrizas y 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.

2.-Las micorrizas como protectoras frente a patógenos del suelo

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 ciclado de nutrientes y la nutrición de las plantas.

3.- La ingeniería de las micorrizas como estructuradoras 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 nutriente 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 mas intensos, los hongos micorríticos tienen mas dificultades para reconocer a la raíz y el proceso de micorrización se hace mas difícil y menos intenso). Las micorrizas tienen un papel indiscutible que no puede ser sustituido, que es la provisión de agregados estables de suelo.

B.-El suelo. Un filtro eficaz de plagas y enfermedades

Una de las funciones mas importantes del suelo, la de “filtro biológico”, suele ser poco estudiada y considerada en general. Hemos visto anteriormente, que un suelo estructurado mediante la materia orgánica y la acción de los microorganismos, es un suelo que recupera su estructura vertebrada por el complejo arcilloso húmico. Este suelo estructurado permitirá que circule en el 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 *Psedophonus rufines*, la “tijereta” *Forticula auricularia* así como la acción sobre las pupas del hongo *Stigmatomyces aciurae*

En otros casos es la acción de los propios abonos verdes los que contribuyen a reforzar esa acción de filtro biológico. Este es el caso de muchas plantas del genero brásica, a las que se ha considerado supresoras 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 consideran como productos tóxicos (Brown y Morra 1997)

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. Posteriormente en 1993 aparecen los primeros estudios que demuestran que en los suelos con residuos de *Brassica napus* y *B.juncea* se inhibe el desarrollo de hongos del suelo dependiendo de varios factores, pero fundamentalmente de la brassica empleada.

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.

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⁻¹ de nitrógeno ureico y 500 kg ha⁻¹ 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

Como 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 mas sensibles a la utilizacion de herbicidas como como el melocotonero y la nectarina agradecerán que el control de las hierbas espontaneas se realice por medio de labores mecánicas o con cubiertas vegetales que actuen 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 trebol, 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 mulcion 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 altramuz 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 frio y es una especie muy productiva. No se debe de utilizar en campo con problemas de nematodos pues es muy sensible a *Heterodera schactii* 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.

4.2.-El aire como parte de la propia planta.

El aire aporta mas del 95% de los constituyentes de la propia planta, y en la actualidad, está sometido a la presión de numerosos agentes que inciden sobre él, provocando alteraciones mucho mas rápidas que los procesos adaptativos de los seres vivos que habitan en él.

El calentamiento global, el incremento de los niveles de CO₂, o de ozono, así como los episodios de deposiciones ácidas y de incremento de las radiaciones UV-B⁴, juegan un determinante papel en las interacciones planta-patógenos, ya sea favoreciendo, frenando, o modificando el desarrollo de la interacción.

La reacción de la planta frente a aire polucionado depende del ambiente, de la cantidad de contaminante difundido a través de las hojas y de las características de la planta para resistir. Esta resistencia está controlada inicialmente por los caracteres genéticos de la planta, estado de desarrollo y tiempo de exposición y en segundo lugar por las influencias que pueden modificar estas respuestas debido a factores externos.

El hecho de que se convierta en enemigo en vez de alimento necesario para las plantas, es especialmente duro, porque él constituye el primer y último combustible de la propia vida.

En la actualidad sabemos que las concentraciones de ozono a nivel troposférico, al nivel que respiran los cultivos, constituyen un importante problema en grandes áreas de la península. Estas concentraciones del gas merman el desarrollo de los cultivos mas sensibles como pueden ser las judías, las sandias o las patatas entre otros. En valorar estos efectos se esta trabajando intensamente por el Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), Centros de Investigaciones Medio Ambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y el Servicio de Sanidad Vegetal de la Generalitat Valenciana, ya que se ha documentado que en amplias zonas de la península como el litoral mediterráneo y en algunas cuencas como la del Guadalquivir, son rebasados los limites máximos que marcan las Directiva Europeas para fitotoxicidad en planta especialmente en los periodos de primavera y verano..

En el caso del ozono, se ha estudiado su interacción con el desarrollo de numerosas enfermedades de las plantas. En el caso del mediterráneo, se ha relacionado la presencia constante de enfermedades de origen viral durante los

⁴ En un trabajo de síntesis es recogido estas aportaciones sobre la influencia de la atmosfera por Manning W.J, Tiedemann A (1995). Climate change:potencial effects of increased atmospheric carbon dioxide,ozone and ultraviolet-b radiation on plant diseases. Environmental Pollution 88.pp219-245.

últimos años, con episodios de concentraciones de ozono troposférico superiores a las directivas europeas durante los periodos de primavera-verano.(Gimeno,1995; Porcuna 1993)

Efectivamente, el aire contaminado puede aumentar o suprimir la infección, la penetración de muchos agentes patógenos y en consecuencia puede confundir la interpretación y evaluación de resultados experimentales que no lo hayan considerado. Igualmente los patógenos, pueden también modificar la sensibilidad de las plantas huéspedes a los contaminantes, y en definitiva estas alteraciones, pueden producir una modificación en el propio desarrollo y evolución de los agro-sistemas.

Desde la perspectiva agroecológica, es necesario analizar la susceptibilidad de las nuevas variedades a la calidad del aire de las zonas en las que se vayan a cultivar, especialmente en los cultivos del área mediterránea. Es por esto, por lo que se hace cada vez mas necesario e imprescindible que los procesos de selección y mejora se realicen en las propias zonas de cultivo ya que de esta forma además de conocer el comportamiento frente a los posibles agentes patógenos y contaminantes atmosféricos permitiremos a los cultivos poner en marcha sus propios mecanismos de adaptación al tiempo que valoramos la importancia real de estas interacciones.

4.3.-La calidad de las aguas

Consideradas históricamente como bien "sagrado" que había que utilizar, guardar y repartir, empiezan a sentir en sus vetas profundas el impacto ruidoso de una civilización, que aunque ahora mismo dejara de practicar toda actividad con capacidad contaminante, se seguirían aún, recogiendo contaminantes durante décadas.

Los nitratos, las trazas de herbicidas, los detergentes y metales pesados, son las huellas que dejamos tras nuestro paso en gran parte de los pozos, ríos y manantiales. Sobre los nitratos, en general todos los estudios indican que nos encontramos en unos de los países mas contaminados del mundo por estas sales; por otra parte, respecto a los herbicidas, son cada vez mas numerosos los pozos en los que se detectan trazas de *atrazinas*, *bromacil*, *terbutilazina*, *terbumetona*,

terbutrina, trifluralina, simazina y diuron,.. aunque afortunadamente aparecen de momento a concentraciones muy bajas.

Muchos acuíferos subterráneos, podrían quedar definitivamente contaminados tanto por la actividad agraria (nitratos) que ya ha dejado cientos de pozos inservibles para el consumo humano como por la contaminación descontrolada de numerosas industrias que inyectan sus residuos al subsuelo.

El manejo del riego. Un tema esencial para la sanidad de la plantación.

Aunque el riego por goteo tiene numerosas ventajas respecto a la facilidad y oportunidad en el manejo de las dosis de agua, el ahorro de importantes cantidades en la distribución de las mismas así como su comodidad, plantea especialmente en el cultivo ecológico algún tipo de dificultades.

