

Estructura ecológica del suelo y su interés en protección vegetal

Profesor Dr. A. Bello

Instituto de Edafología y Biología Vegetal.

C.S.I.C. Madrid.



« Los Patólogos Vegetales y Zoólogos Agrícolas tratan de encontrar otras vías para el control adecuado de las enfermedades y plantas de las plantas, basándose en el manejo de los factores ambientales y enemigos naturales que influyen negativamente sobre las poblaciones de los agentes patógenos. »

Introducción

En Protección Vegetal los métodos de lucha química son los que se utilizan con mayor frecuencia en la eliminación de los agentes patógenos, debido a que son de fácil aplicación y, generalmente, efectivos. No conviene olvidar, como se recoge en la presentación de estas Jornadas, que una excesiva y, en muchas ocasiones, incorrecta utilización de estos métodos de control es una de las causas que han hecho de la agricultura una de las principales causas de contaminación del ambiente. Esto unido al elevado costo de los productos químicos ha sido una de las razones que han motivado a los Patólogos Vegetales y Zoólogos Agrícolas a tratar de encontrar otras vías para el control adecuado de las enfermedades y plagas de las plantas, basándose en el manejo de los factores ambientales y de los enemigos naturales que influyen negativamente sobre las poblaciones de los agentes patógenos.

Estos métodos de lucha ambiental y biológica han dado excelentes resul-

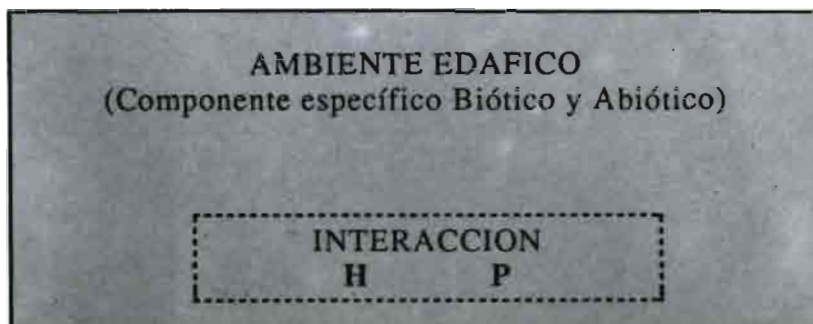
tados cuando se trata de controlar ciertas plagas y enfermedades de la parte aérea de las plantas, puesto que es fácil incidir directamente sobre el agente causal. Pero su aplicación al control de las enfermedades que se originan en el suelo no ha dado resultados tan positivos, debido a la complejidad de las interacciones que existen entre los componentes bióticos y abióticos del mismo. Dependen de la acción antrópica, especialmente las técnicas de cultivo, y del marco geofísico (factores climáticos y topográficos, entre otros).

Es necesario, por tanto, profundizar en el conocimiento de las enfermedades de origen edáfico, teniendo en cuenta no sólo la naturaleza del patógeno, sino también su relación con los factores bióticos y abióticos del suelo, con el fin de encontrar alternativas de lucha ambiental y biológica, al tiempo que se trata de aumentar la eficacia de los métodos de lucha química.

El futuro en la lucha contra los patógenos del suelo, se perfila a partir de los resultados de investigaciones

de equipos multidisciplinarios que desde el punto de vista de la dinámica de poblaciones, analicen las relaciones huésped-parásito, dentro de un marco determinado de referencia ambiental (caracterizable por una serie de variables: estructura del suelo, determinados grupos bióticos, características físicas, etc). El reconocimiento de esta interacción triple parásito-huésped-ambiente, ha sido denominado *patosistema*, recogido por las leyes no sólo de la Patología Vegetal, sino también de la Ecología, cuyo conocimiento nos permite incluso establecer sistemas predictivos de las enfermedades, Bruehl (1987).

INCIDENCIA ESTRUCTURAL DEL AGROECOSISTEMA
(Fuente de inóculo, tipo de suelo, prácticas culturales, grado de equilibrio, etc.)
Marco de referencia ambiental complejo.



La interacción Hospedador-Parásito (H-P) se rige por las leyes de dinámica de poblaciones y vienen determinadas por factores bióticos y abióticos que constituyen el marco ambiental de referencia.

Estructura ecológica del suelo

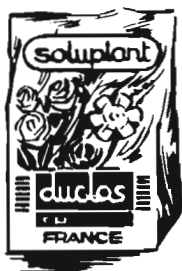
Dentro de los ecosistemas terrestres, básicamente definidos por el paisaje (vegetación) se puede diferenciar el *subsistema suelo*, que probablemente es la entidad biológica que mejor ilustra la complejidad de un ecosistema. El suelo a pesar de que con frecuencia se le da el tratamiento de un sistema no lo es en sentido estricto, puesto que es parte

de un sistema más general, ya que su nivel de producción está constituido principalmente por las raíces y los cadáveres, es decir, no tiene producción primera propia, alimentándose del sistema aéreo.

