

La competición microbiana en el suelo

J.C. Tello

INIA. Dto. de Protección Vegetal. Madrid.



La modificación de las técnicas culturales, entre las que sobresale la intensificación de los cultivos, gracias, en parte, a los nuevos híbridos resistentes, están llevando a la tierra a «degradaciones» tan límites, como la de hacer imposible su cultivo.»

Escribía Ponchet en 1983, a propósito de la lucha microbiológica, «el fitopatólogo, por necesidad, ha llegado a ser ecólogo, ya que ha buscado la forma de mejor comprender a los antagonistas». Ese es, posiblemente, el caso de quien les habla. Posibilidad fraguada en la situación vivida, de manera continuada, en el Sureste peninsular durante el último decenio. La reflexión podría ser resumida así: la observación de los *patosistemas* del tomate y del clavel, vertebrados en sus dos fundamentales micosis -las «fusariosis vasculares»- me han colocado en una tesitura poco discutible. La lucha genética -ciertamente, la menos contaminante- es imperfecta y muy desconocida su esencia en el caso del clavel; y, no duradera en el caso del tomate (rápida manifestación de nuevos *patotipos verticales*). La lucha química para las micosis vasculares no proporciona una protección aceptable, y deteriora el medio hasta el punto de agravar ciertas criptógamas. La modificación de las técnicas culturales,

entre las que sobresale la *intensificación* de los cultivos, gracias, en parte, a los nuevos híbridos resistentes, están llevando a la tierra a «degradaciones» tan límites, como la de hacer imposible su cultivo.

Esta conferencia es parte de esa reflexión. Y, quisiera, que de ella no se desprendiese un optimismo «naïf», si no las dificultades que entraña cualquier intento de manejar el suelo pensando en la utilización del «antagonismo» microbiano, dentro del marco, genéricamente denominado, *lucha biológica*. Lucha biológica, todavía balbuciente, pero que representa el intento de imitar a la naturaleza en aquello que ésta ofrece de equilibrio. En ese deseo de copiar a la naturaleza, importantes avances son esperables de los rápidos progresos de la ingeniería genética y de las biotecnologías, que ayudarán a comprender mejor el *suelo*, concebido como «ente vivo», sede de interacciones complejas entre las poblaciones microbianas que lo habitan.

ASTORE

presenta
su gran gama.

Collarines de toma
en PP, desde
20 mm hasta 315 mm.



Juntas rápidas
en PP, desde
20 mm hasta 110 mm.



Accesorios PVC
inyectado PN-16 desde
20mm hasta 315 mm.



Válvulas de bola
en PVC, PN-16, desde
20 mm hasta 110 mm.



**ASTORE ESPAÑA
PLASTECNICS**



Avda. F.F.C.C., s/n;
08940 CORNELLA (Barcelona).
Telf.: (93) 377 60 52.
Télex: 53971 PTJE-E

Reconocimiento y domesticación del antagonismo microbiano

Sin exagerar podría decirse que durante mucho tiempo, el estudio de los «microbios buenos» del suelo - fertilizadores, fijadores, transformadores- han retenido la atención de los investigadores. Cuando se intensificó la agricultura, comienza a aparecer la noción de «fatiga del suelo». Las inevitables desinfecciones, generales o selectivas, del suelo patentizaron los desplazamientos de la microflora y sus efectos, poco estudiados, resultantes de la destrucción de microorganismos útiles. A partir de los años sesenta de la presente centuria, empiezan a aparecer los primeros tratados especulativos, sobre la utilidad de los «antagonistas cómplices»: Baker (1968) y Baker y Cook (1974).

Durante muchos años, el antagonismo ha estado «espiado in-vitro», para toda una pléyade de microorganismos productores de antibióticos y otros inhibidores. Rápidamente se comprendió que las confrontaciones, dos a dos, sobre medios agarizados no representaban más que un pálido reflejo de la realidad. *Actinomycetos*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, capaces de lisar a distancia a los fitopatógenos, han resultado sin valor cuando se les introducía en su biotopo. Su acción antagonista, sólo podía ponerse en evidencia en algunos suelos previamente esterilizados, colocados en condiciones experimentales muy precisas.

Las experiencias, más próximas en el tiempo, sobre el antagonismo se inspiran en modelos naturales -de los que algunos son ejemplos bien llamativos- tratando de conocer los mecanismos que los rigen para intentar reproducirlo. Tienen en cuenta la ecología, preparando el medio para asegurar una mejor instalación, multiplicación y estabilidad de los microorganismos. En una palabra, se tiende a «domesticar» a los antagonistas antes que a ignorarlos o eliminarlos al mismo tiempo que a los agentes patógenos.

Hace falta, no obstante, constatar que la aplicación dirigida de los antagonistas, sigue a mucha distancia a los resultados de la investigación. Prueba de ello es que, en los últimos cinco lustros, sólo algunos métodos han llegado a ser utilizados en la

práctica. Veámoslos según los enumera Gindrat (1983):

A- La podredumbre de las especies forestales resinosas:

El tratamiento de los tocones, inmediatamente después de la tala, con esporas de *Peniophora gigantes* para combatir al hongo *Ungulina annosa* (= *Fomes annosus*) permitió proteger unas 70.000 Has. en el Reino Unido, siendo la primera técnica de utilización del antagonismo microbiano puesta en práctica (Baker, 1980).

B- El «Chancro ó Cáncer» del castaño:

Micosis producida por el hongo *Endothia parasitica*. Grave enfermedad del castaño americano, que según describe Agrios (1986) destruyó prácticamente todos los castaños americanos del tercio oriental de EEUU, desde el sur de Canadá hasta el Golfo de Méjico, en un tiempo breve, desde 1904 (época de la introducción del patógeno) hasta 1940.

La aplicación de cepas de *Endothia parasitica* con una hipovirulencia contagiosa sobre los chancros, parece un medio para limitar la enfermedad. Pese a ciertos problemas (costo de producción; experiencias, a veces, difíciles de evaluar), este método tiene un notable interés: la manipulación del potencial vital de un agente patógeno «in situ».

Se desconoce, todavía, la naturaleza de la hipovirulencia contagiosa de las cepas de *Endothia parasitica*. Se especula con la posibilidad de un agente causal tipo pseudovirus con RNA bicatenario (Grente, 1983).

Pero, ciertamente, el ecosistema se ha visto modificado por la extensión de cepas hipovirulentas, notándose una curación progresiva en numerosas regiones de Francia e Italia.

C- El «Tumor bacteriano»:

Bacteriosis causada por *Agrobacterium tumefaciens*. Es la aplicación que más éxito ha tenido: se utiliza en el mundo entero. La protección de plantas, injertos, raíces, semillas; y, las heridas de poda de los árboles frutales, de la vid, y de diversas ornamentales, por un baño en una suspensión de *Agrobacterium radiobac-*

ter (cepa K84) es de sencilla aplicación. Sin embargo, existen todavía algunas dificultades: resistencia de *A. tumefaciens*, tolerancia de las infecciones latentes, sensibilidad del producto biológico al calor, a la desecación y al sol (Bazzi, 1983).

La cepa de *A. radiobacter* protege por la posible emisión de sustancias tóxicas para el patógeno (*bacteriocina*).

D- Los hongos del género *Trichoderma*:

Tal vez sea el antagonista más ensayado para utilizarlo en la lucha biológica.

T. harzianum (antes *T. viride*): su uso ha sido homologado en el Reino Unido como protector de las heridas de poda en los árboles frutales, para combatir el «Plomo», enfermedad causada por el miceto *Stereum purpureum*. También se aconseja su utilización, para la aplicación preventiva sobre las heridas, por inserción de preparaciones sólidas (pastillas) en el tronco.

Si el efecto preventivo, por la aplicación directa sobre las ablaciones, puede ser cómodamente explicado, la curación a distancia de *Trichoderma*, es, por ahora, un enigma: ¿resistencia inducida?, ¿transporte de una sustancia fungistática?

Grosclaude (1983) enumera las siguientes posibilidades:

T. harzianum puede ejercer su antagonismo sobre *Stereum purpureum* (= *Chondrostereum purpureum*) por los siguientes mecanismos:

- Producción de sustancias antibióticas o volátiles, difusibles en el medio de cultivo (comprobaciones sólo «in vitro»).

- Competición trófica a costa del hongo patógeno.

- Micoparasitismo de las hifas de *S. purpureum* por *T. harzianum*.

- Producción por *T. harzianum* de «elicitores» que induzcan al hospedador (árbol) a elaborar fitoalexinas a las que sería sensible *S. purpureum*. De una manera general, se puede decir que el árbol reacciona de manera no específica a la introducción del

antagonista, por una gomosis vascular que inhibe el desarrollo posterior del patógeno.