En general, cuando tenemos un riego por goteo que se utiliza regularmente para aportar a la planta la cantidad de agua que este necesita en las diferentes fases de su ciclo, se produce una concentración importante de raíces absorbentes en una parte del suelo muy limitada, lo que impide que las raíces puedan distribuirse por todo el suelo y explorarlo convenientemente. Esta situación, va a limitar la posibilidad de captar nutrientes por la planta, la capacidad de esta para micorrizar sus raíces y la capacidad para hacer frente a los distintos tipos de estrés que se puedan presentar a lo largo del cultivo. Esta situación puede mejorar parcialmente cuando el riego por goteo se utiliza, no como tal, sino mas bien como una infraestructura que permite dar riegos cómodos, en el momento oportuno pero intentado minimizar sus efectos no deseados en el desarrollo radicular. Para ello, mas que aplicar riegos muy frecuentes con poco agua, seria necesario inducir una exploración máxima del suelo por la masa radicular, lo cual se puede conseguir parcialmente con riegos espaciados con mucha agua, intentando imitar una lluvia o un riego a manta, de forma que el bulbo de riego sea lo mas amplio posible. La utilización de las instalaciones de riego por goteo para imitar riegos por inundación ha sido señalado por numerosos técnicos como una buena estrategia para mantener la sanidad de muchas plantas herbáceas y arbóreas típicas de manejos en secano como la vid o el olivo entre otras. El exceso de humedad o la

presencia de humedad permanente en el suelo, especialmente en aquellos campos en los que no existe una buena infiltración del agua por la existencia de suela de labor lleva implícito la aparición de distintas patologías en las raíces que no desaparecerán hasta que cambie el manejo del agua o las condiciones del suelo.

V.-Las semillas. El reto de mejorar sin perder diversidad.

En muy poco tiempo estamos pasando de la Revolución Verde a la revolución biotecnológica. La primera, que fue concebida y valorada como un milagro, no tardó en presentar sus resultados de desastre ecológico. La segunda empieza a considerarse el 2º milagro, incluso en algunos casos, se presentan los avances en biotecnología, como el "arma total", con la que nos podremos librar de los productos químicos y sus efectos nefastos.

El paradigma científico ofrece recetas tecnológicas, como solución a problemas interdisciplinarios y complejos. Este "olvido" de la complejidad de las interacciones entre todos los aspectos presentes en cualquier problema, puede llevarnos de nuevo a una encrucijada, en la que los problemas colaterales, se convierten en esenciales por falta de rigor en evaluar las repercusiones agroecológicas de las técnicas utilizadas.

No podemos olvidar que una de las líneas principales actualmente de investigación de las industrias químicas transnacionales, sería la de poner a punto, variedades con mayor capacidad de resistencia frente a dosis altas de herbicidas, así como incrementar la capacidad para tolerar mayores dosis de fertilizantes. Para algunos, estos planteamientos pueden parecer extraños, pero en definitiva de lo que se trata, es de adaptar las plantas a los productos químicos, en vez de al contrario, porque sencillamente, suele resultar más barato. Mientras que el coste de un herbicida puede superar los 40 millones de euros, el desarrollo de una nueva variedad con técnicas biotecnológicas se estima sobre los 4 millones.

Algunos premios nobeles han cuestionado este desarrollo biotecnológico, por los riesgos que podría llevar implícito a largo plazo, como por ejemplo, la introducción de estos genes alterados en las "malas hierbas", que se convertirían así en super-malezas, o la inducción de razas de insectos super-resistentes, etc...

La utilización de biotecnología en agricultura implica, de alguna manera, la inoculación de organismos nuevos, en un entorno probablemente no preparado evolutivamente para ello, con el agravante, de que una marcha atrás sería prácticamente imposible, puesto que los organismos se multiplicarían sin control.

Desde un punto de vista agroecológico, en principio, la mejora genética (de cualquier tipo) no es mas que un conjunto de herramientas que dependiendo de cómo se utilicen se obtendrá mayores o menores niveles de diversidad. Hasta ahora, su uso ha ido dirigido a obtener cultivares de una amplia adaptación y genéticamente uniformes, renunciándose de esta manera a aprovechar las interacciones positivas “genotipo-medio”⁵ y obligando en consecuencia a la utilización de fuertes insumos (abonos y fitosanitarios) para obtener buenas producciones.

Solamente estrategias que pongan énfasis en seleccionar, de acuerdo con los ambientes específicos, podrán optimizar la productividad, renunciando a los fuertes incrementos de insumos.. Lógicamente estos trabajos de adaptación a los ambientes específicos solo es posible si se hace un uso intensivo de la biodiversidad. Las técnicas, de mejora clásica, que pueden ayudar a crear mayor agrodiversidad son señaladas por el profesor F Nuez (1997):

- Liberación directa de cultivares procedentes de las primeras generaciones de selección
- Uso de mezcla de cultivares
- Cultivares multilínea, de cruces compuestos
- Variedades sintéticas y de polinización abierta
- Híbridos de varias vías

⁵ Una de las mejores concreciones de estas sinergias, se encuentran en los campos de cultivo de arroz valenciano, donde el centro de selección y mejora dependiente del IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias) se encuentra situado en los propios campos de cultivo. Posteriormente las variedades seleccionadas son entregadas a las cooperativas de productores de semillas para su reproducción y venta a los agricultores. Consecuentemente todo el proceso se realiza en función de interés públicos y no en función de intereses comerciales. Hasta la fecha el cultivo del arroz en Valencia es, entre todos los cultivos que se realizan en el arco mediterráneo, el que menos problemas fitopatológicos presenta.

Para llevar a cabo estos programas la conservación de las variedades tradicionales se manifiesta como una “práctica agrícola imprescindible y esencial” ya que son las variedades tradicionales las depositarias de la variabilidad genética y por lo tanto las depositarias de las capacidades de adaptación a ambientes específicos.

VI.- Como utilizar la biodiversidad para el control de plagas y enfermedades

- 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 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; reservorio de fitoseidos como *Euseius stipulatus*, *Ambliseius 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.

- Plantas bancos: 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 ataquen 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/m²), que irá a su vez colonizando y parasitando a *A. Gossypii* sobre las plantas del cultivo.

- 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 mas 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 mas 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

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

VII.- Los sistemas agrícolas mediterráneos como modelos agro-ecológicos para minimizar el desarrollo de plagas y enfermedades.

Aunque muchos especialistas consideran inaplicables los modelos agroecológico en la sociedad actual, hay que recordar que el modelo agrario mediterráneo constituye en si mismo (aún hoy en la actualidad), un ejemplo lleno de “buenas practicas agrícolas” en cuanto a su diseño. Dicho diseño es el que hace posible la gran plasticidad y capacidad de adaptación demostrada por los campos del litoral mediterráneo a lo largo de su historia, especialmente en las condiciones mas difíciles.: Analicemos algunos de ellos:

- Micro-parcelación:

Si es bien cierto que las parcelas de escasas dimensiones plantean importantes problemas de incremento de costes al impedir o complicar la gestión y mecanización de las mismas, también es cierto que constituyen en si mismas un

modelo escrupulosamente científico de diseño, ya que esa configuración ha permitido preservar unos altísimos niveles de biodiversidad. Esta biodiversidad ha sido la clave para atemperar el desarrollo de muchas plagas y enfermedades, respecto a la virulencia con la que se han desarrollado en otras zonas con paisajes mas continuos y homogéneos..

A la luz de los conocimientos actuales, el diseño microparcelado de muchos campos de agricultura tradicional, constituye un importante herramienta agroecológica, y desde este punto de vista lo apasionante del problema esta, no en el cambio de estructura que homogeneice el paisaje, sino en reconvertir y aproximar la propiedad de parcelas, manteniendo y conservando los niveles de biodiversidad actuales, Reconvertir los factores limitantes (microparcelación) en señas de identidad cultural y estabilidad agroecológica, debería constituir un eje estratégico, para el planteamiento del desarrollo de la futura agricultura mediterránea.

La validez del diseño microparcelado, ha sido refrendado, apoyado y recomendado, por las mejores instituciones científica de todo el mundo. Recordemos que las recomendaciones de la OILB de “buenas practicas agrícolas” (Organización Internacional para la lucha biológica) para el control integrado recoge que:

- “... las parcelas no sean superiores a 100 m. de lado...”, avalando, en consecuencia científicamente nuestro diseño.
- “... la superficie de reserva ecológica será al menos del 5% de la superficie total de cultivo...” , avalando igualmente, la continua presencia de setos, ribazos y lindes presentes en nuestro campos, como estrategia sostenible para el control de plagas y enfermedades.

