

Preliminares al estudio del Chancro y la Fusariosis del Cacao.



Tesis de Grado presentada
por CARLOS GARÇES O. a
la Facultad Nacional de A-
gronomía para optar el titu-
lo de Ingeniero Agrónomo.

Introducción

El presente estudio es el fruto de año y medio de investigaciones continuas, durante las cuales el autor ha pretendido recoger el máximo de observaciones personales que puede obtenerse cuando, a más de la deficiencia técnica y de laboratorio que ocurre en quienes se inician en Patología Vegetal, se dispone de medios relativamente escasos para llevar a efecto un estudio que requiere habilidad y conocimientos profundos por parte del observador y considerable campo de experimentación.

No hay por este motivo creación de doctrinas sino simplemente exposición de observaciones experimentales, que pueden estar erradas por deficiencia técnica, pero que se han efectuado con gran pulcritud de conciencia.

El autor agradece sinceramente a quienes con voluntad inmejorable se prestaron a suministrarle toda clase de datos relacionados con este estudio y rinde homenaje de cordial reconocimiento al doctor Ramón Mejía Franco, constante propulsor de sus esfuerzos y guía seguro en la mayor parte de las experimentaciones.

CARLOS GARCES O.

Medellin, 1937.

CAPITULO I

Enfermedad

NOMBRES

La enfermedad se conoce con los nombres de *Chancro*, *Canker*, *Chancre*, *Krebs* y *Cancro* en español, inglés, francés, alemán e italiano respectivamente, cuando se refiere en términos generales a la lesión producida sobre el árbol, sin especificar la clasificación botánica del mismo.

En Colombia se conoce la afección con los nombres de *Cáncer*, *Chancro*, *Llaga* y *Mancha*, estando más generalizadas las denominaciones de *Cáncer* y *Chancro*.

Nos parece más acertada la última denominación, por cuanto que según nuestro entender, el cáncer es una enfermedad hiperplásica, esto es, caracterizada por un aumento anormal del número de células, debido a una excesiva división celular, todo lo contrario del chancro, que es una lesión necrótica, en donde hay destrucción más o menos rápida de elementos celulares. La denominación de *Mancha* es apropiada cuando corresponde a las primeras manifestaciones de la enfermedad y la de *Llaga* también puede considerarse aceptable teniendo en cuenta la última etapa del desarrollo de aquella.

SUSCEPTIVOS O HUESPEDES

El chancro pertenece al tipo de enfermedades conocidas con el nombre de *Necróticas*; se localiza sobre un gran número

de vegetales y en general ha sido objeto de numerosos estudios por parte de innumerables investigadores. Como veremos posteriormente, su origen ha sido atribuido a diversos organismos fungosos, especialmente a los Nectrias, algunas de cuyas especies han sido encontradas como responsables de los disturbios ocasionados por la enfermedad. Al revisar la literatura sobre este tipo de lesión, puede observarse que la mayoría de los investigadores está acorde en declarar la patogeneidad de este género de los Hipocreales como la causa parasitaria determinante de la destrucción de la estructura celular de los vegetales atacados por la enfermedad. Otros investigadores dan como causa de la misma, las formas conidiales de los Nectrias.

En general no puede decirse que determinado grupo de organismos sea el causante del Chancro en los vegetales; este tipo de enfermedad, que por cierto abarca un número considerable de especies de aquellos, puede ser causado por muy diferentes organismos fungosos incluyendo las bacterias y así tenemos como ejemplo de este último caso el *Fire blight* de las manzanas, peras, etc., causado por el *Bacillus amylovorus*.

Entre las plantas que pueden ser atacadas por la enfermedad, están las siguientes:

El manzano	(<i>Pirus malus</i>).
El abedul blanco.....	(<i>Betula alba</i> var. <i>papyrifera</i>).
El abedul amarillo.....	(<i>Betula lutea</i>).
El haya	(<i>Fagus silvatica</i>).
El sicomoro	(<i>Platanus occidentalis</i>).
El roble americano.....	(<i>Quercus macrocarpa</i>).
El avellano	(<i>Corylus avellano</i>).
Los arces	(<i>Arces</i> sps.).
El cafeto	(<i>Coffea arabica</i>).

Etc. etc.

Queremos referirnos en el presente estudio a la enfermedad localizada sobre el *Theobroma cacao* L., vulgo Cacao, es-

pecie perteneciente a la Tribu de las Teobromiáceas, de la familia de las Esterculiáceas.

HISTORIA Y AMPLITUD

No tenemos conocimiento de hasta qué punto hayan estado asociadas las enfermedades que estamos describiendo; parece probable que esta asociación, aunque inadvertida hasta hace poco tiempo, haya venido actuando desde los primeros tiempos en que se conoció el Chancro. Los relatos antiguos sobre la destrucción de los cacaotales, aunque oscuros y confusos debido a la ninguna noción que entonces se tenía sobre patología vegetal, aportan una luz que no pasa inadvertida y que puede ayudarnos en el esclarecimiento de los hechos.

Es factible que la fusariosis del cacao haya venido minando las plantaciones desde hace mucho tiempo y así nos lo dan a entender algunas relaciones antiguas sobre las enfermedades que predominaban en este cultivo, siendo natural que en aquellos tiempos, aunque se observase la enfermedad, no se supiese sus causas, prestándose la descripción de enfermedades con síntomas generales similares a la de ésta, a confusiones de diversa índole, ya que la fusariosis no presenta en la generalidad de los casos, signos típicos.

La aparición del Chancro se efectuó en los años de 1825 a 1840, época en que tomó considerable incremento el cultivo del cacao. En aquel entonces apareció en los cacaotales una enfermedad a la cual se dio el nombre de *Mancha*, que invadiendo las plantaciones del valle de Antioquia, causó considerables pérdidas y mermó la estabilidad de los cultivos. Esta mancha, según las descripciones que de ella se hacen, concuerda sintomatológicamente con el Chancro, como se verá en la siguiente relación que de ella se hace:

“*La Mancha*. — Cuando el cacao se hace frutal, suele caerle esta enfermedad, que consiste en una mancha negra que aparece en el tronco entre el suelo y la corona y aún en las ra-

mas. El remedio consiste en extirparla sacando la corteza con mancha y echándole agua en las heridas. La corteza extraída se regenerará por este procedimiento y el mal no progresa. . . .”.

Es indudable que esta enfermedad de la *Mancha* se identifica con el Chancro, pues tanto la localización como la terapéutica empleada, además de los datos sobre su apariencia, concuerdan exactamente con la localización, apariencia y método de control de la enfermedad que estudiamos en el presente trabajo.

Posteriormente se fue generalizando la afección en las principales regiones cacaotaleras de ese tiempo; en los valles de Cúcuta apareció en el año de 1834, según lo afirma don Eustacio de la Torre N., en un informe publicado en “El Agricultor”, al ocuparse de las principales enfermedades de nuestros cultivos.

También en Zapatoca, Departamento de Santander del Sur, se presentó una enfermedad fungosa en el año de 1878, aunque es probable que haya sido más bien el Monilia, según la descripción que se ha hecho de la enfermedad. Sin embargo, también es probable la existencia del Chancro o *Mancha* en esta región, pues en aquel tiempo se conocía la enfermedad llamada *hielo*, descrita como “una mancha negra que se ve en el árbol pequeño de cacao, el cual se seca de la superficie de la tierra para arriba. Cuando la mancha se localiza en la horqueta, no se seca sino la parte superior, en la que no se ven insectos de ninguna clase.”.

Es sumamente sugestivo el hecho de que el árbol se seque de la tierra para arriba, pues ello da lugar a suponer la presencia de la fusariosis, puesto que en la sola enfermedad del Chancro, el árbol pierde parte de su vitalidad, pero solamente se seca cuando la lesión rodea completamente el tronco, impidiendo así la circulación de la savia. En cambio, la acción del *Fusarium*, como veremos más adelante, trae como consecuencia la defoliación y por tanto la muerte del árbol, no importa que la lesión causada por el Chancro sea pequeña, puesto que

la acción del parásito consiste en la obstrucción y desorganización de los haces vasculares.

Don Abraham Rojas P., en carta fechada el 24 de mayo de 1912, anota que tanto la enfermedad del *Hie'lo* como una enfermedad de *Mancha*, abundaban en la región comprendida entre Hato Viejo y Esmeraldas (Ecuador), habiendo observado que dichas enfermedades habían causado la destrucción de los cacaotales, siendo más rápida la destrucción cuanto mejor era el terreno.

Finalmente, el señor Vargas Vergara, Jefe de la Sección de Agricultura del M. de O. P., envió al Departamento de Agricultura de Trinidad y Tobago, una muestra de cacao enfermo, recibiendo del señor F. U. Urich, entomólogo, la siguiente respuesta:

".....No se encontró ningún ejemplar en el trozo de madera conservado durante largo tiempo en una caja de observación..... Al rajarlo se encontraron galerías que indican que al morir el árbol había sido atacado por una especie de *Xyleborus*. La experiencia nos ha enseñado que estos cucarrones son atraídos por árboles invadidos por enfermedades fungosas y no se sabe que ataquen los árboles sanos. El trozo que se nos ha enviado tiene huellas de haber estado afectado por el *Phytophthora*, anteriormente.....".

Todas las anteriores anotaciones demuestran que el Chancro ha sido la enfermedad predominante en los cultivos y que su presencia ha intervenido de modo decisivo en la merma y destrucción de la industria.

Hoy en día, a pesar de la considerable cantidad de plagas y enfermedades propagadas en las plantaciones, el Chancro y la fusariosis no se hallan relegadas a último término; estas enfermedades tienen un campo de acción tan vasto que puede decirse que no hay zona cacaotalera en la República, que no se halle infectada con su presencia. Su amplitud es tan extensa que por sí solas constituyen un motivo más que suficiente

para que se haya arruinado nuestra, en otros tiempos, tan floreciente industria.

En Antioquia se encuentra, especialmente el Chancro, en la región de Occidente y del Noroeste, en los Municipios de Antioquia y San Jerónimo; en el Valle del Cauca, en el Bolo, Zarzal, Andalucía y Cartago. En el Cauca, en Corinto, Caloto y Puerto Tejada. En Santander del Sur, en San Vicente de Chucuri; y en el Huila, en la mayoría de los cultivos, siendo la más común y la única predominante. Basta con lo mencionado para comprender la amplitud que presenta la enfermedad y la necesidad que hay de proceder cuanto antes a su represión por cuantos medios se encuentren a la mano.

SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VARIEDADES

Las variedades del cacao en Colombia, no han sido objeto de un estudio metódico y concienzudo, y es por lo tanto difícil precisar los nombres de dichas variedades, puesto que probablemente se conocen algunas de ellas con diferentes nombres en las diversas secciones del País. Triana y Planchon efectuaron un reconocimiento de la flora Granadina que corre publicado en su libro "Prodomus Florae Novo-Granatensis". Al estudiar la familia de las Esterculiáceas, dan la siguiente relación de especies encontradas en nuestro territorio:

Género *Theobroma*:

1).—*Theobroma cacao* L. (vulgo cacao). Cultivado en toda la región caliente (Tr.). Cultivado en Panamá (Seamann).

2).—*Theobroma bicolor* H y B (vulgo bacao). Frecuente en los bosques de Barbacoas, del Chocó y en el Valle del Cauca (Tr.). Cultivado cerca de Cartago, al pie de los Andes del Quindío, altura 950 mts. (H. y B.); Garzón, Valle del Magdalena (Goudot).

3. — *Theobroma glauca*. Karst. — Orillas del Meta. (Karst.). Observaciones: los granos de esta especie, según Karts, difieren solamente por el gusto, de los del cacao cultivado.

Género *Herrania*. — Goudot.

4).—*Herrania pulcherrima* (Goudot).

Herrania aspera Karst.

Brotobroma aspera Karst. y Tr., vulgo: Cacao cuadrado de los colonos o cacao cahoui de los indios. (Goudot). — Cacaíto de monte (Karst). — Cerca de Villavicencio, al pie de los Andes de Bogotá, en los Llanos del Meta (Tr.); ibid. (Karst). Grandes florestas entre los ríos Arrari y Guayabero, afluentes del Alto Orinoco y valles calientes de la cadena oriental cerca de Sabana Grande y de Paimé (Goudot); Orillas del río Magdalena (Karst.). Florestas del Opón (Purdie).

