

REVISTA  
FACULTAD NACIONAL  
DE AGRONOMIA

DIRECTOR: CARLOS GARCES O.

Vol. XI	Medellín,	Marzo	de 1950	No. 37
---------	-----------	-------	---------	--------

Apartado Aéreo 568—Dirección postal: Facultad Nal. de Agronomía  
BIBLIOTECA — Medellín - Colombia, S. A.

*(Registrado como artículo de 2ª clase en el Ministerio de Correos y Telégrafos,  
el 8 de septiembre de 1939.—Licencia N° 648)*

## La Diseminación de los Fitopatógenos

Carlos GARCES O.  
Profesor Titular de Fitopatología

Como base para una mejor comprensión de los principios de Protección e Inmunización en el control de las enfermedades de las plantas y por tanto para sacar un mejor provecho en su aplicación, es necesario considerar primero las formas que tienen los patógenos cuando alcanzan el patio de infección y se establecen en sus correspondientes susceptibles, así como las fuentes de donde estos patógenos salen, los agentes que los transportan y las condiciones bajo las cuales llegan al patio de infección y se establecen allí. Debemos pues entrar a considerar el fenómeno de la **diseminación**.

La mayoría de los fitopatógenos bajo condiciones favorables, producen cantidades relativamente grandes de inóculo. Pero antes de que la infección pueda efectuarse, el inóculo debe ser dispersado a nuevas plantas o patios de infección. La extensión de las enfermedades de las plantas y el desarrollo de epifitias depende en gran extensión de la eficiencia con que el patógeno es dispersado. El inóculo puede ser diseminado de modos muy diversos, por diferentes agentes. La importancia relativa de los diferen-

tes agentes de diseminación varía grandemente con las diferentes enfermedades. Es obvio que una evaluación precisa o exacta de la importancia relativa de los diferentes métodos es esencial para un programa inteligente de control (1).

Podemos definir la diseminación como la dispersión o derrame de los patógenos ya establecidos dentro de un área dada, de la fuente de inóculo a la planta o de una planta a otra, mediante los procesos naturales de inoculación. Sin embargo, la diseminación no comprende necesariamente la inoculación, ya que ésta ocurre cuando el inóculo cae en el lugar preciso para la infección y la mayoría del inóculo diseminado por los diversos agentes, principalmente el viento, nunca cae en el patio de infección y se desperdicia.

## FORMAS EN QUE LOS PATOGENOS PUEDEN SER DISEMINADOS

Los órganos de los patógenos, que sirven como inóculo para ser diseminado dentro del área invadida, no están expuestos en la mayoría de los casos a sufrir condiciones adversas, como sucede en cambio en el fenómeno de la distribución. Por lo general, estos órganos están o deben estar en condiciones fisiológicas tales que permitan un fácil y rápido desarrollo del patógeno, pues en muchos casos, o su viabilidad o el período favorable de desarrollo son muy cortos. Aunque en algunos casos el inóculo puede estar constituido por órganos resistentes, lo general es que el inóculo esté formado por estructuras delicadas. Los diferentes tipos de inóculos que con mayor frecuencia se encuentran son: **huevos, larvas, oosporas, esporas** de diversos tipos, **talos**, etc. de los cuales haremos enseguida, una breve mención:

**Huevos y larvas.**—Principalmente con relación a las enfermedades causadas por nemátodos, los tipos más frecuentes de inóculo son el **huevo** o la **larva**. Las plantas atacadas por ciertas especies, muestran en las raíces tumefacciones en cuyo interior se encuentran las nematodos hembras que al madurar expelen un saco con cerca de 400 huevos. Estos huevos al madurar se convierten en larvas de forma vermicular que al escapar del saco quedan en el suelo y son diseminados rápidamente en los surcos por el agua de escorrentía o por la irrigación.

**Oosporas.**—Aunque las oosporas son órganos de resistencia, capacitados para sobrevivir a períodos desfavorables constituyen en muchos casos el inóculo de las infecciones primarias. Tal es el caso según se cree, en el **Phytophthora infestans** y según se tiene comprobado, en el **Phytophthora omnivora** que ataca al pimiento y a la berenjena; el **Phytophthora palmivora**, el **Peronospora parasítica** y varios otros miembros de esta familia.

(1) Leach, J. A. Insect transmission of Plant Diseases. 1-615. 1940.

**Esporas.**—Constituyen desde luego, en sus diversas formas (ascosporas, basidiosporas, conidias, etc.) el tipo más común de inóculo. Los esporos de origen sexual constituyen por lo general el inóculo de los ciclos primarios, aunque en muchas ocasiones pueden ocasionar ciclos secundarios. Igualmente, muchos ciclos primarios pueden ser iniciados por esporos asexuales. Todos ellos desempeñan un papel importante en la diseminación de los patógenos estando especialmente adaptados por su naturaleza para este fin. Muchos de ellos están provistos de adaptadores que los capacitan para adherirse a las plantas desfavorables. Los esporos pueden ser transportados a distancias relativamente largas pero su viabilidad no es mucha.

La gran mayoría de los esporos de los hongos está en capacidad de germinar desde el momento en que alcanzan la madurez. En algunos casos, sin embargo, como en algunos **Saprolegniaceae** pueden germinar antes de la madurez y se sabe también que algunos necesitan pasar un período de descanso, después de alcanzada la madurez, para poder germinar.