Para muchos agricultores y técnicos, puede resultar extraño, que el equilibrio de muchas plagas presentes en los campos peninsulares es mantenido en gran parte a la estructura microparcelada heredada de sus antepasado, así como a la presencia de muchos cientos de kilómetros de setos y ribazos asociados a las acequias..

-La vegetación de ribera: Un análisis agroecológico considera que con la cementación de una acequia se produce un ahorro de agua, pero también la posible pérdida de unos elementos biológicos claves para la preservación del equilibrio de los agrosistemas, compuesto por toda la vegetación asociada a ella.

La cementación de muchas acequias provocó la muerte implacable de la vegetación de ribera que estaba asociada a ella y así la rotura de los equilibrios asociados a ella entre las plagas y los parásitos y depredadores. También, al perderse la vegetación de ribera se perdía la capacidad que tenían sus raíces para actuar de reservorios de inóculo microbiano beneficioso. Efectivamente muchos microorganismos necesarios, como por ejemplo las micorrizas, se reintroducen en los campos de cultivo, desde las raíces de la flora asociada a las acequias no cementadas, cuando se pierden o se merman sus poblaciones a causa de malas prácticas agrícolas.

En cualquier caso, no podemos olvidar que la medida más importante a la hora de ahorrar agua, consiste en conservar y mejorar no la red de distribución, sino la capacidad de retención de agua por el suelo, y esto se consigue manteniendo un suelo estructurado mediante la aplicación de “buenas prácticas agrícolas”. Estudios realizados sobre el tema, han puesto en evidencia que la necesidad de agua de un cultivo como la patata en un suelo bien estructurado, disminuye hasta un 50% respecto al mismo suelo desestructurado.

VIII.-Umrales de tratamientos. Una concepto agrícola a actualizar.

Desde esta perspectiva, el actual manejo conceptual que se hace de los umbrales de intervención (umbrales económicos de tratamiento) resulta poco científico y nítidamente pobre en cuanto a su contribución al equilibrio de los agro-sistemas. Mucho más completo parecería la utilización de conceptos tales como “umbral ecológico” considerando como tal aquellos que necesitan alcanzar los agro-sistemas para poder desarrollar procesos de equilibrio y adaptación.

Consideremos algunos ejemplos. En los cultivos de cebolla de primavera-verano, el desarrollo en los campos de cultivos, de depredadores de *Trips tabaci* esta condicionada a que se alcancen niveles superiores a las 25 formas móviles aproximadamente (Romero 1992). En los campos establecidos y que están dotados de una infraestructura ecológica suficiente (setos, ribazos, etc.) el desplazamiento de los depredadores se produce siempre sistemáticamente no siendo necesario realizar intervenciones. Sin embargo en los campos en los que se han realizado tratamientos fitosanitarios la entrada de los depredadores no se produce ya que no se alcanzan estos niveles de plaga, y en consecuencia, estos, se van alejando hacia otras parcelas u zonas. con lo que la parcela objeto de la intervención química, no puede jamás alcanzar niveles que posibiliten una interacción plaga-depredador. Si estos datos son correctos, la conclusión que se extrae es bien evidente, los cálculos de umbrales han de ser redefinidos teniendo en cuenta el presumible comportamiento de los depredadores en los próximos años e introduciendo un factor corrector que evalúe igualmente el desequilibrio de daño en el agro-sistema que va a perjudicar al conjunto de agricultores de la zona.

IX. Métodos de Control de plagas y enfermedades en A. Ecológica

Realmente en agricultura ecológica no pretendemos en ningún momento eliminar o controlar totalmente la plaga o la enfermedad, sino que pretendemos mantener los niveles de esta de tal forma que los daños que provoque sean asumibles económica y ecológicamente. A pesar de que todos los elementos se integran para que el desarrollo de plagas y enfermedades este siempre dentro de los límites señalados anteriormente, pueden aparecer incidencias altas de insectos o enfermedades respecto a los que hay que intervenir directamente.

Estos métodos de control van a perseguir reforzar el equilibrio del sistema productivo en uno o varios puntos, y tradicionalmente son clasificados en:

A- Acciones **agronómicas**.

B- Medios **físicos**

C- Medios **biológicos**.

D- Utilización de productos **vegetales** que refuerzan la resistencia de las plantas, inhiben el desarrollo de los parásitos vegetales o actúan como insecticidas.

E- Empleo de productos **minerales**, que aumentan la resistencia de las plantas o inhiben o controlan los parásitos vegetales.

En general los medios de control físico lo que tratan es de ganar equilibrio reforzando la capacidad de cerrarse el sistema. Los medios de control biológicos pretenden reforzar el equilibrio del sistema mediante un incremento de la complementariedad de los medios productivos y por último la utilización de productos vegetales y minerales, lo que trata en realidad es de alcanzar unos niveles de complementariedad reduciendo las poblaciones de aquellos elementos que por las causas que fuesen han adquiridos unos niveles de desarrollo muy alto respecto a otros elementos. Sin embargo, resulta mas correcto el análisis que pone énfasis en señalar que las propias plagas y enfermedades son unas consecuencias provocadas por el propio desequilibrio del sistema y que realmente lo que hay que corregir son estos desequilibrios de fondos, ya que estas aparecerían como una consecuencia y no como una causa de desequilibrio.

• Monitorizar las poblaciones

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 con el fin de que se hundan y no vuelvan a salir volando. 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.

A.- Medios físicos

Además de las clásicas y no menos controvertidas prácticas de destrucción manual de las plagas o partes enferma de las plantas, existen otro numeroso conjunto de prácticas que se pueden aplicar para mejorar el control de plagas y enfermedades:

- Recogida manual y su posterior destrucción pudiéndose utilizarse como repelentes de otros adultos o como cría de parásitos..
- La destrucción de la madera o restos de poda mediante el fuego o triturado y enterrado de los mismos.
- Trampas mecánicas para topos, ratones, caracoles, ...
- Trampas adhesivas combinadas o no con trampas cromáticas que sirven para atraer a los insectos hacia la propia trampa.
- Redes y cintas de colores que ahuyenten a pájaros, etc.
- 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.
- Bandas de cartón ondulado atadas alrededor de los árboles con el fin de que sirvan de lugares de puesta para orugas y otros insectos que se refugian en ella.
- 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.

B.- Métodos biotecnológicos

Captura masiva. Utilizando la capacidad de atracción de las feromonas para capturar machos, podemos utilizar un gran número 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 un difusor de insecticida para colocar dentro de la trampa con algún componente de los autorizados en la actualidad en agricultura ecológica.

Mientras que en olivar ya hace años que esta técnica se ha aplicado masivamente en grandes superficies para el control de *Bactrocera oleae*, en otros cultivos como los cítricos se han desarrollado estas técnicas con gran eficacia.

En cítricos se ha desarrollado un método de control masivo en base a los componentes: *putrescina*, *acetato amónico*, *trimetilamina*, que se aplica en grandes áreas mediante trampas para la captura masiva de la mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata*.

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*.

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 grandes superficies para que no se produzcan invasiones de hembras fecundadas procedentes de parcelas colindantes.

Quimioesterilización. Recientemente se ha desarrollado por el Instituto de Ecología Química de la Universidad Politécnica de Valencia un nuevo metodo, 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.

C.- Control biológico.

C.1.- INSECTOS

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 controló 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 más 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.

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.

ESPECIES UTILIZADAS EN CONTROL BIOLOGICO 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

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 él 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.

Entre las 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.
- La presencia de plantas productoras de néctar como la *Phacelia*.
- La presencia de plagas como pulgones o cochinillas que general 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.

C.2.- BIOPREPARADOS ENTOMOPATOGENOS:

- ***Bacillus Thuringiensis tipo Kurstaki***, que 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.

- ***Verticilium 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 tambien puede ser eficaz en el control de trips y pulgones.

