

Serie Técnica

INFORME TECNICO No. 110

Organización Internacional de
Regeneración e Información
Agrícola

1987

C I P I A
Turkey, Costa Rica

PLAGAS Y ENFERMEDADES DE CARACTER EPIDEMICO EN CULTIVOS FRUTALES DE LA REGION CENTROAMERICANA

La publicación de este trabajo ha sido financiado por
la Agencia Internacional de Desarrollo, AID/ROCAP,
bajo el contrato 596-0110

Editor: Jorge Pinochet

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA CATIE
PANAMA, 1987

CONTENIDO

	Pág.
Presentación	4
Autores	5
1. La Moniliasis del cacao en Centroamérica. José J. Galindo.	7
2. Epidemiología y control de la Roya del cafeto en Centroamérica. Zia J. Javed.	17
3. Producción de plátano en presencia de Sigatoka Negra. Robert H. Stover.	27
4. Intento de erradicación de la Mosca del Mediterráneo en Centro América y Panamá. Alberto Perdomo.	37
5. La Broca del cafeto y su control. José R. Quezada. y Norberto R. Urbina	48

PRESENTACION

Esta publicación tiene por objeto presentar una información actualizada de las 5 plagas consideradas más importantes en cultivos frutales en Centroamérica, siendo 3 de ellas, la Sigatoka Negra en plátano, la Moniliasis del cacao y la Roya del café, de origen fungoso y la Broca del café y Mosca del Mediterráneo causados por agentes entomológicos. Todas se encuentran ampliamente distribuidas en la región centroamericana, causando grandes pérdidas durante el proceso productivo. Sólo la Broca del café aún no está presente en la República de Panamá.

Los cultivos afectados se encuentran principalmente en manos de gran número de pequeños y medianos agricultores, que se caracterizan por contribuir a la casi totalidad de la producción de estos cultivos y también por carecer, en muchos casos, de los recursos necesarios para un control efectivo de estas epidemias.

Este trabajo representa un importante esfuerzo realizado por el Proyecto Manejo Integrado de Plagas del CATIE, empeñado en reunir información esencial orientada hacia el técnico del sector agropecuario, estudiantes y agricultores, en una publicación elaborada por 6 autoridades regionales en cada una de estas plagas y enfermedades. Cada tema da a conocer detalles acerca de la distribución actual del problema, evolución histórica, biología del agente causal, epidemiología, control, perspectivas a futuro, discusión y recomendaciones. En relación al control, queda demostrada la necesidad de implementar estrategias de manejo integrado como una solución más económicamente viable y efectiva, para el combate de estos cinco problemas de carácter epidémicos que afectan a los agricultores de nuestra región.

Jorge Pinochet
Coordinador Proyecto MIP en Panamá.

AUTORES

J.J. GALINDO

Fitopatólogo, Ph.D. Proyecto Cacao, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Z.V. JAVED

Fitopatólogo, Ph.D. Programa Mejoramiento del Café, PROMECAFE (IICA/PROMECAFE). San Salvador, El Salvador.

A. PERDOMO

Entomólogo, Ph.D. Programa CAP-MED. Organización Mundial para la Agricultura y Alimentación, FAO. Guatemala, Guatemala.

J.R. QUEZADA

Entomólogo, Ph.D. Proyecto Manejo Integrado de Plagas, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

R.H. STOVER

Fitopatólogo, Ph.D. United Fruit Co. La Lima, Honduras.

N. URBINA

Entomólogo, Ph.D. Proyecto Mejoramiento del Café, PROMECAFE (IICA/PROMECAFE). Guatemala, Guatemala.

LA MONILIASIS DEL CACAO EN CENTRO AMERICA

J.J. Galindo

Proyecto Cacao
CATIE
Turrialba
Costa Rica

INTRODUCCION

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es una especie nativa de las selvas húmedas tropicales de América. Se cree que es originario de la cuenca del Amazonas, donde *Theobroma* y otros géneros afines se encuentran en mayores proporciones que en ningún otro lugar. Desde su centro de origen, las especies se diseminaron principalmente en dos direcciones, dando lugar a los dos grupos primarios conocidos: el "criollo" que resultó de la diseminación a través de los Andes hacia las tierras bajas de Venezuela, Colombia y Ecuador y hacia el norte a Centro América y Méjico; y el "forastero" que resultó de la diseminación hacia el valle del Amazonas en el norte del Brasil y las Guayanas (1).