El período de viabilidad de los esporos depende de su forma y varía en los diferentes especies e individuos. Es relativamente corto en los esporos de los **Peronosporaceae**, y en los uredosporos, aecidiosporos y esporidias de los **Uredinales**, que alcanzan unas pocas semanas, rara vez meses, cuando las condiciones no son muy secas. Las esporas (esporangios) del **Cystopus candidus** por ejemplo, tienen un período de viabilidad de 6 a 8 semanas y las del **Phytophthora infestans** unas 3 semanas (1), pero las últimas mueren a las 24 horas en condiciones adversas de sequedad. Angell y Hill (2), al efectuar un estudio sobre la longevidad de las conidias de algunos Peronosporales, bajo condiciones secas, encontraron que las conidias de **Peronospora tabacina**, puestas en desecadores a 16-18°C retuvieron su poder germinativo por 35 días; las de **P. parasitica**, de la col, mostraron trazas de germinación después de 10 días de desecación a 2°C o a 16-18°C; las de **Bremia lactucae**, de la lechuga, dieron un 1% de germinación después de 35 días a 2°C., o después de 17 días a 2°C. con 60 a 70 por ciento de humedad relativa, y 70% de germinación después de 10 días a 2°C. con 60-80 de humedad relativa; en ninguno de los experimentos se obtuvo germinación después de nueve días, bajo las condiciones del laboratorio. Clayton, (3) sin embargo, ha encontrado posteriormente que las esporas maduras del **Peronospora tabacina**,

(1) De Bary, A. Comparative morphology and biology of the Fungi, Mycetozoa and Bacteria, p. 343. 1887.

(2) Angell, H. R. & Hill, A. V. The longevity of the conidia of certain fungi (**Peronosporales**) under dry conditions. Journ. Australia - Council Sci. and Indust. Res. 4:

(3) Clayton, E. D. Temperature in relation to development and control of blue mold (**Peronospora tabacina**). Journ. Agric. Res. 71: 171-182. 1945.

causante del moho azul del tabaco, producidas a las seis de la mañana, habían muerto en su mayoría a las 11 a. m. y que aunque algunas colecciones dieron de un 20 a un 50% de germinación a esa misma hora, a las cinco de la tarde eran muy pocas las todavía viables.

Según Crossier (1) los esporangios del **Phytophthora infestans**, pierden su viabilidad después de una exposición de 4 a 5 horas a una temperatura de 25-30 C. aunque la humedad relativa sea del 80% y los zoosporos pierden rápidamente su movilidad a medida que la temperatura sube. Longree (2) por su parte encontró que las conidias del **Sphaeroteca pannosa** (Wall.) Fr. expuestas a una temperatura de 0 C. perdían su poder germinativo a las 24 horas y que expuestas a temperaturas moderadas (21.5 C.) iban perdiendo rápidamente su viabilidad después del primer día de desprendidas del conidioforo.

Piemeisel (3) halló, que las esporidias del **Ustilago zeae**, lejos de morir fácilmente por desecación, como comunmente se creía, pueden retener su viabilidad por cinco meses, después de secarse. Las basidiosporas del **Marasmius perniciosus**, en cambio, pierden su poder germinativo al cabo de una hora de desecación, si están escasamente agrupadas, o a las 20 horas en el caso contrario. (4).

En cuanto a esporos que necesitan pasar un período de descanso antes de la germinación, se tienen las oosporas de los Peronosporaceae y Pythiaceae y los telios de muchos Uredinales, Cochrane por ejemplo encontró que los teliosporos del **Phragmidium mucronatum** (Fr.) Schlecht no germinaban sino después de un período de cinco meses aproximadamente siendo inútiles todos los tratamientos para acelerar la germinación (6). Estos períodos de latencia corresponden en los países templados, a las épocas de invierno. En los trópicos, al menos por lo que a Colombia se refiere, no hay datos sobre la correspondencia entre el período de latencia y las estaciones o períodos estacionales.

**Liberación del inóculo.**—Aunque según hemos visto, hay ocasiones en que el inóculo es libertado antes de alcanzar su madurez, la regla general parece ser que solamente se efectúe este fenómeno, cuando las fructificaciones similares alcancen su máximo

- (1) Crossier, Willard. Studies in the biology of **Phytophthora infestans**. Cornell Memoir 155: 1-40, 1943.
- (2) Longree Karla. The effect of temperature and relative humidity on the Powdery mildew of roses. Cornell Memoir 223: 1-43, 1939.
- (3) Piemeisel, F. J. Factors affecting the parasitism of **Ustilago zeae**. Phytopath. 7: 294-307, 1917.
- (4) Stahel, G. Contribution to the knowledge of witch broom disease. Trop. Agric. Trinidad 9: 167-176, 1932.
- (5) Cochrane, V. W. The common leaf rust of cultivated Roses caused by **Phragmidium mucronatum** (Fr.) Schlecht. Cornell Memoir 268 1-39, 1945.

desarrollo sobre la fuente del inóculo. Esto por otra parte, coincide con los períodos estacionales más favorables para el éxito de la infección. La liberación del inóculo puede efectuarse de varias maneras, de acuerdo con la naturaleza y hábitos del patógeno y con las condiciones ambientales. En algunos casos esta liberación carece de adaptaciones especiales; es pues pasiva. En otros por el contrario, el patógeno coloca sus elementos de propagación en el ambiente en forma que favorezca su diseminación. Se trata en este caso de una liberación activa.

**Liberación pasiva.**—Consiste en la exposición del inóculo en forma tal que pueda ser transportado por el agua, el viento etc. u otros agentes extraños. En este caso quedan comprendidos numerosos patógenos pertenecientes a los diversos grupos de hongos así:

- A) — **Ficomicetos.** En estos hongos, los esporangios y los esporangiosporos constituyen el tipo de inóculo. Los esporangios, producidos sobre ramas conidioforas o esporangioforas, se rompen y los esporos son liberados, siendo luego arrastrados por las corrientes de agua y llevados a los susceptibles.
- B) — **Ascomicetos.** En estos podemos considerar diversos casos, por ejemplo:
- 1.—Conidias, producidas sobre simples conidióforos, como en el caso del **Helminthosporium**, **Cercospora** y otras formas conidiales de Ascomicetos.
  - 2.—Esporodoquios, como lo ilustra el caso del **Sclerotinia fructicola** cuya facies imperfecta de **Monilia**, produce gran cantidad de esporos en fructificaciones de dicho tipo. Es igualmente el caso de la **Monilia Roreri** productora de la "Ceniza" o "Moniliasis" del cacao.
  - 3.—Racimos de esporas. Tipificado por el **Botrytis** y hongos similares.
- C) — **Basidiomicetos.** En la diseminación de las esporas de los carbonos y de las royas la liberación ocurre por simple ruptura de la epidermis o tejidos que contienen los soros. Al cosechar un trigo carbonoso, sea por el **Tilletia tritici** o por el **T. laevis**, muchos de los granos atacados se rompen y las clamidosporas vienen a depositarse sobre los granos sanos, sobre los cuales permanecen en reposo hasta la siembra y germinación de la semilla. El **Ustilago tritici**, que ataca al trigo y el **U. nuda** que ataca a la cebada, son en cambio puestos en libertad cuando maduran sobre las panículas carbonosas y de allí son libertadas por simple ruptura del grano.

