

LA LLAGA MACANA DEL TRONCO DEL CACAO (*)

Por Eulogio Arbeláez Giraldo

INTRODUCCION

Bien conocida es la importancia que tiene el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.), como renglón de la economía en nuestro país y en muchos otros. Hasta comienzos del presente siglo, Colombia era un país exportador de cacao, pero ya por el año de 1924 se tornó en importador y actualmente produce el 60% de las necesidades internas, es decir, el aumento del consumo no ha estado compensado con un aumento en la producción (García, 11).

Muchas son las causas que han motivado esta situación anormal, encontrándose entre las más importantes, las plagas y las enfermedades, las cuales producen cada año pérdidas que alcanzan al 30% de la cosecha posible. Una de las regiones más amenazadas por las plagas y las enfermedades, es la situada entre los Departamentos del Valle del Cauca y el Cauca, zona que produce hasta el 70% de la cosecha nacional (García, 10).

En esta región, hasta hace poco tiempo la moniliasis de la mazorca era considerada como la enfermedad que causaba las mermas más notables en la producción, pérdidas que en muchas ocasiones llegaban hasta el 80% (Garcés, 9). Pero recientemente se ha presentado una enfermedad de carácter severo y que por su sintomatología y su forma de diseminación, acompañadas generalmente por fuertes ataques de insectos perforadores (*Xyleborus* spp. y *Platypus* spp.) ha causado gran alarma entre los cultivadores y amenaza con la destrucción de los cacaotales.

Al observar esta enfermedad se notó la gran similitud que tiene, en cuanto a su sintomatología, etiología y epifitología se refiere, con aquella registrada en el Ecuador y en Venezuela (Malaguti, 12), como también con la "llaga macana" del tronco del cafeto, descrita por Castaño (4), en Colombia. Considerando este hecho, el autor propone para la enfermedad estudiada, el nombre de "llaga macana" del tronco del cacao.

Con este trabajo se pretende dar una información completa sobre la naturaleza del agente causal, los síntomas característicos de la enfermedad, las condiciones epifitológicas que la favorecen, los posibles agentes de inoculación y los hospederos susceptibles. Además,

(*) Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia del Dr. Alberto Sánchez P. a quien el autor expresa su gratitud. Recibido para su publicación en diciembre/56.

presentar una revisión de la literatura disponible sobre la enfermedad, que permita complementar las diferentes fases en su estudio.

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía del Valle y en algunas plantaciones de cacao en los Departamentos del Valle del Cauca y del Cauca.

ESTUDIO DE LA ENFERMEDAD

La "llaga macana" del tronco del cacao, es una enfermedad de origen fungoso, de carácter muy severo y de amplia diseminación y distribución en los Departamentos del Valle del Cauca y del Cauca, cuyos síntomas característicos se localizan generalmente en el tronco y ocasionan la muerte del árbol en poco tiempo.

Nombres de la Enfermedad.— La enfermedad ha recibido diferentes nombres de acuerdo con los síntomas de que la caracterizan, su forma de diseminación y su agente causal. En el Ecuador fue denominada por Rorer (Malaguti, 12) "Mal del machete", debido a que el hongo pueda penetrar a través de las heridas causadas por este instrumento y el cual a su vez contribuye a diseminar la enfermedad dentro de la plantación. Este mismo autor la denominó también "Sphaeronema", por encontrar que un hongo de este mismo Género, se hallaba asociado con ella.

Garcés (9), en Colombia, describió en 1940 una enfermedad en el cacao, muy similar al "Mal del machete", con el nombre de "llaga amarilla del tronco".

En Venezuela, en 1952, Malaguti (12) describió la misma enfermedad con el nombre de "*Ceratostomella fimbriata* en el cacao de Venezuela" y posteriormente en 1956, con el de "necrosis del tronco" (Malaguti, 14).

De acuerdo con varios autores (Garcés, 9; Malaguti, 12; Nosti Nava, 15; Obando, 16), la enfermedad puede presentarse en las mazorcas, recibiendo entonces el nombre de "Mancha negra".

Otros nombres comunes con los cuales se designa a la enfermedad entre nosotros (nombres dados por los agricultores) son: "mancha azul" y "llaga" del tronco del cacao.

El autor sugiere para esta enfermedad, el nombre de "llaga macana" del tronco del cacao.

Historia y Amplitud.— Rorer en el Ecuador, en 1918 (Malaguti, 12), tal vez fue el primero en hablar de una enfermedad de carácter criptogámico en el cacao, causada por *Sphaeronema*, a la cual denominó "mal del machete" cuando afectaba al tronco y "mancha negra" cuando ocurría en las mazorcas. Observó además que el hongo

penetraba por heridas causadas por el machete, característica ésta que sirvió de base para el nombre común de la enfermedad. En 1926, Obando (16) describió también en el Ecuador la misma enfermedad en el cacao causada por *Sphaeronema*, llamándola "mancha negra" cuando afectaba las mazorcas y "chancro", cuando se presentaba en el tronco. En 1953, Nosti (15) la registró en este mismo país.

En Centro América y en las Antillas la enfermedad ha sido descrita por varios investigadores. En 1925 Altson (Malaguti, 12), en su informe sobre un viaje a Jamaica, Costa Rica y Trinidad, relata que en estos países el cacao es afectado por una enfermedad caracterizada por una pudrición de la corteza, muy semejante a la descrita por Rorer. También refiere que si la lesión se localiza en la parte inferior del tronco, ésta puede alcanzar la raíz. Atribuye la enfermedad a un hongo del Género *Sphaeronema*.

Cook (5), en 1939 en su estudio sobre las enfermedades económicas de las Antillas, menciona una enfermedad del cacao causada por *Sphaeronema*, la cual produce la "mancha negra" de la mazorca y una podredumbre cortical en el tronco.

En Venezuela, Malaguti (12), en 1952, describió una nueva epifitotía del cacao que ocasionaba la muerte de los árboles en poco tiempo en forma violenta y fulminante, causada por el hongo Ascomiceto esferiáceo (*Ceratostomella fimbriata* (Ell & Halst.) Elliot).

En Colombia, Garcés (9) en 1940, en su reconocimiento sobre las enfermedades del cacao, se refiere a la "ilaga amarilla" del tronco, como una enfermedad que tiene alguna prevalencia en el Departamento del Huila y cuyos síntomas y agente causal (*Sphaeronema*) son muy semejantes a los del "mal del machete" del tronco y "mancha negra" de la mazorca en el Ecuador. Menciona también el hecho de que esta enfermedad se halla siempre asociada con el ataque de insectos escolítidos.

Orellana (17) en 1954, registró nuevamente esta enfermedad del tronco del cacao en Venezuela, Colombia, Ecuador y Trinidad.

De acuerdo con Garcés (9), parece que la enfermedad existe en Colombia desde hace mucho tiempo pero con muy poca prevalencia, sin causar pérdidas notables, razón por la cual los fitopatólogos nacionales la tenían como enfermedad sin importancia económica.

Pero desde hace unos años, la enfermedad ha tomado caracteres de gran severidad y amplia distribución, tornándose peligrosa y destructiva, hasta el punto de ser considerada hoy en día como la enfermedad que causa las mayores pérdidas en el cultivo del cacao.

Importancia Económica.— Debido principalmente al carácter sistémico de la enfermedad, la cual en la mayoría de los casos ocasiona la muerte total del árbol en forma rápida y sorpresiva y teniendo en cuenta que faltan por experimentar métodos efectivos para su re-

presión, la "llaga macana" del tronco del cacao constituye una seria amenaza para los cultivadores del Valle geográfico del río Cauca y del resto del país.

En la mayoría de los casos, la enfermedad afecta todos los tejidos del tronco y ocasiona la muerte del árbol pocos meses después de la infección. Los árboles viejos y débiles presentan mayor susceptibilidad a la "llaga macana", pero esta puede atacar a árboles de todas las edades.

Debido a que la afección avanza en forma rápida y sorpresiva y siempre va acompañada de ataques fuertes de insectos perforadores que ayudan a la acción destructora del patógeno, la recuperación de los árboles afectados se hace casi imposible. Algunas veces sin embargo, la enfermedad puede iniciarse en una de las ramas, pero generalmente avanza con rapidez hasta interesar todo el árbol. En este caso, la poda oportuna de la rama afectada puede salvar la vida del árbol.

La diseminación de la enfermedad dentro de una plantación es rápida y discontinua, encontrándose en ella árboles aislados con la afección, antes que grupos de árboles enfermos. De esta manera pueden presentarse varios focos de infección en un campo, facilitándose la propagación de la enfermedad.

La distribución de la "llaga macana" en los Departamentos del Valle y del Cauca es tan amplia y alarmante, que puede decirse que no existen plantaciones exentas de la enfermedad.