Como cultivo típico de los trópicos húmedos, el cacao se siembra comercialmente en una faja relativamente angosta a 15° norte y sur del Ecuador. Excepcionalmente, se encuentran pequeñas áreas productoras en latitudes subtropicales, como en las tierras bajas de Méjico y Brasil a 23-25° norte y sur, respectivamente (1).

La producción mundial alcanzó en 1985 a 1.800.000 Ton de cacao seco. En Africa se produjo aproximadamente el 60%, con cacao de origen forastero. La producción de Centro América, Méjico y Panamá cubre cerca del 2.5% de la producción mundial con cacao de tipo criollo, el cual es de superior calidad (18).

La lluvia en las zonas cacaoteras generalmente excede la evapotranspiración, con un promedio anual que varía entre 1.400 a 2.000 mm. En áreas donde la lluvia excede 2.500 a 3.000 mm/año, el rendimiento se reduce en gran medida por la presencia de enfermedades como la Mazorca Negra causada por *Phytophthora palmivora* (1) y la Moniliasis causada por *Moniliophthora roreri* (10).

LA MONILIASIS

La Moniliasis fue descrita por primera vez en 1917 por Rorer en la zona de Quevedo en Ecuador. Sin embargo, hay informes no publicados, según los cuales la enfermedad había sido observada en algunas plantaciones de ésta zona desde 1895. Del Ecuador el patógeno se diseminó al Perú y a Colombia donde fue descrito en 1930. Luego pasó al sur del Canal de Panamá y al oriente de Venezuela (14).

Hasta fines de los años 70 el patógeno estuvo confinado a la parte occidental de la Cordillera de los Andes en el extremo noroeste de Sur América, presumiéndose que había llegado a su límite de dispersión, por medio de agentes naturales, principalmente el viento (14). Sin embargo, a fines de 1978 el hongo fue detectado en la zona Atlántica de Costa Rica (12). Luego se diseminó a otras áreas del país, la zona

norte de Panamá y al sur de Nicaragua (21).

IMPORTANCIA ECONOMICA

La magnitud de las pérdidas ocasionadas por la Moniliasis varía según la localidad y la época, siendo mayor en los años y lugares con mayor precipitación (10).

En Ecuador, las pérdidas causadas por la Moniliasis alcanzaron el 70% en los primeros años, después de su aparición en proporciones epidémicas. En los últimos años las pérdidas llegan al 40% de la producción (11).

En Colombia, las pérdidas se estiman en un tercio de la producción nacional que equivale a 10.000 Ton de cacao seco. Sin embargo, en algunas regiones las pérdidas alcanzan hasta un 90% (3).

En Costa Rica, las pérdidas se estiman en un 80% de la producción. En 1978, año en que se detectó la enfermedad, la producción alcanzaba 10.300 Ton. En 1983, debido principalmente a la Moniliasis, la producción se redujo a 1.850 Ton (16).

Muchas plantaciones de cacao se han abandonado en Ecuador, Colombia y Costa Rica debido a la aparición de *M. royeri* (15).

SINTOMAS

La única parte de la planta que es atacada por *M. royeri* es la mazorca (11) aunque Evans (14) informa sobre evidencia circunstancial de infección en tallos y cogines florales, pero no ha podido ser probado experimentalmente.

La susceptibilidad de las mazorcas al ataque de *M. royeri* varía con la edad de la mazorca y el cultivar. Los frutos son susceptibles en cualquier edad,

pero su susceptibilidad decrece al aumentar la edad de la mazorca (3).

Los primeros síntomas aparecen como pequeños puntos de consistencia aceitosa, de un color más oscuro que el de la fruta, los cuales coalescen para formar una mancha necrótica de color chocolate o café oscuro, de borde irregular que crece rápidamente hasta cubrir totalmente la superficie del fruto. En algunos casos, en la periferia de ésta mancha café, se produce una coloración amarilla. Poco tiempo después, las lesiones se cubren de una capa de micelio de color blanquecino, el estroma, sobre el cual ocurre una esporulación que usualmente es rápida, alrededor de 3-8 días después que aparece la lesión (Fig. 1.). El color de los conidios varía de blanco a crema oscuro (14).



Figura 1. Síntomas típicos de Moniliasis en una mazorca de cacao.

Cuando la infección ocurre en mazorcas tiernas, frecuentemente se observa un abultamiento o tumefacción de

los tejidos del exocarpo con una coloración más clara que el resto de la mazorca. Cuando a las mazorcas jóvenes enfermas se les hace un corte se observa el avance de la infección como un "hilo" de penetración a través de las capas de las células de la mazorca (33).