**Liberación activa.**—Consiste en la fuerte expulsión del inóculo, en el aire, facilitando así su dispersión mediante los agentes de diseminación. En el caso de los hongos, encontramos que este pro-

ceso de deyección de los esporos se encuentra únicamente en el caso de los esporos que normalmente alcanzan todo su desarrollo dentro del asca o del esporangio, o cuando este último es expulsado con fuerza, como en el caso del **Pilobolus oedipus**, cuyos esporangios según Coeman (De Bary pag. 84) son lanzados a una altura de 1.05 m., a la madurez. En cuanto a los Ascomicetos, se sabe que el **Bulgaria inquinans** lanza sus esporas a una altura de 1-2 cms.; el **Exoascus pruni** a 1 cm.; el **Helvella crispa** a más de 7 cms., y el **Sordaria fimiseda** a unos 15 cms. El **Venturia inaequalis** lanza sus ascosporas hacia arriba por lo menos a 1 cm. de altura y algunas especies de **Sclerotinia** lanzan sus ascosporas como nube bajo ciertas circunstancias.

La expulsión de los esporos, por otra parte, puede ser intermitente o total.

**Expulsión del inóculo en forma de masa o matriz pegajosa.**—Es el caso de muchas bacterias, cuyos talos salen al exterior envueltos en una especie de material mucilaginoso. Aquí desde luego la violencia de la expulsión es considerablemente menor. En la gomosis de la caña, causada por la **Phytomonas vasculorum**, los talos bacteriales están dentro de los vasos del xilema y son echados al exterior en forma de gota mucilaginosa. Igual fenómeno ocurre con la **Phytomonas solanacearum**, causante de la "dormidera" de la papa y que ataca los haces vasculares. La **Erwinia amylovora**, causante del añublo de fuego de los manzanos y perales, sale también de la corteza, en forma de masa viscosa que contiene millares de bacterias. (1).

En los hongos se encuentran también numerosos ejemplos. El **Colletotrichum** entre otros, es un género en donde la mayoría de sus especies presentan acérvulos más o menos gelatinosos en donde se hallan embebidos los esporos.

Según Gardner, el **Colletotrichum lagenarie** que causa la antracnosis de las cucurbitáceas, produce conidioforos en cuyos extremos se forman las cortidias que luego se apilan en una especie de cabezuela mucilaginosa, sobre el acérvulo. Los esporos quedan embebidos en una matriz pegajosa, soluble en el agua y las cabezuelas se amontonan considerablemente entre las setas del acérvulo, que las retienen (2). En el **Melanconium sacchari**, las esporas salen del acérvulo y van formando a manera de hilos negros que aparecen sobre la corteza. Los esporos del **Ascochyta sp.** que ataca a la berenjena, salen de los picnidios como pasta de dentífrico. Muchos ascomicetos expulsan también sus ascosporas en medio de una matriz gelatinosa.

**Liberación de esporas móviles.**—Es este el caso de los hongos

(1) Hildebrand E. M. Fire blight and its control. Cornell Bull. 405 : 1-32. 1939.

(2) Gardner, M. W. Anthracnose of cucurbits USDA Bull. 727 : 1-68 1918.

de hábitos acuáticos, principalmente de los Ficomycetos. Los zoosporos acuáticos de la mayoría de los Saproleginaceae, Peronosporaceae y Chytridiaceae, salen al exterior por un estrecho agujero situado en la pared del esporangio. Esta abertura ocurre generalmente por disolución de la pared esporangial y es sobre todo conspicua en el **Phytophthora infestans** y otras especies semejantes.

**Cantidad de inóculo.**—De la cantidad de inóculo producido sobre el patio de infección se han efectuado diversos cálculos, como en seguida se verá. Desde luego, es evidente que esta gran cantidad de inóculo producido pierde dentro de un tiempo relativamente corto su viabilidad. La producción del inóculo tiene sin duda una gran importancia para los fines del control de la enfermedad con él relacionada. En el caso de algunas enfermedades como la "Moniliasis" y la "Pudrición Negra" de la mazorca del cacao, muchos autores consideran inútil las medidas de erradicación tendientes a destruir las fuentes de inóculo, como son la recolección y destrucción de las mazorcas afectadas, por cuanto suponen que unas pocas mazorcas que inadvertidamente se dejen en la plantación, son suficientes para mantener un alto porcentaje de inóculo dentro de ella.

Heald (1), dice que se ha determinado mediante métodos analíticos muy cuidadosos, que un pequeño "cuerno" de esporos del estado picnidico del **Endothia parasitica**, puede contener unos 115.000.000 de conidias; que según Cobb, una sola espiga de avena carbonosa puede contener unas 500.000.000 de esporas o sea un número suficientemente grande como para dar 1000 por pié cuadrado, si se riegan uniformemente en un acre de tierra, y que Buller calcula que en un solo grano de trigo atacado por el **Tilletia tritici** puede haber más de 12.125.000 calamidosporas. Anota también, que un solo esporóforo de **Polyporus sequamosus** produce 11.000.000.000 de esporas, en tanto que el gigantesco pedo de bruja **Lycoperdon bovista** produce el enorme número de 7.000.000.000.000 de esporas. Butler a su vez (2) dice que una vaina de frijol con antracnosis puede producir de 500 a 1.000 millones de esporos de **Colletotrichum** durante un período de cultivo.