Otras aplicaciones de *Trichoderma* son objeto, hoy por hoy, de estudios avanzados. Así, por ejemplo, la lucha contra la «Podredumbre gris» y la «Excoriosis» de la vid. Los hongos causantes de ambas micosis son, respectivamente, *Botrytis cinerea* y *Phomopsis viticola*. Veamos como, resumidamente, Dubos et al. (1982) describen el fenómeno para la «Podredumbre gris»:

La competición entre *Trichoderma* y *B. cinerea* se ejerce, particularmente, por la colonización de los restos florales. Por esta razón, el aporte del antagonista al fin de la floración es de una importancia primordial. Hace falta, además, llamar la atención sobre el hecho de que el comportamiento saprofítico de *B. cinerea* es tan importante como su actuación parasitaria. El hongo patógeno sobre la vid, coloniza los restos vegetales, creciendo vigorosamente sobre ellos, que les sirven de base nutritiva para contaminar los órganos sanos de la planta. A partir de

Planasa

PLANTAS DE NAVARRA, S. A.

Productores a gran escala:

PLANTAS DE FRESON - ALTURA Y FRIGO

Variedades: DOUGLAS • CHANDLER • PAJARO • FAVETTE • CRUZ • PARQUER • SANTANA
TORO • AIKO • FERM • SELVA • HECKER • BRIGHON

PLANTAS DE FRUTAL

MELOCOTONES • NECTARINAS • CEREZO • PERAL • MANZANO • CIRUELO

PLANTAS DE ESPARRAGO

Obtenciones propias: CIPRES • SUR • PLAVERD (Verde)

Obtenciones INRA: DESTO • CITO • LARAC

Obtenciones DARBONNE: DARBONNE-3 • DARBONNE-4 • DARBONNE-231

Nuestros Laboratorios de cultivo IN VITRO nos aseguran un material de partida de la más alta calidad.

Para cualquier proyecto consulte nuestra Dirección Técnica:

INFORMACION:

C/. Aquiles Cuadra, 1, 1.ª-C

Teléfonos (948) 820665 - 820080 - Telex: 58.856 PNSA-E-TUDELA (Navarra)

aquí, el planteamiento se desgrana así: el antagonista, *Trichoderma*, puede colonizar como pionero los capuchones florales pegados a los nacientes frutos, impidiendo así la instalación saprofítica de *Botrytis* y retardar la aparición de los primeros focos de la enfermedad.

Cuando la infección se desencadena, se observa un hiperparasitismo de *Trichoderma* sobre *Botrytis*. Al microscopio se ven figuras clásicas de predación, como enrollamiento de hifas, y, sobre todo, penetraciones en el micelio del hongo patógeno.

E- Las Rizobacterias:

Parece ser que se trata del último de los antagonistas que han pasado a la aplicación comercial, y a decir de Gindrat nos encara hacia la Fitopatología del año 2000.

Se recomienda su uso para el tratamiento de semilla (remolacha, patata, etc.) con bacterias del género *Pseudomonas*, capaces de desarrollarse en el sistema radicular de las plantas y protegerlas contra los agentes patógenos, todavía mal definidos. Esta «bacterización» de semillas, tiene sobre el rendimiento de las plantas un efecto espectacular (Susslow, 1982; Digat, 1983).

El estudio de la especificidad de las rizobacterias «vis a vis» de sus hospedantes vegetales (especies, variedades), así como otros aspectos, deberá ser intensificado y profundizado. Sin embargo, algunos mecanismos son conocidos, y pueden apoyar el propósito de esta exposición. Veámoslo:

Escribe Digat (1983), el hierro, catión esencial en el metabolismo energético de los seres vivos, interviene en la respiración y en la fotosíntesis (como transportador de electrones en los citocromos). En el suelo, el hierro férrico (Fe^{+++}) está frecuentemente inmovilizado bajo forma de óxidos, hidróxidos o sales insolubles. En los suelos alcalinos, a pe-

sar de presentarse en cantidades apreciables no puede ser asimilado, dando lugar a los fenómenos de *clorosis*. Se admite, de forma generalizada, que ciertos microorganismos actúan como solubilizadores del hierro, entre ellos *Pseudomonas fluorescens* y *Pseudomonas putida*, que colonizan con remarcable facilidad la rizosfera y el rizoplasma de numerosas plantas de las que obtiene sustento. Estas bacterias excretan los «sideróforos» que tienen un fuerte poder quelante para el hierro férrico. Con *sideróforos* se designan moléculas que «transportadoras del hierro», y algunos de ellos reciben nombre específicos: ferricromas, enterobactina, agrobactina, parabactina.

Las rizobacterias, en la competición entre microorganismos telúricos, tienen una enorme ventaja al ser capaces de colonizar eficaz y rápidamente la rizosfera y el rizoplasma. Como, además quelan el Fe^{+++} ejercen una competición o antagonismo de origen nutricional, al dejar dicho elemento escaso para el desarrollo

de otros microbios. El Fe^{+++} quelado por los sideróforos es asimilable no sólo por la bacteria -que obtiene una ventaja metabólica evidente- sino también por la planta, que se asegura un metabolismo más activo que influye en su desarrollo.

Una idea del poder antagonista de las *Pseudomonas* la da el hecho de que una misma cepa de *Ps. fluorescens* produce *Pioluteorina* y *pirrolnitrina*. Mientras la primera sustancia es inhibidora de *Pythium ultimum*, la pirrolnitrina es antagonista de *Rhizoctonia solani* aislada de algodón. Otro ejemplo lo proporciona una cepa de *Pseudomonas* sp., capaz de excretar el *tropolone*, sustancia letal para hongos como *Helminthosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Diplodia*, *Piricularia*, *Cladosporium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*.

Una muestra de las habilidades antagonistas de las *Pseudomonas* se ofrece en el Cuadro 1, tomado de Digat (1983).

La tentación de utilizar estas capacidades del grupo bacteriano *Pseudomonas putida-fluorescens*, es frecuente en quienes pretenden luchar contra las enfermedades de origen telúrico. Algunos han caído en ella como:

- Olivier y Guillaumes (1983), que las han ensayado contra *Pseudomonas tolaasii* patógeno del champiñón (*Psalliota bispora*).

- Howell y Stipanovic (1979), que las han experimentado para controlar *Rhizoctonia solani* en plántulas de algodón.

- Scher y Baker (1982), que han levantado una enorme expectación con la posibilidad de controlar biológicamente las «Fusariosis vasculares».

Aunque magros, los resultados son bien alentadores. Su consecución es difícil, y cuando se trata de encarar la lucha biológica en el suelo, una idea debe quedar suficientemente clara:

Los fitopatólogos hemos

Procedentes de nuestros laboratorios vegetales ofrecemos PLANTITAS DE FRESAS Y FRESONES

- Garantizadas, *exentas de virus*, producidas en España con técnicas propias, mediante *termoterapia*; cultivo *meristemático* y *micropropagación «in vitro»*.
 - Disponemos de plantitas tipo «Elite» y «Super Elite» para viveristas exigentes y tipo «V2» para cultivadores que saben lo que tienen que cultivar.
- Disponemos de todas las variedades más modernas e interesantes para el cultivo tradicional o para el porvenir: el «adelantado» o «Summer Planting», y como *novedades absolutas* nuestras variedades de fresón, obtenidas en España, en nuestros viveros.

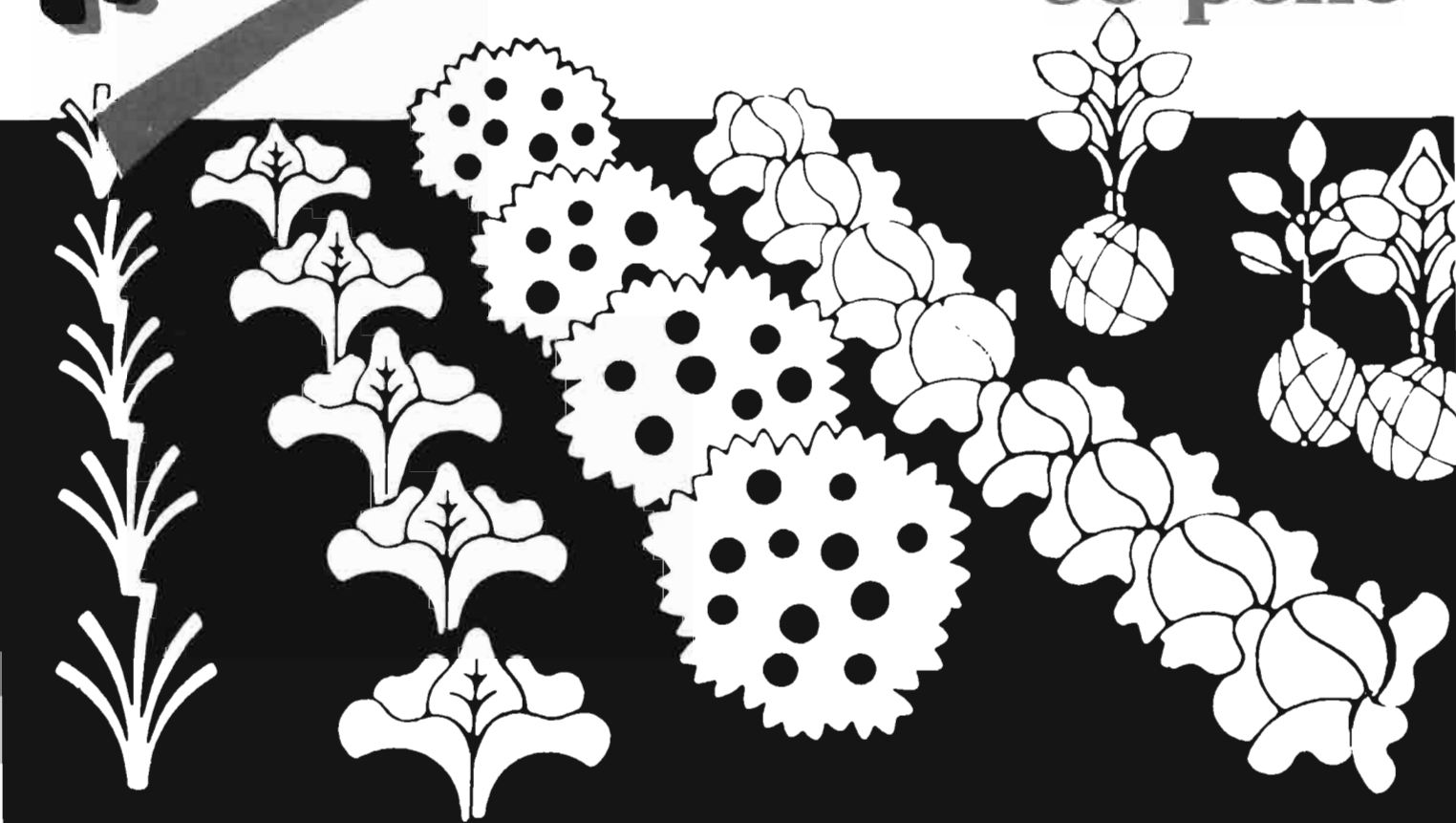
NUEVOS CLONES, C.B.