Si el patógeno infecta frutos antes de llegar a la madurez, estos presentan un amarillamiento irregular dando la apariencia de una madurez prematura. En otras ocasiones, los frutos enfermos llegan hasta la cosecha con una apariencia sana, pero al abrirlos el interior está descompuesto (6).

Hay otro síntoma, no muy frecuente, el cual aparece inicialmente con los puntos aceitosos y luego continúa con un agrietamiento a lo largo de los surcos del fruto, rodeándose la lesión de un tejido necrótico. Este síntoma ha sido observado en casos de infecciones producidas por inoculaciones naturales y artificiales en los cultivares EET-95, EET-400 y Pound-7 (33).

Los síntomas internos también varían con la edad de la mazorca. En las mazorcas jóvenes enfermas no se forman las semillas, siendo reemplazadas por un tejido desorganizado de consistencia gelatinosa. En mazorcas que se infectan a una edad de 3-4 meses, se presenta una completa destrucción de las semillas, apareciendo una masa de tejidos descompuestos húmedos o secos. En mazorcas que se infectan en sus últimos estados de desarrollo, las semillas permanecen pegadas entre sí y a la pared del fruto, haciendo difícil su remoción (33).

Se ha encontrado que el período de incubación, es decir, el tiempo que transcurre desde la infección hasta la aparición de los primeros síntomas, es relativamente largo y varía con la edad de la mazorca en la cual ocurre la infección, el cultivar y los elementos climáticos (14).

Mazorcas de 60 días de edad al momento de la inoculación, toman de 30-40 días para la aparición de los primeros síntomas, mientras que mazorcas de 90 días de edad toman aproximadamente 60 días. En mazorcas mayores de 100 días de edad, la infección se desarrolla muy lentamente, tomando más de 60 días para presentar la lesión, la cual permanece localizada y ligeramente hundida (22).

En investigaciones realizadas usando 6 cultivares en dos localidades con diferentes temperaturas, se ha observado que las temperaturas bajas retardan la aparición de los primeros síntomas (25).

ETIOLOGIA

El hongo fue nombrado *Monilia roreri* en honor de J.B. Rorer quién realizó las primeras investigaciones sobre la enfermedad. Especímenes colectados en Ecuador fueron enviados a J. R. Smith, Universidad de California, quien identificó el organismo como una especie de *Monilia* por sus similitudes con *Monilia fructicola* Wilt (Honey). Ciferri y Parodi en 1933 describieron las características morfológicas y fisiológicas y lo denominaron *Monilia roreri* (14).

Evans *et al.* (13) observaron el doliporo en la septa del micelio, la cual es una característica que distingue a los Basidiomicetos. Además, observaron que la formación de los conidióforos era diferente a la forma descrita para el género *Monilia*. Por éstas razones ellos propusieron la creación del género *Moniliophthora* para acomodar allí al hongo. *M. roreri* posee hifa hialina, septada, sin "conexiones de gancho" (clamp connection) y con doliporo en la septa. Los conidios se producen en sucesión, son globosos o helipsoidales y son de formación basal. Hasta la fecha,

el estado sexual del hongo no ha sido encontrado en el campo ni producido *in vitro* (13).

CICLO DE VIDA DEL PATOGENO

La única fuente de inóculo que se conoce son los conidios, los cuales se producen sobre el estroma que crece en superficie de mazorcas enfermas (14).

Los conidios son diseminados principalmente por el viento y el agua, pero también por animales, insectos y por el hombre (10). La liberación de conidios de la superficie de mazorcas enfermas ocurre por medio de cualquier acción física ocasionada por el viento, la lluvia, insectos o el movimiento de frutos esporulados durante la labor de la cosecha (25).

El patógeno infecta los frutos de cacao en cualquier estado de su desarrollo. El hongo germina y penetra la mazorca directamente a través de la epidermis y ocasionalmente a través de los estomas, sin la presencia de heridas. En estudios realizados por Suárez (35) en Ecuador, encontró que la germinación de las esporas sobre la superficie de las mazorcas, ocurre 3 horas después de la inoculación. Esta germinación se realizó a través de un tubo germinal simple que se dividió 2 horas después para formar hasta 5 ramificaciones de las cuales se originaron hifas infectivas que penetraron la epidemis. Allí observó hifas infectivas cortas y gruesas que crecían intercelularmente que dieron origen a hifas infectivas secundarias y delgadas, sobre las cuales se produjeron conidióforos ramificados y una gran cantidad de esporas. Ocho horas después de la inoculación se observaron las hifas del hongo creciendo intercelularmente.