Buller (3) trae el siguiente cuadro sobre la descarga de esporos en el pedo de bruja gigante y ciertos Himenomycetos:

- 
- (1) Heald, F. D. The dissemination of fungi causing disease. Amer. Microsc. Soc. Trans. 32: 5-29. 1913.
  - (2) Butler, E. J. The dissemination of parasitic fungi and international legislation. Mem. Dept. Agric. India. Bot. Ser. 9: 1-73. 1917.
  - (3) Buller, A. H. Reginald. Researches on fungi 2: p. 139. 1922.

ESPECIES	Total de MILLONES de esporos	Tamaño de la fructif.	Periodo de Producción	MILLONES de esporos descargados por día
<i>Calvatia gigantea</i>	7.000.000	grande	6 meses	30.000
<i>Fomes applanatus</i>	5.460.000	"	14 días	3.571
<i>Polyporus squamosus</i>	50.000	"	6 "	2.666
<i>Psalliota campestris</i>	16.000	"	2 "	2.620
<i>Coprinus comatus</i>	5.240	Regular	—	—
<i>Dedalea confragosa</i>	682	2 pulgad.	7 días	97
<i>Coprinus sterquilinus</i>	100	grande	8 horas	100

He aquí otros datos que dan varios investigadores sobre las cantidades de inóculo producidas por varios organismos patógenos (1):

AUTOR	ORGANISMO	CANTIDAD DE INOCULO
Whetzel, H. H.	<b>Peronospora Schleideni</b>	140.000 esporos por pulgada cuadrada de superficie de hoja de cebolla.
Blodgett, F. M.	<b>Sphaerotheca humuli</b>	2.280.000 conidias por pulgada cuadrada superficial de hoja de lúpulo.
Wallace, J. M.	<b>Venturia inaequalis</b>	5.630 ascosporas descargadas de 1 cm <sup>2</sup> de hoja de manzano, en 45 minutos. En este mismo tiempo, un solo árbol descargaría 8.107.200.000 ascosporas.
Stakman, E. C.	<b>Puccinia graminis</b>	8.000.000 de ecidiosporas por hoja de agracejo o sean, unos 70.000.000.000 de ecidiosporas en todo el arbusto.
Lloy & Ridgway	<b>Cymnosporangium juniperivirginiani</b>	270.000 uredosporas por pulgada cuadrada en cada día y unos 7.440.000.000 de basidiosporas producidas por una sola agalla.
Stevens, F. L.	<b>Sclerotinia sclerotiorum</b>	31.000.000 de ascosporas en cada apotecio.

(1) Craig, J. H. Aerial dissemination of Plant Pathogens. 6th Int. Sci. Congr. 4: 758-767. 1939.

Según Link (1) un picnidio de **Septoria apii** contiene en promedio 3.675 esporas y cada lesión tiene 56 picnidios, de manera que si en un semillero de apio se presentan solamente 10 lesiones, digamos por caso, el inóculo potencial para los ciclos secundarios sería de 1.500.000 esporas.

Observaciones efectuadas por Newhall en Turrialba, indican que una mazorca de cacao de tamaño medio puede producir de 5 a 10 millones de esporangios de **Phytophthora palmivora**, cada uno de los cuales puede a su vez contener de 20 a 25 zoosporas capaces de infectar las mazorcas, hojas o chupones de la planta, en pocas horas, en presencia de una capa delgada de humedad (2).

Durante las epifitias de royas, en los EE. UU., se producen tales nubes de uredosporas, que cubren la ropa y los objetos con una capa rojiza de esporas. La cantidad de esporos producidos en la fuente de inóculo es enorme; basta considerar que cada uredosoro produce unos 2000 esporos por día durante un período de 2 semanas y una hoja de trigo infectada puede tener más de 1000 pústulas. Suponiendo dos hojas infectadas por mata y 40 matas por pié cuadrado, un acre de trigo fuertemente infectado produciría en dos semanas cerca de 100'000.000'000.000, de esporos (3) o sea unos 158<sup>2</sup>.000.000.000.000 por cuadra.

Según Stell (4), una "escoba de bruja" del cacao, puede producir unos 100 esporóforos de **Marasmius perniciosus**, cada uno de los cuales produce entre 20 y 30 millones de basidiosporos. Entonces, un árbol medianamente infectado puede producir miles de millares de esporas infectivas.

En relación con los nemátodos, se han encontrado que un solo grano de trigo atacado por el **Tylenchus tritici**, puede contener de 11.578 a 18.051 larvas (5).

## LOS AGENTES DE DISEMINACION

Igual en importancia a los factores anteriormente estudiados es la consideración de los agentes mediante los cuales es llevado el inóculo de su fuente, al patio de infección. Estos agentes son:

a).—Aire

b).—Agua, y

b).—Los animales, incluyendo al hombre, insectos, pájaros, nemátodos, babosas, etc.

- (1) Lin, K. H. The number of spores in a pycnidium of **Septoria apii**. *Phytopath.* 29: 646-47. 1939.
- (2) Newhall, A. G. Research at Turrialba on Cacao diseases. *Cacao int. Bull.* 1-7, 7pp. 1948 (mimeografiado).
- (3) Chester, K. S. Nature and prevention of the Cereal Rusts. 1-269. 1946.
- (4) Stell, F. Witch - broom disease of cacao. *Trinidad and Tobago Agric. Soc. Proc.* 32: 23-31. 1932.
- (5) Byars, C. P. The nematode disease of wheat caused by **Tylenchus tritici**, U. S. D. A. *Bull.* 842 : 1-40, fig. 1-6, pl. 1-6. 1920.

## El aire como agente de diseminación

El viento es considerado como uno de los agentes más importantes en la dispersión de las esporas de los hongos patógenos. Una gran cantidad de estos, exponen sus fructificaciones en forma que a la madurez los esporos pueden ser arrastrados fácilmente por el viento. La ascensión de éstas en el aire, en el punto de origen no presenta dificultad alguna. Las corrientes de convección más pequeñas, como las que se presentan en todos los lugares tienen velocidades comparativamente fuertes en relación con el tamaño de los esporos. Un sople de brisa que se mueva a una velocidad de una milla por hora, ejerce una influencia muy grande en la rata de caída del esporo (1).