Beauveria bassiana tiene una triple acción sobre los insectos:

- a) Adhesión de la conidias a la cutícula del insecto.
- b) Generación de un tubo germinativo que penetra en el insecto mediante enzimas quitinolíticas, proteinolíticas y lipídicas.

c) 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 *Oxícloruro*.

No se han documentado resistencias ya que el modo de acción es debido a un conjunto de mas de 30 enzima 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.

- Distintas cepas del genero *Trichoderma* son comercializadas para el control de enfermedades de suelo con resultados contradictorios.

- *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 número de años, ya que las formas de resistencia, los esclerocios, podían mantenerse funcionales en el suelo a la espera de un cultivo sensible durante más de diez años.

- **Nematodos entomopatógenos** También existen nematodos entomopatógenos que cada vez están presentes en el mercado con mayor eficacia. En la actualidad se están desarrollando importantes trabajos por las empresas productoras 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.

D.- Tratamientos con productos vegetales.

Tradicionalmente los tratamientos a los cultivos se han realizado con distintos tipos de extractos de productos vegetales que poseían sustancias tóxicas para el patógeno o el insecto que queríamos controlar. Otro extractos vegetales se han utilizado por su capacidad de repelencia, por su capacidad de reforzar la cutícula de las hojas o por su capacidad de estimular los mecanismos naturales de defensa de las plantas.

Una de las sustancias presentes en estos extractos eran los *alcaloides*. Estos son principios activos en general muy tóxicos para los insectos y se pueden extraer de plantas como el *Pelitre*, el *Derris*, el *Tabaco* y el *Neem*.

Otra planta muy interesante por sus componentes es la cola de caballo (*Equisetum spp*) de la que se obtiene por medio de maceraciones sustancias ricas en silicio orgánico, que actúa reforzando la resistencia natural de las paredes vegetales frente a la entrada de los micelios de hongos o los estrés de tipo ambiental (heladas, vientos, etc.).

En algunos casos los aceites provenientes de plantas contienen aceites esenciales o algún otro tipo de sustancias que son ligeramente volátiles y cuyo aroma puede provocar un efecto repelente para los posibles plagas. (neem, ajo, ajeno, tanaceto, etc...).

Las aplicaciones foliares a base de purines como los de ortiga, algas, etc pueden estimular los mecanismos de defensa de las plantas confiriéndoles una resistencia mayor.

Insecticidas vegetales:

En la actualidad se conocen muchísimas plantas con propiedades insecticidas pero exclusivamente se comercializan los insecticidas extraídos de algunas de ellas.

Piretrinas. Las flores de ciertas especies de pelitre, principalmente el *Chrysanthemum cinerariaefolium* cultivado en países africanos generalmente, contienen un cierto tipo de sustancias insecticidas que son la piretrinas (posteriormente copiada su estructura por la industria química dio origen a un tipo de productos conocido como *piretroides*), que ejercen una

importante acción sobre el sistema nervioso de los insectos por contacto provocando una parálisis rápida.

La limitación en el uso de este grupo de productos viene dada por el hecho de que son muy sensibles a la luz y al calor, por lo que para evitar su alteración debe de tratarse por la tarde y guardarse en envases opaco y lugares frescos.

Aunque su toxicología para el hombre es muy baja, son muy tóxicos para los peces. En nuestro país solo existe registro de este tipo de productos para su uso en almacenaje de granos y tubérculos, y para su uso como desinfectante en locales y almacenes agrícolas.

Aunque los piretroides sintéticos no están autorizados en agricultura ecológica, se ha autorizado su utilización en trampas de *Lambda-cialotrin* y *Deltametrina*..

Rotenona.- Proviene de las raíces de algunas plantas tropicales de la familia de las leguminosas como *Derris sp*, *Tephrosia sp*, *Lonchocarpus sp*, originarias de países de América Central e Indonesia. Esta actúa por ingestión y contacto, y al igual que la piretrinas su punto de acción esta en el sistema nervioso de estos. Su acción es mas fuerte que la de las piretrinas aunque tarda mas en realizar su efecto.

Como la mayoría de las sustancias naturales, la luz, el aire y el calor la degradan rapidisimamente, por lo que debe de utilizarse al atardecer. Se recomienda su utilización en aguas con pH 7 y no debe mezclarse con otros productos de pH superior a 7, aunque si admite la mezcla con las piretrinas para reforzar su acción. Existen diversos tipos de productos para bajar los pH de las aguas, pero quizás los más comunes son los vinagres.

Es muy tóxica para los peces aunque no para el hombre ni los animales de sangre caliente ni las abejas. Una de las acciones muy negativas que se le imputan a este producto es que tiene un efecto indirecto sobre las poblaciones de ácaros (*Tetranychus spp*), produciéndose generalmente grandes aumento de sus poblaciones tras la utilización de la rotenona.

La rotenona ha sido excluida del Anexo I de la U.E por lo que su utilización tanto en agricultura ecológica como convencional quedara en breve plazo prohibido o restringido.

Nicotina.- Procede de las plantas de tabaco de las que se extrae en forma de sulfato de nicotina. Actúa por inhalación y secundariamente por contacto e ingestión. Su uso asociado al jabón de potasa para el control de pulgones especialmente en frutales es muy eficaz.

Es muy tóxico para el hombre y animales domésticos (DL 50 mg/kg), y ejerce un efecto repulsivo sobre las abejas.

Al igual que los anteriores tiene una acción polivalente y muy poca persistencia sobre las plantas debido a que la nicotina es muy volátil. Su uso esta muy cuestionado en agricultura ecológica debido tanto a la peligrosidad de su uso como al efecto poco selectivo que tiene sobre todos los insectos (beneficiosos o no) por lo que puede originar importantes desequilibrios. En la actualidad no esta autorizado su uso.

Neem. Proviene este insecticida de las semillas del árbol del Neem (*Azadirachta indica*) muy común en el sudeste de Asia, India, América Central y África. Además de tener una acción insecticida también actúa como repelente y como inhibidor del desarrollo de muchas larvas de insectos (IGR).

Se descompone muy fácilmente en la presencia de la luz y del calor y no es tóxico para el hombre ni los animales domésticos ni las abejas.

La utilización de extractos de origen vegetal ha aportado soluciones muy interesantes en el control de plagas y enfermedades, especialmente desde la perspectiva de los residuos, ya que la mayoría de los productos procedentes de plantas suelen tener unas tasas de degradación muy rápidas.

Desde el punto de vista ecológico, es necesario en todo caso, valorar el impacto que dichos extractos pueden tener sobre la fauna auxiliar, ya que en muchos casos se asocia precipitadamente las ideas de producto natural y bajo impacto sobre los equilibrios de los agrosistemas. Es un producto compatible con los programa de control biológico.

Quassia amara. Se trata de un producto con actividad insecticida, larvicida y nematicida. Los ingredientes activos son los quasionides, los cuales crean una barrera en la planta debido a los quasionoides. Actúa por contacto e ingestión y detiene el desarrollo de los insectos y crea un efecto de repelencia principalmente en los insectos chupadores.

Se recomienda su utilización entre 5° y 30° ya que el exceso de temperatura o humedad puede perjudicar la penetración del producto. Igualmente se recomienda su utilización con un pH próximo a 6.

Hay que dejar de tratar los frutos antes de 15 días ya que puede transmitir un ligero sabor amargo. Es un producto compatible con los programas de control biológico.

Extracto de chile picante (*Capsicum frutescens y annum*)

Es un potente repelente con cierta acción insecticida. Su modo de acción es por contacto. Al ser aplicado crea un ambiente desfavorable y de inapetencia. También realiza una acción repelente contra conejos, liebres y aves.

Los extractos suelen ser incompatibles con cobres y azufres y con distintos tipos de aceites.

Si existen polinizadores deberán de dejar al menos 3 días hasta

Se recomienda un pH ligeramente básico o neutro.. Es un producto compatible con los programas de control biológico.

Aceite de naranja (*karanjin y pongamin*)

Actúa fundamentalmente como repelente e inhibe el inicio de la ovoposición y de las picaduras de alimentación de los insectos.