Naundorf (23) sugirió que la presencia de heridas en la mazorca son esenciales para que ocurra la infección

y experimentalmente encontró que las heridas ocasionadas a la mazorca por el insecto del género *Mecistorhinus* favoreció el proceso de infección. Sin embargo, más tarde se encontró que la presencia de heridas no eran necesarias para lograr la infección (5).

Se ha encontrado que los conidios necesitan de una película de agua para germinar, desarrollar el tubo germinativo e iniciar la infección, proceso que puede tomar de 5-8 horas (33).

Los conidios sobreviven durante las estaciones secas sobre las mazorcas enfermas que permanecen en los árboles. Estos frutos se momifican y los conidios de estos frutos conservan la infectividad por períodos prolongados mayores de 9 meses, tiempo suficiente para sobrevivir entre cosechas o durante las estaciones secas (25).

La producción de conidios se incrementa durante los períodos de alta humedad relativa (26).

EPIDEMIOLOGIA

Se han observado variaciones en la incidencia de la enfermedad, las cuales se han atribuído a oscilaciones en los factores climáticos del área donde se desarrolla la enfermedad, principalmente la precipitación, la humedad relativa y la temperatura (27).

Barros (3) observó que las lluvias intensas y frecuentes y la alta humedad relativa favorecida por un exceso de sombra, favorecen en alto grado la frecuencia e intensidad del ataque de Moniliasis.

Desrosiers y Suárez (11) en Ecuador y Brown en Colombia, mencionado por Evans (14) encontraron una correlación positiva entre la incidencia de Moniliasis y la cantidad de lluvia caída cuatro meses atrás.

Porras y González (26) encontraron que la capacidad de liberación de esporas era mayor durante el primer mes después de formado el estroma sobre la mazorca alcanzando niveles de 500.000 conidios/40 seg./mazorca. Se observó una relación inversa entre humedad relativa (HR) y la capacidad de liberación de conidios, siendo muy cuantiosa la liberación en días soleados y de baja HR y mucho menor en días de alta HR (mayor del 80%) o bajo lluvia.

En estudios realizados sobre la población de esporas en el aire utilizando una trampa de esporas tipo Burkard, se observó que la mayor población de conidios ocurría durante el día, siendo mucho menor durante las horas de la madrugada. Igualmente, se encontró que la población de conidios fue en general, más alta en las horas diurnas del período que correspondía al pico de cosecha (25).

Porras y González (26) evaluaron el potencial de diseminación de conidios formados sobre dos fuentes de inóculo: mazorcas en el árbol y mazorcas removidas y dejadas en el suelo. Cuando se midió la liberación natural de conidios por mazorcas esporulantes en ramas, se encontró una liberación mayor en días soleados y secos en comparación con días húmedos. Al ser cortadas las mismas mazorcas por el procedimiento usual ("chuza"), hubo más conidios en la zona de corte que en la zona donde la mazorca golpeó el suelo.

Evans (14) encontró que los conidios aparecían en el aire con mayor frecuencia de las 11 a las 18 horas del día durante los meses lluviosos. También encontró que al principio de la estación lluviosa hubo un marcado incremento de los conidios depositados, los cuales generalmente tenían paredes engrosadas. El sugiere que este tipo representa conidios viejos libera-

dos de frutos momificados por la acción física de la lluvia.

La información existente sobre la viabilidad de los conidios de *M. roseri* es deficiente y escasa. Algunos autores (5) concluyen que la viabilidad es menor de 10 días. Wellman (37) menciona que los conidios son destruidos rápidamente por el sol, la sequía y el frío. Sin embargo, otros investigadores han encontrado que conidios congelados en seco son infectivos 315 días después de iniciado el almacenamiento (7).

Los trabajos llevados a cabo por Campuzano (8) confirman la información sobre la gran capacidad de producción de conidios a partir de mazorcas infectadas que alcanza a 44 millones por cm² y puede llegar a una producción mayor de 700 millones en una mazorca madura.

En investigaciones realizadas sobre las distancias que los conidios pueden ser transportados por el aire, se ha encontrado que estas distancias varían entre 30 m (19) hasta 375 m (22). Sin embargo, sólo permanecieron infectivos los conidios transportados a distancias de 30 m (22).