En el **Botrytis vulgaris**, causante del añublo de los capullos de rosa y otras flores, los conidioforos, bajo la influencia del aire seco, se arrollan en espiral rápidamente y lanzan a distancia los conidios.

Baker y sus colaboradores han encontrado que el viento es el principal agente de diseminación de las esporas del **Marasmius perniciosus**, dentro de la plantación de cacao y que aunque ellas pueden ser llevadas a largas distancias, su importancia como inóculo es despreciable después de una distancia relativamente corta de 90 metros (2).

**La lluvia venteadada.**—Es el agente más importante en la diseminación de algunas enfermedades y particularmente de las bacteriales. Faulwetter ha encontrado que las gotas de agua al caer se rompen en gotitas que pueden ser llevadas a seis metros de altura cuando la atmosfera está quieta y que una brisa por ligera que sea aumenta considerablemente su efectividad como diseminadores de inóculo (3).

Neal y otros (4) consideran que el tiempo lluvioso acompañado por vientos es un factor muy importante en la diseminación de la bacteria **Xanthomonas malvacearum** causante del añublo bacteriano del algodón.

La mayoría de las especies de hongos patógenos, cuyas esporas son producidas en matrices aglutinadas, como los **Colletotrichum**, **Gloeosporium** etc. son dependientes de los aguaceros venteados o del agua lluvia para la dislocación del inóculo y su subsiguiente diseminación. Tal es el caso por ejemplo, del **Colletotrichum falcatum**, causante de la pudrición roja de la caña de azúcar. Los acérvulos formados en las nervaduras principales de las

- (1) McCubbin, W. A. Air borne spore and plant quarantins. Scientific Monthly 59: 149-152. 1944.
- (2) Baker et. al. Witches'broom disease investigations. Trop. Agric. Trinidad 18: 107-116. 1941.
- (3) Faulwetter, R. C. Wind blown rain. A factor in disease dissemination. Journ. Agric. Research 10: 639-648. 1917.
- (4) Neal, David, G. et al. Cotton diseases and methods of control. U. S. Farmers, Bul. 1745 : 1-34 1935. p. 21.

hojas producen millares de esporas que son el inóculo para las infecciones del tallo, al ser diseminadas por el viento o la lluvia venteadas frecuentes en ciertas épocas del año, o al ser arrastradas por el agua que corre sobre la hoja y las deposita en la lígula, en donde permanecen por varias horas en excelentes condiciones para su germinación (1).

También se ha encontrado que en la separación y dispersión de los esporos del **C. lagenarium** causante de la antracnosis de las cucurbitáceas, el agua venteadada es de suprema importancia (Gardner, loc. cit).

En cuanto a la diseminación del inóculo en enfermedades bacteriales, uno de los casos más interesantes es sin duda el de la Gomosis de la caña de azúcar, causada por la bacteria **Xanthomonas vasculorum**. Se ha encontrado que bajo condiciones apropiadas la bacteria es exudada en las hojas en forma de gotas muy pequeñas que se endurecen sobre la superficie libre de la hoja. Con la lluvia, la matriz es diluida y las bacterias son arrastradas por el agua venteadada, que las deposita sobre las hojas sanas, en donde la infección se efectúa por medio de las pequeñas escarificaciones causadas en el limbo por los bordes aserrados de las hojas, al agitarse movidas por el viento (1)

### El agua como agente de diseminación

El agua, sea en forma de irrigación, de escorrentía, arroyos o abastecimientos públicos, es a menudo un agente de diseminación del inóculo de organismos patógenos que típicamente habitan en el suelo, tales como los causantes de las pudriciones de la raíz y los volcamientos; de los nemátodos, de mixomicetos y aún de algunas bacterias como la causante del marchitamiento de la alfalfa (**Corynebacterium insidiosum**).

La contaminación de los abastecimientos de agua por esporos de hongos parásitos fue investigada por Bewley y Buddin, quienes encontraron que el agua superficial, como la de pozos y quebradas estaba mucho más contaminada que las aguas de las Compañías y las de pozos artesianos profundos. Curzi encontró que el **Phytophthora hydrophila**, causante de la pudrición radicular de los pimientos en Italia, era diseminado por el agua; una sola irrigación, según se consideró, fue suficiente para traer consigo la destrucción de toda la cosecha. Crawford ha hecho comentarios sobre la diseminación mediante el agua de irrigación, del **Fusarium annum**, causante del marchitamiento de la misma planta, en Nuevo México. Thung encontró que el **Phytophthora parasitica** var. **nicotinae**, agente causante de la "pata prieta" del tabaco en Java, era transportado por el agua, de los viejos tabaca-

(1) Abbot, E. V. Red Rot of Sugar Cane. USDA. Bull. 641. 1-96. 1938. p. 41.

(2) North, D. S. The Gummy Disease of the Sugar Cane. The Sydney Colonial Sugar Refining Co. Agric. Report. 10: 1-149. 1935.

les, montones de abono orgánico, y viejos caneyes. El movimiento del agua de escorrentía y de drenaje de tierras elevadas infestadas, según lo consideran King y otros, trae como resultado la infección de las tierras bajas y los deltas, por el **Phymatotrichum omnivorum**, causante de la pudrición radicular del algodón. Peltier observó repetidas veces que cuando la pudrición radicular ocurría cerca de las cabeceras de las corrientes de agua, era usualmente distribuida por toda el área plana de drenaje, aumentando la incidencia de la enfermedad en las tierras bajas. Hewitt ha efectuado observaciones semejantes en la diseminación del **Armillaria mellea**. La dispersión de los esclerocios del **Sclerotinia sclerotiorum** por el agua de irrigación y de inundaciones ha sido anotada por Brown y Butler en su estudio sobre la "gota" de la lechuga en Arizona (1). La **Xanthomonas malvacearum**, causante de la mancha angular del algodón es, según King (2) diseminada por el agua de irrigación.