La presencia de flavonoides amargos favorece la aparición de fenómenos anorexigenicos ya que provoca la pérdida del apetito del insecto plaga, se paraliza la actividad del tracto intestinal y de los órganos masticadores y chupadores y se debilita el crecimiento y desarrollo. Utilizar pH ligeramente ácidos. Es un producto compatible con los programas de control biológico.

E.- Tratamientos con productos minerales.

♦ **Azufre.-** Es uno de los fungicidas mas polivalentes que existen y su uso se ha extendido tanto en agricultura ecológica como química para el oídio, el moteado y el cribado entre las enfermedades provocadas por hongos. Además tiene una interesante acción sobre los ácaros (*Tetranychus*) y muy especialmente sobre los microacaros como el del bronceado del tomate (*Aculops lycopersici*) o la acariosis del pimiento (*Polifagotarsonemus latus*), la erinosis de la vid, el ácaro de las maravillas del limonero y el “badoc” del avellano. También tiene una acción repelente de insectos en general. Es inofensivo para las abejas y puede utilizarse durante la floración.

Aunque su acción es optima entre los 18 y 25°C, puede utilizarse fuera de este rango, si bien existe el peligro de que aparezca cierto tipo de fitotoxidades según cultivos por encima de los 30°C o que pierda absolutamente su acción por debajo de los 10°C. También baja mucho su acción sobre plantas mojadas o con rocío.

Es especialmente fitotóxico para algunas variedades de manzano del tipo *Delicious* y en variedades de albaricoquero. No debe de mezclarse con aceites ni debe de utilizarse con posterioridad a estos hasta pasados al menos 15 días según las condiciones climáticas. Tampoco debe de mezclarse con jabones u otras sustancias alcalinas. Tampoco debe de utilizarse en cultivos destinados a conservas en hojalatas ni en alcachofas.

Existen distintos tipos de azufres en el mercado tanto en cuanto a su presentación como a su formulación asociada a otros productos, pero en general encontraremos dos clases de azufre:

- espolvoreo: Se utilizan los azufres micronizados, molidos o sublimados (flor de azufre). En algunos casos se refuerza su acción al tiempo que se baja su capacidad fitotóxica, mezclándose al 50 % con algas del tipo *lithothamne* molidas muy finamente.

- pulverización.: Se emplean los azufres coloidales y los mojables. Su persistencia es mayor debido a los adherentes que incluyen por lo que su capacidad fitotóxica también lo es. Se recomienda este tipo de azufres para el invierno y los otros para los periodos más cálidos. Además este tipo de azufres permite el que se les pueda mezclar con cobres, algas, bentonita, etc.

La utilización de quemadores automatizados de azufre esta siendo utilizando con bastante éxito en cultivos de invernaderos de hortalizas intensivas aprovechando así tanto la acción repelente de insectos, la acción acaricida y la acción antifungica de una manera constante.

♦ **Polisulfuro de calcio.-** Su obtención proviene de la reacción del azufre en polvo con cal viva. Es muy corrosivo incluso en dilución, atacando al hierro, al cobre e incluso al caucho, por lo que los aparatos deben de lavarse muy bien inmediatamente después de su uso.

Principalmente se utiliza en los tratamientos para formas invernantes de pulgones, cochinillas, ácaros, etc... en los frutales de hojas caducas y para el control de enfermedades como el oídio, cribado, momificado, moteado y lepra del melocotonero.

No es compatible con aceites minerales y deben de separarse su utilización entre 30 a 60 días, siendo esta última cifra la aconsejada cuando se trata primero con polisulfuro. El plazo de seguridad es de 30 días y su nivel de toxicidad es bajo (A).

♦ **Cobre.-** Es uno de los insecticidas mas antiguos utilizados en tratamientos preventivos contra un gran número de hongos endoparásitos (de desarrollo interno) y contra bacteriosis: abolladura, cribado, moteado, mildiu, aguado, rabia del garbanzo, ntracnosis, cercospora, repilo, royas

Es bastante persistente (en ausencia de lluvias y rocíos) llegando a ejercer su acción durante dos semanas en las partes tratadas.

No se recomienda su aplicación con abonos foliares a base de algas. Entre los cultivos que presentan algún tipo de fitotoxicidad están los manzanos (*Golden, Starking, Reineta, Jonathan, etc...*), peras (*Blanquilla, Decana, Pasa crassana, Willians, etc...* melocotonero, cerezo. En vid no se debe aplicar durante la floración.

En los cultivos mas sensibles se recomienda no sobrepasar los 250 grs. de cobre metal por hl. de agua para evitar quemaduras sobre plantas. Entre los compuestos a base de cobre el más fitotóxico es el caldo bordelés.

El problema de la utilización del cobre en agricultura ecológica es que es un metal pesado que se comporta como un potente biocida al acumularse en el suelo, especialmente para las lombrices, pero también para otros hongos como las micorrizas, etc.. Debido a esto en la normativa de la U.E constantemente se esta

discutiendo las restricciones al uso de este producto en agricultura convencional y en agricultura ecológica tanto en las cantidades máximas como en los formulados, enfrentándose las posturas de los que enfatizan su comportamiento como metal pesado frente a los que justifican su uso ante la ausencia de otras alternativas frente a enfermedades causadas por hongos penetrantes y bacteriosis. En A. Ecológica no esta autorizado la utilización de mas de 6 Kg/ha de cobre al año.

En el mercado se puede encontrar de numerosas formas:

- caldo bordelés o sulfato de cobre neutralizado con cal. Es el más efectivo pero también el más fitotóxico especialmente si se ha realizado la preparación casera y no se ha cuidado su punto de pH.

- oxicloruro de cobre es menos activo que el anterior pero también menos fitotóxico.

- óxido cuproso, es el menos fitotóxico y se reserva para aplicaciones de los cultivos mas sensibles.

♦ **Permanganato potasico.**- Se trata de un producto muy oxidante utilizado como tratamiento “curativo” en el caso de ciertos oidios y negrillas. Puesto que se acción es muy rápida se recomienda realizar posteriormente un tratamiento con un producto un poco más persistente como puede ser el azufre.

No deben de realizarse tratamientos con dosis superiores a 150 gr/hl debido a su capacidad fitotóxica. Tampoco se debe de mezclar con azufre.

Debido a su poder corrosivo se recomienda al igual que con el polisulfuro realizar una cuidadosa limpieza del material con el que se ha tratado. Su plazo de seguridad es de 10 días, y su utilización en la directiva de la UE esta muy cuestionado, existiendo en estos momentos una propuesta de prohibición tanto en agricultura ecológica como convencional..

♦ **Silicato de sosa.**- Es un fungicida con una cierta capacidad sistémica que penetra en los tejidos vegetales pero que en concentraciones excesivas (superiores al 1%) puede ocasionar quemaduras. Se utiliza tanto en tratamientos aéreos como mezclado con turba en semilleros. Tiene cierta acción contra *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Pythium*, etc... En algunas ocasiones se utiliza para el control de moteado del manzano. Las dosis de tratamiento en invierno no deben de sobrepasar los 2 kg/hl en tratamientos de invierno y los 500 g/hl en tratamientos sobre vegetación.

♦ **Bentonita.**- Es una de las muchas arcillas que se pueden utilizar tanto para reforzar la acción de un fungicida como mojante o sinergizante, como para espesar un caldo (enlucido de troncos) e incluso como fungicida directamente como es el caso del moteado del manzano.

♦ **Caolín.** Existen distintas formulaciones en el mercado a base de arcillas calcinadas y purificadas que reciben el nombre de caolín. En general tienen una buena protección contra insectos, golpes de sol y estrés térmicos. Existen en el mercado caolines registrados para el control de la mosca del olivo *Bractocera oleae*.