Entre las zonas más afectadas se encuentran las de Palmira y el Bolo en el Departamento del Valle del Cauca y Puerto Tejada y Caloto en el Departamento del Cauca. En la zona de Puerto Tejada, en los primeros ocho meses de 1956 se eliminaron más de cinco mil árboles afectados por la enfermedad. En las fincas de "Perico Negro" y La Sofía" (Municipio de Puerto Tejada) se observó que la enfermedad atacaba más del 50% de los árboles. De esto se deduce que el principal y más grave daño causado por la "llaga macana" es la merma notable en la población de árboles de las plantaciones.

Sintomatología.— En general, los síntomas de la "llaga macana" del cacao pueden aparecer en todas las partes leñosas del árbol, incluyendo la raíz, ramas secundarias y aún las terciarias, como también en los chupones. Su presencia en las mazorcas es menos frecuente e importante (Garcés, 9; Malaguti, 12; Nosti, 15; Obando, 16).

1).— **Síntomas morfológicos.**— La enfermedad se manifiesta primero por un marchitamiento de las hojas que se inicia en las ramas superiores y luego avanza hacia abajo paulatinamente hasta abarcar todo el follaje que está por encima de la lesión del tronco o ramas. Las hojas toman primero un color amarillento y luego pardo rojizo o carmelita al secarse, permaneciendo adheridas a las ramas sin que

ocurra el "paloteo", como en el caso de la "llaga macana" del cafeto (Véase Figura 1).

Este marchitamiento puede deberse a:

a).— La invasión de los tejidos vasculares (floema y xilema) y su obstrucción por parte del patógeno, lo cual se traduce en una interrupción en la absorción del agua y nutrientes del suelo.

b).— La presencia de sustancias tóxicas para el susceptible, secretadas bien por el patógeno o producidas por la interacción entre el árbol y el hongo. Según Dimond y otros (7), ésta parece ser la causa de la muerte de los árboles en el caso de la "enfermedad holandesa de los olmos" (dutch elm disease).

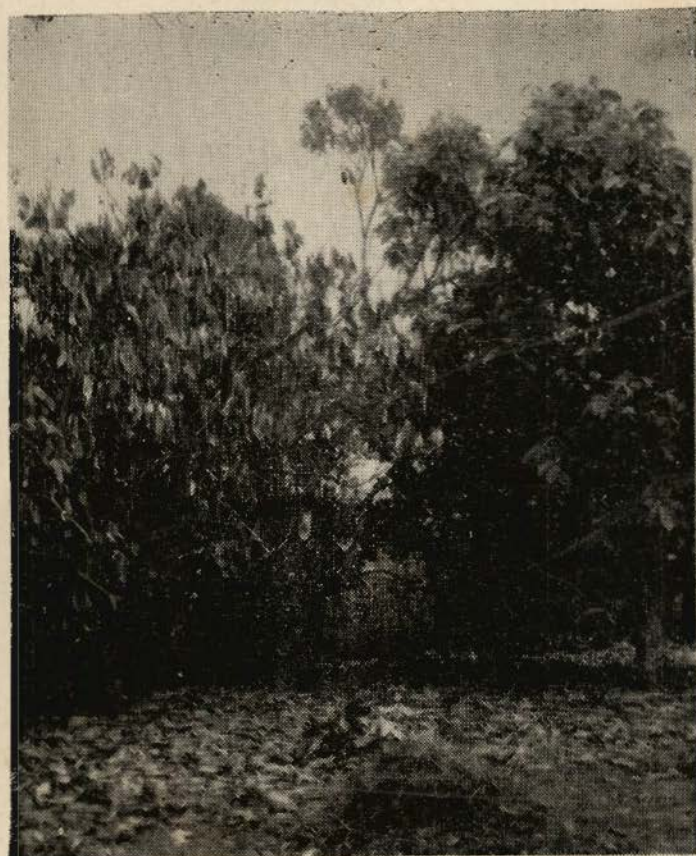


Figura 1.— Izquierda: árbol de cacao afectado por la "llaga macana". Obsérvese el secamiento total del follaje. Derecha: árbol sano.

c).— A la acción conjunta del patógeno y de los insectos xilófagos que generalmente se observan en las áreas afectadas, los cuales socavan la madera al hacer infinidad de galerías, en donde viven y hacen sus oviposiciones.

En el lugar de la infección, la corteza se torna húmeda y toma una coloración más oscura con aspecto aceitoso; al secarse se deprime, se decolora y generalmente se agrieta. En toda la parte afectada pueden observarse orificios o puntos de entrada de los insectos xilófagos, como también gran cantidad de excrementos y serrín.

En algunos casos, cuando la lesión se presenta en la base del tronco, cerca del cuello (tal como se muestra en la Figura 2), las raíces pueden afectarse aunque la necrosis es más bien superficial; sin embargo, ésta puede extenderse hasta un metro a partir del cue-



Figura 2.— Síntomas de la "llaga macana" del cacao en la base del tronco,

Foto: M. T. Paredes.

llo. Es factible encontrar perforaciones de insectos escolítidos en estas lesiones. Altson describe el mismo tipo de ataque con idénticas características (Malaguti, 12).

Después de que ha ocurrido la infección, el árbol puede presentar durante algún tiempo un aspecto sano, pero luego el amarillamiento y el secamiento de las hojas ocurren en forma rápida y casi simultánea. Estas permanecen adheridas al árbol y no ocurre el "paloteo" tan característico en otras enfermedades similares, lo cual está de acuerdo con las observaciones de Desrosiers y Díaz (6).

En ciertas ocasiones ocurren ataques combinados de "chancro" o "cáncer" del tronco causado por *Phytophthora palmivora*, "llaga macana" e insectos perforadores.

Cuando la enfermedad se presenta en la mazorca aparecen manchas más oscuras que las causadas por *Monilia roleri* y alcanzan hasta cuatro centímetros (4 cm.) de diámetro (Obando, 16). Rorer afirma que las lesiones en las mazorcas pueden profundizar la cáscara y alcanzar la pulpa, secándola (Malaguti, 12). De acuerdo con Garcés (9), la "mancha negra" causada por *Sphaeronema*, se presenta por lo general en mazorcas maduras o que están alcanzando su madurez, siendo de menos peso que las mazorcas sanas del mismo tamaño.

A pesar de haberse hecho observaciones cuidadosas el autor no ha logrado observar los síntomas de la enfermedad en las mazorcas.

2).— **Síntomas histológicos.**— El patógeno invade el floema a través de heridas mecánicas, grietas de la corteza y las perforaciones de insectos xilófagos. Las infecciones se inician frecuentemente cerca de la "horqueta", donde puede fácilmente depositarse el agua lluvia o el rocío, condición que favorece la incubación (Malaguti, 12). El hongo puede atacar árboles de cualquier edad, pero los viejos y débiles son especialmente susceptibles.

Al remover la corteza de la zona afectada se observa una necrosis de los tejidos del floema que avanza hasta interesar los vasos del xilema. La necrosis se caracteriza por manchas de color azulado, angostas y alargadas, alineadas verticalmente, continuas o aisladas y sin conexión aparente con el resto de la necrosis, tal como se observa en la Figura 3.

Según Malaguti (12), la necrosis avanza más rápidamente hacia abajo que hacia arriba, pero en las observaciones hechas por el autor, ocurre lo contrario. Debido a que el patógeno ataca principalmente el xilema o sistema vaso-conductor de la savia que viene de la raíz, es posible que ésta en su ascenso tienda a favorecer también el ascenso del hongo.

Si se remueve el floema y parte del xilema, se observa que la necrosis avanza tanto hacia la médula como hacia los lados en una

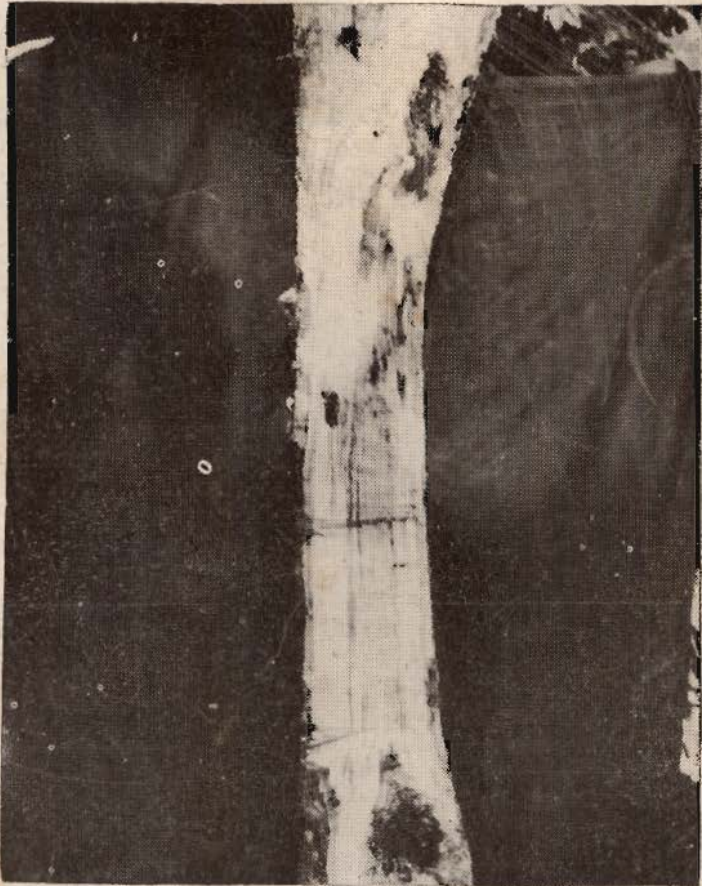


Figura 3.— Corte longitudinal del tronco de un árbol de cacao afectado por la "llaga macana". Obsérvese la necrosis del floema y xilema en forma de líneas de color pardo azulado.