C/La Parra, 5.

46650 CANALS (Valencia)

HORS SOL

El recubrimiento que menos se pone



En su casa naturalmente! Seguro que ha escogido un suelo de cerámica resistente para su cocina, un parket elegante y confortable para su sala de estar, y mármol para el resto de la casa. Una gran elección, sin duda, ha escogido los materiales más adecuados.

En el invernadero con HORS SOL es suficiente.

HORS SOL es una malla sintética, imputrescible, y permeable indispensable para los cultivos al aire libre o en invernaderos. Propicia una evaporación lenta del agua dando por lo tanto un medio húmedo ideal para un buen desarrollo de las plantas. El riego mejor repartido economiza agua. Suprime el encharcamiento. La malla es muy resistente, soporta el paso de carretillas, camiones y máquinas en general. UNA GRAN ELECCION, HA ESCOGIDO EL UNICO MATERIAL ADECUADO.

Utilización: Colocar las macetas sobre la malla extendida. Sus macetas ya están en un suelo como el de su casa.

HORS SOL está disponible en anchos de 2, 3,25, 4 y 5,25 m. Los rollos tienen una longitud de 100 y 200 m. Cada rollo cubre una superficie de 650 o 1.000 m². El peso por m² es de 140 gr.



COMERCIAL
PROJAR SA.



CENTRAL DE SUMINISTROS

Un
producto
de:

La Pinaeta s/n. Pol. Ind. QUART DE POBLET - Apdo. 140 46930 QUART DE POBLET (Valencia).
Tfno: 96/153 30 11-153 30 61-153 31 11. Tlx: 64771 EPET. Fax: 96/153 32 50.

Cuadro 1: Antibióticos producidos por *Pseudomonas* con actividad antifúngica (Digat, 1983).

Bacteria	Antibiótico	Acción fungicida letal o fuerte	Acción fungicida débil o nula
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Pirrolnitrina (3 cloro-4(2'-nitro-3'-clorofenil)-pirrol)	Thialeiopsis basicola Alternaria sp. Verticillium dahliae Rhizoctonia solani	Pythium ultimum Fusarium sp.
Ps. fluorescens	Pioluteorina (4,5-dicloro-1H-pirrol 2-YL-2Di-OM-ferril-cetona)	Alternaria sp. Fusarium sp. Pythium ultimum	Rhizoctonia solani
Ps. fluorescens	Pseudobactina (hexapeptido).	Pythium ultimum Pythium aphanidermatum Rhizoctonia solani Erwinia carotovora Bacillus cereus Pseudomonas marginalis Pseudomonas tomato Xanthomonas corynebacter	Pseudomonas solanacearum Agrobacterium tumefaciens
<i>Pseudomonas</i> sp.	Tropolone (2-OH-2, 4,6-ciclo heptatrieno 1-1).	Helminthosporium sp. Alternaria sp. Piricularia sp. Fusarium sp. Cladosporium sp. Diplodia sp. Rhizoctonia sp. Pythium sp. Colletatrichum sp.	Aspergillus sp. Penicillium sp. Trichoderma sp. Rhizopus sp.

tenido la tendencia a considerar el suelo como un *reservorio* del inóculo, en el cual los órganos de conservación de algunos hongos patógenos sobrevivían, esperando las condiciones para atacar las partes subterráneas de las plantas. Paralelamente a las observaciones epidemiológicas de las micosis de evolución aérea, se ponía especial énfasis en la determinación del *inóculo primario*, para lo cual se desarrollaban técnicas lo más precisas posible, que unidas a los métodos estimativos de las capacidades infecciosas de éste inóculo, permitiesen prever la aparición de las micosis en función de las condiciones ambientales.

Sin embargo, el suelo no es el reservorio inerte se pensaba era, sino que es un medio extremadamente complejo, capaz de modular la expresión de una enfermedad, incluso hasta el límite de impedir su manifestación. Bien netamente ha mostrado este aspecto **Alabouvette** (1983) al definir el concepto de *Receptivi-*

dad de un suelo a una enfermedad como «su aptitud a permitir la expresión de las capacidades patógenas de un inóculo sobre una población de hospedadores sensibles».

El autor precisa que se trata de la receptividad a una enfermedad de origen telúrico, y no a un agente patógeno, pues con la definición se pretende aprehender todos los factores que en el suelo pueden inducir una limitación en la gravedad de la enfermedad y no sólo los que controlan la instalación del agente patógeno.

Experimentalmente esta noción quedó demostrada inoculando en las mismas condiciones ambientales, el mismo hospedante y el mismo inóculo introducido en diferentes suelos. Los resultados quedan resumidos en el Cuadro 2.

Esta experiencia muestra como el suelo no es un reservorio inerte, y puede considerarse como un «conjunto vivo» en el cual ocurren múlti-

ples fenómenos biológicos. Entre ellos, el denominando *antagonismo microbiano*, que se desarrollará a continuación.

Antagonismo microbiano en el suelo: fenómenos de competición nutritiva

Las interacciones entre microorganismos en el suelo son extremadamente complejas y los conocimientos actuales sobre el tema no permiten enunciar los grandes principios que rigen el equilibrio biológico del suelo, escribían en 1982 **Barea y Azcón-Aguilar**. Estas relaciones pueden ser esquematizadas como se detalla en el Esquema 1.

En esta parte de mi exposición se detallará, parcialmente la relación C. No es aquí el lugar para precisar las interacciones A y B, que serán utilizadas de forma auxiliar para explicar aspectos de la C.

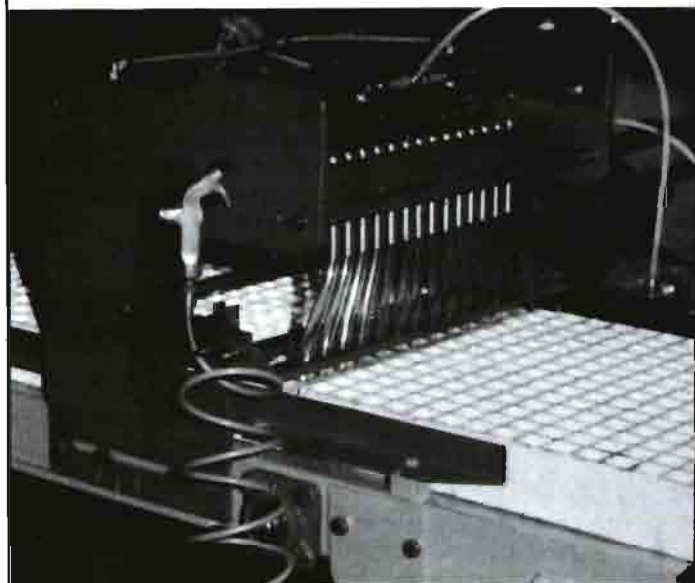
En la relación microbio-microbio

NOVEDAD

El 7º sembrador
de la gama TADAR

Nuestros años de investigación
y experiencia nos han llevado a crear
el sembrador más económico
y fiable del mercado.