En las enfermedades de origen edáfico, el subsistema «suelo» constitu-

ye un componente fundamental del patosistema. No sólo por los aspectos estructurales de sus biocenosis, las características de los factores abióticos que lo definen y los rasgos morfológicos de cada suelo, sino sobre todo por los aspectos funcionales y sus interrelaciones, a su vez, con-

Productos eficaces para los cultivadores profesionales.



soluplant

**FERTILIZANTES CRISTALINOS
SOLUBLES 100 %**

Especiales para cultivos por fertirrigación. Le ayudarán a conseguir mayor calidad, aumento de producción, mayores beneficios.

verplant

**FERTILIZANTES DE LENTA LIBERACION
VARIAS FORMULACIONES
PARA SATISFACER CADA EXIGENCIA**



turba de sphagnum

ISOOP: Nacional
NOVOBALT: U.R.S.S.
TORFICOSA: R.F. Alemana
PLANTAFLOR: R.F. Alemana
TURBAS FERTILIZADAS: PLANTAFLOR SUBSTRAT 1 y 2

dicionados por los ritmos estacionales, los ciclos climáticos y por otros factores del subsistema epigeo, entre los que hay que destacar la acción antropozoógena. Se establece así un estado estacionario (*equilibrio dinámico*), producto de la autoorganización entre los diferentes elementos estructurales y su relación con los procesos que tienen lugar en el suelo.

Definir el conjunto de elementos y procesos que intervienen en el equilibrio dinámico de un determinado suelo, nos conduce a establecer la *estructura ecológica* que le caracteriza, al mismo tiempo que conocer su *madurez*, entendiendo como tal su capacidad de respuesta frente a las alteraciones que proceden del exterior.

La *estructura ecológica* de un suelo es el resultado de un sistema de relaciones complejas entre las biocenosis y los elementos abióticos que lo constituyen, que sólo son separables de un modo teórico. Una vez alcanzada la situación de estabilidad o equilibrio, la *resistencia* a los cam-

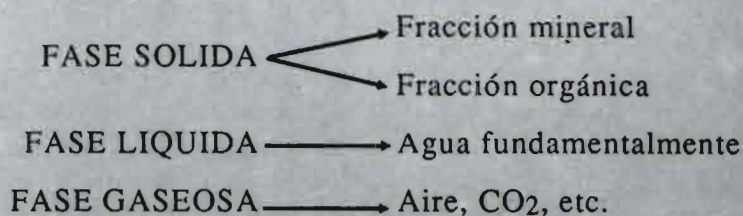
bios es mucho mayor en el suelo que en las comunidades de la parte aérea.

La *actividad agraria* es una de las causas principales por las que un suelo puede perder sus características de equilibrio. Dicha actividad, debe modificar al suelo para aumentar la producción, mediante la remoción continua de los horizontes superficiales, e introduciendo perturbaciones causadas por la maquinaria, fertilizantes y plaguicidas que son sustancias ajenas al sistema. Ello conduce a la destrucción de la estructura ecológica, simplificando sus biocenosis, alterando el equilibrio entre sus componentes, disminuyendo la capacidad de autorregulación

del sistema y, por lo tanto, haciéndolo más susceptible al ataque de plagas y enfermedades.

El agricultor *debe recuperar y conservar* la funcionalidad del suelo, puesto que al alejarlo de su estado de equilibrio dinámico, modifica su estructura ecológica y disminuye sus posibilidades de autorregulación. Para lograrlo, debería conocer y tener como referencia la estructura y procesos que tienen lugar en los suelos en condiciones naturales, contemplando los elementos que permiten mantener aquellos aspectos del sistema que son importantes en la conservación del equilibrio. En esta línea existen algunos métodos que son pa-

COMPONENTES DEL SUBSISTEMA SUELO



SicoSsa
sa

Avd. Ferrocarril, 1 Tel. 656 12 11
Sant Vicenç dels Horts Barcelona



fertiss

TACO DE
MULTIPLICACION

FERTISS: Tacos de multiplicación a punto de empleo. Para plantar, sembrar o poner el esqueje directamente. La combinación entre una envoltura especial penetrable por las raíces y un sustrato fertilizado, le ofrece una total garantía para conseguir un excelente sistema radicular.

fertil pot

MACETAS VEGETALES
DE TURBA



- EVITA MANO DE OBRA
- ACELERA LA PRODUCCION
- FACILITA EL MANEJO
- DISTINTOS CALIBRES



SUBSTRATOS ESPECIALES

HORTICOLA: Para cepellones - semilleros - bandejas.
GERMILANT: Semilleros ornamentales.
KRILIUM 1 y 2: Cultivo de plantas sensibles y exigentes.
PLANTAFLO: Para todos los cultivos.
CULTIVATOR: Cultivo en saco.