Foto: M. T. Paredes.

forma casi pareja. Con este avance viene el marchitamiento descendente y la muerte paulatina de todo el follaje de la planta, por encima de la lesión. Al hacer un corte transversal del tronco de un árbol muerto, en la parte lesionada, se puede observar que la necrosis ha alcanzado la médula y rodeado el tronco casi completamente. Si el corte se hace longitudinalmente se nota que las lesiones necróticas se extienden en el sentido de las fibras leñosas y en gran longitud; fácilmente puede observarse también la inmensa red de galerías hechas por los insectos escolítidos (Véase Figura 4).

Como consecuencia del ataque combinado del hongo y los insectos, la corteza al secarse se agrieta, se desintegra y al menor contacto se desprende, dejando al descubierto el leño seco, el cual se tor-

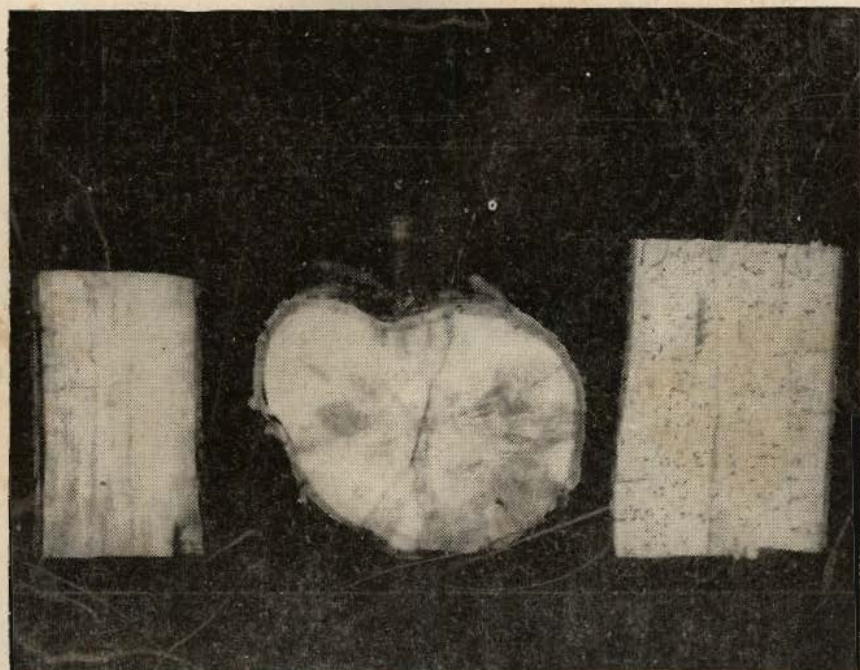


Figura 4.— Cortes longitudinales y transversal de un tronco con "llaga macana" que muestran la necrosis del tejido leñoso y el daño causado por los insectos escolítidos.

Foto: M. T. Paredes.

na oscuro, se endurece y adquiere una consistencia corchosa, presentando líneas necróticas de color más oscuro. Todas estas características le dan al árbol una apariencia de "macana" o madera de ciertas palmas.

3).—**Signos.**— De acuerdo con varios autores (Garcés, 9; Malaguti, 12; Obando, 16), en tiempo húmedo se presentan en las zonas lesionadas y especialmente si hay heridas, exudaciones gomosas de color rojizo o vino tinto y de olor repugnante.

En lugares bastante sombreados y en tiempo húmedo en los bordes de las heridas mecánicas que interesan el xilema, se pueden observar sobre la madera necrosada pequeñísimos filamentos oscuros que sobresalen y que corresponden a los cuellos periteciales de las fructificaciones del hongo. En los extremos de estos filamentos se notan pequeñísimas masas gomosas blanquecinas o amarillentas, formadas por miles de ascosporas hialinas, bañadas en una substancia mucilaginosa y expulsadas al exterior a través del ostiolo de los peritecios. (Véase Figura 5).



Figura 5.— Peritecios de *Ophiostoma fimbriatum* (Ell.) Bess. sobre el tronco de un árbol afectado. (435 aumentos).

Foto: A. Sánchez P.

Se ha observado en muchos árboles enfermos, la presencia de unos cojincitos de color blanco o rosado pálido, formados en las grietas de la corteza y que corresponden a esporodoquios del Género *Fusarium*, un semi-parásito comunmente asociado con la enfermedad (Véase Figura 6).

Etiología.— 1).— Nombre, Historia y Clasificación del Patógeno.

Los investigadores que describieron la enfermedad del "mal del machete", antes que Malaguti (12, 1952), estuvieron de acuerdo al afirmar que su agente causal era el hongo Deuteromiceto *Sphaerone* sp., muy similar al descrito por Elliot, como parásito de la batata, en la cual causaba una pudrición negra.

En un principio Elliot (8), al estudiar el organismo asociado con



Figura 6.— Tronco y ramas de un árbol afectado de "llaga macana" con los signos del ataque de *Fusarium*, un semi-parásito comúnmente asociado con la enfermedad.

Foto: M. T. Paredes.

la pudrición negra de la batata (el *Sphaeronema*), observó que éste tenía tres clases de esporas asexuales, dos de las cuales estaban sobre conidióforos libres y otra dentro de un picnidio de cuello largo. Este mismo autor en 1923, al observar al microscopio cortes de picnidios jóvenes, se dió cuenta que las supuestas picnosporas eran ascosporas que por desintegración temprana de la pared ascá, quedaban libres en el interior del peritecio.

Conocido su estado sexual, Elliot (8) propuso para el *Sphaeronema fimbriatum* el nombre de *Ceratostomella fimbriata* (Ell. & Halst.) Elliot y lo incluyó dentro de los Ascomicetos Sphaeriales.

Bessey (3) en 1950, hizo una distinción entre las Familias Ce-

ratostomataceae y Ophiostomataceae, ambas del Orden Sphaeriales no estromáticos. La primera se distingue por peritecios con cuellos muy largos, paredes periteciales en general de consistencia correa-sa, más bien frágil, que contienen ascas generalmente acompañadas de parafisos y de pared no delicuescentes; ascosporas uniceldadas o pluriceldadas, hialinas u oscuras, (incluye los Géneros **Ceratostoma** y **Ceratosphaeria**). Mientras que las especies incluidas dentro de la segunda Familia, se caracterizan por tener peritecios con cuellos muy largos, a menudo varias veces más largos que el diámetro del peritecio; pared peritecical delgada y carbonosa, más bien que correa-sa, con ascas sin parafisos y de pared delicuescente; las ascosporas uniceldadas, hialinas, salen libres a través del ostiolo bañada en una substancia mucilaginosa (incluye un sólo Género: el **Ophiostoma**, conocido comunmente como **Ceratostomella**).

Por sus características, el **Ceratostomella fimbriata** queda incluído dentro de la Familia Ophiostomataceae, proponiéndose entonces, cambiar su nombre por el de **Ophiostoma fimbriatum**.

El **Ceratostomella fimbriata** (Ell & Halst.) Elliot se ha encontrado asociado a varios tipos de lesiones en diferentes plantas. Pontis (18) lo identificó por primera vez, como el organismo causal de la "llaga macana" del cafeto, hecho que posteriormente comprobó Castaño (4). Malaguti (13) lo encontró sobre **Crotalaria juncea**, asociado a una podredumbre del tallo. Deslandes lo aisló de árboles de caucho (Malaguti, 12).

De acuerdo con Malaguti (12) el organismo aislado en cacao, es indiferenciable del aislado en cafeto, batata y crotalaria y corresponde al descrito por Saccardo y Pontis.

Este hongo ha recibido además otros nombres o sinonimias, tales como: **Rostrella coffea** Zimm., **Endoconidiophora fimbriata**, **Ceratoscystis fimbriata**, etc. (Malaguti, 12).