PICCOLO TADAR



DATOS TECNICOS:

- Manejo muy simple
- Siembra todo tipo de semillas desde ornamentales a pildoras
- Ideal para lechuga sin pildorar
- Fiabilidad superior a las demás máquinas del mercado.
- La mejor ventaja no es su precio sino su rentabilidad.
- Gran rapidez de siembra
— de 20.000 a 50.000 plantas por hora —

Ahora ya puede adquirir

su sembrador

sin grandes desembolsos



arnabat SA

✉ Avda. Barcelona, 189
MOLINS DE REI (Barcelona)

☎ (93) 668 23 49

Por delante, en todos los campos



Investigar.
Este es el gran
secreto. Investigar
constantemente.
Para hacer que el
campo pueda
disponer de las

mejores ayudas. Para asegurar las cosechas y aumentar sus
rendimientos. Para conseguir que nuestra agricultura sea
más competitiva.

Este es el gran secreto de Sandoz.

Investigar constantemente.

Para ir por delante.

En todos los campos.

SANDOZ 
División Agroquímicos

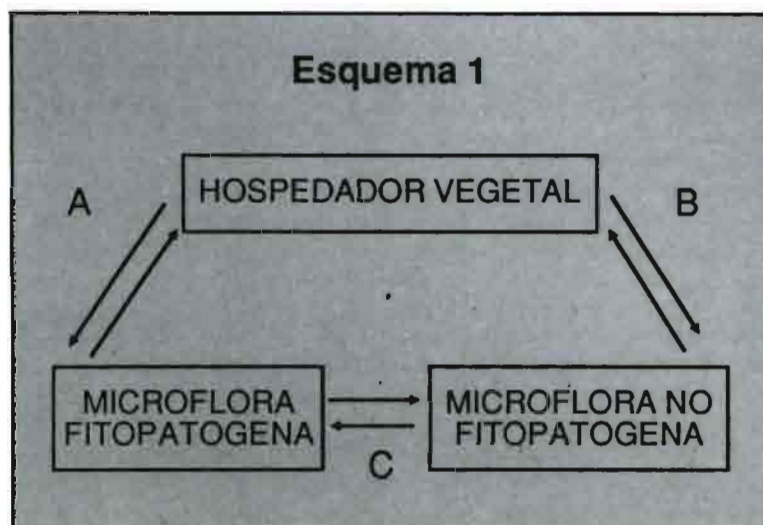
Cuadro 2: Porcentaje de mortalidad de plantas de melón cultivadas en diferentes suelos infectados por *F. oxysporum* f. sp. *melonis* (Alabouvette, 1983).

Dosis inóculo (n. propágulos por g. de suelo)	PORCENTAJE DE PLANTAS MUERTAS				
	Ouroux	Bretenières	Tillenay	Dijon	Châteaurenard
0	0	0	0	0	0
100	45	6	0	0	0
200	39	0	0	0	0
400	34	6	6	0	0
800	45	50	6	0	0
1.600	94	50	66	44	0
3.200	94	94	67	44	0
8.100	100	94	72	50	0
24.000	100	100	100	83	6

(C), Barea y Azcón-Aguilar resumen los fenómenos descritos como se expresan en el Cuadro 3.

La *competición*, motivo de esta conferencia, se define como una lucha inespecífica entre poblaciones de microorganismos por conseguir algún elemento esencial para su supervivencia. El

amensalismo, fenómeno por el cual una especie limita a otra, gracias a la excreción de sustancias inhibidoras; caben en esta definición, para muchos autores, mecanismo como antibiosis, lisis, etc. Finalmente, *predación* y *parasitismo* comportan el ataque de un microorganismo a otro con fines alimentarios. En el parasitismo el microbio atacado permanece vivo, al menos durante un tiempo; en la predación, la ingestión puede ser holozoica (la víctima es inge-



rida rápidamente), o lítica (la víctima es, previamente, destruida por lisis y después ingerida).

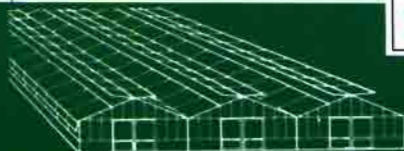
Hay en todas las interacciones microbio-microbio, un hilo conductor: la necesidad de alimentarse. Por ello, a pesar de la aparente precisión de las definiciones, tratando de encuadrar una realidad hoy por hoy muy desconocida, sólo permiten una

cierta operatividad experimental, basada en observaciones indirectas, motivada por la opacidad del medio, el suelo. Suelo, que como ente físico-químico, no sólo como sede de interacciones entre poblaciones vivas, influye notablemente en las relaciones microbianas. Por esta razón el Esquema 1 podría ser modificado como se indica en el Esquema 2, con la idea de intentar un entendimiento de lo que podría denominarse «ambiente suelo».

«Ambiente suelo» que ha sido detallado en un patosistema telúrico por Mangenot y Diem (1979) como indica el Esquema 3.

Manifestación de fenómenos de antagonismo en el suelo: La fungistasis

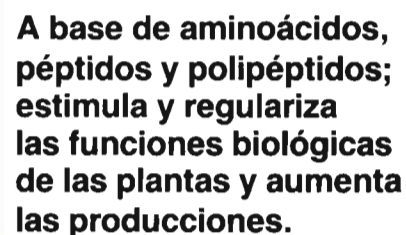
Seguir las definiciones anterior-



CONSTRUCCIONES METÁLICAS HORTÍCOLAS
industrias iberia, s.a.

**El primero y auténtico
a base de aminoácidos**

NUTRIENTE BIOLÓGICO DE RÁPIDA ABSORCIÓN



División Agroquímicos

Gran Via de les Corts Catalanes, 764 08013 BARCELONA Tel. (93) 245 17 00

Delegaciones:

Cirilo Amorós, 51 - 46004 VALENCIA - Tel. 351 74 26
Pza. Cuba, 3 - 41011 SEVILLA - Tel. 27 37 02
Ayala, 70 - 28001 MADRID - Tel. 401 80 50

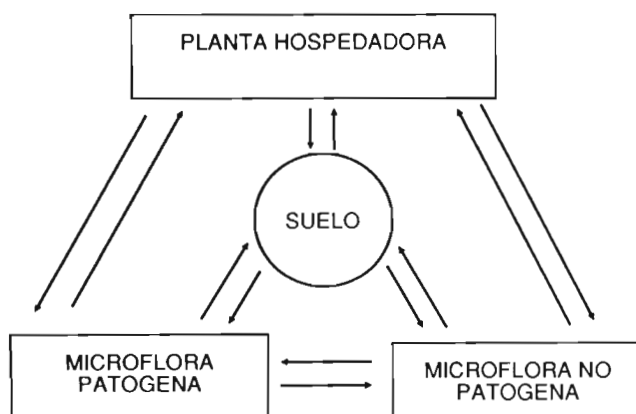
Hostal de la Bordeta, 35 - 25001 LLEIDA - Tel. 20 42 39
Calvo Sotelo, 28 - 1.º - 26003 LOGROÑO - Tel. 25 13 70
Avda. Cuba, int. Poligonillo - 34003 PALENCIA - Tel. 72 49 91

Cuadro 3: Interacciones microbio-microbio (Barea y Azcón-Aguilar, 1982).

		A	B
POSITIVAS	Comensalismo	+	0
	Protooperación	+	+
	Mutualismo	+	+
	Neutralismo	0	0
NEGATIVAS	Competición	-	-
	Amensalismo	-	0
	Predación	-	+
	Parasitismo	-	+

A y B: especies interactuantes.
 +: la población se beneficia.
 -: la población se perjudica.
 0: ausencia de efecto.