Krilium

¡UNA GARANTIA PARA SUS VIVEROS Y CULTIVOS!

rimonio de la agricultura tradicional y tienen un acusado sentido ecológico en la explotación del suelo. Paradójicamente estos van siendo eliminados por una agricultura más agresiva con el medio. Para la *agricultura del futuro* sería indispensable el saber combinar dichos conocimientos tradicionales sobre el funcionamiento de los agrobiosistemas con los conocimientos científicos, Gómez Sal y Bello (1983), Camporota (1983).

Componentes y fenómenos de interacción en el suelo

La resistencia de un suelo a los cambios producidos por factores externos, y en nuestro caso a los agentes que producen las enfermedades de las plantas, está condicionada a la serie de componentes, procesos e interacciones que definen su estructura ecológica. Esta estructura se altera por la acción antrópica, especialmente por la explotación del suelo por el agricultor, quien se ve en la necesidad de conocer y corregir estos desequilibrios, si quiere mantener la productividad y rentabilidad de un suelo.

Para ello, el primer paso es conocer el funcionamiento del sistema, para poder identificar los componentes fundamentales, especialmente aquellos que tienen una función reguladora y cuya destrucción puede producir procesos de degradación en el suelo y por último establecer las normas correctoras de normas de manejo, conservando las características de madurez en aquellos elementos que se consideran más básicos. Esta metodología no ha preocupado en la



Calicata practicada en la finca experimental del CSIC «La Hiqueruela» en Santa Olalla para estudiar el perfil de un suelo. (Foto gentileza de Julio Rodríguez. CSIC).

«Definir el conjunto de elementos y procesos que intervienen en el equilibrio dinámico de un determinado suelo, nos conduce a establecer la estructura ecológica.»

mayoría de los casos a los Patólogos Vegetales, quienes se han centrado, de un modo casi obsesivo, en conocer la relación entre el Hospedador-Patógeno (en la mayoría de los casos en experimentos de laboratorio), olvidándose de que estos dos elementos, junto con las condiciones ambientales, forman parte del ya mencionado sistema triangular que constituyen el patosistema.

En el control y en el conocimiento del desarrollo de las enfermedades de la planta de origen edáfico, es fundamental conocer el conjunto de las interrelaciones entre el huésped, el patógeno y el ambiente, partiendo para ello de la observación de los componentes del suelo que condicionan las relaciones de los organismos patógenos y las raíces de las plantas, en función de las fluctuaciones climáticas y estacionales.

Conviene recordar que el suelo está compuesto de una *fase sólida* (fracciones mineral y orgánica), una *fase líquida* (fundamentalmente el agua) y una *fase gaseosa* (aire, CO₂, etc.) y que en él residen procesos físico-químicos y una importante actividad biológica. La *fracción mineral* está integrada por cantos diversos, gravas (procedentes de rocas en general), arenas, limos y arcillas. Estos componentes se presentan en forma cristalina, fundamentalmente como silicatos y óxidos o en formas amorfas. También se pueden presentar en forma de sales. La composición granulométrica de las fracciones finas (arena, limo y arcilla) es lo que denominamos *textura*, que es uno de los factores que influyen básicamente en la estabilidad del suelo. La fracción orgánica está constituida



PLASTICOS ODENA

División Horticultura

ESPECIALIDAD EN MACETAS Y CONTENEDORES DE PLÁSTICO

Polígono Industrial «Torrent d'en Ramassà», 19-21

TELS. (93) 849 67 05 - 849 68 55

LES FRANQUESES DEL VALLES (Barcelona)

Apartado de Correos 131 **GRANOLLERS**

IMPLACABLE



Applaud

Contra cualquier mosca blanca



La nueva técnica de lucha, que logra el control de la plaga mediante la supresión de sus estados inmaduros, lo que da lugar a la desaparición progresiva de adultos y, en consecuencia, a la eliminación de las nuevas generaciones.

Applaud. Implacable frente a lo que realmente produce daños: las larvas de mosca blanca. Seguro frente a los insectos beneficiosos.



Applaud

por raíces, hojarasca, restos de vegetales y animales, microflora, microfauna y fundamentalmente humus (materia orgánica transformada y con propiedades coloidales). La ordenación espacial de estos componentes a través de elementos de diferentes constitución y tamaño da lugar a la *estructura* del suelo, que es fundamental en la capacidad productiva de los suelos, por influir en la retención de agua, drenaje y en la aireación necesaria para los procesos biológicos. La estructura deja entre sí un sistema de cavidades que es ocupado por aire y el agua. Para la estabilidad y producción del suelo es especialmente importante la agregación, formación de grumos organominerales, resistentes a la acción destructora de agentes físicos (naturales y artificiales) y núcleos de actividad microbiana.

Dentro del *componente biótico* encontramos bacterias, hongos, nematodos, lumbrídeos y microartrópodos, que intervienen en distinto grado en la descomposición de la materia orgánica. Existen otras poblaciones, tales como depredadores y parásitos, entre los que se encuentran los causantes de las enfermedades de la planta (hongos, bacterias y nematodos), todo ello además de pequeños vertebrados y sobre todo las raíces de las plantas superiores, constituyendo así la bioestructura del suelo, que es importante para la estabilidad del mismo.