Observaciones: Esta bella especie varía por la pubescencia más o menos densa de los peciolos y de las nervaduras, por el número de estambres (2—3 en cada fascícula) y por los estaminodios aguzados en punta en la mitad.

5.—*Herrania albiflora* (Goudot). — Vulgo: cacao montaraz o cimarrón (Goudot). Muzo, cordillera Central (Goudot); Bojorque, río Magdalena (Bonpland) herb. mus. Paris). Densas florestas sobre las orillas del río de la Guasa, cerca de Muzo. (Purdie).

De todas estas especies se cultivan únicamente entre nosotros el *Theobroma cacao*, aunque como lo anotan Triana y Planchon, el *Theobroma bicolor* se cultiva en Cartago, lo cual es un error según van Hall, pues el *Theobroma bicolor* no tiene valor comercial. La anotación citada, referente al cultivo de esta especie, se debe probablemente a que antiguamente se acostumbraba (y aún hoy), mezclar el cacao bicolor con el ca-

cao común, **más** que todo con fines meramente económicos.

La clasificación botánica de las especies y variedades de cacao y aún de sus géneros, está actualmente bastante confusa, admitiéndose generalmente la que trae C. J. J. van Hall en su libro "CACAO". Según el autor citado, distingúense dos tipos principales, a saber:

Tipo Criollo.

Tipo Forastero.

No entramos a discutir las características botánicas de **estos** dos tipos, porque consideramos innecesario y fuera de lugar hablar sobre ello, ya que tendríamos que alargarnos demasiado en el presente estudio, alejándonos entonces de nuestro tema. El tipo Criollo, al cual pertenecen las especies de cacao fino, en cuanto se refiere a calidad del producto, comprende los siguientes sub-tipos y variedades locales:

Venezuela Criollo.

Ceilán Criollo.

Samoa Criollo.

Java Criollo.

Madagascar Criollo.

Nicaragua Criollo.

Surinam Criollo.

Porcelana y

Esmeralda.

Todos ellos tienen sus características propias del lugar en donde **se** cultivan, llegando hasta el caso de variar considerablemente, como sucede en la variedad Porcelana, la cual a primera vista no parece pertenecer al tipo Criollo.

El tipo *Forastero* comprende aquellas variedades de cacao de calidad menos fina o inferior, pero dotadas de cierta rusticidad que hace disminuir considerablemente tanto los gastos de cultivo como el peligro de las enfermedades fungosas. Este tipo comprende los siguientes sub-tipos:

Angoleta.
Amelonado.
Cundeamor.
Calabacillo.

Ya hemos dicho que en Colombia no se ha hecho un estudio detenido sobre la identificación de variedades de cacao, siendo por tanto imposible determinar actualmente a cuál de las variedades del Criollo enumeradas, pertenece nuestro cacao Criollo o común, conocido bajo las diversas denominaciones de *Nacional*, *Hartón*, *Caucano*, etc.. De éste se conocen en el país los siguientes tipos:

Sub-tipo Blanco. — Pertenecen a él las variedades llamadas *Mestizo*, *Dominico*, *Hartón* e *Hibrido* o *Trinitario*, del Valle.

Sub-tipo Morado. — Comprende el cacao *Caucano*, el *Antioqueño*, el de *Valdivia*, el cacao del *Río* y el *Rojo*.

Del tipo *Forastero* se cultivan los subtipos *Amelonado*, (en Nariño) y *Calabacillo* y la variedad *Pajarito*.

La enfermedad del Chancro se ha observado única y especialmente en las variedades del tipo Criollo; no tenemos conocimiento de su presencia en las variedades silvestres enumeradas por Triana y Planchon en su libro citado.

Las variedades del tipo *Forastero* parecen mostrarse resistentes a la enfermedad y entre ellas tenemos la conocida con el nombre de *Pajarito*, que es un híbrido entre el Amelonado y el Criollo. Esta variedad está siendo propagada rápidamente para desalojar al Criollo, contando con su resistencia a las enfermedades, a pesar de su calidad marcadamente inferior. Es conveniente hacer notar que aunque esta variedad se ha mostrado resistente al Chancro, en cambio se ha visto atacada por el *Corticium salmonicolor*, causante de la enfermedad conocida

con el nombre de *Mal rosado*. Además, es frecuente encontrar en ella la pudrición negra de la mazorca, causada por el mismo organismo responsable de la enfermedad que estudiamos. Podemos presumir por tanto que si actualmente esta variedad Pajarito se muestra resistente al Chancro, puede deberse a las condiciones favorables de su vigor actual, al hecho de que las plantaciones son relativamente nuevas y a que el cultivo se hace ahora de una manera técnica y científica, lo cual disminuye en grado sumo la propagación de las enfermedades fungosas.

IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA ENFERMEDAD

No pretendemos sentar como base definitiva que las enfermedades en cuestión son la causa completa y única de la ruina de nuestros cacaotales; actualmente la patología del cacao es bastante extensa y los organismos patógenos que han invadido las plantaciones pueden mostrar mayor virulencia que el que causa la enfermedad del Chancro; sin embargo, no deja de ser cierto que estas enfermedades han intervenido en considerable extensión, como puede probarse con las páginas anteriores, que demuestran claramente hasta qué punto han llegado a posesionarse de las plantaciones; y no sería exagerado suponer que por lo menos un 40 a 50% de la merma de la producción, se debe a estas causas. Como mejor podría probarse esto sería con datos estadísticos, pero es bien sabido que desgraciadamente en nuestro país carecemos de ellos y que aún los datos más recientes están viciados de error, a pesar de los esfuerzos hechos en contrario. Por este motivo los datos que pueden obtenerse no han de tomarse en sentido estricto sino más bien como un cálculo aproximado a la realidad.

La producción actual de cacao, aunque ligeramente aumentada en comparación con la de los años anteriores, no satisface en modo alguno el consumo nacional; el número de árboles en producción en el año de 1934 está calculado en 10.186.344, con una producción global de 10.000 toneladas. En 1935 se

importaron 2.342.523 kilogramos, lo cual no significa que lo que podamos consumir sea 12.342.523 kgs., puesto que en el año de 1928 se importaron 7.433.673 kgs.; la disminución de la importación no se debe a una superexistencia del producto en el exterior, sino que es consecuencia de leyes aduaneras proteccionistas, que a la vez que impiden la introducción de cacao, incrementan ligeramente la producción nacional, a la vez que disminuyen un tanto el consumo, porque los recargos aduaneros son pagados indirectamente por el consumidor.

Necesitamos, pues producir por lo menos el triple de lo que actualmente producimos, para satisfacer nuestro propio consumo, pero no llegaremos a lograrlo sin emprender una campaña racional contra las enfermedades y plagas de los cacaotales, especialmente contra las enfermedades a que nos estamos refiriendo en el presente estudio, que son la causa de que se pierda de un 30 a un 60% de mazorcas, según lo demostrado por J. B. Rorer en Trinidad.

Teniendo en cuenta esto, no nos parece desproporcionado presumir que el país pierde por concepto del Chancro y la fusariosis, una suma no menor de \$ 5.000.000 anualmente, que equivale a lo que dejan de producir nuestras plantaciones.

CAPITULO II

S I N T O M A T O L O G I A

SINTOMATOLOGIA GENERAL

Los síntomas primarios del Chancro no son fácilmente distinguibles; la apariencia general del árbol atacado no difiere de la de los árboles sanos, y por esto la enfermedad en su iniciación es difícil de reconocer. Cuando la enfermedad ha avanza-

do y el ataque es severo, los árboles atacados pueden reconocerse por su apariencia enfermiza caracterizada por un exceso de ramas muertas, marchitez del follaje y amarillamiento parcial; los chupones suelen morir de la base hacia arriba y el número de mazorcas atacadas de pudrición negra es generalmente considerable. En este estado comunmente se observan las lesiones externas en el tallo y aún en las ramas. No siempre el árbol muere; los efectos del Chancro pueden permanecer localizados sobre la corteza y entonces viene el recobramiento del árbol lesionado.

SINTOMAS MORFOLOGICOS

El Chancro se origina de la infección de un parche de los tejidos vivos del tallo, debajo de la corteza exterior y es por eso por lo que su determinación en estado inicial es, como hemos dicho, difícil de hacer. Puede sospecharse su presencia por la excesiva pudrición de mazorcas, aunque exteriormente no haya signo alguno, pues la pudrición negra de la mazorca, es considerada por muchos investigadores como signo de la enfermedad del Chancro. Es de advertir que el árbol de cacao normalmente mantiene una cantidad mayor de mazorcas, que la que puede sostener y fisiológicamente se desprende de ellas en momentos dados.

Al desnudar el árbol de su corteza puede determinarse el tejido enfermo en su período inicial por su diferencia de coloración con el tejido sano circundante; se observa entonces una línea de color pardo oscuro que los delimita. La zona enferma es de un color pardo vinoso o clarete, que a veces suele confundirse con el color rosa intenso que algunos árboles poseen normalmente y a veces irradian de esta zona líneas de color oscuro que pueden extenderse a considerable distancia de ella.

A medida que la infección progresa, va traspasando, por decirlo así, la corteza y a veces puede determinarse la presencia de un parche oscuro en ésta; posteriormente comienzan a alterarse los tejidos hasta presentarse una hendidura cuyas ca-



LAMINA I

Chancro típico, localizado sobre cacao «Criollo».

racterísticas varían según el avance de la enfermedad. El ejemplar de cacao estudiado por nosotros (Lam. I), tenía un Chancro de 31 centímetros de longitud por 10 centímetros de ancho en sus partes extremas, con una profundidad media de 1 centímetro, alcanzando su parte más honda hasta dos centímetros. La superficie interior de la lesión, se presentaba irregular, con numerosas depresiones longitudinales correspondientes a las zonas de duramen más resistentes y su color era rosado-sucio, herrumbroso, con pequeños puntos blanquecinos. La lesión comenzaba a nivel de las raíces primarias del tronco y sus bordes eran irregulares, excepto en una extensión lateral de 20 centímetros, en donde el tejido de cicatrización se presentaba con regularidad en forma de reborde más o menos sinuoso. Un poco más arriba de ella el tronco presentaba una ligera hiperplasia, en donde la corteza se mostraba resquebrajada irregularmente, dando la apariencia de otro Chancro en erupción. En la totalidad de la superficie del Chancro podía observarse la parte leñosa típicamente desorganizada y fácilmente desprendible casi al mero contacto de la mano, en forma de harinas de color herrumbroso. Al cortar superficialmente la corteza pudo observarse excrecencias coaguladas de color rojo oscuro vinoso, colocadas entre los espacios de las fibras corticales. Profundizando la incisión y llegando al duramen se notó una coloración negra que iba como llenando los vasos, pues se presentaba en sentido logitudinal y en forma delgada. Este es el síntoma típico de la fusariosis.

Es natural que los síntomas varían según los diversos factores que intervienen, tales como la virulencia del parásito, las condiciones ambientales para su desarrollo, la receptibilidad del huésped, etc.

SIGNOS

Hemos visto que en el comienzo de la enfermedad es difícilmente observable, puesto que se presenta bajo la corteza; sin

embargo, en algunas ocasiones y cuando la enfermedad está algo avanzada, pueden observarse manchas húmedas en la corteza, que posteriormente dejan escapar un exudado gomoso de color rojo oscuro, de olor escasamente perceptible a menos que se presenten Infecciones secundarias, que por otra parte se presentan con demasiada frecuencia.