2).— **Aislamiento del Patógeno.**— Para aislamiento del patógeno se partió de trocitos de manera provenientes de árboles que presentaban los síntomas característicos de la enfermedad. Los trocitos, previamente tratados con agua de Labaraque (solución de hipoclorito de sodio al 2.5%) durante un minuto y lavados luego en agua destilada-esterilizada, se sembraron en cajas de Petri con papa-dextrosa-agar (PDA), adicionado de tiamina (0.005 gr. por litro de medio). A cada caja se agregaron dos gotas de ácido láctico al 25%, para inhibir el crecimiento de bacterias.

A partir de las colonias desarrolladas, se obtuvieron posteriormente cultivos monospóricos mediante la siembra de una suspensión de ascosporas en PDA adicionado de tiamina para estimular la formación de peritecios (Barnett & Lilly, 2).

También se obtuvieron cultivos monospóricos directamente, mediante la siembra de ascosporas en suspensión "cosechadas" de peri-

tecios desarrollados sobre trocitos de material enfermo y puestos previamente en cámara húmeda para favorecer la esporulación.

Los cultivos monspóricos del hongo, obtenidos mediante estos métodos, se incrementaron en tubos con PDA más tiamina, para ser usados posteriormente en las pruebas de patogenicidad y demás experimentos efectuados.

3).— **Descripción del hongo.**— a) **Colonias** — Las colonias aparecen a los tres días de efectuada la siembra. Son en un principio de crecimiento lento y de coloración blanquecina, pero a medida que aumentan en tamaño se tornan de color verde oliva y al envejecer se oscurecen hasta tomar una coloración parda oscura, casi negra. La coloración blanquecina de las colonias corresponde a la formación de las endoconidias hialinas y aquella verde oliva, a la de macronidias oscuras. Al ocurrir la formación de los peritecios, las colonias se oscurecen aún más y éstos aparecen sobre el crecimiento micelial en forma de botellitas de color negro, visibles a simple vista. (Véase Figura 7).

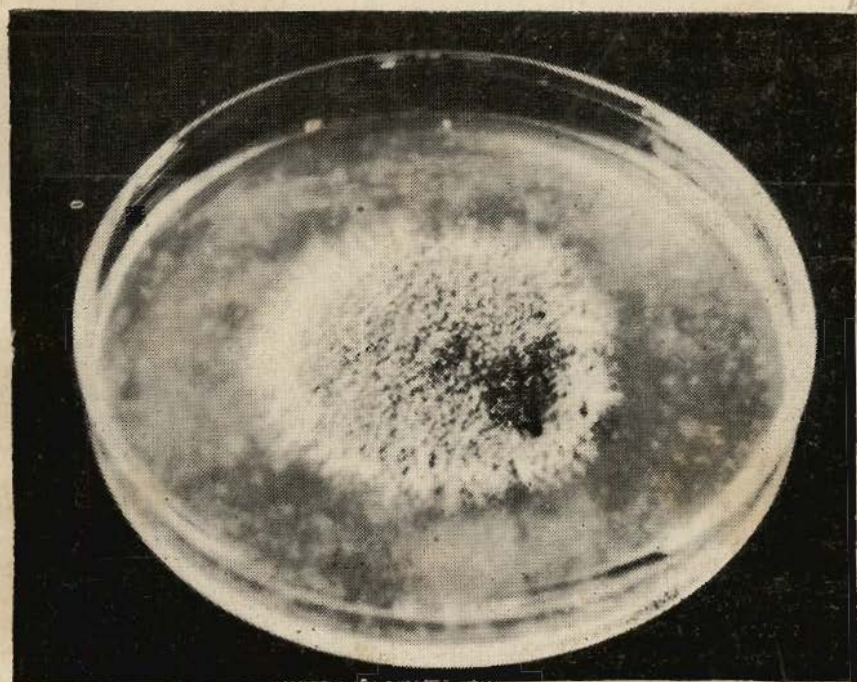


Figura 7.— Cultivo puro de *Ophiostoma fimbriatum* (Ell.) Bess. en papa-dextrosa-agar.

Foto: M. T. Paredes.

b).— **Estado conidial.**— Al examinar bajo el microscopio un trozo del crecimiento micelial del hongo, se observa que sus hifas

son sub-hialinas, septadas, profusamente ramificadas y a trechos presentan cuerpos hifales especializados que producen dos tipos de esporas asexuales: endoconidias y macronidias.

Las endoconidias son originadas en el interior de conidióforos más o menos rectos, septados, de 150 a 400 micras de largo por 4 a 6 micras de diámetro (Véase Figura 8)- En cierto tiempo, cada seg-



Figura 8.— Endoconidias en el interior de los conidióforos. Coloración azul de algodón. (1247 aumentos).

Foto: A. Sánchez P.

mento limitado por septas se diferencia y adquiere pared propia y al crecer empuja a los otros; el extremo del conidióforo se rompe y las endoconidias salen en cadenas o libres, quedando aquel vacío. Las endoconidias son cilíndricas, alargadas, con los extremos angulares, hialinas y de 15 a 40 micras de largo por 4 a 6 micras de diámetro.

Las macronidias son producidas en hifas especializadas, a manera de clamidosporas, apicales o intercalares. Dichas hifas son de

longitud variable, simples o ramificadas, sub-hialinas y septadas. Al madurar las macronidias se separan de la hifa, quedando libres o en cadenas; son de pared gruesa y de formas muy variables; ovals, elipsoides o redondeadas; son pardas y poseen un hinchamiento en un extremo; miden de 10 a 15 micras de largo por 5 a 10 micras de diámetro. (Véase Figura 9).

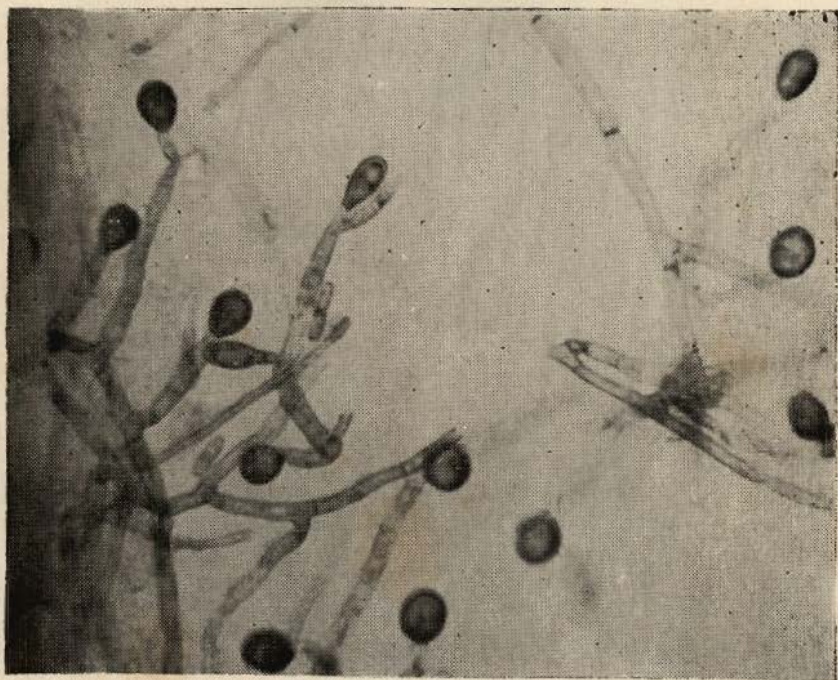


Figura 9.— Macronidias de *Ophiostoma fimbriatum* (Ell.) Bess. sobre conidióforos pardos. (1247 aumentos).

Foto: A. Sánchez P.

c).— Estado ascóforo.— Tal como se muestra en la Figura 19, la fructificación sexual del *Ophiostoma fimbriatum* es un peritecio en forma típica de botella, de color pardo oscuro y de consistencia carbonosa, de 150 a 280 micras de diámetro y provisto de un cuello muy largo. Su base se encuentra rodeada de muchos apéndices miceliales. El cuello tiene una longitud de varias veces el diámetro del peritecio y con un grueso que oscila entre 20 a 35 micras en su base y 10 a 25 micras en su extremo; es semi-transparente y de color pardo y su parte terminal remata en un fleco de fimbrias rígidas oscuras, a las cuales se pegan las masas de ascosporas.

Los peritecios se forman solitarios o gregarios, superficiales o parcialmente inmergidos en el sustratum. En su interior producen ascas cuya pared se disuelve rápidamente, quedando las ascosporas libres dentro del peritecio; posteriormente, tal como puede obser-



Figura 10.—Peritecio de *Ophiostoma fimbriatum* (Ell.) Bess. Obsérvese el ostiolo alargado, terminado en fimbrias y el color oscuro de la pared. (290 aumentos).