Esquema 2

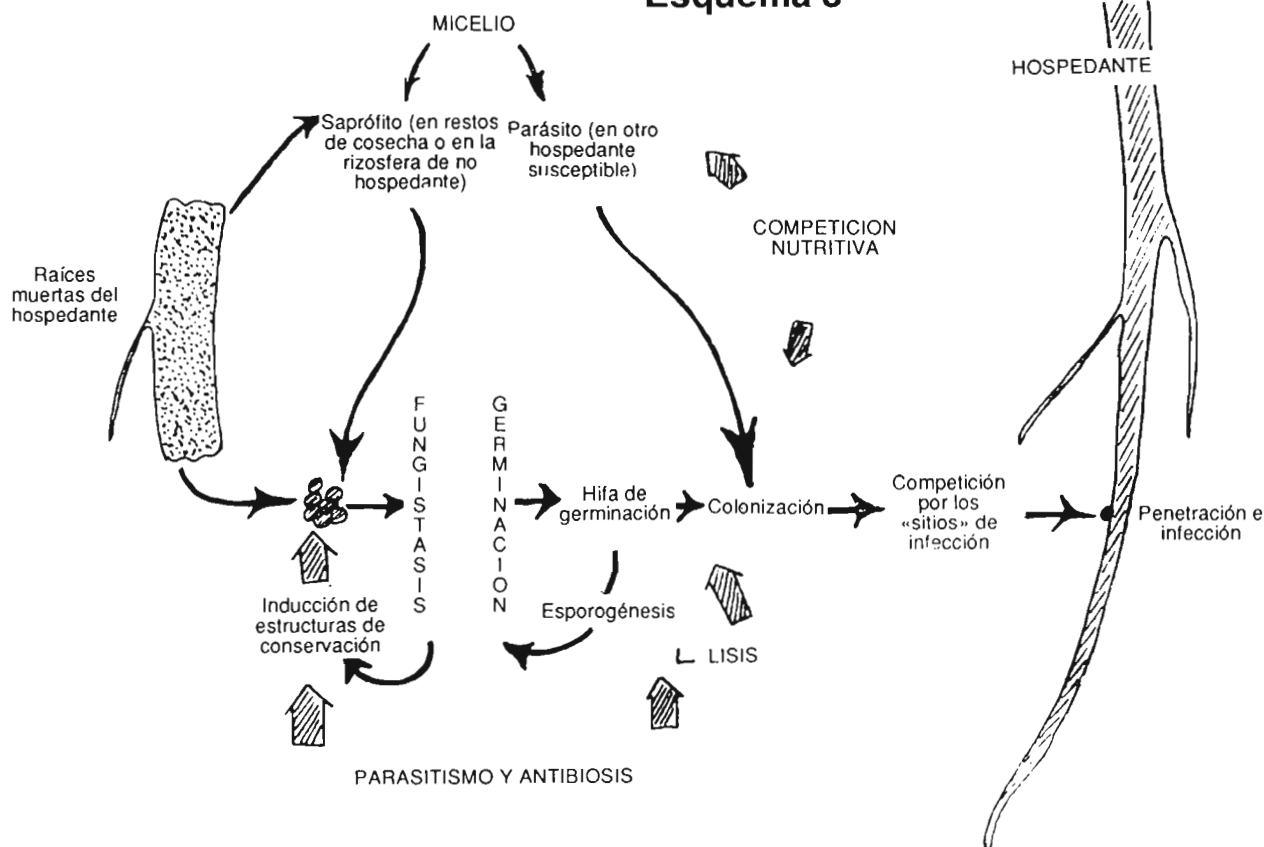


mente explicitadas, de competición, amensalismo, predación y parasitismo, no parece posible. Dejando de lado predación y parasitismo, no aparentan existir límites netos entre las dos primeras, al menos, según se desprende de la bibliografía consultada. Así, para algunos autores, *fungistasis* y *lisis* serían amensalismo.

Sin embargo, después del análisis de numerosos datos experimentales, Lockwood (1977, 1979 y 1981) interpreta la *fungistasis* como una consecuencia de la competición por el alimento. Competición, que de forma genérica no ocurre exclusiva-

mente por la comida, si no también por el espacio. Esta última, a decir de Dommergues y Mangenot (1970) tiene el siguiente valor: «cuando, excepcionalmente, un microhabitat telúrico (nicho) es muy rico en sustratos nutritivos (rizosfera, partícula de materia orgánica fresca), la competi-

Esquema 3



ción se ejerce por el espacio, volumen disponible para la proliferación de colonias bacterianas o de hifas fúngicas estará limitado a los poros del suelo. En la práctica la competición nutritiva juega un papel mucho más importante que la *competición por el espacio*».

Este razonamiento me ha inclinado a hablar de las manifestaciones de los fenómenos en el suelo, más que a dilucidar la sustancia fenomenológica, por otro lado bastante imperfectamente interpretada.

La fungistasis

Un hecho bien simple y comprobado, es que la inoculación de un suelo estéril con un microorganismo cualquiera, no presenta, en general, ninguna dificultad particular -bien entendido, a condición de disponer de un sustrato conveniente y no ser molestado por factores ecológicos hostiles-. Por el contrario la inoculación del mismo suelo, pero sin esterilizar, está, frecuentemente, abocada al fracaso. Uno de los procesos explicativos de esta constatación es la *fungistasis*.

tasis.

La *fungistasis* es un fenómeno general de inhibición de la germinación de las esporas fúngicas situadas en el suelo. Lockwood (1964) la delimitaba como sigue:

- Casi todos los suelos naturales son fungistáticos, con excepción de los subsuelos profundos en los que las poblaciones microbianas son pequeñas.

- La manifestación de la fungistasis requiere, normalmente, la presencia de microorganismos vivos. La total o parcial esterilización del suelo (calor, fumigación, radiación gamma) anula el efecto.

- La fungistasis puede ser restaurada en suelos estériles inoculados con microorganismos más o menos específicos, incluyendo aquellos incapaces de producir antibióticos. Algunos suelos son conocidos por su fungistasis persistente después de esterilizarlos.

- Los propágulos de la mayoría de las especies fúngicas son sensibles a la fungistasis en suelos naturales.

- La fungistasis es, frecuentemente, anulada por la adición de energía al suelo.

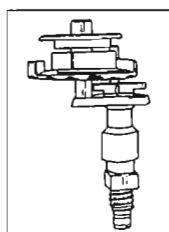
Quien años más tarde, el mismo autor (Lockwood, 1977 y 1979) proponía interesantes precisiones que, entiendo, merece la pena comentar.

1.- Precisiones a la definición:

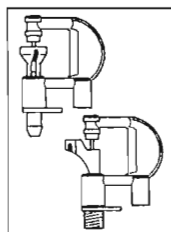
El concepto de fungistasis no debería asociarse, sólo, a la producción de sustancias *inhibidoras*. Circunscrito al fenómeno de la inhibición de la germinación fúngica, excluiría su recíproco, es decir, el estímulo de la germinación de las esporas. Actuarían como límites a la definición, por un lado la formación de esporas de conservación (clamidosporas); pues causas diferentes pueden tener los mismos efectos. Por otro lado, la consideración de «dormancia exógena» para la fungistasis, que se define como las condiciones mediante las cuales el desarrollo se retrasa, condiciones físicas y químicas del ambiente y no otras.

Se pueden aceptar como sinónimos alternativos del término los de *quies-*

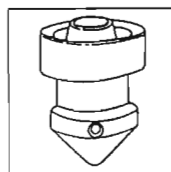
Boquillas de Riego



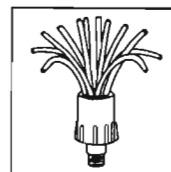
para aspersión,



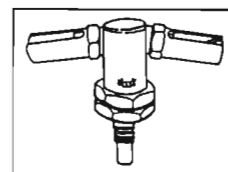
mini-aspersión



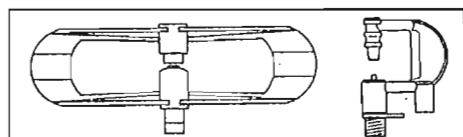
goteo,



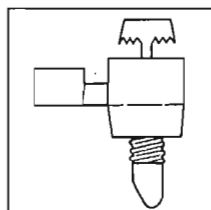
localizado por tubo capilar,



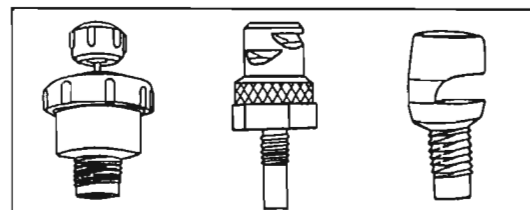
pulverización aérea,



nebulización,



micro-irrigación,



pulverización (aérea).

Sabater

Equipos y materiales
para todo tipo de riegos.

Construcción propia.

Correspondencia: Pl. Tereses, 33
Ventas: Pol. Ind. «El Cros».
Telf. (93) 798 61 60 - 798 21 95
Telefax: (93) 798 20 11
08302 MATARO (Barcelona)

cencia e hipobiosis, opuestos en su definición al concepto de *dormancia intrínseca*, por la cual el desarrollo se retrasa debido a una propiedad innata al estado de dormancia.

2.- Precisiones sobre la especificidad:

La fungistasis, también llamada *micostasis*, no es un fenómeno restringido a los hongos. Los bajos niveles de actividad metabólica de los microbios del suelo, parecen indicar que bacterias y actinomicetos también son inhibidos. Desafortunadamente, no son muchos los trabajos realizados sobre este punto, tal vez, por la dificultad que entraña la visualización de las esporas. Dos ejemplos:

- Lloyd (1968), encontró que las esporas de ocho aislamientos de estreptomicetos, en tres suelos distintos, tuvieron una germinación de 3, 5, 7% frente al 79% en suelos esterilizados. El comportamiento de los estreptomicetos fué comparable al de los hongos: crecían brevemente, esporulaban, lisaban y, a veces, forma-

ban arthrosporas sin crecimiento.

- Davis (1975 a,b) demostró que la *bacteriosis* fué restaurada en un suelo estéril que se incubó con un suelo natural. La germinación de esporas de *Bacillus* fué inhibida por el suelo.

Este enfoque le permite a Lockwood (1977) aplicar el fenómeno de la inhibición de la germinación de esporas a Bacterias y Actinomicetos, denominándolo *microbiostasis*.

La especificidad de la fungistasis se manifiesta, también, vis a vis al tipo de *propágulo* (=unidad de propagación del microorganismo) del hongo considerado:

- Las esporas más sensibles a la fungistasis, son las de menor tamaño, y requieren nutrientes exógenos para su germinación. Se denominan a tales propágulos, *esporas nutriente-dependientes*.