♦ **Aceites minerales.**

Su acción principal es provocar la asfixia de ácaros, pulgones, huevos de ácaros, etc... Existen varios tipos de aceites:

- aceites de invierno.- son productos con un residuo insulfonable (proporción de aceite no atacado por ácido sulfúrico) inferior al 80%, por lo que su uso está limitado en invierno para las formas invernantes (pulgones, cochinillas, ácaros, etc..) ya que no se puede utilizar antes de la caída de las hojas ni después de que se haya iniciado la movida de savia. Deben de transcurrir al menos 15 días desde su aplicación a la del cardo bordolés y 30 para el azufre y el polisulfuro.

- aceites de verano.- son aquellos que tienen un residuo insulfonable superior al 90 %. Se pueden utilizar en cítricos, frutales de hueso y de pepita, olivo, ornamentales, platanera para el control de numerosas plagas de los tipos señalados anteriormente. Se deben de guardar las mismas precauciones que con el anterior respecto a su compatibilidad con otros productos y en el caso de los cítricos su uso debe de estar limitado antes de que el fruto haya iniciado el cambio de color, o cuando este presente algún tipo de carencia especialmente de hierro y magnesio. No aplicar en mandarinos sensibles como Wilking.. Algunos frutales de hueso son sensibles después de la brotación.

-aceites para cultivos herbáceos.- Existen en el mercado varios aceites que se han diseñado especialmente para poder ser utilizados en cultivos hortícolas directamente o como coadyuvantes..

La utilización de estos aceites no presenta problemas siempre y cuando las plantas sobre las que se empleen no estén soportando ningún estrés en el momento de la aplicación y cuando no se utilicen en verano en momentos de máxima insolación. Respecto a la compatibilidad con los otros productos debe de guardarse las mismas precauciones que con los aceites anteriores.

Las arcillas ofrecen un interesante uso en A. Ecológica contra pulgones, trips y hongos. La caolinita tiene una importante acción sobre los mecanismos de cicatrización. La illita es la que tiene menor poder de absorción y se suele utilizar para el encalado de los troncos. La montmorillonita es la arcilla mas completa en cuanto a sus propiedades terapéuticas. La bentonita Es una de las muchas arcillas que se pueden utilizar tanto para reforzar la acción de un fungicida como mojante o sinergizante, como para espesar un caldo (enlucido de troncos) e incluso como fungicida directamente como es el caso del moteado del manzano. Tiene un importante poder cubrimiento y es la mas fijadora de todas las arcilla. la utilización de arcilla han sido muy útiles en el control de la lepra del melocotonero, realizando los primeros tratamientos antes de la dispersión de esporas y contribuyen de manera importante a minimizar los estrés del arbolado especialmete los provocados por la luz y el calor.

En la actualidad existen en el mercado español registros de caolinitas para el control de plagas como la mosca del olivo. En general tienen una buena protección contra insectos, golpes de sol y estrés térmicos.

♦ **Jabón de potasa.**

Procede de la saturación de ácidos grasos con hidróxido potásico y tiene una consistencia pastosa. Algunos jabones para la limpieza del hogar son de este tipo, pero también se fabrican para su uso específico para el control de plagas. Su utilidad es para aquellas plagas que se protegen con algún tipo de cubierta cética o melaza, tales como los pulgones, moscas blancas...al disolver la cubierta cética de los insectos y en consecuencia alterar su capacidad de controlar su intercambio gaseoso con el ambiente. En el control de moscas se utiliza al 1% y para el de pulgones al 2%, en cualquier caso la dosis va a depender de la calidad de las aguas que estemos utilizando para la preparación del caldo. Deben de transcurrir al menos 10 días antes de una nueva aplicación.

◆ Fosfitos.

Pertenece a este grupo un conjunto de productos presentes en el mercado que se han obtenido mediante la neutralización de un ácido fosforoso con una base. Se trata de unos productos no autorizados en el reglamento de A.Ecológica pero que ha sido propuesta su inclusión por diversos países.

Su acción principal es que actúa como elicitador, estimulando la resistencia de las plantas frente a hongos de desarrollo interno tipo mildius. Su eficacia para este tipo de hongos se ha comprobado en las hortalizas, en vid y en cítricos para *Phytophthora*.

Otros métodos.

◆ La Solarización. Un método cada vez más valorado

Se basa este método en aumentar la temperatura del suelo utilizando la energía del sol mediante una cubierta plástica transparente sobre el durante la época del año de máxima irradiación solar. Este aumento de temperatura produce efectos letales para todos los microorganismos no termófilos presentes en el suelo. Su eficacia es alta tanto para los hongos entomopatógenos como para las malas hierbas (la juncia resiste el tratamiento).

La lámina plástica debe de estar muy apoyada sobre el suelo para conseguir mejor el efecto de aumentar la temperatura al no existir bolsas de aire. Previamente el suelo debe de haber sido movido y regado con el fin de estimular la dinamización de las formas de resistencias presentes en el suelo. La temperatura del suelo puede alcanzar según zonas y tipos de suelos temperaturas superiores a los 45 °C en una profundidad de 20 cm. Para que el tratamiento sea efectivo se requiere mantener este tratamiento al menos durante un mes en las zonas cálidas y más de 45 días en las zonas más templadas o frías.

El problema de la solarización radica en que produce una mortandad no específica de microorganismos del suelo sin distinguir a los patógenos de los no patógenos, por lo que se puede convertir en una práctica profundamente antiecológica al desequilibrar la vida del suelo dejando un medio inerte si se utiliza habitualmente..

La biodesinfección. Estrategia para las replantaciones y suelos fatigados.

En muchos modelos agrarios tradicionales en el Mediterráneo ha sido una práctica tradicional 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, 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 en los que se realiza la replantación, en suelos fatigados, sin haber esperado 2-3 años a su recuperación mediante el cultivo de hortalizas, leguminosas o forrajeras.

Entre las alternativas al bromuro de metilo, recogidas por el Protocolo de Montreal, ha sido recogida esta técnica como estratégica ya que se ha podido contrastar resultados muy eficientes (Bello 2000).

Técnica de aplicación::

1. El suelo debe ser preparado como para efectuar la siembra, con desmenuzado 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.- Cuando se mantiene el plástico para combinar los efectos de la solarización y de la biodesinfección los efectos producidos suelen ser mejores que cuando se aplica cada técnica aisladamente.

La utilización de vinazas para la recuperación de suelos

La vinaza es el residuo agroindustrial obtenido en la producción y destilación del vino. Los científicos han observado, sobre un cultivo de pepino, que al mismo tiempo que se aplica la vinaza es posible reducir la fertilización y todos los tratamientos fitosanitarios convencionales, aportando una ventaja añadida. Y es que, a la par de suponer una fuente de materia orgánica que enriquece los suelos de cultivo, comporta una disminución de los problemas fitosanitarios asociados al cultivo y mantiene la producción, la curvatura y calibre de los frutos y demás características agronómicas al mismo nivel. Su aplicación, que aún necesita profundizar en su estudio, podría ser como abono y control de patógenos en cultivos tanto ecológicos como convencionales.

La importancia de los mojantes en las aplicaciones ecológicas..

La utilización de este tipo de productos es muy importante en agricultura ecológica ya que en general los productos que se utilizan son de una eficacia reducida y de fácil degradación por la luz y el calor. En este sentido los mojantes proporcionan una mayor persistencia a los productos, una mayor adherencia y en algunos casos nos permite rebajar las dosis manteniendo la misma eficacia.

Además de los mojantes mas habituales existen otros que se están utilizando cada vez mas por el sector, como los que se citan a continuación que pueden proporcionar resultados aceptables :

- Lecha desnatada.-La utilización de 1 l. por 100 l. de caldo permite aumentar la persistencia de los productos al paso que ejerce cierta acción de protección frente a hongos y a virus de transmisión mecánica.

- Caseína.- 50 gr con 100gr de cal apagada. Tienen el inconveniente de que produce mucha espuma.

- Melaza azucarera.- A razón de 250 gr. con 100 gr de cal por 100 l. de caldo.