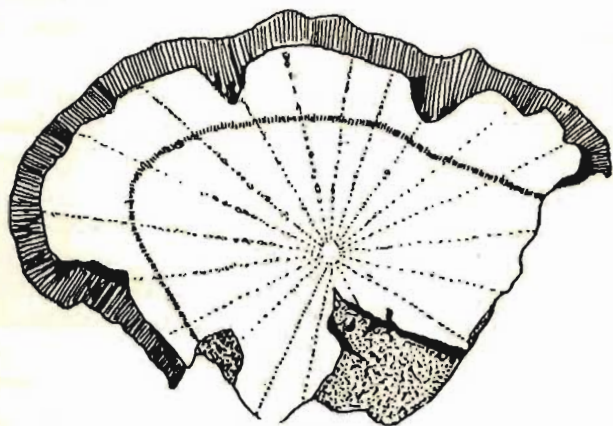
Generalmente se encuentran sobre la lesión las fructificaciones de hongos secundarios, probablemente saprofiticos, que por haber encontrado condiciones óptimas de desarrollo, han invadido completamente el árbol.

Entre ellos se encuentran los Nectrias, que han sido objeto de discusión por parte de numerosos investigadores, pues aún hoy día — a pesar de los experimentos de Rorer, quien en 1910 identificó al causante del Chancro — se les considera como los causantes de afecciones similares en distintos árboles como el cafeto, el arce, el manzano, etc. Por tanto, si se ha encontrado que estos organismos son capaces de originar una enfermedad similar a la que nos ocupa, en huéspedes distintos, no es raro que entre nosotros estos parásitos actúen en forma activa. Nosotros encontramos sobre las lesiones algunos hongos probablemente secundarios, cuya determinación no nos fue posible hacer y que por no presentar aparentemente relaciones con la enfermedad, no consideramos necesario estudiarlos.

SINTOMAS HISTOLOGICOS

Al tratar de los síntomas morfológicos dijimos que en la casi totalidad de la superficie del Chancro podía observarse la parte leñosa típicamente desorganizada y fácilmente desprendible en forma de harinas; este material está compuesto de células muertas, en estado de disgregación, pertenecientes a los tejidos parenquimatosos procedentes tanto de la corteza como de la parte exterior del cilindro leñoso. El contenido protoplásmico de estas células, de color oscuro ahora, las llena completamente y su endurecimiento da la textura harinosa referida. Los progresos sucesivos del parásito van interesando tanto la cor-

teza como el duramen del árbol, hasta alcanzar la destrucción total de una parte de ellos (Lam. II), siendo entonces cuando se manifiesta la enfermedad exteriormente. Los haces vascula-



LAMINA II

Corte transversal a nivel del Chancro, mostrando el duramen descompuesto.

res atacados son obstruidos paulatinamente por una materia mucilaginoso de color oscuro, que interfiere la circulación de la savia. Cuando el ataque es muy violento, el Chancro abarca la corteza formando un anillo alrededor del duramen, interrumpiendo la libre circulación y trayendo como consecuencia la defoliación total y por tanto la muerte.

Generalmente, sin embargo, el ataque no se presenta con tanta intensidad y viene la reacción natural del árbol, que se manifiesta por la proliferación de células epidérmicas que se suberizan formando un rodete o callo de cicatrización que se opone al avance del Chancro.

Los haces vasculares infectados por el *Fusarium*, son desorganizados; toman una coloración negruzca y se llenan de materias plásticas que interrumpen totalmente la circulación. Cuando esto sucede, sin necesidad de que la lesión necrótica abarque totalmente la corteza, el árbol muere aunque se extir-

pe el Chancro, puesto que la obstrucción de los vasos anula progresivamente su vitalidad.

CAPITULO III

ETIOLOGIA

GENERALIDADES ETIOLOGICAS

Durante mucho tiempo permaneci6 ignorada la causa determinante parasitaria del Chancro del cacao; fue atribuida por numerosos autores a varios organismos fungosos, especialmente a los Nectrias y a sus formas conidiales que prontamente hacian su aparici6n sobre la parte lesionada. J. E. Rorer, quien hizo experimentos concluyentes en Trinidad en el a6o de 1910, prob6 por medio de inoculaciones que el hongo causante de la pudrici6n negra de la mazorca podia originar un Chancro t6pico. Este hecho fue confirmado posteriormente por medio de experimentos ejecutados sobre el Caucho (Hevea), por T. Petch, en Ceilán, y alg6n tiempo despu6s se identific6 el parásito causante de la enfermedad.

NOMBRE, CLASIFICACION E HISTORIA DEL PATOGENO

El hongo causante del Chancro del cacao fue identificado como el *PHYTOPHTHORA FABERI* Maubl., cuya clasificaci6n en la escala Vegetal es la siguiente:

- Reino Vegetal.
- Tipo Cript6gamas.
- Sub-tipo Talofitas.
- Clase Eumic6tos.
- Sub-clase Phycomic6tos.

Orden Oomycetos.
Sub-orden Peronosporales.
Familia Pythiáceos.
Género Phytophthora.
Especie Ph. faberi.

El Género *Phytophthora* se relaciona estrechamente con el *Pythium*, diferenciándose de éste principalmente por sus hábitos terrestres acentuados y por sus hifas de mayor diámetro. Según Cwynne y Barnes, ataca solamente las plantas de gran cultivo. Algunas especies son saprofiticas, desarrollándose como parásitos en presencia de huéspedes convenientes. Otras especies —la mayoría— son estrictamente parásitos, emergiendo sus conidióforos a través de la epidermis del huésped, bien sea directamente, o a través de los estomas. Estos conidióforos pueden ser simples o ramificados simpodialmente; en todas las especies los zoosporangios o las conidias, al caer al agua, pueden producir zoosporos que emergen simplemente o pasan primero a una vesícula especial que luego se rompe para permitir el escape de los zoosporos. Estos nadan durante un tiempo relativamente corto y se enquistan, germinando luego por medio de un tubo germinal. Las conidias, en lugar de producir zoosporos, pueden dar conidióforos cortos sobre los cuales se levantan una o más conidias de menor tamaño que ellas, o también, pueden cambiar sus hábitos de germinación, haciéndolo directamente por medio de un tubo germinal. Según Bossey, algunas veces las conidias germinan "in situ", sin necesidad de desprenderse.

El micelio de muchas de las especies de este género es intracelular, matando directamente las células invadidas, pero en algunas especies se desarrolla intercelularmente emitiendohaustorios que penetran las células adyacentes. Como ya hemos dicho, en general las especies actúan como parásitos destructores, matando los tejidos rápidamente.

Creemos innecesario hablar sobre la reproducción; basta recordar que después de la fertilización los oosporos, de pare-

des gruesas, permanecen durmientes durante algún tiempo y luego germinan para formar un micelio o un corto conidióforo. La infección del huésped puede ocurrir por los zoosporos producidos en las conidias o por los tubos gérmenes de las oosporas. En las especies subterráneas el micelio puede penetrar directamente en los órganos subterráneos del huésped.

La descripción original del *Ph. faberi* dada por Maublanc es la siguiente: (Nowell)

“Conidióforos de 150—200 micras de longitud aseptados, hialinos y terminados por un conidio apical, más raramente ramificados y portadores de dos conidias (esporangios) de varias formas, generalmente de limón, con una membrana lisa y delgada, un poco engrosada en el ápice, 30—40 por 25—42 micras; oosporas redondas, lisas, con una membrana gruesa, 45 micras de diámetro”.

Según Rorer (Cit. Now.) las dimensiones más usuales de las conidias son de 30 a 50 por 25 a 27 micras; el número de zoosporos de 15 a 30; el diámetro de las clamidosporas de 30 a 50 micras; el de las oosporas de 33 a 40 micras y además, no hay hinchamiento de los esporóforos debajo de las conidias.

PATOGENEIDAD DEL PHYTOPHTHORA FABERI

Siendo tan escasa la literatura sobre este punto tan importante de la etiología, es difícil precisar la habilidad del organismo para producir la enfermedad. Los experimentos efectuados hasta la fecha — en cuanto tenemos conocimiento — no han sido tan concluyentes como para dar la clave satisfactoria de la patogeneidad del hongo. Por nuestra parte, desgraciadamente no pudimos hacer investigaciones al respecto, debido a la inutilidad de nuestros esfuerzos para conseguir cultivos puros del agente patógeno. Por otra parte, como el presente estudio tiende a avanzar mayormente en el sentido de la enfer-

medad asociada al **Chancro**, la **Fusariosis**, creímos innecesario verificar estudios profundos en la patogeneidad del *Phytophthora faberi*.

En los países en donde se encuentra más generalizada la infección, se han efectuado algunos estudios experimentales tendientes a resolver las relaciones del parásito con el huésped, especialmente en Costa de Oro, en donde se ha estudiado, aunque como veremos, sin obtener resultados concluyentes, la acción del hongo en el Chancro del cojin.

Se ha podido comprobar que la invasión del pedúnculo de la mazorca, en el punto de inserción en el cojin, ocurre en los primeros estados de su desarrollo, extendiéndose el hongo tanto en la corteza como en los rayos medulares del cilindro, en donde a pesar de la profunda decoloración de los elementos vasculares del xilema en las áreas muertas, éstos no aparecen invadidos por el hongo. Debido quizás a la constitución del cojin, que como sabemos es perenne, el hongo detiene su progreso a través de la corteza, cuando llega a él, aunque tanto la corteza del mismo como la del brote, pueden ser invadidas totalmente. En el haz vascular el organismo prosigue su desarrollo empleando a veces también los rayos medulares. Ocasionalmente la infección se extiende a la corteza del eje principal formándose un Chancro activo que posteriormente se seca debido al desarrollo de capas suberosas sucesivas, que aislan al parche enfermo, terminando éste por desprenderse y caer. Este recobramiento de la corteza enferma es común aun en el caso de que la actividad del hongo se mantenga viva durante dos periodos estacionales consecutivos, pues durante la infección activa se forma una serie de meristemos suberosos que vienen a originar las líneas rojas que constituyen una red muy visible, observable en la herida fresca del tejido enfermo. La regeneración de los tejidos comienza por tanto al final de la invasión general, cuando se forma un cambium suberoso que cubre normalmente unos pocos centímetros cuadrados y que aísla completamente la porción enferma de la corteza, haciendo que ésta se

desprenda de los tejidos sanos.

En las fibras vasculares el hongo progresa desde la inserción del eje del pedúnculo en el eje principal; en el espacio comprendido entre el brote y la inserción del eje secundario (eje del pedúnculo), la decoloración general de la fibra vascular se adelgaza paulatinamente hasta constituir líneas de color negro que pueden observarse en un corte transversal del pedúnculo, en forma de pequeños puntos negros. Hasta hace algún tiempo era completamente desconocida la verdadera causa de esta decoloración, habiéndose encontrado hace poco, que ella es pas de células del xileman son afectadas por el parásito, las células adyacentes a ellos. Esta decoloración puede continuar hacia abajo, dentro del cambium del tronco hasta una distancia de 8 a 10 centímetros debajo del cojin. Todos los esfuerzos encaminados a lograr la localización del micelio del hongo en estas decoloraciones, han resultado infructuosos, de suerte que ella puede ser debida probablemente a un efecto tóxico remoto.

La actividad del hongo parece estar circunscrita a las características y cambios fisiológicos del huésped en sus diversos estados de desarrollo, así como a los diversos elementos anatómicos del mismo, pues en tanto que solamente dos o tres capas de células del xilema son afectadas por el parásito, las células de los lados del cambium quedan comprendidas en la infección y varias capas del floema son destruidas. Asimismo, durante el crecimiento y maduración de la mazorca, el Chancro se extiende rápidamente por el cojin y la corteza circundante, aunque sin embargo, estas dos partes después de la destrucción de la mazorca por la enfermedad, manifiestan cierto grado de resistencia al ataque, lo cual, como hemos dicho, parece indicar alguna modificación en la fisiología de los tejidos del huésped, relacionada con las condiciones nutritivas que debe mantener el árbol, según lleve o no frutos en desarrollo. Estos cambios fisiológicos y otros semejantes son probablemente la causa tanto de la detención del crecimiento o progreso del hongo a su llegada al cambium, como de la reasunción del cre-

cimiento de la corteza al iniciarse la estación siguiente.

La presencia del hongo en la región del cambium debajo del cojin, no se ha comprobado, pero como las células de esta región exhiben fenómenos idénticos a los de los tejidos que contienen las hifas, como son por ejemplo, goma en abundancia, aumento del contenido de oxalato de calcio (especialmente en el floema y radios medulares), tylosa, formación de taninos y por último, decoloración, es presumible que el parásito se encuentre en dicha región.