- Las esporas que no necesitan nutrientes exógenos para su germinación -*esporas nutriente independientes*- son menos sensibles a la fungistasis y algunas germinan libremente en el suelo. Se encuentran agrupadas así: uredosporas, conidias

de Oidio, ascosporas de *Neurospora tetrasperma*, conidias y ascosporas de *Calonectria crotolariae*, macroconidias de *Fusarium* spp.

- Las clamidosporas y esclerocios de hongos imperfectos y Ascomicetos, son, en general, sensibles a la fungistasis.

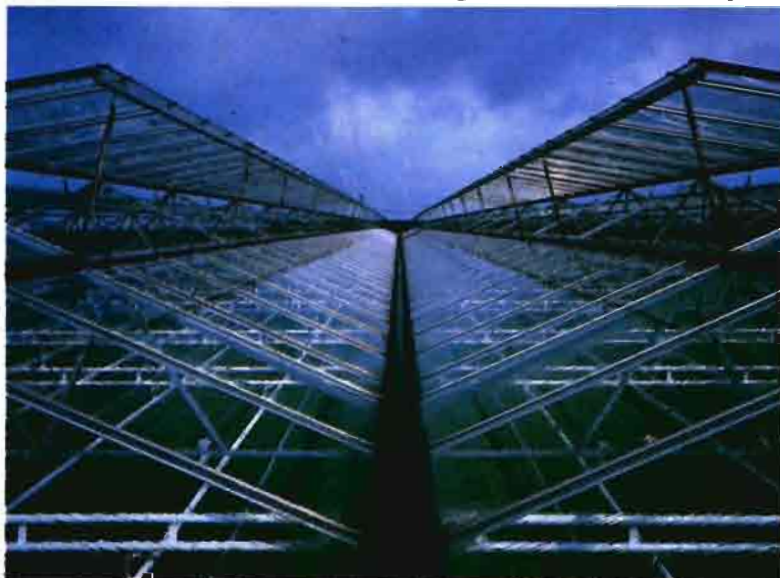
- Las hifas miceliares tienen, en general, la mínima sensibilidad a la micostasis. Steiner y Lockwood (1969) atribuyeron este fenómeno a la ausencia de tiempo de germinación.

En general, la sensibilidad a la hipobiosis, difiere entre especies de un mismo género, incluso entre aislamientos de una misma especie. Un ejemplo nos lo brinda el trabajo realizado con 255 aislamientos «salvajes» de *Cochliobolus sativus* -ascomiceto causante de podredumbres en raíces de gramíneas y carbón de las espigas- de los cuales germinaron en el suelo entre el 1 y el 10%. Pero, cinco aislamientos germinaron más del 30%. Esta posible «germinabilidad innata» fue hereditaria. De los cruzamientos se seleccionaron algu-



smiemans projecten

Por fin la más avanzada tecnología holandesa en España.



- 40 años de experiencia en la construcción de invernaderos de cristal.
- Más de 30.000.000 m² instalados en todo el mundo.
- Luz de naves de 6,4; 8,0 y 12,8 m.
- Ventilación continua en ambas partes de la capilla (50% techo).
- Ideal para cultivos forzados y de alto rendimiento.
- Instalaciones adaptables a todo tipo de cultivos: Hortalizas, Flores, Plantas, etc.



Representantes en exclusiva para España.

- Llaves de mano.
 - Cimentación.
 - Montaje invernadero.
 - Instalación equipos de calefacción.
 - Sistemas de riego.
 - Motorización y automatización.
 - Instalaciones eléctricas.
- Nos adaptamos a todas sus necesidades.



FLOMESA
FLORES DEL MEDITERRANEO, s.a.
Trevisera de Gracia, 62. 3º 3ª 08006 Barcelona
Teléfono 209 47 69. Télex 52773
A-08-987919

nas progenies que germinaron por encima del 50%. Diferencias comparables han sido detectadas en *Fusarium*, *Trichoderma* y *Thielaviopsis basicola*.

En lo expuesto hasta ahora se desprenden una serie de limitaciones a la experimentación para estudiar la *microbiostasis*. Algunas más son pertinentes:

Las observaciones comentadas hasta ahora se han realizado, en su mayor parte, empleando técnicas que modifican el suelo en su estado habitual (introducción de papel celofán, papel y filtros porosos, medios agarizados, o se han ideado modelos que intentaban simular la rizosfera). Sin embargo, algunas experiencias han evidenciado factores inherentes a los hongos que afectan a la micostasis:

- La germinación de las conidias de *Fusarium solani* en el suelo estuvo relacionada con la densidad de esporas. Griffin y Ford (1974), concluyen con una evidencia importante: bajos niveles de germinación de las esporas en los ensayos, pueden ser debidos a las altas concentraciones de conidias utilizadas en los ensayos.

- Shüepf y Frei (1969), encontraron que las esporas de *Cladosporium herbarum* de 15 días de cultivo fueron más sensibles a la fungistasis, que las procedentes de cultivos de 7 días. El ensayo se realizó sobre cuatro suelos diferentes. Un fenómeno análogo fué descrito por Dix y Christie (1974) para *Dreschlera rostrata*.

- La sensibilidad a la fungistasis parece decrecer cuando se pregerminan las esporas de los hongos. Las esporas nutriente-dependientes germinaron mucho más en el suelo, cuando se las pone en contacto previo con nutrientes, antes de pasarlas a suelos enriquecidos. Las esporas nutriente-independientes (*clamidoporas* de *F. solani* f. sp. *phaseoli*, *Thielaviopsis basicola*, *Cochliobolus sativus*) germinaron en su práctica totalidad después

de un período inicial de incubación en agua.

- La desecación de esclerocios de *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor*, *Sclerotium delphinii*, incrementó fuertemente su germinación en el suelo. No hubo respuesta al tratamiento por parte de *Sclerotium cepivorum*.

3.- Significado de la fungistasis en el suelo:

En 1970, Garret escribía que la fungistasis tiene el valor de permitir la supervivencia de los microorganismos. Es decir, evita el desgaste que ocurriría si la germinación tuviera lugar en ausencia del sustrato potencialmente explotable.

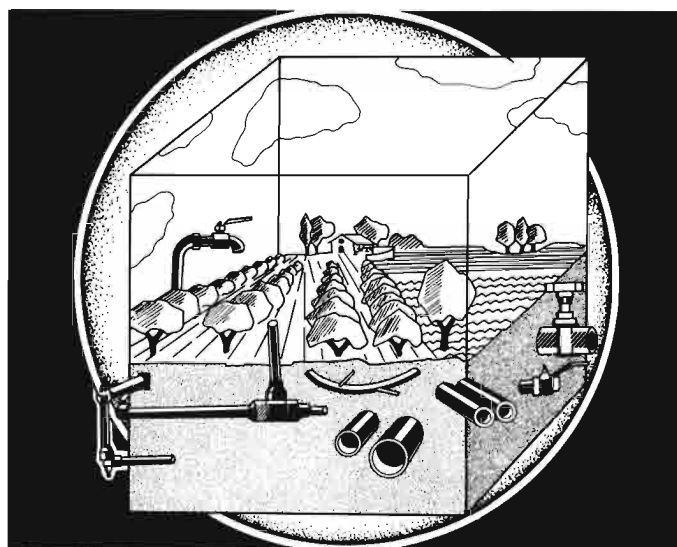
Sin embargo, añade Lockwood (1977) el hecho de que los hongos difieran por su sensibilidad a la fungistasis ha sido poco estudiado, sobre todo intentando relacionar la diferencia con el habitat ecológico de cada microorganismo. Un ejemplo puede ilustrar estas notables ideas. Dix (1967) observó para 12 hongos colonizadores de las raíces de las ha-

bas, la relación entre la sensibilidad fungistática y el lugar de colonización. Los pioneros en aposentarse en las superficies de los extremos de las raíces fueron los menos sensibles. Los colonizadores secundarios fueron ligeramente más tolerantes. Los más sensibles a la fungistasis estuvieron limitados a la rizosfera, pero no fueron encontrados ni el rizoplasma, ni en la endorrizosfera. Estos hechos, desafortunadamente, no son siempre tan claros.

Este tipo de experiencias tiene un interés indudable, para determinar si existe una relación entre la sensibilidad a la hipobiosis, el tamaño de las esporas y el tiempo de germinación de éstas con el «sitio» de colonización. La reunión en un hongo patógeno de hojas, de esporas de gran tamaño, independencia de nutrientes exógenos y rápida germinación, puede ser el resultado de una *presión de selección* para estas propiedades. Gregory (1961) ha sugerido que las esporas grandes, características de patógenos foliares de cereales pueden ser el resultado de una selección para alta eficacia en la patogeneicidad. La selección para una rápida germinación puede tener un valor añadido para la supervivencia de micropatógenos foliares, ya que las condiciones óptimas de humedad y temperatura son de corta duración en el follaje, si se comparan con las que tienen lugar en el suelo. Selección con un valor añadido en las esporas nutriente-independientes, que le permitirían una germinación continua.