- Aceites vegetales- La utilización de aceites vegetales puede servir para aumentar la estabilidad de muchos productos y hacerlos mas penetrantes. Estos tambien pueden servir para proteger a ciertos productos como *Bacillus thuringiensis* frente a la acción de los rayos solares, con el consiguiente aumento del periodo de actividad.

- Jabón de potasa.- Se puede utilizar con la nicotina, mezclando 1 kg de jabón por cada 100 l. de caldo.

En general los mojantes no se deben de mezclar con silicato de sosa ni permanganato potásico. Tampoco con caldo bórdeles.

Nota Final

La reglamentación de autorizaciones tanto en agricultura ecológica como en convencional viene siendo muy dinámica en los últimos años, por lo que en ningún caso debe de considerarse los productos recogidos en este Manual como referencia de autorización. Los Comité de Agricultura Ecológica y las Empresas Certificadoras serán las indicadas para indicar a los productores los productos que se autorizados que se pueden utilizar en cada momento.

Referencias bibliográficas.

Alabouvette C. 1986. Fusarium wilt suppressive soils from the Châteaurenard region: review of a 10 years study. *Agronomie*, 6(3), 273-284.

Altieri, M. A. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. CETAL. Valparaíso. Chile.

Altieri, M. A. 1995. Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. CLADES. Santiago de Chile.

Barea, J.M. y Azcon-Aguilar, C. 1982. La rizosfera interacciones microbio-planta. Anales de Edafología y Agrobiología . Tomo XLI Vol 7-8 1517-1532

Bello, A., Lopez Perez, J.A, Diaz Viruliche, L., Sanz, R., 2000. Biofumigation, solarization and nematode control XXV International Nematology Symposium, April 2-7, 2000. Herzliva. Israel.

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.

Chan M.Y.K.; R.C. Close. 1987. Aphanomyces root rot of peas. 3. Control by the use of cruciferous amendments. *N.Z.J.Agric.Res.* 30, 225-233.

Gimeno B.S., Salleras J.M., Porcuna J.L., Reinert R.A., Velissariou D., Davison A.W. 1995a. The use of watermelon as an ozone bioindicator. In: *Bioindicators of Environmental Health*. Munawar M., O. Hänninen, Roy, S., Munawar S., Kärenlampi L., Brown D. (eds). SPB Academic Publishing, The Netherlands. 52-62.

Gimeno B.S., Peñuelas J., Porcuna J.L., Reinert R.A. 1995b. Biomonitoring ozone phytotoxicity in eastern Spain. *Water, Air and Soil Pollution* 85. 1521-1526.

Gliessman, S.R. 2001.- La biodiversidad y la estabilidad de los agroecosistemas. En: La práctica de la agricultura y ganadería ecológica. CAAE. Sevilla.

Jaizme-Vega, M.C. ; Rodriguez Romero, A.S. ; Barroso Nuñez, L.A. 2006. Effect of the combined inoculation of two arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria on papaya (*Carica papaya* L.) infected with the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Fruit*, 61. 151-162.

Labrador, J.; Altieri, M.A. 1994.- Manejo y Diseño de Sistemas Agrícolas Sustentables. Hoja Divulgadora 4/94. MAPA. Madrid.

Lazarovits, G.; K. Conn; G. Kritzman. 1997. High nitrogen containing organic amendments for the control of soilborne plant pathogens. International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and

Emissions Reductions, Nov. 3-5, 1997, San Diego, California, 3, 1-2.

Michel, V.V.; J.F. Wang; D.J. Midmore; G.L. Hertman. 1997. Effects of intercropping and soil amendment with urea and calcium oxide on the incidence of bacterial wilt of tomato and survival of soil-borne *Pseudomonas solanacearum* in Taiwan. *Plant Pathology* 46, 600-610.

Nuez F., Ruiz.J., Prohems, J. 1997. Mejora Genetica para mantener la diversidad de los cultivos agricolas. Documento Informaivo de estudio nº 6.FAO. 34pp.

Papavizas, G.C.; C.B. Davey. 1960. Rhizoctonia disease of bean as affected by decomposing green plant materials and associated microfloras. *Phytopathology* 60, 516-522.

Pitarch C. 1993. *Barreras de maíz como protección a los cultivos hortícolas*. Memoria del Servicio de Sanidad Vegetal de la Comunidad Valenciana. 1993.

Porcuna,J.L. ;Gimeno, B. ; Quilis, J. ; Vidal, I. ; Tena, LL. ; Cano, A 1993.- Otros criterios que argumentarían la actual problemática en los cultivos hortícolas del litoral mediterraneo. *Phytoma España*.num. 50.90-94.

Porcuna, J.L. 2001.- Control de plagas y enfermedades. El punto de vista agroecológico. En: *Agroecología y Desarrollo*. Indicadores de Sustentabilidad para la Europa Mediterránea. UEX-Mundi Prensa.

Romero. F.; Garcia, S.; Porcuna, J.L, 1998. Aproximacion al control integrado de cebollas.III Symposium Internacional de Control Integrado de Plagas. *Phytoma*

Stotzky G., Martin R. 1963. Soil mineralogy in relation to the spread of Fusarium wilt of Banana in Centra America. *Plant Soil*, 18, 317-337.

Stotzky G., Rem L. 1966. Influence of clay minerals on microorganisms. I. Montmorillonite and kaolinite on bacteria. *Can. Jour Microbiol*, 12, 547-563.

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

Anejo 1. Reglamento 889/2008 Anexo II.

REGLAMENTO (CE) n.º 889/2008 DE LA COMISIÓN de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n.º 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control

ANEXO II

Plaguicidas y productos fitosanitarios mencionados en el artículo 5, apartado 1

Notas:

A: Autorización conforme al Reglamento (CEE) n.º 2092/91, prorrogada por el artículo 16, apartado 3, letra c), del Reglamento (CE) n.º 834/2007

B: Autorización conforme al Reglamento (CE) n.º 834/2007

1. Sustancias de origen vegetal o animal

Autorización	Denominación	Descripción, requisitos de composición y condiciones de utilización
A	Azadiractina extraída de <i>Azadirachta indica</i> (árbol del neem)	Insecticida
A	Cera de abejas	Agente para la poda
A	Gelatina	Insecticida
A	Proteínas hidrolizadas	Atrayente, solo en aplicaciones autorizadas en combinación con otros productos apropiados de la presente lista
A	Lecitina	Fungicida
A	Aceites vegetales (por ejemplo, aceite de menta, aceite de pino, aceite de alcaravea)	Insecticida, acaricida, fungicida e inhibidor de la germinación
A	Piretrinas extraídas de <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	Insecticida
A	Cuasia extraída de <i>Quassia amara</i>	Insecticida y repelente
A	Rotenona extraída de <i>Derris</i> spp., <i>Lonchocarpus</i> spp. y <i>Terphrosia</i> spp	Insecticida

2. Microorganismos utilizados para el control biológico de plagas y enfermedades

Autorización	Denominación	Descripción, requisitos de composición y condiciones de utilización
A	Microorganismos (bacterias, virus y hongos)	

3. Sustancias producidas por microorganismos

Autorización	Denominación	Descripción, requisitos de composición y condiciones de utilización
A	A Espinosad	Insecticida Solo si se toman medidas para minimizar el riesgo de parasitoides importantes y de desarrollo de la resistencia

4. Sustancias que se utilizarán solo en trampas y/o dispersores

Autorización	Denominación	Descripción, requisitos de composición y condiciones de utilización
A	Fosfato diamónico	Atrayente, solo en trampas
A	Feromonas	Atrayente; perturbador de la conducta sexual; solo en trampas y dispersores
A	Piretroides (solo deltametrina o lambdacihalotrina)	Insecticida; solo en trampas con atrayentes específicos; únicamente contra <i>Batrocera oleae</i> y <i>Ceratitis capitata</i> Wied.