Por otra parte en la edafogénesis, el material originario del suelo debido a la influencia de los factores bióticos (vegetación, fauna) y climáticos (desagregación, hidrólisis y lavado) se va diferenciando en capas sensiblemente paralelas a la superficie, que difieren en sus propiedades físicas (color) o composición química o mineralógica y estructura que se denominan *horizontes*. El conjunto de los horizontes edáficos constituyen el *perfil* del suelo. De una manera convencional, en un perfil se distinguen en general tres horizontes, que a su vez pueden ser subdivididos. El horizonte C que corresponde a la roca madre desagregada, el horizonte A que o es el superficial con acumulación de materia orgánica y humus (A1) o es el horizonte de lavado (A2). Finalmente el horizonte B que es de alteración o de acumulación de materiales procedentes del horizonte

« **Una vez alcanzada la situación de estabilidad o equilibrio, la resistencia a los cambios es mucho mayor en el suelo que en las comunidades de la parte aérea.** »

« **El agricultor debe recuperar y conservar la funcionalidad del suelo, puesto que al alejarlo de su estado de equilibrio dinámico, modifica su estructura ecológica y disminuye sus posibilidades de autoregulación.** »

A. En los suelos cultivados el esquema de horizontes se ha destruido y suelen a veces estar mezclados. Hay un nuevo horizonte, el llamado *horizonte antrópico* creado por la acción del cultivo.

Uno de los rasgos característicos del suelo es la *temperatura* que tiene importancia en el desarrollo de los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo, y por su relación con el *contenido de humedad*, aunque hay que tener en cuenta la capacidad amortiguadora del suelo, donde no hay oscilaciones bruscas, jugando un papel importante en la cobertura y el color del suelo.

Hay que señalar también, los procesos químicos que pueden tener lugar en el suelo son muy diversos: *hidratación, hidrólisis, disolución y oxidación-reducción*. Son además interesantes las interacciones entre la fase sólida y la fase líquida, es importante el *pH del suelo* y la interacción entre nutrientes minerales, cuya carencia puede también producir enfermedades en las plantas.

Por último bajo el concepto de suelo, se entiende no sólo el sustrato, sino también las asociaciones biológicas de sus organismos y no sólo contribuyen a la formación del suelo los organismos que viven en él, sino también aquellos que viven sobre él, la cubierta vegetal, el conjunto del mundo animal y también el hombre.

El suelo y los agentes patógenos de las plantas

Los Patólogos Vegetales se preocuparon en un principio de las enfermedades de la parte aérea, puesto que presentan una sintomatología característica. Sólo recientemente, con la aplicación de plaguicidas al suelo se establece la importancia, desde el punto de vista patológico, de muchas especies de *hongos* de los géneros *Pythium, Rhizoctonia, Fusarium, Armillaria, Verticillium, Phytophthora, Helminthosporium, etc.*, bacterias de los géneros *Agrobacterium, Corynebacterium, Xanthomonas, Pseudomonas, Erwinia, etc.* y *nematodos*, principalmente los géneros *Heterodera, Meloidogyne, Ditylenchus, Xiphinema, Pratylenchus, Tylenchulus, etc.* La razón de este desconocimiento está en el hecho de que la atmósfera es menos compleja desde el punto de

IRROMETER

El Tensiometro



DE UN GOLPE DE VISTA LE INDICA LA HUMEDAD DEL SUELO

Con el sistema IRROMETER, puede controlar en todo momento las necesidades de humedad de sus cultivos. Imprescindible en las instalaciones de riego por goteo, los NUEVOS IRROMETER son fáciles de emplear, le ayudan a reducir el consumo de agua y a obtener el máximo rendimiento de sus cosechas.

TREINTA AÑOS EN EL MERCADO IRROMETER EL TENSIOMETRO DE SOLERA
Garantía de entrega de repuestos
Pídalos a su proveedor habitual

Copersa

Tel. (93) 759 27 61. Fax: (93) 759 50 08
Apartado de Correos, 140
08340 VILASSAR DE MAR

vista químico, físico y biológico, que *el suelo*.

Todos los componentes del suelo descritos anteriormente influyen de un modo directo o indirecto sobre el desarrollo de las enfermedades de las raíces de las plantas.

Hay que destacar las características del *perfil* del suelo por su influencia en el desarrollo radicular; así en el horizonte A, que es rico en materia orgánica, con una buena estructura debido a la cantidad de organismos que retiene, las raíces penetran fácilmente, por el contrario el horizonte B es pobre en materia orgánica, las raíces penetran con dificultad y es frecuente la presencia de costras, especialmente, en suelos calizos y en otros casos estas costras se forman por la acción del laboreo, produciendo una mayor concentración de raíces y agua que facilita el desarrollo de las enfermedades; *la textura* cuyas características influyen sobre la retención de agua sobre la temperatura; *la estructura* que junto con la textura determinan el tamaño de las cavidades o poros que afectan a la dispersión y movilidad de los mi-

croorganismos.