En el Chancro del tronco deben ocurrir fenómenos semejantes a los que hemos descrito, ocurrentes en las lesiones producidas en el cojin, por cuanto que durante la iniciación de la necrosis, según hemos visto al tratar de los síntomas, de la zona enferma irradian las mismas líneas de color rojizo oscuro que pueden extenderse a considerable distancia y que son el resultado de la formación de una serie de meristemas suberosos. En este tipo de lesión, es sin embargo más difícil de precisar la patogeneidad del hongo, pues la descomposición de la corteza causada por el mismo, origina un substrato muy favorable al desarrollo de hongos secundarios que hacen difícil la apreciación del tejido micelial del verdadero causante de la enfermedad. Por otra parte, la restricción del avance de la lesión queda sostenida en su mayor parte por las cualidades de resistencia inherentes al árbol y por los cambios fisiológicos del mismo, porque la intervención de los elementos anatómicos no puede ser tan efectiva una vez que a diferencia del cojin, órgano perenne cuyos meristemas jóvenes en su totalidad pueden regenerarse activamente para oponer una resistencia a la entrada del parásito, el tronco por el contrario, sólo cuenta con una capa generatriz más o menos envejecida, cuya capacidad de regeneración se halla considerablemente debilitada. De aquí que cuando el Chancro se localiza sobre un árbol de edad avanzada, que generalmente es el preferido, el progreso de la enfermedad es generalmente continuo hasta terminar en la ma-

Ahora bien: cuando las condiciones ambientales no son favorezcan el desarrollo del parásito, con la muerte de la planta.

En el caso de que ésta alcance a reaccionar, viene la formación del callo o reborde constituido de manera semejante al del cojin, por meristemos suberosos que aislan la porción enferma.

El *Phytophthora faberi* es, pues, un organismo de considerable virulencia, la que puede ser atenuada, bien por las condiciones ambientes o por las cualidades inherentes al árbol, especialmente las que se refieren a sus elementos anatómicos.

HABITOS DE VIDA DEL PARASITO

Dejamos establecido anteriormente que el hongo se manifiesta a veces, causando la pudrición de la mazorca; como es costumbre abrir las mazorcas maduras en el campo de la extracción del grano, dejando las vainas amontonadas en el sitio de la operación, es obvio que el hongo procedente de las mazorcas enfermas encuentra un campo propicio para su propagación rápida; hasta el presente no se ha experimentado con el fin de determinar si el hongo vive en el terreno en estado de inactividad, como consecuencia del cambio de estaciones, pero dadas las características del género, es dable suponer que puede vivir durante épocas veranosos en un estado aparente de reposo, entrando luego en actividad durante el período de invierno. Hemos tenido oportunidad de observar que durante las épocas veranosas es muy reducido el número de mazorcas enfermas, así como también, las lesiones están en un período de iniciación, correspondiente a la aparición de las manchas escasamente visibles sobre el tronco. En efecto, la humedad y la temperatura son los factores más importantes en el desarrollo y expansión del patógeno; los esporos son producidos y germinan solamente bajo condiciones húmedas, razón por la cual las épocas secas retardan la propagación y ejercen una restricción en la actividad del hongo.

Este último causa una enfermedad epifiótica, puesto que ella aparece o puede aparecer en árboles aislados dentro de una misma plantación. En qué extensión o bajo qué circunstancias

pueden ocurrir las infecciones de la corteza que originan el Chancro, es cosa que aún no parece saberse, aunque sí está bien determinado que las mazorcas enfermas infectan comúnmente el tallo que las soporta, dando origen a la aparición del Chancro en éste y viceversa, un tallo atacado de la enfermedad puede ser fuente de infección de las mazorcas que lleva.

PATOGENESIS

Infección.

Situado el hongo en el campo propicio para su desarrollo se propaga rápidamente, según las condiciones ambientales; el organismo cuenta con conidias que pueden ser llevadas por el viento o arrastradas por el agua y que caen, bien sobre las mazorcas o sobre los troncos de los árboles. Este medio de dispersión, aunque muy abundante, puesto que el número de conidias que pueden ser producidas es muy considerable, es menos resistente porque se requieren condiciones especiales para la germinación de las mismas.

Al caer en el agua, las conidias funcionan a manera de esporangios, produciendo por división de su contenido interior, cierto número de zoosporos, variable entre 10 y 30 según Nowell, que nadan rápidamente en virtud de las ciliias o flagelos de que están provistos. Cuando el zoosporo llega a un campo propicio, se aposenta sobre el lugar y germina, produciendo un tubo germinal que penetra la epidermis del huésped en forma directa o por los estomas; se comprende que con esta habilidad del organismo, sea fácil su introducción a través de la corteza del tronco una vez que ésta está provista de numerosos lenticelos que constituyen otras tantas puertas de entrada para la infección. Este proceso de infección es sumamente rápido, debido a los hábitos vegetativos vigorosos del parásito, ocupando según algunos autores, el corto espacio de dos horas.

Ahora bien: cuando las condiciones ambientales no son favorables, como sería el caso de deficiencia de humedad, enton-

ces no hay producción de zoosporos, verificándose la infección por medio de las conidias, que germinan por la proliferación de un corto tubo germinal que irrumpe por la porción apical y que penetra al huésped en forma similar a la anterior. Es conveniente anotar que la germinación de estas conidias puede verificarse también por la emisión de dos o más tubos germinales, dependiendo esta variabilidad de las condiciones externas que favorezcan la proliferación, así como también del vigor del organismo.

Cuando las condiciones no son favorables, las esporas, de episporio grueso, al ser puestas en libertad por la descomposición de las mazorcas infectadas o por su abundancia en las lesiones del tallo, permanecen en el suelo o aún sobre las rugosidades de los mismos árboles, en un estado transitorio de reposo, hasta que las condiciones se hagan propicias para su desarrollo.

Tenemos por tanto tres fuentes de infección y dos modos de efectuarse la misma: las primeras son, la mazorca infectada, la lesión sobre el tronco y el suelo infectado; y las últimas, la producción de zoosporos y la germinación directa de la conidia.

Sabemos que no se conoce en qué extensión ni bajo qué circunstancias pueden ocurrir las infecciones de la corteza que producen el Chancro, pero una vez que las condiciones que más favorecen el desarrollo del hongo son la temperatura y la humedad, tenemos que convenir en que las épocas más apropiadas para la infección son las de las lluvias, especialmente las que siguen a una recolección, puesto que como en ésta quedan las vainas infectadas amontonadas en el campo, la humedad subsiguiente favorece ampliamente tanto la diseminación de las conidias del parásito, como su germinación.

Por otra parte, en nuestros cacaotales nunca se ha tenido el más mínimo cuidado y así las condiciones ambientes son más que favorables para el desarrollo de la infección; nunca se ha practicado la poda de los árboles ni la del sombrío, por lo cual las condiciones predominantes son las de un tupido follaje que dificulta la aireación y crea un ambiente húmedo dentro de la

plantación. El suelo se halla cubierto de hojarasca caída de los árboles de sombrío y de los del cultivo; las ramas muertas son dejadas dentro de la plantación y aún adheridas a los mismos árboles, lo cual favorece principalmente la acción de los taladradores, que encuentran campo propicio para su diseminación, contribuyendo a la generalización de la infección, como ya está probado; los árboles se encuentran cubiertos de musgos y líquenes en cantidades considerables y por último, rara vez, o casi nunca, se procede a las limpiezas usuales en toda clase de plantaciones.

No es, por tanto, raro que en las condiciones descritas, los árboles de cacao tengan que luchar con un cúmulo de factores adversos, lucha que trae como consecuencia el debilitamiento progresivo y con él, la receptibilidad para el ataque fungoso. Eliminada la aireación conveniente y convertida la superficie del suelo en substrato favorable al hongo, (tanto más cuanto que estos suelos por motivos de la materia orgánica incorporada van acidificándose cada vez más, lo cual ayuda efectivamente a ello) éste se propaga rápidamente aumentando el grado de infección con el aumento de las condiciones desfavorables para el desarrollo apropiado del árbol.

CAPITULO IV

CONTROL

Generalidades.

Entre nosotros no se han efectuado experimentos para determinar las medidas de control de esta enfermedad; trataremos de analizar someramente las distintas medidas de control efectivas para luchar contra una enfermedad, teniendo en cuenta que para el control de ésta que tratamos debemos guiarnos principalmente por el comportamiento biológico del hongo con respecto al huésped y por los factores de medio ambiente que favorecen su desarrollo.

- De estos conocimientos podemos concluir que la defensa debe ser totalmente preventiva y que el control ha de basarse fundamentalmente en los siguientes puntos:

a).—Medidas profilácticas de eradicación.

b).—Medidas de protección del árbol susceptible a la enfermedad, incluyendo la adopción de las que previenen o evitan la existencia de factores extraños favorecedores del desarrollo del parásito.

c).—Consecución de variedades resistentes a este último, que sean a la vez económicamente convenientes.

A. — ERADICACION.

Hemos visto que el comportamiento biológico del hongo es tal, que aquellas condiciones culturales existentes en el País en relación con el cultivo, favorecen notablemente su patogeneidad; por tal razón, tendremos que tener en cuenta los siguientes puntos:

1. — *Destrucción de las mazorcas infectadas, así como de las ramas secas y árboles muertos dentro de la plantación.*

Generalmente se aconseja para el control de las enfermedades, la destrucción por el fuego de las partes afectadas, o su enterramiento. Esta medida da en la mayoría de los casos excelentes resultados, pero en el caso que tratamos parece ser de poca utilidad, porque según Rorer, hay una producción de esporas sumamente considerable en estado temprano; esto es, cuando las mazorcas no se han madurado todavía, lo cual es suficiente para mantener la infección en el campo, en forma epidémica, motivo por el cual, siendo ineficaz, resultaría anti-económica para los cultivadores. Sin embargo, teniendo en cuenta que este material enfermo, dejado en los lugares en don-

de se abren las mazorcas, constituye un foco de infección, si influye en la propagación de la enfermedad, una vez que se ha podido comprobar que en los lugares vecinos al sitio de recolección se notan marcadas infecciones, es aconsejable su destrucción, tanto más cuanto que en nuestras condiciones es relativamente bajo el gasto monetario de la operación. Creemos que los mejores resultados se obtendrían en este sentido, enterrando las vainas y residuos de la cosecha revueltos con cal viva, a una profundidad no muy exagerada, para que este material sirva a la vez de enmienda y abono, sin que perjudique ayudando a la propagación del hongo.

2. — *Desinfección de los semilleros.*

Las enfermedades no se transmiten por la semilla, pero como los semilleros se hacen por lo común en las mismas plantaciones o en sus cercanías, es probable que la infección del terreno influya en el sentido de propagarse a los arbolitos que en él nacen y por esto se hace necesario desinfectar el suelo de dichos semilleros, para lo cual se aconseja el uso del formaldehído en proporción de una libra por seis galones de agua, lo que equivale aproximadamente a una solución del 0.4%. Se empaapa el terreno con la solución; se tapa con hojas o costales durante un día y luego se destapa para airearlo por lo menos durante ocho días antes de la siembra. Esto tiene por objeto dejar que el formaldehído se evapore, porque su causticidad constituye un peligro para la buena germinación de las semillas.