COMBATE A TRAVES DE PODA SANITARIA Y PRACTICAS CULTURALES

Los medios de combate que se han encontrado bastante promisorios hasta el presente son los relacionados con la poda sanitaria y las prácticas culturales.

Experimentos realizados en Ecuador por Desrosiers y Suárez (11) demostraron los efectos beneficiosos sobre el rendimiento de cacao seco por la remoción de frutos enfermos de los árboles de cacao. Además encontraron que la remoción de los frutos en los estados tempranos del desarrollo de la enfermedad, antes de que se inicia-

ra la esporulación, se reduce aún más la fuente de inóculo y consecuentemente la incidencia de la enfermedad.

En Colombia, Barros (2) probó una serie de prácticas que incluyen cosechas regulares, remoción semanal de mazorcas enfermas y podas. Con estas medidas logró incrementos de rendimiento de 462 kg/ha en comparación con el testigo, lo cual equivale a un aumento del 44%, en la cosecha.

Otro experimento fue realizado por Barros (4) en una finca de 232 ha en el cual se incluyeron una serie de prácticas de manejo con el fin de disminuir la alta humedad relativa dentro de la plantación, tales como la construcción de drenajes, desyerbas, regulación de sombrero y podas bimensuales. Con estas prácticas y usando la remoción de frutos enfermos en ciclos regulares y permanentes de 8 días se lograron incrementos en la producción de 625 kg de cacao seco por ha, en un período de dos años.

En un experimento realizado por Cubillos y Aranzazu (9), para determinar la frecuencia más recomendable de remoción de frutos enfermos en el combate de la Moniliasis, usando frecuencias semanales, quincenales y mensuales, encontraron que la frecuencia de remoción de material enfermo semanalmente produjo incrementos de 400 kg de cacao seco/ha, comparado con el tratamiento de remoción mensual.

En experimentos realizados recientemente en Costa Rica para comparar el efecto de la remoción semanal de frutos enfermos con la aplicación de químicos, se encontró, que aún con la alta presión de inóculo (89% de incidencia bajo condición natural) existente en la zona de Limón, debido al gran número de fincas cacaoteras abandonadas por la presencia de moniliasis, la poda sanitaria es efectiva y económica,

lográndose incrementos del 500% (de 220 a 1108 kg/ha/año) en rendimiento con un costo de 22 jornales/ha/año, equivalente a 65 kg de cacao seco. Las diferencias con la aplicación de químicos no fueron significativas, pero para que el fungicida sea efectivo es necesario implementar la poda sanitaria (30, 31).

En recientes investigaciones realizadas en Costa Rica se ha encontrado que bacterias aisladas de las superficies de mazorcas enfermas por Moniliasis, muestran actividades antagonistas contra el hongo *M. rozeri*. Al aplicar una suspensión de estas bacterias epífitas a mazorcas durante los primeros estados de su desarrollo, se ha logrado reducir la incidencia de Moniliasis del 75 al 7% (20).

COMBATE POR RESISTENCIA

Desde el momento en que apareció la enfermedad por primera vez, se observó la diferencia en susceptibilidad entre los materiales sembrados. Sin embargo, el combate de la enfermedad por medio del uso de resistencia genética ha sido muy poco usada (33).

Galindo y Enriquez (17) al analizar la incidencia de Moniliasis bajo condiciones de alta presión de inóculo natural en la Lola, Costa Rica, durante un período de 4 años en un experimento que incluyó 36 cultivares, encontraron diferencias significativas entre los cultivares por incidencia a Moniliasis, las cuales se mantuvieron a través de los 4 años, lo cual muestra la variabilidad que existe dentro del género *Theobroma* por resistencia a Moniliasis.

Sotomayor (34) en Ecuador usando una concentración de 35×10^6 conidios/ml en inoculaciones artificiales, no encontró diferencias en la reacción de los cultivares probados. Sin embar-

go, algunos de estos materiales mostraban diferencias en el campo.

Sánchez (33) en Costa Rica partiendo de las investigaciones realizadas en Ecuador y en Colombia, desarrolló una metodología para la evaluación de la resistencia o susceptibilidad existente entre cultivares de cacao. El método consiste en inocular una suspensión de 10^5 conidios por ml, aplicado por aspersión a los frutos de 60 días de edad. A esta edad el marchitamiento prematuro se reduce y las mazorcas tiernas son todavía susceptibles al ataque por el patógeno. Usando éste método pudo detectar diferencias en susceptibilidad entre 33 cultivares de la colección del CATIE. Encontró como cultivares resistentes el CC-210, EET-59, CC-266 y el UF-11.