La materia orgánica y los coloides inorgánicos, especialmente los minerales esmectíticos, favorecen el crecimiento de las bacterias que pueden controlar al patógeno. En este caso hay que destacar *los vertisoles* por ser ricos en arcillas expandibles, al contrario que en los suelos con minerales caoliníticos. Las reacciones de los componentes minerales del suelo cuyo indicador es el valor del pH, influyen sobre estabilidad y actividad de las enzimas y antibióticos, así como sobre la absorción de sustancias y bacterias por los coloides del suelo, influyendo en el balance entre hongos y bacterias y condiciona la nutrición de las plantas y microorganismos. Influyen también los fertilizantes, especialmente los nitrogenados, así como el agua del suelo que es importante para la planta, microorganismos y sobre todo por su influencia en la interrelaciones patógeno-huésped. Hay que indicar que en los suelos húmedos predominan las bacterias y en los secos los hongos; por otra parte el agua sirve para el transporte de los propágulos; el

“En el control y en el conocimiento del desarrollo de las enfermedades de la planta de origen edáfico, es fundamental conocer el conjunto de las interrelaciones entre el huésped, el patógeno y el ambiente, partiendo para ello de la observación de los componentes del suelo que condicionan las relaciones de los organismos patógenos y las raíces de las plantas, en función de las fluctuaciones climáticas y estacionales.”



HORTIMAR, S.A.

es la empresa que comercializa material vegetal con certificado sanitario de origen.

Las firmas que representa en España, son las siguientes:

- ▶ De **Lijster Hillegom B.V.**, Holanda. (Bulbos, gladiolos, lilium, iris, tulipán, etc).
- ▶ **FIDES**, Holanda. (Esquejes enraizados y sin enraizar de crisantemos, programados).
- ▶ **Munz**, Alemania. (Plantas enraizadas de gerberas, limonium, orquídeas).
- ▶ **Jhon de Jong**, Holanda. (Plantas enraizadas de Bouvardia).
- ▶ **Chambon**. (Bulbos, anemone y ranúnculos pregerminados).
- ▶ **Selecta Italica Sud.**, Italia. (Esquejes enraizados de clavel: Sim, mini y mediterráneo con máxima resistencia).

También podemos ofrecerles plantas de Alstroemeria, Gypsophila paniculata y otros.

Solicite programación de sus cultivos.



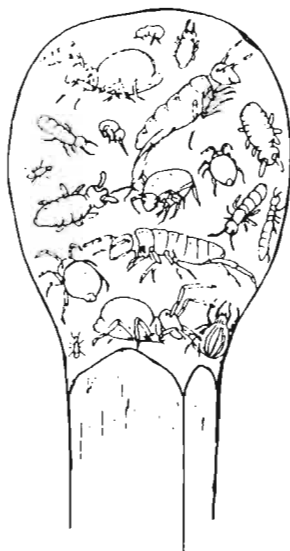
HORTIMAR, S.A. Apartado de Correos, 75 VILASSAR DE MAR (Barcelona).

☎ (93) 759 24 50. Télex 94475 HOMR - e. FAX (93) 759 50 12

contrario de oxígeno afecta a los nematodos y la alta concentración de CO₂ tiene fungistática; la *temperatura* determina la distribución geográfica de las enfermedades, como ejemplo encontramos entre los nematodos especies características de las zonas de clima tropical (*M. javanica*), otras subtropicales (*M. incognita*) y otras en áreas templadas y frías (*M. arenaria* y *M. hapla*). La influencia de la energía solar puede utilizarse en el control de los agentes patógenos (solarización) y en los países de clima mediterráneo hay que añadir además la influencia del fuego en el control de las enfermedades de las plantas.

Dentro del componente biótico, aparte de las relaciones de los agentes patógenos con la planta huésped, conviene destacar la relación de la fauna con las enfermedades de las plantas, de ellas la más patente es la asociación con ácaros, ciruliónidos, colémbolos y los mecanismos que facilitan la entrada del patógeno, como sucede con las heridas en las raíces y el decaimiento de las plantas como resultado de la alimentación

de insectos. Por otra parte es de mencionar el transporte de hongos, virus y cicroplasma por la fauna del suelo. Entre las interrelaciones conviene destacar los fenómenos de



Como ejemplo de la diversidad faunística del componente edáfico este esquema de Thompson y Hodgson, 1987, que representa la presencia de mas de 100 ácaros y colembolos en la cabeza de una cerilla.

competición por los nutrientes y el espacio, *antagonismo* que es la forma de competencia entre los organismos, de la cual resulta la inhibición de uno de ellos, destacando los procesos de antibiosis, parasitismo y depredación. Por último, las *asociaciones*, ya que es difícil encontrar casos «monopatogénicos», debidos a la acción de un solo agente, sino por el contrario son frecuentes los casos complejos de enfermedades (complejos Hongos-Nematodos, Bacterias-Nematodos y Nematodos-Virus), Navas y col. (1987).