Foto: A. Sánchez P.

varse en la Figura 11, son expulsadas a través del ostiolo en forma de hilos en espiral, bañadas en una substancia mucilaginoso que las mantiene agrupadas. Las ascosperas son hialinas, redondeadas, globosas, aunque algunas veces angulosas y muy pequeñas: miden de 4 a 7 micras de largo por 3 a 4 micras de diámetro.

Esta descripción coincide con la del *Ceratostomella fimbriata*, agente causal de la "llaga macana" del cafeto en Colombia, presentada por Castaño (4). De acuerdo con Malaguti (12), "la cepa aislada del cacao es morfológicamente indiferenciable de las aisladas del cafeto, batata y crotalaria y concuerda con la descripción del hongo hecha por Saccardo, Pontis (sobre el cafeto) y el suscrito (sobre crotalaria)".



Figura 11.—Ascosporas expulsadas a través del ostiolo del peritecio, bañadas en una substancia mucilaginoso. (1247 aumentos).

Foto: A. Sánchez P.

4).— **Patogenicidad.**— En 1952, Malaguti (12) efectuó en Venezuela pruebas de patogenicidad con una cepa de *Ceratostomella fimbriata*, aislada del cacao, habiendo obtenido en sus experimentos resultados positivos.

Para cumplir con uno de los objetivos principales en este trabajo, el autor planeó y llevó a cabo un experimento para probar la patogenicidad de la cepa aislada, tanto en cacao como en varios otros hospederos, en el laboratorio y en el campo.

Para los experimentos de inoculación en el laboratorio, se emplearon arbolitos de cacao propagados vegetativamente, de 6 a 10 meses de edad, pertenecientes al clon S.C.P. N° 6 (Selección Cacao Palmira); arbolitos de cafeto de 6 a 12 meses de edad, de las dos variedades más comunes en Colombia: *typica* y *bourbon*; plantas de plátano y plantas de batata.

En las inoculaciones se empleó como inóculo: a) Una suspensión de esporas (mezcla de esporas sexuales y asexuales), provenientes de un cultivo puro de la cepa aislada, de 17 días de edad; b) Trocitos de papa-dextrosa-agar con el crecimiento fungoso del mismo cul-

tivo anterior; c) Agua destilada-esterilizada y medio de cultivo estéril, para los testigos.

Los experimentos de inoculación en el campo se efectuaron en la plantación de cacao de "El Cortijo", en el Municipio de Puerto Tejada y en la cual predominaban los tipos forasteros (Angoleta, Cundeamor, Amelonado y Calabacillo). Los árboles inoculados tenían más de 10 años de edad.

Como inóculo, se empleó: a) Una suspensión de esporas (sexuales y asexuales), en agua destilada-esterilizada y provenientes de un cultivo puro del hongo de 20 días de edad; b) Trocitos de papa-dextrosa-agar con crecimiento fungoso del mismo cultivo; c) Trocitos de tejido enfermo (xilema), provenientes de árboles que mostraban los síntomas característicos de la enfermedad; d) Agua destilada-esterilizada, medio de cultivo estéril y trocitos de madera proveniente de árboles sanos, para los testigos.

Las inoculaciones mediante suspensiones de esporas se efectuaron con un atomizador de plástico, excepto en las plantas de plátano cuando se empleó un inyector. Los restantes tipos de inoculación se efectuaron ocasionando previamente heridas en las plantas mediante instrumentos desinfectados.

Para las pruebas de patogenicidad en el laboratorio, se emplearon quince plantas de cada una de las especies a inocular, distribuidas en cinco bloques con tres plantas cada uno; de éstas, se inocularon dos, dejando la restante como testigo.

Las inoculaciones del primer bloque se hicieron asperjando la suspensión de esporas sobre las heridas practicadas previamente en el tallo (A); las del segundo bloque, inyectando el inóculo en el suelo de la materia en donde crecían las plantas (B); las del tercer bloque, colocando en las heridas de las plantas, trocitos del medio con crecimiento micelial del hongo (C); las del cuarto, colocando sobre el tallo un trocito de medio con crecimiento fungoso, sin practicar ninguna herida (D); y las del quinto bloque, asperjando la superficie de los tallos con una suspensión de esporas (E). Las plantas tratadas, con sus respectivos testigos, correspondientes a estos dos últimos bloques, se colocaron durante cuatro días dentro de una cámara húmeda que aseguraba una saturación del 95 al 100% y una temperatura de 24.5°C. Después de este tiempo se colocaron bajo condiciones ambientales.

Los tratamientos con heridas previas, se cubrieron con algodón hidrófilo, el cual se mantuvo húmedo durante unos cuatro días (Véase Figura 12).

Las observaciones se hicieron después de los siete, catorce y veintidós días de efectuadas las inoculaciones.

Los resultados de los experimentos de laboratorio se dan en la Tabla I.



Figura 12.—Inoculación en arbolitos de cacao y cafeto mediante heridas cubiertas con algodón hidrófilo.

Foto: M. T. Paredes.

Al observar los resultados se nota en primer lugar que los arbolitos de cacao de los bloques A (Aspersión de suspensión de esporas sobre heridas en los tallos) y C (Medio de cultivo con el crecimiento fungoso colocado sobre heridas de los tallos), fueron los primeros en mostrar los síntomas característicos de la enfermedad, a los siete días después de las inoculaciones, comprobándose su estado patológico a los catorce y veintiún días, tal como se ilustra en la Figura 13. Solamente uno de los arbolitos de cacao tratados con el medio con crecimiento fungoso (D) y sometidos a cámara húmeda, presentó infección; los arbolitos de los bloques B (Inyección del inóculo en el suelo) y E (Aspersión de los tallos con suspensión de esporas) no mostraron síntomas que permitieran identificar la enfermedad, durante el tiempo que duraron las observaciones.

— T A B L A I —

Resultado de las pruebas de patogenicidad con el *Ophiostoma fimbriatum* (Elliot) Bess. efectuadas en el laboratorio, después de los siete, catorce y veintiún días de la inoculación.

Plantas Inoculadas	Tipos de Inoculación (Bloques) (*)	Número de Plantas con Infección de I n o c u l a d a s				Testigos
		7 días	14 días	21 días		
Cacao	A	2	2	2	0	
	B	0	0	0	0	
	C	2	2	2	0	
	D	0	1	1	0	
	E	0	0	0	0	
Cafeto	A	0	0	2	0	
	B	0	0	0	0	
	C	0	0	2	0	
	D	0	0	0	0	
	E	0	0	0	0	
Plátano	A	0	0	0	0	
	B	0	0	0	0	
	C	0	0	0	0	
	D	0	0	0	0	
	E	0	0	0	0	
Batata	A	0	0	2	0	
	B	0	0	0	0	
	C	0	0	2	0	
	D	0	0	0	0	
	E	0	0	0	0	

(*) Véase la descripción dada en el texto para los tipos de inoculación.

Las inoculaciones de los tipos A y C (Aspersión de suspensión de esporas y trocitos del medio con crecimiento fungoso, colocados sobre las heridas de los tallos, respectivamente) dieron resultados positivos en plantas de cafeto y batata, al cabo de los veintiún días.

No se obtuvo infección alguna en las plantas de plátano mediante los métodos de inoculación empleados. Las plantas testigos en todos los tratamientos, se mostraron igualmente sanas.

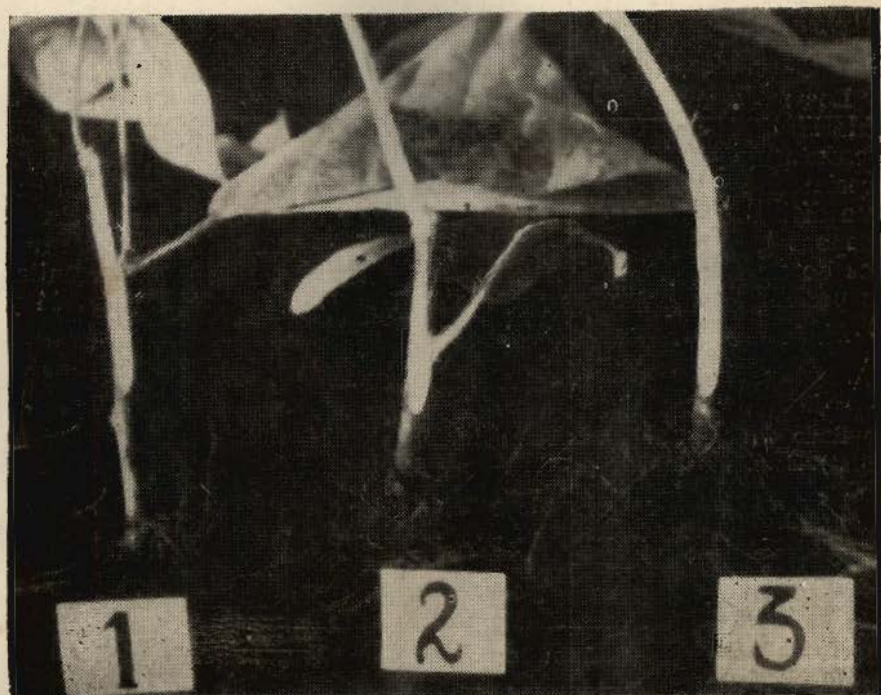


Figura 13.—Arbolitos de cacao después de los catorce días de inoculados:

- 1— Aspersión de suspensión de esporas sobre heridas en el tallo (A).
- 2— Medio de cultivo con crecimiento fungoso sobre herida en el tallo (C).
- 3— Testigo.