B. — PROTECCION

Las medidas de protección, como su nombre lo indica, tienden a proteger el árbol contra la entrada del parásito. Entraremos a considerar entre ellas, las siguientes:

1.—*Limpieza de las plantaciones.*

Al tratar de la infección, entramos a considerar el estado

actual de las plantaciones y recalcamos el hecho de que los árboles se encuentran llenos de musgos y líquenes en exagerada cantidad y anotamos que el suelo está cubierto de una gruesa capa de hojas muertas, ramas secas, etc.; es entonces de desear que los cultivadores procedan a la remoción de los parásitos del tallo, lo cual se hace por medio de un gante apropiado, que a la vez que quite los musgos y líquenes, no cause heridas en los órganos en que ellos están situados, porque esto constituirá una nueva puerta de entrada para cualquier parásito de los que tanto abundan en las plantaciones con carácter a veces saprofítico, pero que en condiciones favorables se convierten en parásitos activos. La reacción de los residuos y ramas secas tiene una acción favorable en la prevención de ésta y muchas otras enfermedades; evita la propagación de los taladradores, temibles enemigos de los árboles y propagadores de las infecciones fungosas y favorece la ventilación de la plantación y la aireación del suelo. Creemos innecesario hablar sobre las ventajas que las deshieras oportunas reportan al cultivo, porque este es un hecho demasiado conocido de todos los agricultores. Un caso ejemplar de cómo deben tenerse los cultivos en este sentido, nos lo demuestra la plantación de cacao del Instituto, en donde el uso de abonos de cobertura ha reducido al mínimo los gastos de deshiera y ha contribuido a mantener la limpieza más efectiva, deseable en toda plantación.

2.—*Cirugía vegetal.*

La remoción del área enferma del tallo ha sido tenida como de efectividad y es generalmente la costumbre establecida entre nuestros cultivadores. Consiste en rebanar con una cuchilla afilada la parte atacada hasta quitar completamente los tejidos infectados. Este método, aunque de buenos resultados algunas veces, no es considerado por algunos investigadores, entre ellos Hartley, de gran eficacia. El hecho estriba principalmente en la falta de conocimientos por parte de los operarios, porque para obtener éxito es necesario que la extirpación

del mal sea completa, lo cual no es siempre fácil, debido a que el micelio del hongo se halla bastante extendido en el duramen. Es aconsejable por consiguiente en esta operación, quitar la parte enferma y ahondar aún más por lo menos dos centímetros en el tejido aparentemente sano, para evitar que queden restos del parásito. Como complemento de la operación se aplican diversas sustancias químicas, cuyos resultados varían en cuanto al tiempo que dura su efectividad para proteger la destrucción del duramen. La acción de estos compuestos químicos es muy relativa y más bien desinfectante; las sustancias que mejores resultados han dado para esto son el Caldo Bordelès al 4—4—50 y el Carbolineum. También se acostumbra el alquitrán y pinturas a base de plomo, que tienen un buen poder antiséptico. La costumbre que tienen los cultivadores de cubrir estas heridas con tierra y que hemos visto en un gran número de casos, es una medida objetable desde todo punto de vista, una vez que no sólo no se consigue evitar el progreso de la enfermedad, sino que por el contrario, se ayuda a propagar infecciones fungosas.

3. — *Poda racional.*

Como las condiciones bajo las cuales se cultiva el cacao, esto es, ambiente húmedo y sombra densa, favorecen considerablemente la propagación del hongo, es de esperarse que su restricción en parte tienda a disminuir sus efectos; en nuestras plantaciones, en donde no se practica la poda, es natural que el sombrío y aun los mismos árboles de cacao, al alcanzar su máximo desarrollo, formen densos doseles que impiden la penetración de la luz y crean el consiguiente ambiente húmedo dentro de la plantación. El sistema de reducir la sombra ha probado ser en otros países muy favorable en la reducción de la pudrición negra de la mazorca y el Chancro. Cómo debe hacerse la poda, en qué tiempo y en qué extensión, es asunto que no podemos aconsejar en este estudio, porque ello depende enteramente de las condiciones, tan variables aún en un mismo país.

El criterio que ha de seguir en este punto el cultivador estará por tanto de acuerdo con las condiciones climatológicas y del suelo de cada región; compete a los agrónomos regionales hacer los experimentos conducentes a proporcionar a las plantaciones la sombra más adecuada para el éxito del cultivo, que favorezca a la vez la restricción de la enfermedad.

4. — *Avenamiento.*

Es también, como el anterior, un punto de gran consideración en el control de la infección; el mejoramiento de las condiciones del suelo ayuda considerablemente a desadaptar el medio al parásito y provoca una reacción en el árbol favorable a su desarrollo, siendo por lo tanto, una medida que al aplicarse ejerce un doble beneficio; el avenamiento, además de retirar del suelo un exceso de humedad perjudicial, ejerce una acción favorable al mermar la acidez, factor éste que no sólo puede perjudicar la vida del árbol siendo excesiva, sino que ejerce influencia marcada en favor del desarrollo del parásito. Consideramos que este método de control es uno de los más importantes y que de consiguiente ha de tenerse muy en cuenta al iniciar la campaña profiláctica contra la enfermedad.

5. — *Atomizaciones.*

Conocida es de sobra la acción benéfica que el Caldo Bordelés tiene cuando se trata de ejercer una acción preventiva contra el desarrollo de las enfermedades fungosas; evidentemente, este anticriptogámico es uno de los mejores preventivos que se conocen hoy en día y su eficacia está ya muy comprobada. En el caso que nos ocupa podemos decir que su uso es fundamental en el control de la enfermedad, como lo demuestran los experimentos de J. Birch Rorer en Trinidad, en los años de 1916 a 1917, si bien es cierto que estos experimentos fueron conducidos no con el fin de reprimir el Chancro del tallo, sino para disminuir la pudrición negra de la mazorca y el

ataque de los thrips, muy abundante en las plantaciones, en aquella época.

Para este fin, Rorer usó el Caldo Bordelés mezclado con sulfato de nicotina y sacó como conclusión de sus experimentos que es muy ventajoso irrigar los árboles de cacao en donde prevalece la pudrición de la mazorca, aún sin estar ayudado este método de control por las medidas recomendables para el mismo fin, como son la poda, el drenaje, el abonamiento, etc. Como resultado obtuvo que 400 árboles irrigados dieron 4.371 mazorcas más que los no irrigados, y 4.765 mazorcas sanas más que las que dieron los no tratados; únicamente el 9% de las mazorcas de los árboles irrigados fue afectado por el *Phytophthora*, en contraposición a las mazorcas de los árboles no tratados, cuyo porcentaje de infección ascendió a 21%. Además, los primeros dieron 1.082 libras de cacao seco, en tanto que los últimos dieron solamente 572 libras. Es decir, se obtuvo con el tratamiento casi un 100% de mayor producción.

Estos experimentos hechos en grande escala, demuestran por consiguiente muy claramente la efectividad de la protección dada a las mazorcas verdes por la aspersion con el Caldo Bordelés; como las épocas de producción varían, no podemos decir en general en qué época del año debe hacerse el tratamiento, pero es claro que el mejor rendimiento económico se obtendrá haciéndolo en la época de mayor producción y repitiendo la operación por lo menos dos veces más, con el objeto de cubrir el mayor número posible de mazorcas.

La concentración del Caldo Bordelés aconsejada para este caso, es la de 4—4—50, es decir, 4 libras de sulfato de cobre, 4 de cal y 50 galones de agua. Asumiendo que un trabajador irrigue 100 árboles por día, gastando un galón por árbol, tendremos que el costo de la operación por cuadra, en nuestras condiciones, será el siguiente:

95 libras de sulfato de cobre a \$ 0.23 cada una.....	\$ 22.08
96 libras de cal viva a \$ 0.02 cada una.....	\$ 1.92
Trabajo de 4 hombres en 3 días a \$ 1.20 diario.....	\$ 14.40

Total.....\$ 38.40

Se ha calculado que el número de árboles por cuadra, a una distancia de 4 metros en cuadro, sea el de 400 (en realidad 442). En el presupuesto anterior quedan comprendidas las tres aspersiones del año y puede verse además que hemos elevado tanto los precios de los ingredientes como el valor de los jornales. La operación entre nosotros es por lo tanto económica y de positiva remuneración.

No queremos pasar por alto las objeciones que algunos experimentadores y cultivadores ponen a este método de control; la aspersión con el Caldo Bordelés, aunque en verdad muy efectiva, no siempre es posible económicamente, debido principalmente a las dificultades del trabajo cuando la plantación es muy grande y sobre todo, cuando no se trata de un terreno plano en donde pueda entrar la maquinaria apropiada, sino en terrenos ondulados o colinas, en donde se hace difícil la ejecución de un programa anual de aspersión. Esto es lo que han podido observar los agricultores de Trinidad, pero hay que tener en cuenta que entre nosotros las plantaciones no son en verdad tan extensas como las de aquellos países productores y exportadores de cacao y creemos que sí es posible efectuar estas aspersiones en nuestro país, con tan buenos resultados como los obtenidos en el experimento anteriormente descrito y sobre todo, a un precio relativamente bajo.

C. — INMUNIZACION.

La selección y propagación de variedades resistentes o inmunes a las enfermedades es una medida que está tomando considerable incremento en los métodos modernos de control y constituye naturalmente la tendencia más racional y de mayor orientación de los nuevos métodos de represión. No obstante, sería de escaso valor, aunque de más fácil realización, buscar este único factor ventajoso, porque para alcanzar el éxito económico se requiere también, además de la resistencia o inmunidad, un carácter de tan grande importancia como ésta, consistente en la conveniencia económica de la variedad, es decir, que

su producto alcance en su mayor grado la mejor calidad.

En el cultivo del cacao debe además buscarse la producción y estos tres factores o cualidades en una variedad hacen de ella la más apropiada para el cultivo, bastando que falte una de ellas para que la armonía deseable quede rota; todos los países productores de cacao, que consecutivamente se han visto obligados por las plagas y las enfermedades a buscar el medio más apropiado para combatirlos, han adoptado la medida de reemplazar las viejas plantaciones de Criollo por otras a base de variedades con algunas de las características arriba citadas y esta tendencia a suplantarlo el tipo Criollo por el Forastero o con tipos con predominancia de Forastero, ha traído como consecuencia para esos países una baja notable en el precio relativo de las exportaciones. Van Hall, al hacer un estudio de la alta posición mantenida por el cacao de Java en los mercados mundiales de cacao y de la importancia de la variedad cultivada en la calidad del producto y en su valor mercantil, demuestra con sólidos argumentos que la calidad del cacao de Java se debe indudablemente a sus fuertes características de Criollo. Al instar a los agricultores de las Indias Orientales Danesas a que refrenen el establecimiento de plantaciones con árboles que no tengan bien marcadas las características del Criollo, si quieren conservar su posición actual en cuanto a la calidad de su cacao, cita como ejemplo a Trinidad, en donde la adopción de variedades con predominancia de Forastero ha resultado en un perjuicio económico evidente.

Débase por consiguiente tener muy en cuenta en la selección de variedades, que a la vez que la resistencia a las enfermedades, se logre buena calidad de cacao.

Corresponde naturalmente al Gobierno la consecución en las Granjas o Estaciones Experimentales, de variedades o híbridos apropiados; Java, uno de los países más afectados por las enfermedades, ha logrado crear un híbrido, el "DJATI - ROENGGO", resultado de una hibridación de un solo árbol de Forastero importado de Caracas, con el verdadero Criollo existente entonces en Java, que posee una marcada preponde-

rancia de los caracteres del Criollo y después de numerosas investigaciones por parte de las estaciones experimentales, ha comenzado a propagar este híbrido, manteniendo así la excelente calidad de su cacao.