Valor regulador del suelo

Entre los agentes reguladores de las enfermedades de origen edáfico se encuentran en primer lugar los *antagonistas*, fundamentalmente representados por bacterias, actinomicetos, hongos y especies de la microfauna edáfica y en segundo lugar, dentro de los factores abióticos, la humedad, temperatura, compactación, estructura y especialmente los nutrientes del suelo.

La inmovilización de nutrientes por



Altos Hornos de Vizcaya, S. A.

FABRICA DE CASTELLON

Ctra. de Valencia, Km. 63,5 - Apartado 159 - ☎ (964) 21 14 00

Télex: 36 149 LESAC-E 12080 CASTELLON DE LA PLANA (España)



Túneles, Invernaderos y Equipamientos (riegos, calefacción, mantas térmicas, Cooling System...) Modelos **IMCASA-10**
Naves de 6,4 y 8 mts. Modelos **IMCASA-W** en vidrio. Mesas de cultivo Sistema **IMCASA F y R**.

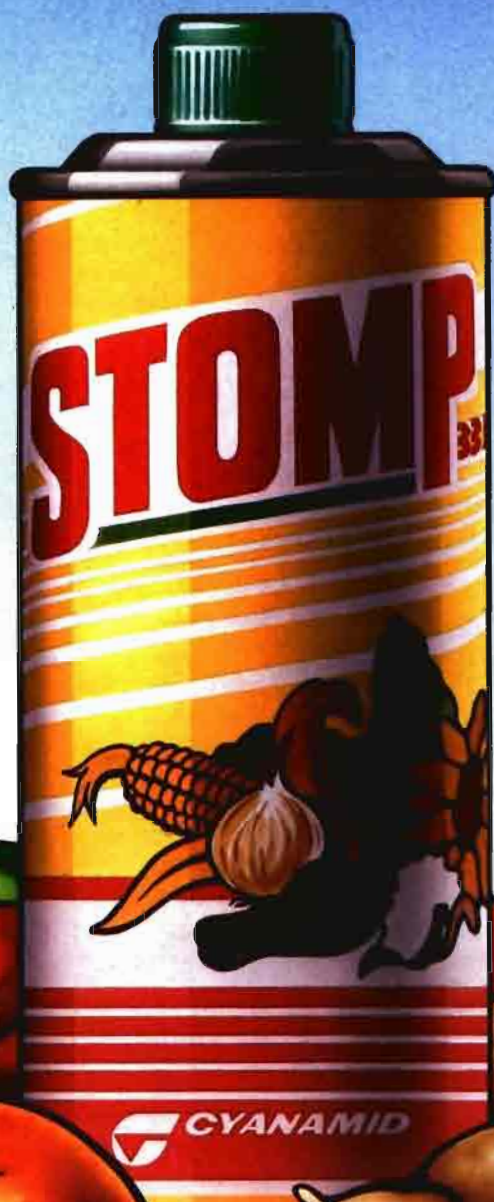
UNO PARA TODOS Y TODOS CON STOMP

STOMP*33E es un herbicida de preemergencia cuya eficacia persiste durante todo el cultivo sin afectar al siguiente.

Es muy cómodo y seguro, porque, sin afectar al cultivo, controla las malas hierbas anuales antes de que nazcan.

Y es polivalente porque por sí solo protege la tierra en cultivos tan diversos como los hortícolas, industriales, frutales y cereales de invierno y primavera.

Con razón se dice que STOMP*33E es uno para todos. Justo lo que le conviene al agricultor.



STOMP*
HERBICIDA POLIVALENTE
DE PREEMERGENCIA
uno para todos

* Marca Registrada de American Cyanamid Company

FRONTENA

 **CYANAMID**

los microorganismos es un factor fundamental en la supervivencia, germinación y patogenia de algunos hongos. En este caso es muy importante la relación carbono/nitrógeno, pues si se consigue la rápida inmovilización del N, aún en el caso de añadir materia orgánica, se obtiene un espectacular aumento de la actividad microbiana, el carbono por efecto de la respiración es enviado a la atmósfera en forma de CO₂ produciéndose una acumulación de N, por ello un nivel bajo de C/N puede ser un factor regulador, de aquí la importancia de los residuos vegetales en la regulación de las enfermedades. Por otra parte son también factores de regulación, el pH y la fertilidad mineral. La arcilla puede actuar como elemento conservador de las esporas de algunos hongos y protegerlas de la actividad de las bacterias, influyendo también en la multiplicación de las mismas, al mismo tiempo que las protege de la acción letal de los rayos X. El suelo puede regular la capacidad eruptiva de algunos hongos y su movilidad en función de la temperatura, humedad, atmósfera, morfología y textura.

La biomasa radicular tiene un interés especial en la regulación de las enfermedades de origen edáfico, siendo el crecimiento radicular un componente importante en la progresión de la enfermedad, así como los exudados, especialmente de la superficie de las raíces (*Rizoplaneo*), donde las micorrizas tienen una función importante en la regulación de las enfermedades de origen edáfico, Barea y col. (1982).