Foto: M. T. Paredes.

A partir de las plantas que presentaron síntomas de la enfermedad, se hicieron aislamientos del patógeno para comprobar la veracidad de las observaciones y recuperar así el organismo inoculado. El hongo reaislado presentó características idénticas con aquellas del hongo originalmente aislado.

Para las pruebas de patogenicidad en el campo se emplearon veintiún árboles de cacao, distribuidos en tres bloques con siete árboles cada uno. Todas las inoculaciones se practicaron mediante heridas previas al tronco con un machete desinfectado.

Los árboles del primer bloque se inocularon con una suspensión de esporas (A); los del segundo, con trocitos de papa-dextrosa-agar con crecimiento micelial del hongo (B); y los del tercer bloque, con trocitos de tejido enfermo (xilema), provenientes de árboles que presentaban los síntomas característicos de la enfermedad (C).

Después de los tratamientos, las heridas se cubrieron con tela

plástica; las observaciones se efectuaron a los siete y catorce días después de las inoculaciones.

Los resultados de los experimentos de campo se anotan en la Tabla II, en la cual se puede observar que los primeros síntomas de la enfermedad, al igual que en los experimentos de laboratorio, aparecieron a los siete días, siendo aún más característicos a los catorce días después de las inoculaciones. En todos los tratamientos (Suspensión de esporas, A; trocitos de medio con el hongo, B; y trocitos de madera enfermos, C, sobre heridas), se obtuvieron resultados positivos en todos los árboles inoculados (Véanse Figuras 14 y 15).

— T A B L A I I —

Resultado de las pruebas de patogenicidad con el *Ophiostoma fimbriatum* (Elliot) Bess. efectuadas en el campo, después de los siete y catorce días de la inoculación.

Tipos de Inoculación (Bloques) (*)	Número de Plantas con Infección		Testigos
	I n o c u l a d a s		
	7 días	14 días	
A	4	4	0
B	4	4	0
C	4	4	0

(*) Véase la descripción dada para los tipos de inoculación.

De los resultados obtenidos en las pruebas de patogenicidad efectuadas en el laboratorio y en el campo, se pueden deducir las siguientes conclusiones:

- El *Ophiostoma fimbriatum* puede atacar indistintamente plantas de cacao, café y batata, lo cual está de acuerdo con lo afirmado por Castaño (4) y Malaguti (12).
- Los síntomas característicos de la enfermedad, en el cacao, aparecen después de los siete días de la inoculación. En el café y en la batata la enfermedad se manifiesta a los veintiún días.
- El hongo necesita de heridas previas para penetrar al interior de los tejidos del susceptible, aunque en casos excepcionales y en condiciones de excesiva humedad atmosférica, la infección puede ocurrir directamente a través de los tejidos corticales.



Figura 14.— Tronco de un árbol de cacao con los síntomas externos de la enfermedad, después de siete días de haber sido inoculado mediante herida y medio de cultivo con el crecimiento fungoso (B).

Foto: M. T. Paredes.

d.—Las lesiones en cafeto y batata son generalmente superficiales y localizadas, siendo la corteza principalmente afectada; en el cacao, las lesiones profundizan más hasta interesar los tejidos del xilema, abarcando una mayor superficie.

5).— **Ciclo de la Enfermedad.**— **Patogénesis.**— La patogénesis se inicia con la deposición del inóculo (esporas sexuales y asexuales) en el campo de infección representado por el tronco y ramas del árbol y termina con la muerte de éste como consecuencia del desarrollo de la enfermedad. Mientras el patógeno permanece asociado con los tejidos vivos del susceptible, las esporas asexuales juegan papel importante en su diseminación; pero cuando aquél muere, posiblemente las estructuras sexuales (peritecios y ascosporas) le permiten sub-

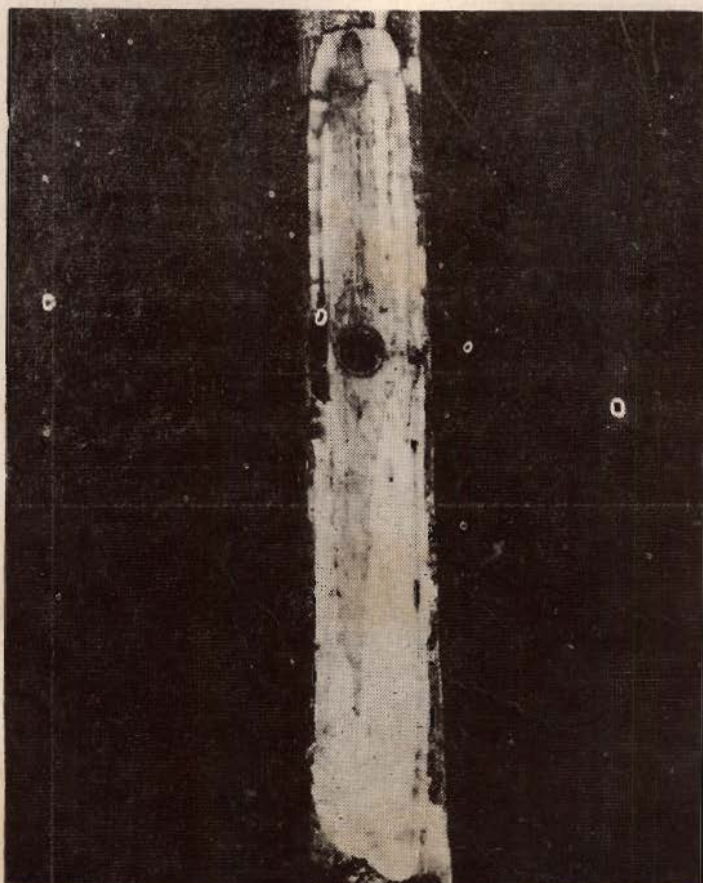


Figura 15.—Corte longitudinal de un tronco de cacao inoculado con *Phytophthora fimbriatula* (Ell.) Bess. Obsérvese la necrosis característica.

Foto: M. T. Paredes.

sistir a su condición saprofítica.

a).— **Inoculación.**— Entre los agentes de inoculación más efectivos e importantes de la "llaga macana" del cacao, se encuentran los implementos de labranza y especialmente el machete, el cual, por ser la herramienta más usada entre los cultivadores de cacao, constituye un medio de inoculación muy efectivo. Malaguti (14), obtuvo al herir árboles con un machete usado anteriormente en plantas enfermas, hasta un 66% de infección y 18% con un machete desinfectado. De acuerdo con los resultados sobre pruebas de patogenicidad efectuadas por el autor en el laboratorio y en el campo, el hongo necesita de heridas previas para que ocurra la inoculación,

El agua lluvia acompañada de viento, el agua de escorrentía y el hombre también pueden contribuir en la diseminación del inóculo.

Es posible que los insectos xilófagos que perforan el tronco y ramas de los árboles (Véase Figura 16), jueguen un papel importante en la diseminación e inoculación de la enfermedad. Es factible que tal relación exista, si se tiene en cuenta la similitud entre la "enfermedad holandesa" de los olmos, causada por el *Ophiostoma ulmi* y la "llaga macana" del cacao, en cuanto a sintomatología y etiología se refiere, como también al hecho de que ambas se presentan en asociación con insectos escolítidos; en la primera de estas enfermedades ya ha quedado demostrado que existe una relación íntima entre el patógeno y el insecto, sirviendo éste como el principal y más efectivo agente de inoculación de aquél (Andrews et al., 1; Dimond, 7; Walker, 26; Welch et al., 21).



Figura 16.—Insectos escolítidos (adulto y larva) comunmente asociados con la "llaga macana". (475 aumentos).

Foto: A. Sánchez P.

Sin embargo, Malaguti (12,14) afirma que tales insectos solamente atacan al árbol después de que la infección ha tenido lugar y actúan como vectores ocasionales para distribuir la enfermedad a grandes distancias y únicamente atacan árboles débiles y ramas secas.