Brenes (6) verificó la confiabilidad del método desarrollado por Sánchez y continuó la evaluación de la colección de germoplasma del CATIE. Encontró como cultivares resistentes el RB-41, EET-399, UF-296, PA-169, EET-94 y el EET-95.

Se realizó una modificación al método de inoculación con el objeto de proveer una cámara húmeda durante las primeras 48 horas después de la inoculación para asegurar la presencia de la película de agua necesaria para que ocurra la infección (29). Usando ésta metodología se encontraron los cultivares EET-75, UF-273, EET-183 (Fig. 2) y EET-67 con altos niveles de resistencia (24).

Al presente se están sembrando en el campo los híbridos provenientes de cruces entre los materiales que se han mostrado promisorios en las pruebas anteriores, en 20 localidades de Costa Rica y Panamá que varían entre 40 y 1.000 m.s.n.m. con el fin de observar su reacción a *M. royeri* en diferentes zonas ecológicas.

En un experimento realizado en dos

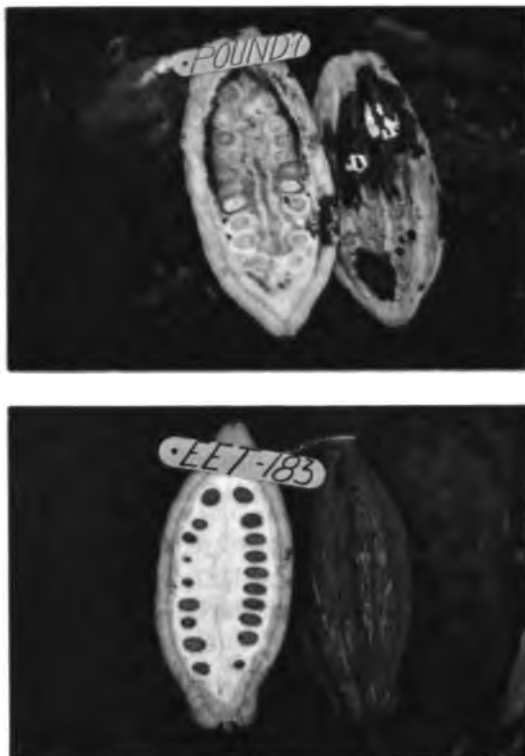


Figura 2. Severidad de Moniliasis 9 semanas después de la inoculación. Arriba: Cultivar susceptible POUND 7. Abajo: Cultivar resistente EET-183.

localidades de Costa Rica, usando cultivares con diferentes grados de susceptibilidad encontrados en las pruebas sobre resistencia, se encontró que la expresión del grado de resistencia era modificado por el ambiente. Sin embargo, el orden de susceptibilidad o resistencia entre los cultivares no era afectado (28, 32).

ESTRATEGIAS PARA EL COMBATE DE LA MONILIASIS

La estrategia para el combate de las enfermedades de las plantas está basada en los estudios de epidemiología según los cuales una enfermedad se puede controlar de dos maneras generales: bien sea reduciendo la cantidad de inóculo con el cual se inicia la epi-

demia al comienzo del ciclo del cultivo, o bien reduciendo la velocidad a la cual se genera nuevo inóculo durante el desarrollo de la epidemia a lo largo de la estación de cultivo, o empleando ambos métodos (36).

Al aplicar estos principios al combate de la Moniliasis y teniendo en cuenta los resultados de las investigaciones realizadas sobre la biología del hongo, la influencia de los elementos ambientales en el desarrollo de la enfermedad y la interacción de estos factores con la planta de cacao, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

a) El método más efectivo y económico para reducir la cantidad de inóculo primario, es cortar los frutos enfermos antes de que empiecen a esporular. Para evitar aumento de costos de mano de obra por remover los frutos de la plantación y para evitar el manipuleo de frutos esporulados, al momento del corte, los frutos enfermos se deben dejar en el lugar donde caen.

b) Para que la poda sanitaria sea efectiva debe hacerse semanalmente. Se estima que este es el tiempo que transcurre entre la aparición de los primeros síntomas y la esporulación, período que puede variar de acuerdo con las condiciones ambientales. La detección de los primeros síntomas escapa en muchas ocasiones a la observación del operario que realiza la labor de tumba de mazorcas enfermas.