### Los animales como agentes de diseminación

a). **El hombre.**—Que el hombre puede ser un agente de diseminación muy efectivo, cuando maneja plantas enfermas, lo prueban las observaciones efectuadas con varias enfermedades. En el caso del marchitamiento bacteriano de los frijoles, causado por la **Xanthomonas phaseoli**, una de las causas más comunes de su diseminación es el trabajador, que al coger las vainas cuando los tallos están húmedos, contamina sus manos con el exudado bacterial que brota en las lesiones de los mismos y luego va pasando las bacterias de una planta a otra.

En forma similar se efectúa la diseminación del virus del mosaico del tabaco al sacar las plantas del semillero, transplantarlas ó recolectar las hojas después de haber manejado plantas enfermas, o de usar tabaco elaborado, mosaicado (3). Wingard y Godkin (4) consideran que las bacterias **Bacterium angulatum (Pseudomonas angulata)** y **B. tabacum (Ps. tabaci)** que producen el "Blackfire" y el "Wildfire" del tabaco, son diseminadas en los semilleros por las manos y vestidos de los trabajadores durante las deshierbas y en el transplante. Butler (loc. cit.) asegura que las esporas del **Colletotrichum** se pegan a los vestidos e implementos de los trabajadores en los días húmedos y que hay evidencia de que una enfermedad de la palma Godavari en la India, es diseminada por los que trepan a las palmas a buscar hojas o frutos.

b) **Diseminación por los insectos.**—Los insectos juegan un papel muy importante en la diseminación de las enfermedades virulentas, bacterianas y fungosas y a veces son los únicos agentes na-

(1) Garret, S. D. Root disease fungi. 1-177. 1944. p. 94.

(2) King, C. J. y L. A. Brinkerhoff. The dissemination of *Xanthomonas malvacearum* by irrigation water. *Phytopath.* 39: 88-90. 1949.

(3) Valleau, W. D. y Johnson E. M. Tobacco mosaic sources of infection and control. Kentucky, Agric. Exp. Sta. Bul. 376 : 223-262. 1937.

(4) Wingard, S. A. & Godkin, J. Tobacco disease in Virginia and their control. Virginia Agric. Exp. Sta. Bul. 90 : 1-31. 1924.

turales mediante los cuales se dispersa el inóculo de un patógeno. Muchos de ellos, por causa de sus hábitos en visitar ciertas especies de plantas y órganos específicos de las mismas son no solamente agentes de diseminación sino también muy efectivos agentes de inoculación, de suerte que existe entre ellos, los patógenos y las plantas, una especie de asociación determinada. En muchos otros casos, sin embargo, la relación es enteramente mecánica de manera que la diseminación del inóculo se efectúa en forma accidental. Sobre estas relaciones entre los insectos y las enfermedades de las plantas se han verificado innumerables observaciones y la literatura es muy abundante. Leach, en su interesante obra "Insect Transmission of Plant Diseases", trae completos detalles sobre la materia y debe ser consultado (1).

Como ejemplos de diseminación, más comunmente citados en la literatura, podemos anotar los siguientes: Entre las enfermedades bacteriales, el "fire-blight" de los frutales pomáceos es un caso típico de diseminación por los insectos. En los chancros situados en los troncos, ramas, etc. se localizan las bacterias (**Erwinia amylovora**) y al comenzar la actividad vegetativa durante la primavera las bacterias reasumen también su actividad. La savia contaminada fluye de las lesiones, en donde aparece en forma de gotitas lechosas que contienen millones de bacterias. Los insectos se alimentan de estas gotas que son azucaradas y luego van a visitar las flores en cuyo néctar dejan el inóculo así recogido. Contaminado el néctar, es la flor a su vez fuente de inóculo para las infecciones secundarias (2). En cuanto a diseminación de enfermedades fungosas, Rand y Pierce (3), citan los casos de las royas del género **Diorchidium** cuyas teleutosporas por ser pegajosas están muy adaptadas al transporte por los insectos, y el trabajo de Johnson, quien encontró que la esterilidad de los trigos en el suroeste de los Estados Unidos era debida a las royas, cuyas esporas encontró adheridas a los apéndices de los thrips, muy abundantes y activos dentro de los cultivos, y que fueron considerados por él como agentes diseminadores.

Muchos carbones son también diseminados por insectos: Brefeld, Falck y Jensen, sugieren que en los carbones de las anteras de plantas polinizadas por insectos, como es el caso de **Melanodryum album** y **Saponaria officinalis**, las clamidosporas no son diseminadas por el viento como ocurre en otros tipos de carbones; las flores son visitadas por los insectos, principalmente por mariposas nocturnas, las cuales insertan su proboscis dentro de las flores para libar el néctar forzando la salida de las clamidosporas que se pegan a su cuerpo y son pasados luego a otras flores (Rand y Pierce loc. cit.).

(1) Laech, J. G. Insect transmission of plant disease. 1-615. 1940.

(2) Hildebrand, E. M. Fire blight and its control. Cornell Ext. Bul. 405 : 1-32. 1939.

(3) Rand, F. V. y Pierce, W. D. A coordination of our knowledge of insect transmission in plant and animal disease. *Phytopath* 10 : 189-231. 1920.

Según Whetzel, las hormigas llevan las esporas del **Botrytis vulgaris** y **B. cinerea**, de la base de los tallos de las peonías atacadas, a las yemas de las plantas sanas. Crittenden y Smith encontraron que el chinche verde **Nezara viridula** después de caminar sobre una cápsula de algodón atacada por el **Glomerella gosspii** daba en caldos de cultivo colonias del hongo, provenientes de cada una de sus patas.

Otro caso ampliamente estudiado es el de los insectos y los hongos que atacan las maderas. La albura de muchas coníferas es atacada por hongos que la colorean de azul; aunque ellos no destruyen la madera, la decoloración reduce grandemente su valor comercial. Esta coloración azul es causada por hongos del género **Ceratostomella** o géneros relacionados. Los insectos más comunes son los **scolytidae** taladradores. Los insectos infestados con el hongo salen de las galerías en donde éste abunda y llevan consigo a los árboles vecinos el inóculo. En la enfermedad del Olmo Holandés, que causa devastadoras pérdidas en los bosques de los Estados Unidos, se ha encontrado que el **Ceratostomella ulmi** causante de la enfermedad, es generalmente prevalente en adultos de **Scolytus striatus** aunque el hongo no se establece necesariamente en todos los lugares en donde el insecto infestado se alimenta. Cuando las nuevas generaciones del insecto salen de las galerías infectan los árboles sanos vecinos, aunque su radio de diseminación está comprendido entre los 150 y los 300 mts. (1).