En el laboratorio, el autor logró aislar el *Ophiostoma fimbriatum* a partir de insectos escolíticos provenientes de árboles enfermos, lavados y macerados en agua destilada-esterilizada y sembrados en PDA más tiamina. Además efectuó un experimento con el objeto de observar el papel que estos insectos desempeñaban en la inoculación y diseminación de la enfermedad.

Con este objeto se escogieron en una plantación catorce árboles de cacao de más de diez años de edad y se distribuyeron en dos bloques de siete árboles cada uno, practicándoles a todos heridas en el tronco con un machete previamente desinfectado. Sobre las heridas de los árboles del primer bloque se colocaron insectos vivos provenientes de árboles enfermos, dentro de bolsas de plástico; sobre las del segundo, se restregaron excrementos de insectos obtenidos en árboles enfermos que presentaban fuertes ataques de scolítidos, cubriendo la herida con tela plástica. A los testigos para ambos tratamientos sólo se les practicaron heridas, cubriendo éstas con tela plástica.

Las observaciones se efectuaron a los siete y catorce días después de las inoculaciones.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: a) En dos de los árboles tratados con insectos se presentaron los síntomas característicos de la enfermedad; b) Los tratamientos con excrementos resultaron todos positivos; y c) En ninguno de los testigos ocurrió la enfermedad.

Según estos resultados se puede concluir: a) El insecto es capaz de transportar en su cuerpo el patógeno de un árbol enfermo a uno sano y existe la posibilidad de que pueda inocularlo al efectuar las perforaciones en los troncos y ramas del árbol sano, poniéndolo en contacto directo con los tejidos del floema y xilema; sin embargo, este punto necesita una mayor experimentación y estudio. b) Los excrementos del insecto constituyen una fuente de inóculo viable y fácil de transportar por el viento, el agua lluvia y de escorrentía y otros insectos, por cuanto quedan expuestos sobre el árbol afectado o caen al suelo.

Indudablemente que la principal fuente de inóculo primario de la "llaga macana" está constituida por los restos de árboles enfermos que permanecen dentro de la plantación, los cuales a su vez contribuyen a la propagación de los insectos escolítidos. Es en los troncos y ramas secos en donde el hongo forma sus fructificaciones sexuales (peritecios), que le permiten subsistir posiblemente en su condición saprofítica.

b).— **Incubación.**— Si las condiciones ambientales, principalmente en cuanto a humedad y temperatura se refiere, son favorables para el patógeno, éste inicia su establecimiento, invadiendo los tejidos adyacentes. Aunque generalmente se hace necesario que el tejido quede expuesto (heridas mecánicas principalmente), sin embar-

go, el patógeno bajo condiciones de alta humedad, puede penetrar directamente a través de la corteza, aprovechando sus grietas, muy comunes en árboles de cacao. Experimentalmente este hecho fue demostrado por el autor al colocar un trocito de medio de cultivo con crecimiento fungoso sobre el tallo de arbolitos, colocándolos luego dentro de una cámara húmeda, con una humedad relativa del 95 al 100%. El período de incubación incluye de cuatro a cinco días bajo condiciones favorables para la germinación de las esporas, la cual se presenta entre las veinticuatro y setenta y dos horas.

c).— **Infección.**— Pasado el período de incubación, el hongo inicia su desarrollo e invade los tejidos del floema y del xilema, llegando aún hasta interesar la médula en ataques avanzados. Sus hifas se ramifican profusamente y son posiblemente ayudadas en su distribución por la savia ascendente del xilema. Como consecuencia de esta invasión sistémica de los tejidos, aparecen los síntomas característicos de la enfermedad, representados por necrosis de los vasos vasculares en forma de líneas aisladas o coalescentes de color pardo azulado, que resaltan sobre el tejido sano. Al mismo tiempo, el hongo inicia la formación de endoconidias, las cuales contribuyen a facilitar nuevas invasiones del tejido sano. Como consecuencia del ataque, el follaje por encima de la lesión se torna amarillento, se marchita y sorpresivamente muere.

En las pruebas de patogenicidad efectuadas por el autor, bajo condiciones de laboratorio y de campo, los síntomas característicos de la enfermedad aparecieron a los siete días después de la inoculación.

Saprogénesis.— Después de su fase patogénica y cuando el árbol ha muerto como consecuencia del ataque del hongo, éste entra en sus actividades saprofíticas, produciendo entonces sus estructuras sexuales. Parece que las macronidias, por estar provistas de una pared gruesa, le permiten también vivir en estado de latencia, constituyendo un inóculo potencial para posteriores infecciones.

Epifitología.— 1)— **Temperatura.**— Según Castaño (4), la temperatura óptima para el desarrollo del *Ceratostomella* está entre los 20 y 24°C, con una máxima de 37°C y una mínima de 8°C.

2).— **Humedad.**— Este factor también es de gran importancia, tanto para la prevalencia de la enfermedad como para el desarrollo y establecimiento del patógeno en la planta.

Teniendo en cuenta que la temperatura media y la humedad relativa del valle geográfico del río Cauca son 24°C y del 70%, respectivamente, las condiciones ambientales de esta región son propicias para el desarrollo del *Ophiostoma fimbriatum*.

3). **Luminosidad.**— Malaguti (14) afirma que la rapidez del desarrollo de la enfermedad está en razón inversa a la cantidad de luz. La enfermedad progresó más rápido en plantas inoculadas que

se colocaron en la oscuridad, que aquéllas que habían sido expuestas a luz parcial y en éstas más rápido que en plantas expuestas a la luz intensa.

4).— **Acidez.**— Se ha demostrado que el crecimiento del hongo es favorecido por un pH del medio de 5.6 a 6.6 (Castaño, 4).

Otro factor que posiblemente tiene alguna influencia en el hecho de que la enfermedad se presente con mayor destructividad en el cacao que en los otros hospederos susceptibles a ella, es la conformación estructural de los tejidos del tronco; en el cacao estos tejidos están constituidos por fibras flojas y poco compactas, lo que hace que el hongo pueda profundizar más, mientras que en el café por ejemplo, los tejidos son duros y compactos. Bajo estas condiciones, el patógeno sólo logra interesar el tejido cortical y el floema y muy superficialmente, los vasos del xilema.

Hasta el presente, son desconocidas las causas o factores por los cuales la enfermedad, que anteriormente era poco prevalente y de carácter más bien crónico que agudo, se ha tornado en destructiva y de amplia distribución.

Es posible que ello sea debido a la aparición de una nueva raza fisiológica del patógeno, más virulenta y de mayor adaptación que la original o a la multiplicación de los tipos de cacao más susceptibles a la enfermedad.

También podría atribuirse esto a cambios paulatinos de los factores ambientales (clima), favorables al desarrollo de la enfermedad y aún, a la aparición de una o más especies de insectos más estrechamente relacionadas con la enfermedad o al aumento de la población de las especies ya existentes como consecuencia de un desorden en su control biológico natural.

A todas estas hipótesis podría agregarse el abandono o mal estado de las plantaciones, incluyendo su edad, factores éstos que han contribuido a aumentar la susceptibilidad de los tipos cultivados.

Represión.— Al revisar la literatura disponible sobre la "llaga macana" del tronco del cacao, se observa una ausencia completa de experiencias en relación con las medidas efectivas para su represión. Este es justificable por cuanto esta enfermedad hasta hace pocos años carecía de importancia económica y no había llamado la atención de los fitopatólogos, quienes apenas la mencionaban como una de las muchas que afectan el cacao.

Dada la importancia que hoy en día ha alcanzado como para considerarla como la enfermedad que ocasiona las mermas más notables en la población de árboles de los cultivos, se hace notoria la necesidad de efectuar investigaciones tendientes a demostrar los medios más efectivos, prácticos y económicos, para su represión.

1).— **Exclusión.**— El uso de medidas exclusionarias tendientes a evitar la distribución y diseminación de la enfermedad tiene poco

valor práctico en el caso de la "llaga macana" del cacao, dada la amplia distribución de la enfermedad en las zonas cacaotales del país. Sin embargo, puede tener alguna importancia principalmente en cuanto se refiere a la selección de las estacas destinadas a la propagación vegetativa.

2).— **Erradicación**.— Actualmente, considerando la poca información de que se dispone sobre las medidas de represión, la erradicación de los árboles afectados o sus órganos es la medida más aconsejable. Se recomienda la remoción de todo material enfermo, su retiro de la plantación y su destrucción mediante el fuego. En esta forma se contribuye a eliminar no sólo el inóculo potencial, sino también a disminuir la población de insectos xilófagos. Cuando se trate de árboles en los cuales apenas se inicia la enfermedad, es recomendable la poda de los órganos afectados para facilitar su renovación, así como también el tratamiento de las heridas con sustancias desinfecto-protectoras, tal como se recomienda en la "llaga macana" del cafeto (Castaño, 4).