El fenómeno de *fungistasis* que inhibe la germinación de las esporas de los hongos del suelo, pueden tener un origen microbiano o nutricional. La *microbiostasis* está producida sobre todo por actinomicetos. Entran aquí los fenómenos de *competitividad* tanto por nutrientes como por el espacio y los fenómenos de *parasitismo* de hongos por otros hongos, nematodos parásitos de hongos, virus parásitos de hongos, amebas parásitas de hongos y nematodos, hongos que parasitan nematodos, etc. Es necesario conocer «la capacidad de acogida» o receptividad de los diferentes suelos, tanto para los organismos patógenos, como para cualquier ente biológico que se pueda utilizar como base de lucha microbiológica.

Este valor regulador de algunos suelos en el control de las enfermedades se conoce con el nombre de *suelos supresivos* o *resistentes*, que se caracterizan por su especificidad, puesto que sólo controlan la forma de determinadas especies y su *transmisibilidad*, puesto que pueden ser transferidas estas propiedades a un suelo estéril. Los suelos resistentes son en general suelo arcilloso, Tello (1984).

Una de las bases del control biológico y ambiental de las enfermedades de origen edáfico está en la modificación del medio, de modo que facilite el desarrollo de los antagonistas naturales, supresores del patógeno. Bello (1986), que junto con una correcta caracterización de razas o patotipos de los diversos agentes patógenos, Trudgill (1985) y una conjunción entre la experiencia de la agricultura tradicional y los resultados de las investigaciones científicas, está el futuro del control de las enfermedades producidas por los agentes del suelo.

Por último, con relación a los agrosistemas mediterráneos hay que tener en cuenta la gran *heterogeneidad* de su estructura, con yuxtaposición de diferentes elementos biogeográficos y su gran diversidad de especies que varían según la distribución vertical, la topografía, la altitud, etc.

«Para los patólogos las enfermedades de la parte aérea de las plantas presentan una sintomatología característica. La atmósfera es menos compleja desde el punto de vista químico, físico y biológico, que el suelo.»

«El valor regulador de algunos suelos en el control de las enfermedades se conoce con el nombre de suelos supresivos o resistentes.»

Conclusiones

1.- Las enfermedades de origen edáfico están condicionadas por las características de la *estructura ecológica* del suelo, que viene definida por el conjunto de elementos y procesos que rigen el *equilibrio dinámico del subsistema edáfico*, que determinan su resistencia o capacidad de respuesta frente a las alteraciones del sistema.

2.- La actividad agraria conduce a la destrucción de la estructura ecológica del suelo, simplificando su biocenosis, alterando el equilibrio de sus componentes, eliminando su capacidad de autoregulación y le hace, por tanto, más susceptible a plagas y enfermedades.

3.- Las técnicas agrarias deben mantener la funcionalidad del suelo, creando las condiciones apropiadas que permiten conservar aquellos elementos del sistema que son fundamentales en el equilibrio del suelo. Para ello es indispensable el saber combinar los conocimientos tradicionales, sobre todo aquellos que tienen un sentido ecológico en la explotación del suelo, con los conocimientos científicos, resultado de la integración de investigaciones multidisciplinarias, que dentro del marco del ecosistema, establezcan las relaciones entre huésped, parásito y entorno.

Como conclusión final, la gran complejidad de las enfermedades de origen edáfico no hace necesario que su control sea más difícil que las producidas en los sistemas aéreos de las plantas, pero es fundamental, para establecer las bases de su control biológico y ambiental, una mayor colaboración entre Patólogos Vegetales, Edafólogos y Ecólogos, con el fin de conocer los factores químicos, físicos y biológicos que influyen en el desarrollo de estas enfermedades, con el fin de elaborar medidas apropiadas de control, en el marco de la protección de cultivo que curse el menor deterioro del medio.

Han colaborado en este trabajo: A. García Álvarez (Microbiólogo del Suelo), A. Gómez Sal (Ecólogo), R. Jiménez Ballesta (Edafólogo), A. Navas Sánchez (Nematólogo) y J. Tello Marquina (Micólogo).

Bibliografía

- Barea, J.M. y Azcón-Aguilar, C. (1982). La rizosfera: Interacciones microbio-planta. An. Edafol. Agrobiol. 41, 1517-1532.
- Bello, A. (1986). Control biológico de plagas y enfermedades de plantas. In: Cong. Cient. Europeo de Agricultura Biológica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 164-170.
- Bruehl, G.W. (1987). Soil borne plant pathogens. Mac Millan Publishing Company. New York. pp. 368.
- Camporota, P. (1983). Lutte biologique, contra des champignons phitopathogènes du sol. In: les antagonismes mi-

crobiennes. Ed. INRA. Publ. pg. 370.