c) Como medidas complementarias y necesarias para que la poda sanitaria sea efectiva se requiere reducir las situaciones favorables para la producción de nuevo inóculo y la ocurrencia de nuevas infecciones, las cuales se ven favorecidas con un ambiente de alta humedad dentro de la plantación. Esta reducción se logra por medio de la construcción de drenajes dentro del cacaotal, la regulación del sombrío per-

manente, las podas suaves frecuentes de los árboles de cacao y las desyerbas oportunas de la plantación.

d) Debido a que en los árboles de cierta altura es difícil detectar los frutos enfermos y en ocasiones pasan desapercibidos, se recomienda mantener mediante la poda un porte bajo de los árboles para facilitar la remoción de los frutos enfermos.

e) En áreas con un período seco definido se debe tratar de reducir el inóculo a su nivel mínimo, siendo estrictos con la poda sanitaria, para iniciar y mantener durante el ciclo de producción una baja incidencia de Moniliasis.

LITERATURA CITADA

1. ALVIM, P. T. 1977. Cacao. In *Ecophysiology of tropical crops*. P. T. Alvim, and T. T. Kozlowski, eds. Academic Press, New York. 502 p.
2. BARROS, O. 1966. Valor de las prácticas culturales como método para reducir la incidencia de monilia en plantaciones de cacao. *Agronomía Tropical* (Colombia). 22:605-612.
3. BARROS, O. 1977. Investigaciones sobre el hongo *Monilia roleri* Cif. & Par, causante de la pudrición acuosa de la mazorca del cacao: sus daños y su control. *El Cacaotero Colombiano*. 3:42-52.
4. BARROS, O. 1980. El control de la moniliasis en Cacaoteras del Dique. *El Cacaotero Colombiano*. 15:31-44.
5. BEJARANO, G. 1961. Método de inoculación artificial y factores favorables para la infección de *Monilia roleri*. Tesis Ing. Agr. Universidad Central. Quito, Ecuador. 69 p.
6. BRENES, O. 1983. Evaluación de la resistencia a *Monilia roleri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao (*Theobroma cacao L.*). Tesis Mg. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 60 p.

7. CABANILLA, H. 1966. Acción del congelamiento, secamiento sobre la viabilidad de las esporas de *Monilia roleri* Cif. & Par. In Reunión del grupo técnico de la FAO sobre producción y protección del cacao, 2, Roma, Italia. 4 p.
8. CAMPUZANO, L. H. 1976. Fluctuación de poblaciones de esporas de *Monilia roleri* Cif. & Par y viabilidad durante un ciclo completo de afección. Noticias Fitopatológicas (Colombia) 5:107.
9. CUBILLOS, G. & ARANZAZU, F. 1979. Comparación de tres frecuencias de remoción de frutos enfermos en el control de *Monilia roleri* Cif. & Par. El Cacaotero Colombiano. 8:27-34.
10. DESROSIERS, R. 1960. Enfermedades fungosas del cacao y su control. In: Hardy, F. ed. Manual de cacao. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Pp. 253-286.
11. DESROSIERS, R. & SUAREZ, C. 1974. *Monilia* pod rot of cacao. In P. H. Gregory, ed. *Phytophthora disease of cacao*. London Longman Group. Pp. 273-277.
12. ENRIQUEZ, G. A. & SUAREZ, C. 1978. *Monilia* disease of cacao in Costa Rica. Turrialba 28:339-340.
13. EVANS, H. C., STALPERS, J. A., SAMSON, R. A. & BENNY, G. L. 1978. On the taxonomy of *Monilia roleri*, an important pathogen of *Theobroma cacao* in South America. Canadian J. of Botany 56: 2528-2532.
14. EVANS, H. C. 1981. Pod of cacao caused by *Moniliphthora (Monilia) roleri*. Phytopathological papers No. 24. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England. 44 p.
15. EVANS, H. C. 1986. A reassessment of *Moniliphthora (Monilia) pod rot of cocoa*. Cocoa Grower's Bull. 37:34-43.
16. GALINDO, J. J. & ENRIQUEZ, G. A. 1984. Estrategias para el combate de la moniliasis del cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 30 p.
17. GALINDO, J. J. & ENRIQUEZ G. A. 1985. Field resistance of cacao clones to *Monilia roleri* Cif. & Par. in Costa Rica. Phytopathology 75:1177.
18. GALINDO, J. J. 1986. Efecto de la poda sanitaria y las prácticas culturales sobre el combate de la mazorca negra y moniliasis del cacao. In Pinochet, J. & von Lindeman G. eds. Seminario Taller de Fitopatología. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico No. 81. Pp. 58-66.
19. GREEN, M. J. 1977. Estudios sobre *Monilia roleri* adelantados en Caldas, Colombia. El Cacaotero Colombiano. 2:25.
20. JIMENEZ, J. M., GALINDO, J. J. & RAMIREZ, C. 1986. Studies on biological control of *Monilia roleri* by epiphytic bacteria. In American Phytopathological Society, Annual Meeting, Florida, U.S.A.
21. LOPEZ, G. M. A. & ENRIQUEZ, V. O. 1980. Presencia de la *Monilia roleri* Cif. & Par en el cacao, *Theobroma cacao* L. en la frontera de Costa Rica, Nicaragua. Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Laboratorio de Fitopatología, Managua, Nicaragua. 15 p.
22. MERCHAN, V. M. 1981. Avances en la investigación de la Moniliasis del cacao en Colombia. El Cacaotero Colombiano 16:26-41.
23. NAUNDORF, G. 1954. Contribuciones al problema de la Moniliasis en Cacao. Cacao en Colombia 3:35-61.
24. PHILLIPS, W. & GALINDO, J. J. 1986. Reaction of cacao cultivars to inoculation with *Monilia roleri* Cif. & Par. Phytopathology 76:375.
25. PORRAS, V. H. 1982. Epifitología de la Moniliasis (*Monilia roleri* Cif. & Par.) del cacao y su relación con la producción del árbol en la zona de Matina. Tesis, Ing. Agr. Univ. de Costa Rica, San José. 47 p.
26. PORRAS, V. H. & GONZALEZ, L. C. 1984 a. Liberación de conidios de *Monilia roleri* de frutos enfermos de cacao dejados en el árbol. Fitopatología 19:9-12.
27. PORRAS, V. H. & GONZALEZ, L. C. 1984 b. Epifitología de la moniliasis del cacao (*Monilia roleri*) y su relación con el ciclo de producción en la zona de Matina, Costa Rica. Fitopatología 19:78-84.
28. PORRAS, V. H. 1985. Determinación de