Matizar un fenómeno como la fungistasis/microbiostasis, con las limitaciones experimentales antes enumeradas, y las controversias que de ellas se desprenden, no es nada fácil. Ello muestra una vez más las enormes dificultades con que se encuentra cualquier tentativa de lucha biológica. Sin embargo Lockwood (1977, 1979) lo ha hecho de la siguiente manera:

a) La fungistasis en el suelo es un fenómeno difu-



Fabricantes de tubería de polietileno AD-BD y accesorios.
Desde 1/4 a 2,5 pulgadas



SAMAPLAST, S.A.

Ctra. Reus - Riudoms, Km. 3 - Apdo de Correos 180
Tel. 977-85 0037 - REUS (Tarragona)

so, que afecta a la mayoría de los propágulos de hongos. En casi todos los casos está presente cuando lo están microorganismos vivos. Su efecto es anulado por la acción de nutrientes productores de energía. Una fungistasis, con características similares a la del suelo, ocurre en las hojas de las plantas. Así lo ponen de manifiesto los trabajos de Barnes (1971), Blakeman y Fraser (1971) y Heuvel (1971). Al igual que en el suelo, la inhibición parece tener un origen microbiológico causada por hongos y/o bacterias. La germinación es posible al añadir nutrientes.

b) La germinación y el crecimiento de Bacterias y Actinomicetos está inhibido en el suelo. La causa de este fenómeno parece ser la misma que la fungistasis. Un concepto amplio de inhibición microbiana en el suelo puede ser aplicado a hongos, bacterias y actinomicetos: la *microbiostasis*.

c) La fungistasis se expresa, de forma general, más intensamente en los suelos en los cuales el contenido en humedad es un poco inferior a la de saturación. Esta manifestación es

máxima, por lo común, en suelos neutros o ligeramente alcalinos. En condiciones ácidas, la fungistasis puede ser disminuida por la supresión de la actividad de bacterias y actinomicetos. El incremento de sensibilidad a la micostasis de ciertos hongos, en suelos con pH superior a 7,00 puede tener su origen en el efecto desfavorable del pH sobre el hongo.

d) Las especies de hongos con esporas pequeñas tienden a ser altamente sensibles a la hipobiosis, germinando lentamente y con apoyo de nutrientes exógenos. Al contrario, las esporas grandes y esclerocios, no suelen necesitar nutrientes exógenos y tienden a germinar rápidamente. De una forma general, se puede decir, que las esporas que germinan lentamente, compiten, pobremente, con la microflora del suelo por sus nutrientes.

e) La fungistasis es, a menudo, anulada temporalmente por el enriquecimiento del suelo con nutrientes energéticos. En general, materiales complejos, como residuos de plantas son más efectivos para tal menester.

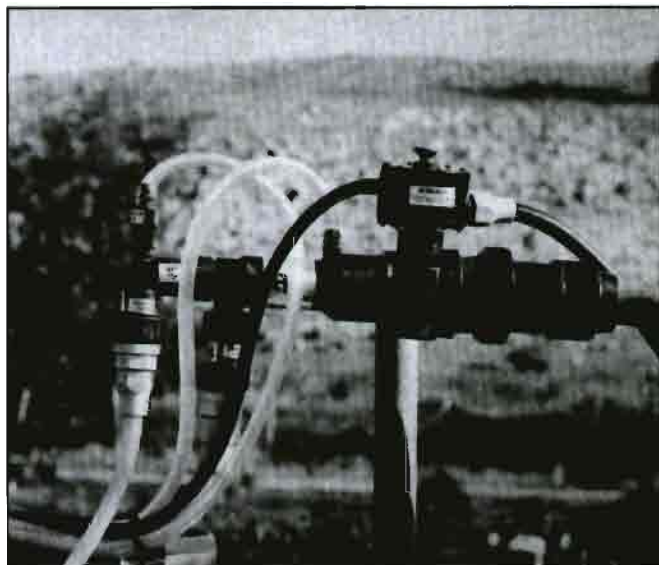
Unas pocas semanas después de tales tratamientos, el nivel de la micostasis puede ser incrementado. La anulación de la hipobiosis por adición al suelo de componentes no utilizados como fuentes de energía, no ha sido demostrada.

f) Algunos autores han propuesto que ciertas sustancias inhibitoras dan lugar a los mecanismos primarios de la fungistasis. Para otros, esta aseveración debe matizarse en el sentido de que más bien se trataría de un fenómeno muy complejo, que pone en marcha varios inhibidores específicos y sustancias estimulantes opuestas. Entre los inhibidores volátiles, potencialmente activos sobre hongos se han incluido:

- *Amonio*, aparentemente presente en forma de sales en algunos suelos áridos de elevado pH.
- *Etileno*, identificado en algunos suelos ácidos. La mayoría de los hongos, «in vitro», toleran elevadas concentraciones de este gas.
- *Alcohol etílico*.
- Además, otras sustancias sin identificar.

un producto

amiad  ISRAEL



Inyector de fertilizantes y productos químicos

Inyector que funciona con la presión hidráulica del sistema de riego.
Fácil control de la cantidad total a inyectar.
Inyecta en cualquier diámetro de tubería y su funcionamiento puede detenerse automática o manualmente.
Este Inyector es resistente a casi todos los productos químicos conocidos en uso en agricultura.
Caudal de inyección hasta 320 l/h
Presión mínima de trabajo 0.5 Kg/cm.²

Riegos Iberia Regaber, S.A.
C/ Rafael Riera Prats, nave 6 Vilassar de Dalt, 08339 Barcelona
Tel. (93) 753 12 11 Telex 59229 RGBRE Fax. (93) 753 25 12

Regaber 

Cuadro 4: Evolución de las poblaciones de Fusarium en las tierras sensible y resistente abonadas con glucosa (Alabouvette, 1983)

Población de Fusarium Dosis de glucosa	SUELO RESISTENTE			SUELO SENSIBLE		
	Población total	F.oxysporum	F.oxysporum f.sp. melonis	Población total	F.oxysporum	F.oxysporum f. sp.
0 (testigo)	100	100	100	100	100	100
0,1 mg/g	102	92	100	156	168	217
0,5 mg/g	129	117	194	286	333	489

Los inhibidores no volátiles, incluyen sustancias de alto peso molecular. Se han incluido aquí, también, los metabolitos microbianos encontrados en los cultivo viejos de hongos (fenómenos de enraizamiento).

En algunos suelos, la fungistasis persiste después de esterilizar (*Fungistasis residual*). El fenómeno parece estar ligado a la presencia de altas concentraciones, inhibitorias, de CO_3Ca , Fe y Al.

g) Ciertos investigadores han emitido, para explicar la micostasis, la hipótesis de la deficiencia de nutrientes en el suelo. Para aquellos, el hecho de que los suelos sean crónicamente escasos en energía utilizable por las poblaciones microbianas presentes, tendría como consecuencia la inactividad de la mayoría de la población. Esa sería la única causa origen de la fungistasis, independiente o no de la existencia de sustancias fungistáticas.

Es, precisamente, esta última hipótesis, reafirmada posteriormente por

Lockwood (1981), la que me parece más atractiva. Especialmente por el apoyo que le presta la existencia de suelos «sensibles» y «resistentes» a las enfermedades, susceptibles de ser manipulados para el control de éstas. Podría decirse, que los suelos resistentes a las «Fusariosis» son más fungistáticos para *Fusarium* que los suelos sensibles, permitiendo esta aseveración un manejo de la micostasis para luchar contra las criptógamas de origen telúrico. Estimando que un ejemplo de esta argumentación lo presta el trabajo de Alabouvette (1983) y Alabouvette et al. (1983) con su modelo de suelos resistentes a las «Fusariosis vasculares», quisiera delinearlos para ustedes:

El estudio de los mecanismos microbiológicos de la resistencia, permitió evidenciar un antagonismo basado en una intensa *competición nutritiva*, entre las poblaciones telúricas que condicionaban la exteriorización de las «Fusariosis vasculares». Pero, por el contrario, los autores no

encontraron un antagonismo específico tipo antibiosis o hiperparasitismo.

El modelo experimental se basa en la comparación de un suelo «sensible» y otro «resistente» a la «Fusariosis vascular» del melón (agente causal *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*). El comportamiento de tales tierras a la enfermedad, se detalló en el Cuadro 2.

Los sucesivos ensayos pusieron de manifiesto que la dinámica del inóculo era, globalmente, idéntica en ambos suelos, resistente y sensible. Por otra parte, la colonización de la superficie de las raíces es comparable en los dos tipos de suelos, hecho que les permitió emitir la hipótesis de que los fenómenos limitantes de la eficacia del agente patógeno en un suelo resistente se desarrollaban en la proximidad de la raíz, cuando los propágulos dirigen sus tubos germinativos hacia el rizoplaneo. El estudio de la germinación de las clamidosporas de 22 cepas de *Fusarium* en los suelos sensible y resistente, permitió



las ventajas crecen

Un buen comienzo para su cosecha con

EJIDOPLANT

Información: SEMILLERO: Tlfns. 951/481352* y 481521 - EL EJIDO (Almería)

comprobar que la fungistasis es mucho más intensa en el suelo resistente. La adición de una fuente energética de fácil asimilación (glucosa) aumentó la germinación de las clamidosporas en ambos suelos pero más netamente en el sensible; la diferencia entre ambas tierras fue más nítida cuanto menor fué la dosis de fuente nutritiva añadida. El fenómeno fué, igualmente detectado en las densidades poblacionales de *Fusarium* (Cuadro 4).