Otros casos comprobados de diseminación entomológica son los del mildew de las habas (lima bean) causado por el **Phytophthora phaseoli**, cuyas esporas son llevadas en la cabeza por las abejas, que al buscar el polen, las dejan en el ovario y el estilo, en donde causan la infección, y las **Estigmatomycosis** de las cápsulas del algodón, causadas por hongos del género **Nematospora**, introducidos dentro de aquellas por chinches de los géneros **Disdercus** y **Nezara** principalmente (2).

En relación con la transmisión de los virus puede decirse que su estudio es uno de los más amplios e interesantes, y que la literatura al respecto es por demás abundante. Leach (loc. cit.) anota que prácticamente todos los insectos vectores de virus se encuentran en los ordenes Orthoptera, Thysanoptera, Homoptera, Hemiptera y Coleoptera, aunque es sin duda la de los Homoptera la más importante de todas, al respecto. Los áfidos, los saltones y los Aleyrodidae, son los vectores más abundantes y conocidos, y sus métodos de diseminación son muy variados, y es conveniente que para una mejor información se consulte a Leach (pp. cit. 7) y el libro de Bawden sobre virus (3).

(1) Parker, K. G. y otros. The Dutch elm disease. Cornell Memoir 275: 1-44. 1947.

(2) Nowell, W. Diseases of the crop plants in the lesser Antillas p. 29-32, sin fecha.

(3) Bawden, F. C. Plant viruses and virus diseases i-viii + 1-294. 1943.

## Diseminación por animales distintos de los insectos:

Aunque por lo general existen numerosas informaciones sobre este punto, son relativamente pocos los casos que experimentalmente se han comprobado. Se sabe por ejemplo, que entre los hongos saprofiticos hay numerosos casos de diseminación por animales, como ocurre con las babosas y los Agaricaceae y con los Tuberaceae y algunos roedores. Entre los hongos coprófilos, como **Pilobolus**, **Ascobolus** y **Coprinus**, según dice Saccardo, hay 757 especies de las cuales 707 dependen de los animales herbívoros para su dispersión. Entre los hongos parásitos según Gardner (1) los peritecios de los Erysiphaceae representarían un tipo adaptable a la dispersión por los animales, ya que sus fulcros podrían pegarse a los pelos de los mismos, cuando pasan cerca de ellos. Entre los casos citados en la literatura sobre diseminación por los animales se tienen los siguientes:

**Arañas, etc.** — Snell (2), corroborando estudios anteriores de otros investigadores sobre la diseminación de las teliosporas y uredosporas del **Cronartium ribicola** en los invernaderos, anota observaciones realizadas sobre isópodos, arañas y falángidos, visitantes comunes de los pinos, que fueron encontrados como activos portadores de gran número de esporas. Un crustáceo examinado también, el **Porcellio laevis**, llevaba 16.504 ecidiosporas y uredosporas.

**Babosas, etc.**—Las babosas parecen ser agentes diseminadores de escasa importancia; Granovsky y Levine (3) encontraron varios invertebrados, la babosa **Agriolimax agrestis** y una especie de Colémbolo, junto con muchos ácaros, piojos y thrips, en contacto con las pústulas del **Puccinia graminis**, y alimentándose de ellas, y comprobaron luego experimentalmente, que las babosas son agentes efectivos de la diseminación de las uredosporas, que se adhieren a la secreción mucilaginoso del cuerpo de la babosa. Obtuvieron además, infecciones en plantas pequeñas de trigo, con dos razas fisiológicas de la roya de este cereal, usando la excreta y el contenido intestinal como inóculo. El **Agriolimax** también ha sido encontrado responsable de la transmisión de la bacteria **Xanthomonas campestris** causante de la pudrición negra de las Crucíferas. Gardner cita la publicación de los extensos trabajos de Wagner, efectuada en 1896, sobre la diseminación de hongos parásitos por babosas y caracoles (**Helix hortensis**, **Succinia putris** y **Arion subfuscus**, en donde informa que obtuvo infecciones del susceptible pasando moluscos vivos de plantas enfermas a sanas, y que en-

(1) Gardner, M. V. The mode of dissemination of fungous and bacterial diseases of plants. Michigan Acad. Sci. Rept. 20: 357-423. 1918.

(2) Snell, Walter E. Observations on the relation of insects to the dissemination of **Cronartium ribicola**. Phytopath. 9: 456-464. 1919.

(3) Granovsky, A. A. y M. N. Levine. The dissemination of cereal rust spores in the greenhouse by terrestrial invertebrates. Phytopath. 22: 9. 1932. (Abstr.)

contró que los esporos soportaban el paso por el canal intestinal de los mismos. Los hongos ensayados comprendían especies como **Peronospora nivea**, **Peronospora parasitica**, **Bremia lactucae**, **Puccinia sp.** y estados conidiales de **Erysiphe**, **Sphaerotheca** y **Nectria**. Sin embargo, no pudo comprobarse que estas transmisiones por babosas y caracoles influyeren de una manera decisiva en la diseminación natural de las enfermedades en el campo. De acuerdo con Buller (1) aunque estos moluscos pueden ser agentes locales de diseminación y proveen facilidades para la germinación de los esporos, su pequeña rata de locomoción les quita toda importancia como agentes activos de la misma, especialmente en plantaciones o cultivos alejados entre sí.