3).— **Protección**.— La protección de las plantaciones mediante la modificación de las condiciones ambientales favorables para el desarrollo del patógeno, puede contribuir a disminuir el daño de la enfermedad. Se recomienda el empleo de un sombrío equilibrado que permita una buena circulación del aire dentro de la plantación, así como también un drenaje eficiente que asegure la rápida salida del agua y evite la formación de pozos alrededor de los árboles. Debe mantenerse la plantación limpia de malezas, mediante desyerbas regulares.

Una medida de protección de gran eficacia contra la enfermedad consiste en evitar que el árbol sufra heridas o desgarraduras de su corteza durante las operaciones de cultivo (podas, recolección, desyerbas, etc.). Todo corte indispensable que se haga al árbol debe protegerse con sustancias que lo favorezcan del ataque del hongo y los insectos perforadores.

Se aconseja además, efectuar inspecciones periódicas a las plantaciones con el objeto de tratar o eliminar cualquier nuevo foco de infección.

4).— **Inmunización**.— Dado el carácter sistémico de la enfermedad, el empleo de fungicidas erradicantes o protectores no tiene ningún valor en su represión. El uso de compuestos quimioterapéuticos (benzoato de oxyquinolina, etc.), tal como se recomiendan en la represión de la enfermedad holandesa de los olmos" (Dimond, 7), puede en cambio ofrecer un medio efectivo de lucha contra el patógeno. Sin embargo este punto necesita de investigaciones que permitan valorar no sólo la efectividad de estos productos, sino también su costo. Además, podría investigarse el efecto de ciertos fertilizantes como medio para reprimir la enfermedad.

El empleo de variedades resistentes sería el método más prácti-

co y efectivo de lucha contra la afección. Sin embargo, ello requiere aún estudio. De acuerdo con Malaguti (14) las variedades de cacao menos finas, presentan mayor resistencia que las de mejor calidad.

RESUMEN

Con base en las referencias disponibles de escritores nacionales y extranjeros, complementadas con sus observaciones personales, el autor presenta un estudio sobre la enfermedad "llaga macana" del cacao.

Registra por primera vez en Colombia su agente causal como el *Ophiostoma fimbriatum* (Ell.) Bess., incluyendo información sobre su morfología y patogenicidad.

Además de considerar las diferentes fases en el estudio de la enfermedad, el autor presenta los resultados sobre sus investigaciones encaminadas a demostrar su naturaleza parasitaria, incluyendo el aislamiento del patógeno, la descripción del hongo, las pruebas de patogenicidad y el ciclo de la enfermedad.

Los resultados de las pruebas de patogenicidad, bajo condiciones de laboratorio y de campo, permiten concluir al autor que: 1) El *Ophiostoma fimbriatum* puede atacar, además del cacao, plantas de café y de batata. Este hecho, junto con la similitud de los caracteres morfológicos del hongo descritos por el autor, permiten establecer que se trata del mismo organismo y de la misma enfermedad descrita en Venezuela por Malaguti (12) y posiblemente, del mismo agente causal de la "Llaga Macana" del café, descrita por Castaño (4) en Colombia.

2) El patógeno necesita de heridas previas en la planta para causar infección, la cual es de carácter sistémico en el cacao, pero comparativamente superficial y más bien localizada en plantas de café y batata.

3) Los síntomas característicos de la enfermedad se presentan en el cacao después de los siete (7) días de la inoculación y van acompañados por necrosis de los vasos del floema y xilema; en el café y batata sólo se hacen notorios después de los veintiún días.

4) Los insectos escolítidos comúnmente asociados con la enfermedad (posiblemente *Xyleborus* spp. y *Platypus* spp.), contribuyen eficazmente en su diseminación, existiendo la posibilidad de que puedan constituir un agente de inoculación efectivo.

THE "MACANA" ROT OF CACAO

SUMMARY

The author presents a study on the disease "macana" rot ("llaga macana") of cacao. It was based on the available references both national and foreign, complemented by his personal observations and experiences.

He reports for the first time in Colombia the causal agent as the *Ophiostoma fimbriatum* (Ell.) Bess., including information on its morphology and pathogenic ability.

In addition to considering the different phases in study of the disease, the author presents the results of his investigations directed to demonstrate its parasitic characteristics, including the isolation of the pathogen, the description of the fungus, the proofs of pathogenicity and the disease life cycle.

The results of the proofs of pathogenicity, under laboratory and field conditions, permit the author to conclude that: 1) The *Ophiostoma fimbriatum* can attack, in addition to cacao, coffee trees and sweet potatoes. This work together with the similarity of the morphological characteristics of the fungus described by the author, permit him to establish that he was dealing with the same organism and the same disease described by Malaguti (12) in Venezuela and possibly the same causal agent of "macana" rot ("llaga macana") of coffee tree, described by Castaño (4) in Colombia.

2) The pathogen needs previous wounds in the plant to cause infection which is of a systemic nature in cacao, but comparatively superficial and more localized in coffee trees and sweet potatoes.

3) The characteristic symptoms of the disease appear in cacao after seven days of the inoculation, and are accompanied by necrosis of the vascular tissue of the phloem and xylem; the coffee and sweet potato show characteristic symptoms of the disease after twenty-one days.

4) The bark beetles insects commonly associated with the disease (possibly *Xyleborus* spp. and *Platypus* spp.) make efficient contribution to its dissemination, the possibility exists that these insects would be effective inoculation agents.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Andrews, E. A. et al.— Control of dutch elm disease. Michigan State College. Ext. bul. 381. 1951.
2. Barnett, H. and V. C. Lilly.— The relation of thiamin to the production of perithecia by *Ceratostomella fimbriata*. Mycologia. 39: 699-708. 1947.
3. Bessey, E. A.— Morphology and Taxonomy of fungi. Philadelphia. The Blakiston Co. p. 277-278. 1951.
4. Castaño, J. J.— La llaga macana o cáncer del tronco y de los tallos del cafeto. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Chinchiná (Colombia). 1 (10). 1953.

5. **Cook, M. T.**— Enfermedades de las plantas económicas de las Antillas. Universidad de Puerto Rico. Río Piedras (Puerto Rico). Serie B (4): p. 297. 1939.
6. **Desrosiers, R. y J. Días.**— Enfermedades del cacao y su control. Ministerio de Economía. Quito (Ecuador). 1: 13-15. 1956.
7. **Dimond, A. E.**— Combating the dutch elm disease. The Connecticut Agr. Exp. Sta. New Haven. Spec. bul. Revised. 1952.
8. **Elliot, J. A.**— The ascigenous stage of the sweet potato black rot fungus. *Phytopath.* 13: 56. 1923.
9. **Garcés O., C.**— Enfermedades del cacao en Colombia. Ministerio de la Economía Nacional. Bogotá. Imprenta Nacional. p. 26. 1940.
10. **García, C.**— Breve análisis de la situación cacaotera en Colombia. Cacao en Colombia. 1: 1-3. 1952.
11. ————. — La situación cacaotera en Colombia. Cacao en Colombia. 3: 1-9. 1954.
12. **Malaguti, G.**— *Ceratostomella fimbriata* en el cacao de Venezuela. *Acta Científica Venezolana.* 3 (3): 94-97. 1952.
13. ————. — Una podredumbre del tallo de la *Crotalaria juncea*, causada por *Ceratostomella fimbriata*. *Agronomía Tropical.* Instituto Nacional de Maracay. Venezuela 1 (4): 287-292. 1953.
14. ————. — La necrosis del tronco del cacao en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Venezuela. Trabajo presentado a la VI Reunión del Comité Interamericano del Cacao. Salvador (Brasil). 2 (6 RTIC/DOC 60): 1-23. 1956.
15. **Nesti N., J.**— Cacao, café y té. Barcelona. Salvat Editores S. A. p. 233. 1953.
16. **Obando, N.**— Cultivo del cacao. Bogotá. Librería Americana. p. 29. (sin año de publicación).
17. **Orellana, R. C.**— Enfermedades del cacao en Venezuela, Colombia, Ecuador y Trinidad. *Agricultura Tropical (Colombia).* 10 (12): 27-29. 1954.
18. **Pontis, R. E.**— A canker of the coffee tree in Colombia and Venezuela. *Phytopath.* 41: 179-184. 1951.
19. **Stevens, N. E. and R. B. Stevens.**— Diseases in plants. Waltham. Chronica Botanica Co. p. 104- 1952.

20. **Walker, J. C.**— Plant pathology. New York. McGraw Hill Book Co., Inc. p. 316-320. 1950.
21. **Welch, D. S. et al.**— Dutch elm disease control. Cornell University. Ext. bul. 687. 1945.