5. Preparados para su dispersión en la superficie entre las plantas cultivadas

Autorización	Denominación	Descripción, requisitos de composición y condiciones de utilización
A	Fosfato férrico [ortofosfato de hierro (III)]	Molusquicida

6. Otras sustancias utilizadas tradicionalmente en la agricultura ecológica

Autorización	Denominación	Descripción, requisitos de composición y condiciones de utilización
A	Cobre en forma de hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre, sulfato de cobre tribásico, óxido cuproso u octanoato de cobre	Fungicida Hasta 6 kg de cobre por ha y año No obstante lo dispuesto en el

		párrafo anterior, en el caso de los cultivos perennes, los Estados miembros podrán disponer que el límite de 6 kg de cobre pueda excederse durante un año determinado, siempre que la cantidad media empleada efectivamente durante un período de 5 años que abarque este año más los cuatro años anteriores no supere 6 kg
A	Etileno	Desverdizado de plátanos, kiwis y kakis; desverdizado de cítricos, solo cuando forme parte de una estrategia destinada a impedir que la mosca dañe el cítrico; inducción de la floración de la piña; inhibición de la brotación de patatas y cebollas
A	Sal de potasio rica en ácidos grasos (jabón suave)	Insecticida
A	Sulfato de aluminio y potasio (kalinita)	Prevención de la maduración de los plátanos
A	Polisulfuro de calcio	Fungicida, insecticida, acaricida
A	Aceite de parafina	Insecticida, acaricida
A	Aceites minerales	Insecticida, fungicida Solo para árboles frutales, vides, olivos y plantas tropicales (por ejemplo, plátanos)
A	Permanganato de potasio	Fungicida, bactericida; solo para árboles frutales, olivos y vides
A	Arena de cuarzo	Repelente
A	Azufre	Fungicida, acaricida, repelente

7. Otras sustancias

Autorización	Denominación	Descripción, requisitos de composición y condiciones de utilización
A	Hidróxido de calcio	Fungicida Solo para árboles frutales (incluso en viveros), para el control de <i>Nectria galligena</i>
A	Bicarbonato de potasio	Fungicida

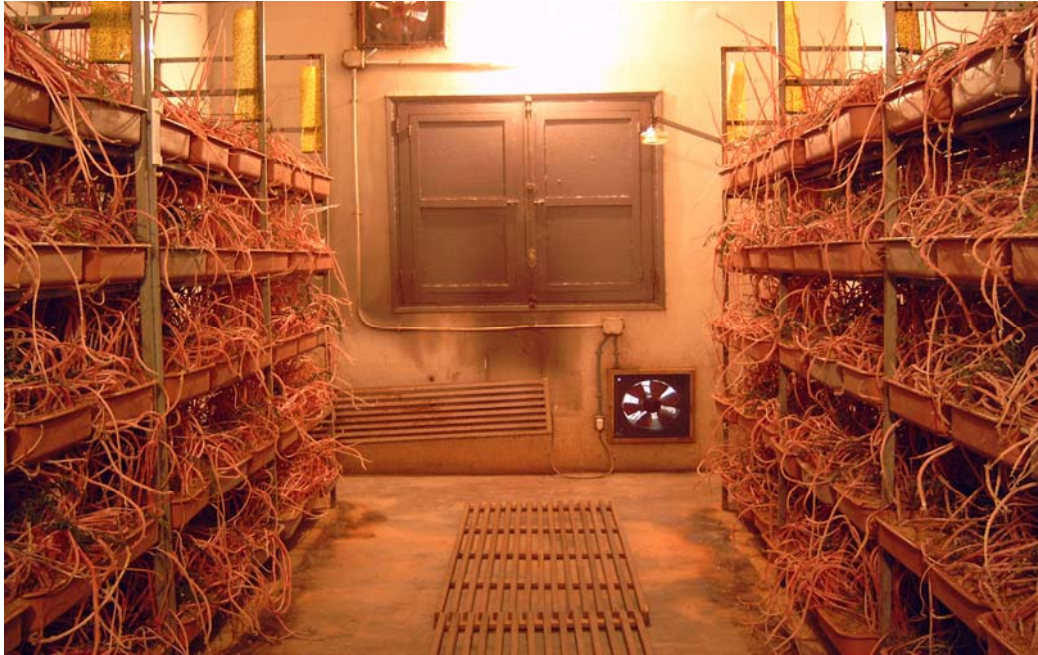
18.9.2008 ES Diario Oficial de la Unión Europea L 250/1

(1) DO L 189 de 20.7.2007, p. 1. (2) DO L 198 de 22.7.1991,

Anejo 2. Fotos para acompañar el texto.



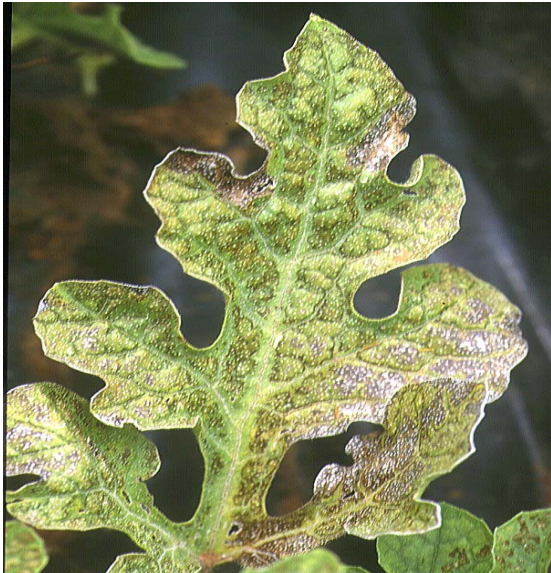
Las larvas de coleópteros depredadores suelen tener aspectos que difícilmente se relacionan con el adulto.
(Larvas de *Criptolaemus montrouzieri*)



Cámaras de crías de insectos útiles



Adultos de *Criptolaemus montruzieri* depredador de cochinillas y pulgones



Daños de ozono en sandía



Los miridos, muy abundantes en los ambientes mediterráneos, son importantes depredadores de moscas blancas



Las cubiertas vegetales son clave para el mantenimiento de la capacidad del suelo como “filtro biológico de plagas” .



En los cultivos de hortalizas de invierno como las brocoli cobra cada vez mas importancia para prevenir enfermedades y plagas, la adaptación de las variedades al manejo del agricultor y al ciclo de cultivo.



Ciertas plagas como las moscas blancas, cobran importancia, mas que por los daños directos que puedan ocasionar, por ser vectores de virus



Los aplicación de caolines pueden servir para proteger a las plantas de estrés como el sol, los vientos cálidos, etc y para minimizar el ataque de plagas como la mosca del olivo



Protección contra el viento de vides de Lanzarote



Protección contra insectos vectores con malla en invernaderos de Almería



Daños por virus en frutos de tomate



Daños por virus en tomate (TSWV)



Trampa delta para el seguimiento de *Tuta absoluta*



Rodolia cardinalis depredador de cochinilla acanalada



Trampa de agua con atrayente de feromona



Los semilleros industriales suponen un alto riesgo de contaminación por virosis para los cultivos si no existen unos niveles rigurosos de protección frente a los insectos vectores



La confusión sexual es una buena estrategia para el control de lepidopteros que se aplica con éxito en cultivos de frutales, cítricos, arroz y vid.



El control de hierbas sin herbicidas es posible en agricultura ecológica, mediante labores y sobre todo trabajando en parcelas limpias



Las enfermedades vasculares suelen estar relacionadas con repeticiones de cultivos o con suelos compactados y mal estructurados.



La polinización es importante para el cuajado de los frutos y para el desarrollo de plantas equilibradas



Biodesinfección



Las alcachofas suelen atraer importantes cantidades de insectos útiles, especialmente al final del cultivo durante la floración



Trampa de quimioesterilizacion para mosca de la fruta



Las crisopas son grandes depredadoras de pulgones.



La *Dittrichia viscosa* es muy atrayente de insectos útiles



Larva de cochinilla de siete puntos