**Nemátodos.**—Los nemátodos o vermes, pertenecientes a los Nematelminthae, incluyen numerosas especies parásitas en plantas y animales y aun patógenas, así como también saprofitos de vida libre. Además de jugar un papel muy importante como causa de numerosas enfermedades en las plantas de cultivo, actúan a veces como agentes activos de diseminación, si bien esto (con pocas excepciones), no se ha comprobado de una manera experimental apropiada. En ocasiones se asocian en las raíces de las plantas, con otros organismos que causan pudriciones, pero hay además, pruebas de que pueden inocular éstas con organismos patógenos. Por ejemplo, según dice Leach, Kalinenko demostró en 1936 que en Rusia, tres especies de nemátodos a saber, **Tylenchus multicincta**, **T. pratensis** y **Aphelenchus avenae**, que atacan las raíces de dos plantas laticíferas, las inoculan con la **Erwinia carotovora**, la conocida bacteria causante de la pudrición suave, y con varias otras especies de bacterias. La acción combinada de todas ellas y de los nemátodos, es destructora para las plantas citadas. Otras asociaciones igualmente perjudiciales han sido registradas en la papa, los cereales, los bulbos de narcisos, la caña de azúcar y el algodón. Es bien sabido además que en esta última planta, el marchitamiento causado por el **Fusarium vasinfectum** es mucho más grave y severo en las tierras infestadas por nemátodos. Goodey (2) por su parte, considera que el **Anguillulina pratensis** atacante de numerosas plantas, causa daños no tanto por su acción parasitaria como por los hongos que es seguida las atacan, ya debilitadas por la presencia del nemátodo.

**Pájaros.**—Son relativamente numerosas las pruebas que se tienen sobre la capacidad de los pájaros para actuar como agentes diseminadores de patógenos. Waite (3) demostró que el "fire-bilght" de las pomáceas era diseminado por los colibríes que frecuentan

(1) Buller, A. R. Researches on Fungi 1, 1909.

(2) Goodey, T. Plant parasitic nematodes and the diseases they cause. i-xx + 1-306. 1933.

(3) Waite, M. B. Pear blight and its treatment. N. Y. Agric. Soc. Ann. Rept. 57: 780-787. 1898.

las flores y por algunos pájaros chupadores de jugo que perforan la corteza de los árboles. También Johnston (1) considera que algunas aves como el gallinazo, son causantes de la diseminación de la pudrición del cogollo del coco. Hay además muchas pruebas de que los pájaros transportan las esporas del **Endothia parasitica**, causante del añublo de los castaños en los Estados Unidos. Heald y Stundhalter (2) presentan en su trabajo, considerado por varios autores como el más completo que se haya efectuado hasta la fecha sobre la transmisión de patógenos por los pájaros, pruebas de que los esporos eran llevados en el pico, patas y plumas de 36 pájaros pertenecientes a nueve especies diferentes y que fueron muertos sobre castaños enfermos. Lavando las partes mencionadas en agua estéril y sembrando en cajas de Petri diluidas, determinaron que algunos de dichos pájaros albergaban de 5.000 a más de 600.000 esporos viables de **Endothia**. Este fenómeno desde luego, tiene mayor importancia desde el punto de vista de la distribución de dicho patógeno. Otras especies de hongos fueron también encontradas en este estudio, principalmente **Penicillium**, **Cladosporium** y **Alternaria**. Además, se observaron al microscopio como 32 tipos distintos de esporas.

Otros patógenos ampliamente diseminados por los pájaros son los "matapalos" o "golondrinas", Lorantáceas parásitas que viven sobre las ramas de los árboles de los cuales se alimentan mediante órganos de succión especiales. Las semillas de estas plantas son pegajosas y quedan adheridas al pico o las patas de las aves, que luego las dejan en otros árboles, al limpiarse tales órganos en sus ramas.

**Lombrices de tierra.**—Son muy escasas las referencias que se tienen sobre estos animales como agentes de diseminación. Un caso conocido y comprobado es el dado por Gleisberg, quien demostró que sirven para dispersar las esporas del **Plasmodiophora brassicae** causante de la enfermedad digital o hernia del repollo. Gleisberg colocó varias lombrices en potes de suelo infestado y las dejó quietas durante un mes, al cabo del cual las sacó y pasó a nuevos potes con suelo no infestado, en los cuales sembró repollos. El sesenta por ciento de las plantas se enfermaron en estos potes en tanto que los controles permanecieron sanos. Además, exámenes de los excrementos de las lombrices, demostraron que el patógeno abunda en ellos y que se comportaba en forma virulenta (Leach op, cit, p. 415).

**Acaros.**—Estos artrópodos han sido encontrados responsables de transmitir numerosas enfermedades. El hongo **Sporotrichum poae** que ataca a varias gramíneas, es diseminado e inoculado

- (1) Johnston, J. R. The history and cause of the coconut bud-rot. USDA Bull. 288: 1-175. 1912.
- (2) Heald, F. D. y Stundhalter, R. A. Birds as carriers of the chestnut-blight fungus. Journ. Agric. Res. 2: 405-422. 1914.

por el **Pediculopsis graminum**, y la pudrición de los claveles en botón, causada por un **Sporotrichum**, es también transmitida por ácaros. También se sabe que los coremios del **Ceratostomella ulmi** y las esporas de otros hongos que tiñen de azul las maderas, son transportadas por estos animales.

**Roedores, etc.**—No parece que haya pruebas experimentales sobre la intervención de los roedores y otros animales salvajes en la diseminación de los fitopatógenos. Taubenhau (1) atribuye a los roedores campestres una parte de la culpa en la diseminación del **Sphaeronema fimbriata**, en los cultivos de batatas y Hartig (2) considera que los ratones llevan los esporos del **Trametes radiciperda**, un hongo que causa pudriciones radiculares en las coníferas, y que establecen nuevos centros de diseminación en los bosques.

Gardner considera que también los animales domésticos pueden transportar esporas o materiales infecciosos interna o externamente y dice que de acuerdo con lo expresado por Ward, las esporas del **Polyporus** son diseminadas por las ratas y los conejos, y que Freeman considera que las ardillas se alimentan a menudo de los hongos autobasidiomicetos parásitos de heridas y que pueden causar nuevas infecciones al llevar el inóculo de una parte a otra.

---

(1) Taubenhau, J. J. The black rots of sweet potato. *Phytopath* **3**: 159-166. 1913.

(2) Hartig, R. *Diseases of trees*. p. 1-331. 1894.