En los suelos en equilibrio, la microflora estaría en fase de latencia, preparada para utilizar todos los elementos nutritivos conforme fuesen apareciendo en el medio. A medida que aumentase el aporte energético, lo haría la actividad microbiana. Cuando la fuente alimentaria se agota, se vuelve a un nuevo estado de equilibrio, acompañado de un estrés nutricional que afectaría de manera diferente a los microorganismos según su estado de desarrollo. Este hecho puede, no sólo entrañar una parada en el crecimiento, sino, también, provocar la lisis de propágulos en curso de germinación (Mangenot y Diem, 1979). En apoyo a esta descripción, Alabouvette (1983) estudia la cinética de la mineralización de débiles cantidades de glucosa (Figura 1).

En la curva de la Figura 1 varios aspectos son remarcables:

a) el nivel inicial de la biomasa del suelo resistente es más elevado que el del suelo sensible.

b) la actividad microbiana se desarrolla más rápidamente en el suelo resistente.

c) el estrés nutricional sobreviene más brutalmente en la tierra resistente.

La interpretación que hacen los autores es la siguiente: en la tierra resistente el nivel elevado de biomasa determina una *competición nutritiva* particularmente intensa, que limita considerablemente las posibilidades de desarrollo de los microorganismos, y en particular de los *F. oxysporum* patógenos. En el suelo sensible, los mismos mecanismos se expresan con una intensidad mucho menor, permitiendo el desarrollo microbiano durante un lapso de tiempo suficiente para que los *F. oxysporum* infecten la planta.

Figura 1: Evolución de la cantidad de CO₂ desprendido en las tierras sensible y resistente abonadas con 1 mg de glucosa/g de suelo (Alabouvette, 1983)

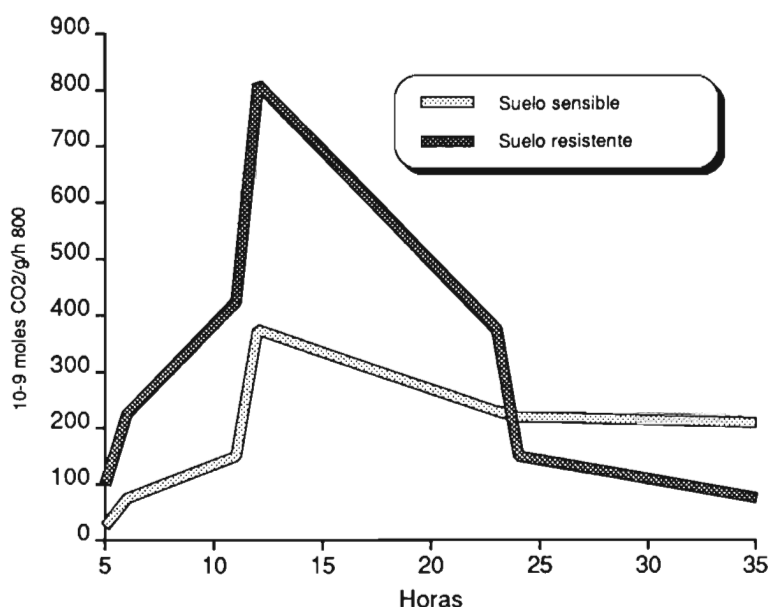
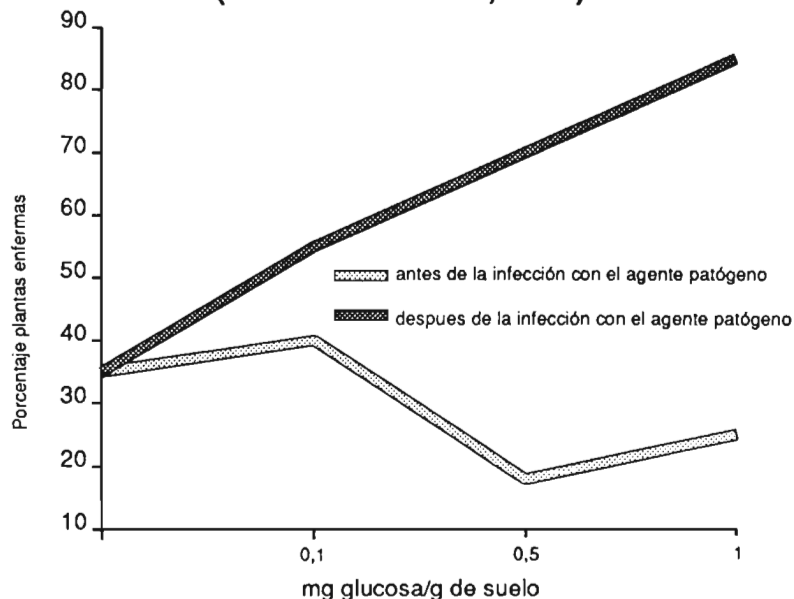


Figura 2: Modificación del nivel de receptividad de un suelo inducida por los abonados con glucosa efectuados (Alabouvette et al., 1983)



Esta experiencia une con la idea de Lockwood (1977) sobre que la búsqueda de materias que mejoren el potencial fungistático de los suelos, puede ser el punto de partida para el control biológico de los patógenos telúricos. De esa manera puede pensarse, toda intervención en un suelo

tendente a aumentar la biomasa microbiana -y en consecuencia la intensidad de la competición nutritiva- debería traducirse por una disminución de la enfermedad.

La experimentación se encarga de deshacer esta forma tan lineal de razonar. Simplemente, variando la do-

sis añadida de fuente energética y/o el momento de aplicarla, la gravedad de la micosis puede modificarse en un sentido u otro (Figura 2).

La Figura 2, algunas enseñanzas aporta:

- Si el abonado con glucosa se efectúa dos semanas antes de la introducción del agente patógeno, es posible una disminución de la gravedad de la enfermedad: el aumento de la biomasa saprofita ha podido aumentar la fungistasis, que se opondría al agen-

te patógeno introducido ulteriormente.

- Si la adición de glucosa se realiza a un suelo previamente inoculado, la enfermedad se agrava. Se podría argumentar, entonces que la fuente energética atenúa momentáneamente la competición, favoreciendo el desarrollo del patógeno.

Sin embargo, estas elegancias en el razonamiento pueden no estar lejos de una parte de la realidad compleja del suelo. Bien parece demostrarlos

los trabajos de Schroth y Hancock (1982) y Scher y Baker (1982), que atribuyen a una competición por el hierro el antagonismo entre los *Fusarium oxysporum* y ciertas bacterias del grupo *Pseudomonas fluorescens-putida*. Estas bacterias de la rizosfera inmovilizan el hierro férrico (Fe^{+++}) con sus sideróforos, elementos indispensables para el desarrollo de los *Fusarium* patógenos. 

Bibliografía

Agrios G.N. (1986). Fitopatología. Ed. Limusa S.A.

Alabouvette C. (1983). La receptivité des sols aux fusarioses vasculaires. Rôle de la compétition nutritive entre microorganismes. Thèse Docteur -ès- Sciences. Université Nancy I.

Alabouvette C., Couteaudier Y. y Louvet J. (1983). Importance des phénomènes de compétition nutritive dans l'antagonisme entre microorganismes. In: Les antagonismes microbiens (Les Colloques de l'INRA n.18). Ed. INRA Pub.

Baker K.F. y Cokk R.J. (1974). Biological control of plant pathogens. Ed. W.H. Freeman Co, San Francisco.

Baker K.F. (1980). Microbial antagonism. The potential for biological control. In: Contemporary Microbial Ecology. D.C. Ellwood et al. Ed. Acad. Press. London.

Baker R. (1968). Mechanism of biological control of soil-borne pathogens. Annu. Rev. Phytopathol., 6, 263-294.

Barea J.M. y Azcón-Aguilar (1982). La rizosfera: interacciones microbio-planta. Anal. Edaf. Agrobiol. 41, 1.517-1.532.

Barnes G. (1971). Inhibition of Erysiphe polygoni on



BOMBA HIDRAULICA ECOFERTIC

- *inyector hidráulico de pistón alternativo para la incorporación de abonos líquidos o solubles en la red de riego.*
- *Muy económica y manejable.*
- *Fácil instalación, dos tomas en la red de riego son suficientes para su funcionamiento.*
- *No se produce ninguna pérdida de presión en el agua de riego.*



S. Coop. C. Ltda. **SANTA PERPETUA DE MOGODA (Barcelona)**

Avda. Mollet, n.º 1 - Tel. (93) 560 64 50