Gómez Sal, A. y Bello, A. (1983). Planteamientos ecológicos en la explotación de los sistemas agrarios de montaña. La rotación cereal-esparceta en los montes de Teruel. Agricultura y Sociedad, 381-411.

Navas, A., Tello, J.C. y Bello, A. (1987). El sistema suelo y su relación con las enfermedades de las plantas. In Fertilidad del Suelo. II Congr. Agri. Biológica. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 141-150.

Tello, J.C. (1984). Un aspecto de la lucha biológica. Los suelos resistentes a las micosis vasculares de las plantas. Inf. Tec. Econ. Agraria. 55, 11-21.

Trudgill, D.L. (1985). Potato cyst nematodes: a critical review of the current pathotyping scheme. EPPO Bulletin. 15, 273-279.

Antonio Bello



Antonio Bello Pérez nació en San Miguel (Tenerife):

- Doctor en Ciencias Biológicas con sobresaliente «Cum laude» por la Universidad de Madrid.
 - Profesor de Investigación, especialista en Nematología Agrícola en el Instituto de Edafología y Biología Vegetal en Madrid. CSIC.
 - Director del Instituto de Edafología y Biología Vegetal de Madrid. CSIC.
 - Presidente de la Sección de Nematología de la Unión Fitopatológica Mediterránea.
 - Miembro de Número del Instituto de Estudios Canarios.
- Ha sido:
- Profesor de «Zoología de invertebrados no artrópodos»

en las Universidades Complutenses de Madrid y Navarra.

- Vicepresidente de la Sociedad Española de Fitopatología.
- Vicesidirector del Instituto de Edafología y Biología Vegetal de Madrid. CSIC.
- Jefe de la Unidad Estructural de Investigación de Biología Ambiental.

Actividades de investigación:

Los objetivos científicos, perseguidos a lo largo de su carrera investigadora se han centrado, fundamentalmente, en el estudio integrado y dinámico de los suelos, mediante la caracterización de su biología y, muy especialmente, de su nematofauna, teniendo en cuenta su variación espacio temporal, en función de los factores abióticos, vegetación potencial y acción antropozógena. Inicia esta línea con su Memoria de Licenciatura: «Estudios de los nematodos de cultivos de platenera de las Canarias Occidentales» y con su Tesis Doctoral: «Estudio de la nematocenosis de las Islas Canarias e influencia del factor antopógeno sobre las mismas», en ellas intenta determinar cuáles han sido los factores que han influido sobre el equilibrio del suelo, dando lugar a problemas fitonematológicos en los cultivos de las Islas Canarias.

Posteriormente se centra en el estudio de los problemas fitonematológicos en los cultivos mediterráneos, que se caracteriza por la gran diversidad de especies y la variación espacio-temporal de su nematofauna, estudiando principalmente: los cultivos de cítricos, delimitando el problema de la acción patógena de *Tylenchulus semipenetrans*, además encuentra en la Región de La Plana unos 31 géneros y 51 especies diferentes de nematodos de posible interés agrícola y la ausencia de gran número de especies altamente patógenas. Los resultados de estos trabajos se han hecho merecedores del Premio: «Ciudad Castellón para Ciencia y Tecnología 1985».

Otro de los temas de investigación ha sido los cultivos de cereales, centrándose en el conocimiento de las causas del descenso actual de su producción, llegando a la conclusión de la necesidad de aplicar criterios ecológicos en la búsqueda de soluciones. Los resultados de estos estudios se recogen en el trabajo sobre dichos cultivos: «Planteamientos ecológicos de la explotación de los sistemas agrarios de montaña. La rotación cereal-esparceta en los montes de Teruel», indicándose que una de las causas del «cansancio del suelo» se debe principalmente a problemas fitonematológicos

producidos por nematodos.

Ha trabajado con los Profs. L. Coninck, A. Coomans y E. Geraert en el laboratorio de Morfología y Sistemática de la Universidad de Gante (Bélgica) sobre morfología y taxonomía de nematodos y con el Prof. Taylor y la Dra. P.B. Tophan del Instituto Escocés de Cultivos de Dundee en los aspectos de distribución y biogeografía, dentro de un Programa de la Fundación Europea para la Ciencia.

Publicaciones y otras actividades:

Con más de 70 publicaciones, en su mayoría de Fitoneematología y Biología del Suelo, 2 Monografías, 5 trabajos de divulgación, 19 proyectos dirigidos o en los que ha participado, pertenece a 9 Sociedades Nacionales e Internacionales de su especialidad. Ha presentado 105 trabajos en diferentes Congresos Nacionales e Internacionales, ha realizado gran número de expediciones de muestreo por España, Reino Unido, Escandinavia, Italia y Centro Europa, habiendo trabajado y visitado, además, los laboratorios de su especialidad en Portugal, Irlanda, Francia, Holanda, Rusia, Noruega, Bélgica, Checoslovaquia y Bulgaria. Ha organizado varios Cursos y Jornadas de Nematología y dirigido varias Memorias de Licenciatura y Tesis Doctorales.