En Colombia se ha cultivado siempre el cacao Criollo, que tiene las cualidades de excelente calidad y buena producción, siendo en cambio susceptible a las enfermedades. Hoy en día lo está desalojando la variedad conocida con el nombre de "PAJARITO", que es un híbrido entre el Forastero, Amelonado y el Criollo. — ¿Es ésta la variedad apropiada para el cultivo entre nosotros? — Como hemos visto, la producción nacional no satisface el consumo local y por lo tanto es necesario incrementar el cultivo; el Gobierno está haciendo una intensa campaña para propagar el Pajarito, variedad que parece resistente a las enfermedades y que es bastante precoz, aunque su calidad es inferior a la del Criollo. Tiene además la ventaja de ser muy rendidor en las fábricas. Esta variedad no se ha experimentado entre nosotros y así no puede saberse a cabalidad la verdadera resistencia que posea a las enfermedades; siendo por otra parte, un híbrido, tiene grandes variabilidades, una vez que no tiene un tipo definido, presentándose comunmente en un mismo árbol mazorcas amarillas y moradas y aún entre las amarillas y entre las moradas existen formas muy diferentes. Este híbrido por lo pronto ha heredado dos caracteres, a saber: precocidad y mala calidad; la resistencia es dudosa o por lo menos no es tiempo de haberse probado, porque las plantaciones son nuevas y están en su mayoría de acuerdo con la técnica. Se han tomado entonces como base para su propagación en el país, la precocidad y la supuesta resistencia a las enfermedades, argumentando que la necesidad de aumentar la producción para satisfacer el consumo, hace necesario menospreciar el factor calidad. — ¿Es esto inconveniente? — Si acaso lo es, ¿cuál será nuestra situación cuando después de haber despojado al Criollo en la producción intentemos intensificar el cultivo para lograr un renglón básico de exportación, sabiendo que en los mercados mundiales el cacao de baja calidad tiene

un precio muy inferior? Necesariamente, tendremos que resignarnos a exportar un producto que además de la mala calidad tiene en su contra la competencia ruinosa que los países productores del Africa pueden hacer valiéndose de las condiciones favorables de un cultivo económico, ya que por una parte la mano de obra es sumamente barata y por otra, las plantaciones son extensas y los terrenos de poco valor, o tendremos que volver a desalojar la variedad propagada e incrementar el cultivo del Criollo o de un híbrido con grandes predominancias de éste, que dé un producto de salida aceptable, no sujeta a las fluctuaciones en los precios, alzas y bajas que caracterizan a las clases inferiores.

En cualquiera de estos dos casos, estamos abocados a una difícil situación, especialmente el Gobierno, que se colocará ante un posible descrédito de sus organizaciones agronómicas, si la variedad recomendada por él no da los resultados que los agricultores esperan, confiados en la seguridad de la palabra oficial.

Por este motivo consideramos de inaplazable ejecución el establecimiento de una Estación Experimental dedicada por completo a las investigaciones sobre cacao, para lograr en un futuro no remoto obtener conclusiones que al ser dadas a los agricultores, lleven en sí la seguridad del éxito o por lo menos las mayores probabilidades de él. Sólo de esta manera obtendríamos variedades que llenaran completamente y a satisfacción las necesidades que actualmente confronta el cultivo del cacao.

No pasamos por alto la defensa que algunos agrónomos hacen de la variedad Pajarito, a la cual atribuyen una calidad casi tan buena como la del Criollo, pero atendiendo a la desconfianza que se nota entre los cultivadores por el bajo precio del cacao rendido por esta variedad, consideramos un tanto aventuradas las propagandas que tienden a recomendar variedades que si bien es cierto brindan en parte halagüeños resultados, no han sido lo suficientemente experimentadas para acreditarlas como lo mejor que se puede obtener y que pueden, a l

correr del tiempo, traernos problemas más graves aún que los que actualmente se nos presentan.

CAPITULO V

FUSARIOSIS

Generalidades.

Con el nombre de Fusariosis se designan en general aquellas enfermedades causadas por hongos pertenecientes al Género *Fusarium*. La enfermedad se caracteriza principalmente por la obstrucción de los haces vasculares de la planta en forma tal, que interrumpiéndose la circulación de la savia, viene como consecuencia el marchitamiento, la defoliación y por último la muerte.

Son muy numerosas las plantas atacadas por la enfermedad y es ésta tan destructiva que su importancia económica es muy grande; basta con citar el marchitamiento del algodón causado por el *Fusarium vasinfectum* y el *Mañ de Panamá* del banano, causado por el *F. exysporum cubense*, para presentar vívidos ejemplos de la acción de estos parásitos del género *Fusarium*.

En el presente estudio tratamos sobre la acción de un *Fusarium* sobre la planta de cacao, *Theobroma cacao L.*

Hasta ahora esta enfermedad no ha sido descrita como ocurrente sobre el cacao o por lo menos no tenemos conocimiento de ello. El primero en registrarla en nuestros días ha sido el doctor Ramón Mejía Franco, quien la ha encontrado causando considerables daños en las plantaciones de los Departamentos de Antioquia y Valle.

El 27 de mayo de 1936, el doctor Luis E. Calle, Director de la Granja Escuela "GARCIA VASQUEZ", situada en el municipio de Andalucía, Departamento del Valle, por recomendación nuestra envió unas muestras de cacao atacado por el Chancro. Según los datos que acompañaban el envío de dichas

muestras, éstas habían sido colectadas en la finca "ALSACIA", vereda del TAMBORAL de ese mismo municipio, en donde la intensidad del ataque en la plantación era de un 85% a 90%. La edad de los árboles fluctuaba entre 6 y 7 años.

De este material tomamos las muestras para todos nuestros experimentos, haciendo siembras e inoculando árboles de cacao "PAJARITO" con el organismo aislado sobre las manchas negras que denotaban un estado avanzado de la Fusariosis. Esto con el fin de probar la mayor o menor susceptibilidad que dicha variedad de cacao presenta a la enfermedad. Anotamos que las muestras enfermas pertenecían al cacao Criollo.

Se obtuvo la infección y de ésta se aisló de nuevo el agente causante de la misma, aunque con caracteres diferentes, debido a las circunstancias que vamos a explicar:

Variabilidades del Género Fusarium.

Según Sherbakoff, muchos de los caracteres morfológicos y fisiológicos de los Fusariums muestran marcada variabilidad y a primera vista parecen ser de tal naturaleza que desaniman en cualquier intento de tratar estos hongos sobre una base morfológica.

La variabilidad consiste en que estos organismos no se presentan en forma constante como la mayoría de los demás, sino que pasan por diferentes estados morfológicos, según los medios en que se desarrollan, principalmente los que se refieren a las condiciones ambientales, pues la variabilidad es escasa cuando dichas condiciones son idénticas. Las variabilidades más comunes, según el autor citado, son las siguientes:

1. — El tipo de conidias varía en muchos Fusariums de micro o macroconidias y algunas veces ambas son de tipo muy diverso, aun dentro de ellas mismas.

2. — Los conidióforos varían a menudo desde diminutas proyecciones laterales de una hifa, a complejas estructuras den-

droideas, a menudo de tamaños observables macroscópicamente.

3. — En *Fusariums* en que es típica la producción de esporodoquios, estromas plectenquimáticos, ocurre a veces que éstos no son producidos ni aun en las condiciones más favorables. Estas estructuras pueden variar en forma, número y tamaño.

4. — La presencia o ausencia de color es un carácter especialmente variable. Pueden ocurrir cambios en el tipo de color, pero tales cambios son sólo aparentes y en todos los casos conocidos pueden explicarse sobre la base de la diferencia de reacción del medio de cultivo (ciertos colores en medio ácido, anaranjado - rojizos, se vuelven azules en medio básico), o cuando un color típico es compuesto, el cambio puede ser debido a la preponderancia de uno de los colores elementales, sobre otro.

5. — La extensión del desarrollo del micelo aéreo, la demarcación de zonas, el porcentaje de crecimiento y el carácter del margen de la colonia, pueden también variar en considerable extensión.

6. — Gran variación puede haber especialmente en la producción relativa de los diferentes tipos de conidias y clamidosporas.

No es por tanto raro, que con tan abundantes motivos de variación de estos organismos, especialmente los que se refieren a los medios de cultivo, obtuviéramos un organismo diferente al que nos sirvió para la inoculación, sino otro con caracteres algo diferentes como veremos oportunamente.

Descripción de los experimentos.

Se recordará que al hablar de los síntomas morfológicos

del Chancro, anotamos el hecho de que la muestra examinada presentaba en el duramen una coloración negra que iba llenando los vasos y que se presentaba en forma muy delgada; con el fin de determinar claramente si este fenómeno, que coincidía con los síntomas típicos de la Fusariosis, era realmente debido a un hongo determinado, procedimos a hacer unos cultivos para estudiar el organismo resultante.

Tomamos unos pequeños trozos del material ennegrecido y los sumergimos en una solución de formaldehído al 10%, con el fin de hacer la desinfección exterior. En seguida sembramos el material en diversos medios de cultivo, de la siguiente composición:

A	B
Medio número 1	
Fosfato neutro de potasio	1.25 gs.
Sulfato de magnesio.....	0.75. —
Asparraguina	2.00 — + 0.50 gs. de sucrosa.
Agar	20.00 —
Agua destilada.....	1000.00 cc.
Medio número 2	
A—igual	B = 0.10 gs.
Medio número 3	
A—igual	B = 0.25 gs.
Medio número 4	
A—igual	B = 0.50 gs.
Medio número 5	
A—igual	B = 1.00 gs.

El resultado obtenido fue el siguiente:

DIAMETRO DE LA COLONIA, EN CENTIMETROS, POR DIAS

Medios.	3º d.	4º d.	5º d.	6º d.	7º d.	8º d.
1	1.5	2.2	3.5	4.7	6.7	9.0
2	1.5	2.5	3.7	5.0	6.9	9.0
3	1.7	2.5	3.5	4.5	6.6	9.0

Esto indica que el hongo se desarrolló mejor en los medios más abundantes en carbohidratos; el caso del medio número 4, que se muestra retardado en su crecimiento, puede ser debido a condiciones adversas de exposición a la luz, deficiencia de siembra y deficiencia en la preparación del medio.

De estos cultivos descartamos los números 2, 3 y 4, por haberse infectado el 7º. día. Los medios 1 y 5 mostraron las siguientes características:

Medio número 1:

Micelio extendido superficialmente en forma blanquecina primero, diferenciándose luego una zona ligeramente rosada, de 1.2 cms. de ancho, en seguida otra zona blanca de 0.7 cms. de ancho y luego otra zona del color de la primera y de 1.0 cm. de ancho. Las zonas concéntricas y muy uniformes; el micelio formó una almohadilla muy suave, ligeramente levantada, especialmente la zona blanca intermedia entre las rosadas. Crecimiento vigoroso. Color del substrato, rosado-pálido-salmón.

Medio número 5:

Micelio muy extendido superficialmente en forma radiada, de color blanquecino pálido con tintes ligeramente rosados, muy tenues, casi imperceptibles. Centro de co-

lor rosa pálido, ligeramente aéreo el micelio. Bordes pálidos de color salmón vago. Sin zonas marcadas como las del medio número 1. Crecimiento vigoroso. Escasa exudación mucilaginoso. Color del substrato, salmón pálido vinoso.

Examinados ambos cultivos al microscopio, mostraron ser iguales, y pertenecientes al género *Fusarium*, el cual se caracteriza así, según Sherbakoff:

Género Fusarium. Link.

- Sinónimos: (Appel y Wollendbeweber 1910: 4-12, 23-61).
- Atractium* Link pr. p (1809).
- Fusidium* Link pr. p (1816 y 1825).
- Fusisporium* Link (1824).
- Selenosporium* Corda (1837).
- Fusoma* Corda (1837).
- Piennotes* Fries (1849).

Hyphomicetos con conidias y micelio que varía de hialino a brillante, nunca completamente gris ni negro; conidias en forma de hoz; septadas (generalmente 3 o más septas) con punta apical, en su mayor parte pediceladas, no apendiculadas ni catenuladas; conidias diseminadas sobre el substrato en pseudopionnotos o esporodoquios; estos últimos con o sin substrato plectenquimático (pseudo-parenquimatoso), de plano a verrugoso y siempre sin ninguna envoltura; conidióforos simples o irregularmente verticilados”.

Muchas especies del género *Fusarium* caen con facilidad en agrupaciones que pueden separarse por poseer características similares; estos grupos son llamados SECCIONES, las cuales se han agrupado sobre la base de su correlación aparente cuando se consideran sus estados perfectos. Anteriormente se consideraban únicamente once secciones, pero hoy en día, habiéndose considerado las características de algunos hongos,

encajonables dentro de las del género *Fusarium*, se ha elevado a 15 el número de las mismas, que son:

- SECCION 1^a.—*Eupionnotos* Wr.
— 2^a.—*Arachnites* Wr.
— 3^a.—*Sporotrichiella* Wr.
— 4^a.—*Camptospora* Wr.
— 5^a.—*Arthrosporiella* Sherb.
— 6^a.—*Gibbesum* Wr.
— 7^a.—*Roseum* Wr.
— 8^a.—*Liseola* n. n.
— 9^a.—*Lateritium* Wr.
— 10^a.—*Discolor* Wr.
— 11^a.—*Spicarioides* N. comb.
— 12^a.—*Saubinetii* Wr.
— 13^a.—**ELEGANS** Wr.
— 14^a.—*Martiella* Wr.
— 15^a.—*Ventricosum* Wr.

Cada una de estas secciones tiene sus características peculiares med ante las cuales se hace posible determinar a cual de ellas corresponde un organismo dado, del género *Fusarium*; de ellas describiremos únicamente la sección 13^a. **ELEGANS**, que tiene las siguientes características:

SECCION **ELEGANS** Wr.

“*Fusariums* con microconidias nuli y monoseptadas; macroconidias típicamente triseptadas, a menudo también de cuatro y cinco septas, más o menos gradualmente aguzadas hacia el ápice, pediceladas; clamidosporas **intercalares** y terminales en y sobre las hifas miceliales, siempre presentes y a menudo también en y sobre las conidias; color de las conidias, mayormente tirando a rosado pálido; color del substrato y del micelio aéreo, cuando presente, (en agar de papa rico en glucosa y en

arroz) típicamente de varios tonos vinosos, de rosado pálido a purpúreo oscuro”.

A esta sección pertenece el hongo aislado, por poseer las siguientes características, que concuerdan con las descritas:

Hifas sueltas, hialinas, septadas con frecuencia más o menos regular; clamidosporas ovales, de episporio grueso, de color ligeramente rosáceo, indistintamente intercalares y terminales, aisladas y en grupos, a veces en las conidias, contenido densamente granular, con gotas de aceite, presentes en gran cantidad. Microconidias subhialinas a ligeramente rosadas, elipsoidales en su mayoría, nuli y mono-septadas, muy abundantes, de $7,5 \times 3,7$ micras. Macroconidias tenuamente rosadas, casi hialinas, con paredes delgadas, en su mayoría triseptadas; parte apical aguzada bruscamente hacia la parte ventral, en donde se forma una pequeña prominencia o pico; parte basal menos encorvada que la apical, con aguzamiento un poco mayor; hilium claramente distinguible en forma de un punto brillante; pequeñas gotas de aceite en su interior, aunque el contenido protoplásmico no es granuloso. Lado ventral casi recto, hasta $\frac{6}{8}$ de su longitud total, aguzándose la macroconidia en ambos extremos. Rara vez macroconidias tetra-septadas y menos todavía penta-septadas. Dimensiones de las macroconidias, 34.0×37 micras (de 22.5 a 39.7 micras por 3.7 a 4.5 micras). Conidióforos largos y delgados; conidias insertas aisladamente a trechos, generalmente en forma alterna. Conidias fácilmente desprendibles al ser montadas en agua, por lo cual es difícil verlas unidas al conidióforo. Ausencia de esporodoquios, pionnotos y esclerocios. Color del substrato, rosado vinoso.

Identificación del parásito:

Como la determinación de las especies de este género de

hongos es sumamente difícil una vez que debido a las considerables variabilidades a que hemos aludido en líneas anteriores se hace necesaria la adopción de métodos biométricos especiales, no queremos aventurarnos en una clasificación que pudiera considerarse como precipitada; sin embargo, dadas las características que presenta el organismo aislado y basándonos en la descripción de algunas especies identificadas por Sherbakoff, presumimos que el parásito en cuestión sea el *FUSARIUM ORTHOCERAS* var. *nov. sp.*

No debe echarse al olvido que una determinación de las especies del género *Fusarium* es en la mayoría de los casos imposible, o por lo menos dudosa; por tanto, en este estudio preliminar tratamos de dar los primeros pasos para la identificación del parásito del cacao y consideramos que los investigadores futuros habrán de tener en cuenta que en este género, además de las variabilidades, de tan común ocurrencia, ha de prestarse atención a una infinidad de detalles especialmente en cuanto a la forma y caracteres de las conidias, así como a las descripciones de las especies, para llegar a una conclusión definitiva en la identificación de aquel.

Los dibujos del hongo, especialmente en los de las conidias, han sido trazados con el mayor cuidado posible, con el fin de dar una representación lo más exacta posible, dentro de los medios de que disponemos en el laboratorio. Las medidas fueron tomadas con aumentos de 800 diámetros y en los dibujos cada centímetro representa 10 micras. Es de lamentar que cuando estudiamos este hongo, no teníamos aún cámara fotomicrográfica, para haber ilustrado con mayor fidelidad esta descripción.

Experimentos de inoculación.

Se emplearon para estos experimentos, seis árboles de la variedad *Pajarito*, de tres meses de edad, escogidos entre los que presentaban mayor vigor y se sembraron en materas en una misma clase de suelo, previamente esterilizado con una solución

de formalina al 10%. Se dejaron un tiempo prudencial en reposo con el fin de que reasumieran sus actividades normales, adaptándose al nuevo medio y luego se inoculó el suelo de 5 de ellos con el cultivo del *Fusarium*, tomando con una aguja esterilizada un trozo del cultivo y disponiéndolo convenientemente alrededor del árbol. A uno de ellos se hizo una escarificación a nivel del nudo vital, con el fin de observar si la herida tenía influencia en la infección en lo que respecta al tiempo de la misma. Hasta donde fue posible, se mantuvo en todo caso las mismas condiciones de temperatura y humedad, teniendo el cuidado de suministrar a cada ejemplar una misma cantidad de agua diariamente.

Se llevó un registro minucioso de la apariencia de los árboles para ver si se presentaban síntomas de infección. A los 45 días de la inoculación se notó que uno de los árboles comenzaba a mostrar síntomas de marchitamiento, comenzando las hojas inferiores a amarillarse por las puntas y junto a la nervadura central, extendiéndose progresivamente este amarillamiento a lo largo de la nervadura principal y de las secundarias hasta comprender totalmente la hoja, quedando el árbol totalmente desfoliado. Extraído con mucho cuidado de la materia, se separó la tierra por medio de la acción del agua en reposo, hasta quedar las raíces completamente limpias. Al observar cuidadosamente las mismas, se notó que en la región comprendida entre el nudo vital y la primera pulgada hacia abajo, había un engrosamiento más o menos perceptible, desprendiéndose la corteza en esa región. Un frote de esta parte ennegrecida mostró escasas esporas, probablemente microconidias.

Los cortes microtómicos del tallo, arriba del nudo vital no mostraron anormalidad; las raíces primarias, secundarias y terciarias fueron preparadas para el corte, siguiendo el método de la parafina.

Examinadas las raíces primarias no mostraron signos de alteración, no así en las terciarias y secundarias, en las cuales pudo observarse lo siguiente (Lam III):

- 1º. — Color más oscuro que las raíces normales, a causa de un pardeamiento de los haces vasculares interiores.
- 2º. — Obstrucción de los haces vasculares del xilema, por una materia gomosa de coloración pardo-morena (Lams. III y IV).

Estos fenómenos coinciden exactamente con los síntomas histológicos que presenta toda fusariosis; además, pudimos observar dentro de los vasos del xilema, en los cortes longitudinales de las raíces secundarias, unos cuerpos de dudosa determinación, probablemente microconidias, en escasa cantidad. No se observó, a pesar de los esfuerzos hechos en tal sentido, la presencia de micelio alguno.

Con el fin de obtener la comprobación de la infección debida al parásito, procedimos a hacer las siembras del material infectado tomando pequeños trozos y sembrándolos, previa desinfección con formalina al 10%, en un medio de la siguiente composición:

K ₂ PO ₄	0.10 gs.
NH ₄ NO ₃	0.10 gs.
KNO ₃	0.10 gs.
Glucosa	0.10 gs.
Agar	2.50 gs.
Miel de abejas.....	2.00 cc.
Agua destilada	100.00 cc.

Este medio corresponde al de Barne, modificado.

Se observará que hemos empleado diferentes medios de cultivo, lo cual puede ser fuente de error en la técnica de laboratorio, pero ello obedeció al deseo que teníamos de ver si aumentando el contenido de carbohidratos, obteníamos el estado perfecto del hongo, lo cual suele ocurrir, según algunos autores.

Este medio de cultivo se hizo colocando un pequeño reci-



Lámina III

Corte transversal de una raíz terciaria de Cacao "Pajarito" inoculado con *F. Orthoceras* var. n. sp.

Nótese la obstrucción de los haces vasculares del xilema.

X 400



Lámina IV

Corte longitudinal de la misma raíz terciaria. Obsérvese la obstrucción de los haces vasculares del xilema.

X 400

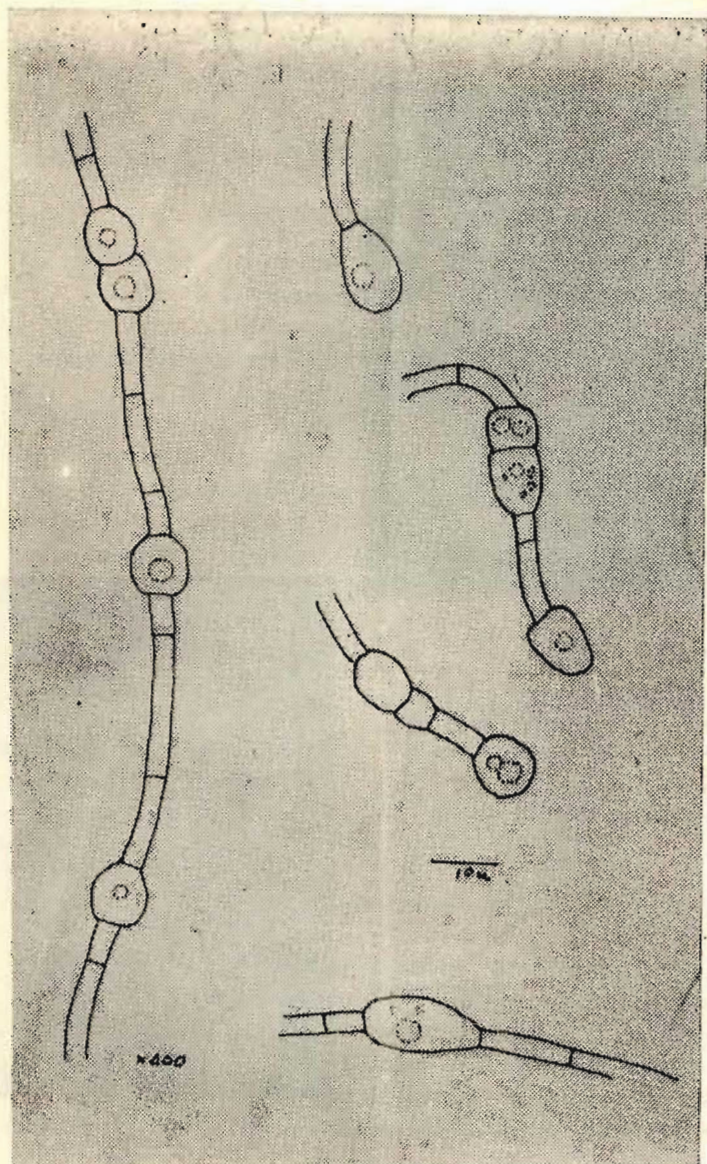


Lámina V

Fusarium orthoceras var. n. ● Chlamidosporas intercalares y terminales.

X 400

piente dentro de la caja de Petri de tamaño natural (9 cms. de diám.) en el interior del pequeño recipiente se colocó el medio de cultivo descrito y alrededor se puso el mismo medio, sin miel de abejas. Como resultado se obtuvo un hongo que presentaba un micelio de crecimiento vigoroso; el color del cultivo rosado pálido y el del substrato salmón pálido. Examinado al microscopio mostró considerable número de clamidosporas redondeadas, de paredes gruesas, intercalares y terminales, con denso contenido granular y gotas de aceite. No se observó producción de conidias de ninguna de las formas características del *Fusarium*.

Este hongo se sembró luego con el fin de obtener fructificaciones conidicas, en medio de la siguiente composición:

Sacarosa	50.00	gs.
Nitrato potásico	10.00	gs.
Fosfato mono-potásico	5.00	gs.
Sulfato magnésico	2.50	gs.
Agar	15.00	gs.
Agua destilada	1000.00	cc.

Este medio corresponde al Agar de Richard y es empleado comunmente para el cultivo de especies pertenecientes al género *Fusarium*; obtuvimos en él un hongo de las siguientes características:

DIAMETRO DE LA COLONIA, EN CENTIMETROS, POR DIAS

Medios.	3º d.	4º d.	5º d.	6º d.	7º d.	8º d.
1	1.5	2.2	3.5	4.7	6.7	9.0
2	1.5	2.5	3.7	5.0	6.9	9.0
3	1.7	2.5	3.5	4.5	6.6	9.0

Los tres platos presentaban gran semejanza en sus caracteres de coloración como en el vigor del crecimiento; desafortunadamente se infectaron los medios 1 y 2, correspondiendo la siguiente descripción al plato número 3.

Características del cultivo:

Crecimiento vigoroso de la colonia; color de ésta, blanco hialino ligeramente rosado, de un tono más subido en el centro; bordes amarillentos pálidos. Una vez completamente desarrollado el hongo, el color se hizo rosado uniforme. Micelio aéreo, ligeramente levantado, esponjoso; color del substrato, rosado salmón.

Al microscopio el hongo presentaba los siguientes caracteres:

Hifas sueltas, hialinas, con contenido granular, con gotas de aceite, de diámetro medio, algunas muy robustas, septadas, ramificaciones más delgadas que la hifa de donde se desprenden, con ligeras constricciones en este punto. Clamidosporas terminales únicamente, en poca cantidad, redondas a ovales, de paredes gruesas, hialinas. Microconidias en gran cantidad, elipsoidales, ovoideas, irregulares, en general de diversas conformaciones y de distintos tamaños, nuli y mono-septadas, generalmente 7.5 x 3.6 micras. Macroconidias hialinas, de paredes delgadas, en su mayoría tri-septadas; pocas tetra-septadas y muy escasas penta-septadas. Septas apenas perceptibles al principio. Macroconidias de forma irregular en algunas, diversas formas, pediceladas; parte apical aguzada bruscamente; parte basal más encorvada que la apical. Contenido protoplásmico parejo en la mayoría. Conidias con el lado ventral recto, en buena cantidad. Dimensiones de las conidias, 36.0 x 3.6 micras (21.6 a 42.0 x 3.2 a 4.0 micras). Ausencia de esporodocios y pionnotos.

Puede verse claramente que las características del hongo primitivamente aislado (págs. 106 y 107) han variado, no diremos considerablemente pero sí en parte, lo cual atribuimos a

las condiciones inherentes al género, que hemos discutido bajo el nombre de "variabilidades". Además, hay que tener presente que los medios de cultivo empleados son diferentes y que el hongo recientemente descrito fue obtenido por siembra de un cultivo que tenía caracteres completamente distintos a los del original.

Creemos que sea el mismo hongo que hemos considerado como *Fusarium orthoceras* var. n. sp., porque tanto los hábitos de desarrollo como las características que muestran una cantidad de las conidias, concuerdan en ambos organismos.

Hasta aquí los experimentos de inoculación e infección; volvamos ahora sobre los otros árboles inoculados: de estos, 3 mostraron los mismos síntomas que hemos descrito al tratar del árbol infectado; el testigo y aquel a quien se hizo escarificaciones a nivel del nudo vital, continuaron creciendo normalmente sin mostrar síntomas de disturbio alguno.

Conclusiones.

Si bien es cierto que no puede llegarse por medio de experimentos reducidos a sacar conclusiones definitivas, podemos sin embargo, en vista de los resultados obtenidos en nuestros experimentos, a sentar algunas conclusiones preliminares, así:

a). — El cacao cultivado entre nosotros, tanto la variedad amarilla del tipo CRIOLLO de la cual se tomó la muestra para el estudio del Chancro y la Fusariosis), como la conocida entre nosotros con el nombre de *Pajarito*, del tipo FORASTERO, son susceptibles a la Fusariosis.

b). — El parásito causante de la enfermedad es un *Fusarium* no identificado aún, probablemente una *variedad del F. orthoceras*.

c). — El parásito penetra por las raíces terciarias y secundarias y va subiendo por los haces vasculares del xilema

hasta alcanzar la base del tallo; llegado a este punto, si la resistencia del árbol se halla disminuída por causa extraña, éste sucumbe. En caso contrario, continúa su ascensión por el interior del duramen. El hongo es capaz de penetrar directamente al huésped por las raicillas, no siendo aparentemente necesaria la existencia de lesiones previas por donde pueda penetrar. Tal se desprende del hecho de que en los árboles infectados habia muy escasas probabilidades de lesiones radiculares.

d). — La Fusariosis se halla asociada en muchos casos al Chancro, pero no parece que dependa de él; esta asociación merece un estudio más detenido con el objeto de encontrar las relaciones de dependencia de una enfermedad sobre la otra, es decir, si la Fusariosis viene como ataque secundario siendo el chancro el motivo de la infección o si es una infección completamente aparte del Chancro.

e). — De los experimentos se deduce que la infección viene principalmente del suelo, en donde se desarrolla generalmente como parásito facultativo. Esta aseveración la robustece Jensen al decir:

“La flora fungosa del suelo se toma como consistente en saprofitos obligados y parásitos facultativos. Los primeros son generalmente los más abundantes del suelo. . . . Muchos parásitos facultativos pueden aislarse directamente del suelo, como lo demuestra el aislamiento del *Fusarium oxysporum* Schlecht., (*Fusarium orthoceras* áppel). . . . hecho por el autor. — (Jensen C. N. Fungus flora of the soil. N. Y. (Cornell) Agr. Exp. Sta. Bull 315—1912. Cit. de Morris).

CAPITULO VII

CONTROL

Generalidades.

Siendo la Fusariosis una enfermedad interna, una vez que

el parásito se desarrolla en el interior de los tejidos y en los haces vasculares de la planta, los tratamientos anticriptogámicos, tan eficaces en otras enfermedades, fallan por completo en este caso. Por los mismos caracteres de la enfermedad, no se ha podido encontrar hasta ahora, un tratamiento curativo para ella, siendo necesario entonces, apelar a medidas que eviten el desarrollo y propagación de la infección.

Hemos visto que el causante de la infección es un hongo parásito facultativo que se encuentra en el suelo utilizando la materia orgánica del mismo hasta que las condiciones favorables se le presenten para atacar a la planta, viviendo mientras tanto favorecido por las condiciones usuales en nuestros cultivos, que por otra parte, van en contra del árbol. Es natural entonces, que todo lo que tienda a crear un ambiente impropicio y a favorecer a la planta aumentando su vigor y por ende su resistencia a la infección, será un factor poderoso en la limitación de la intensidad del ataque y evitará también, la propagación o extensión del mismo.

Estas medidas son casi generales en el tratamiento de las Fusariosis, sea cualquiere la planta atacada; se adoptan por lo común, la enmienda y abonado del suelo, el tratamiento de los focos de infección y la replantación técnica. Dentro de ésta, se recomienda evitar el encharcamiento del suelo y también la sequía y se procura el saneamiento de las tierras húmedas. Otra medida de gran efectividad y la más aconsejable en el tratamiento de la enfermedad, con el fin de eradicarla, es la rotación de cultivos, pero es obvio que en el caso que nos ocupa, la imposibilidad de su ejecución nos resta uno de los mejores métodos, si no el mejor, de control.

La consecución de variedades resistentes a la enfermedad sería sin duda de gran importancia, pero en nuestro caso envolvería considerables dificultades y por otra parte, dado el carácter de la enfermedad, que no es epidémico, puede pasarse por alto.

Encalado del suelo.

El comportamiento biológico del hongo indica su preferencia a la acidez, por tanto la reducción del pH del suelo influirá favorablemente en la represión de la enfermedad. En aquellos suelos en donde la materia orgánica descompuesta es abundante, caso común en las plantaciones de cacao de nuestro país, la acidez tiende a aumentar progresivamente, necesiéndose el encalado del terreno para neutralizarla. La cantidad de cal agregada al suelo, dependerá naturalmente del grado de acidez del mismo y la clase será determinada por las facilidades que se encuentren en la región. En todo caso, siempre es aconsejable el empleo de cal viva, en proporción de 700 a 800 kilogramos por cuadra, recomendándose distribuirla en montoncitos de dos a tres kilogramos, entre cada cuatro árboles y cubriéndolos luego con un poco de tierra para que se apague lentamente y no se carbonate. Una vez apagada, se extiende e incorpora al terreno por medio de una ligera labor superficial, siempre y cuando que esto último se facilite debido a las condiciones del terreno.

Tratamiento de las áreas enfermas y replantación.

La fusariosis del cacao no es extensiva en las plantaciones, de manera que prácticamente no se forman áreas grandes de infección, sino que únicamente se encuentran casos aislados dentro del cultivo, al igual que el Chancro. Esto ayuda en la labor profiláctica, por cuanto que los focos de infección son reducidos y el factor económico se merma considerablemente. En el tratamiento de dichos focos es aconsejable arrancar el árbol infectado, remover la tierra a su alrededor, en un diámetro de 0.60 a 0.70 metros y luego hacer una aplicación de cal, cubriendo luego ésta con una ligera capa de tierra. También puede utilizarse, con muy buenos resultados, una solución de formaldehído al 2%, empleando 10 litros por metro cuadrado de superficie removida. El poder antiséptico de la formalina, ha-

ce que en la mayoría de los casos se obtengan los mejores resultados.

La replantación debe hacerse después de un tiempo prudencial, tratando de conseguir que el parásito haya sido eliminado en los lugares de infección; por otra parte, si la siembra se hace en los mismos sitios en que se ha arrancado un árbol infectado, y este sitio está recientemente tratado, la cal obrará desfavorablemente, porque su abundancia perjudicará la asimilación conveniente de las sustancias nutritivas del suelo. Es conveniente que antes de la replantación se haga una limpieza y se proceda al saneamiento del suelo, por medio de las medidas indicadas anteriormente. Esto en el caso naturalmente de que sean numerosos los casos de infección, porque si se trata de pocos casos, podría resultar algo antieconómica la labor y no se justificaría.

AUTORES CONSULTADOS

- ARNAUD Gabriel et Madeleine.—«Traité de Patologie Végétale»—1931.
«Anuario General de Estadística de Colombia».—1934.
- BRITON Jones H. R. — «Trinidad Plant Diseases». (Tropical Agriculture, vol VIII, No. 11).
- BESSEY E. A. — «A Text-book of Micology».—1935.
- FITOPATOLOGIA. — Texto del Instituto Agrícola Nacional.—1936.
- GWYNNE.—Vaughan H. C. I. and BARNES B. — «The structure and development of the Fungi».—1930.
- MORRIS H. E. — «Field wildt» (Fusariums of potatoes. — Univ. of Montana. Agr. Exp. Sta. — Bull. No. 184.—1926).
- MYCOLOGIA. — Publicación de «The New York Botanical Garden».
- NOWELL W. — «Diseases of the crops plants in the Lesser Antillas. s. f.
- PHITOPATHOLOGY. — Official Organ of the American Phytopathological Sc.
- RORER J. B. — «Cacao spraying experiment», 1916—1917. — Bulletin of the Dpt. of Agr.— Trinidad and Tobago, (Vol. XVI—1917).
- ROBLEDO EMILIO. — «Botánica Médica».

«Revista Agrícola de Colombia». No. 1. — 1916.

SHERBAKOFF C. D. — «Fusaria of Potatoes». — Corn. Univ. Agr. Exp. St. Memoir No. 6.—Mayo, 1915.

TARTAKOSWKY H. S. — «El Chancro del manzano». — Anales de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la U. de Chile. — 1934.

TRIANA ET PLANCHON.—«Prodomus florae Novo-Granatensis». 1862.

Van HALL C. J. J. — «Cacao».—1932.

WHETZEL H. H. — SHERBAKOFF C. D. y otros. — «Fundamentals for Taxonomic studies of Fusarium».—Journal of Agr. Research. Vol. XXX. — No. 9. — 1925.