- la estabilidad de la resistencia a *Monilia rozeri* en cultivares de cacao en dos zonas de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 124 p.
29. PORRAS, V. H. & GALINDO, J. J. 1985. Effect of inoculum levels and "humid chamber" on screening cacao for resistance to *Monilia rozeri* Cif. & Par. *Phytopathology* 75:1178.
 30. PORRAS, V. H., ENRIQUEZ, G. A. L. GONZALEZ, C. & GALINDO, J. J. 1986. Study on the stability of resistance to *Monilia rozeri* of cacao cultivars in two areas of Costa Rica. *Phytopathology* 76:376.
 31. PORRAS, V. H. & GALINDO, J. J. 1986. Effect of fungicide, pod removal and hand pollination on moniliasis and black pod incidence and cacao yield. *Phytopathology* 76:376.
 32. PORRAS, V. H., CRUZ, C. & GALINDO, J. J. 1986. Effect of sanitation, fungicide application and hand pollination on moniliasis and black pod incidence *In American Phytopathological Society, Annual Meeting, Florida, U.S.A.*
 33. SANCHEZ, J. A. 1982. Reacción de cultivadores de cacao a la inoculación artificial con *Monilia rozeri*. Tesis Mg. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 55 p.
 34. SOTOMAYOR, F. 1965. Estudios preliminares sobre la resistencia de algunos clones de cacao a la Moniliasis provocada por la inoculación artificial. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Univ. de Guayaquil. 56 p.
 35. SUAREZ, C. 1971. Estudio del mecanismo de penetración y del proceso de infección de *Monilia rozeri* Cif. & Par. en frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Ing. Agr. Fac. Agron. y Vet. Guayaquil, Ecuador. 54 p.
 36. VAN DER PLANK. J. E. 1963. Plant disease: Epidemics and control. Academic Press. New York. 349 p.
 37. WELLMAN, F. L. 1954. Some important diseases of cacao. *Plant Protection Bulletin*. 2:129-133. 1954.

EPIDEMIOLOGIA Y CONTROL DE LA ROYA DEL CAFETO EN CENTROAMERICA

Z. Javed

IICA/PROMECAFE
San Salvador
El Salvador

INTRODUCCION

El café es un cultivo importante para la economía de casi todos los países de Centroamérica. La región centroamericana tiene alrededor de un millón de manzanas de café (una manzana equivale a 0.7 ha). Guatemala es el país que posee la mayor superficie cultivada con 361.900 manzanas que producen alrededor del 36.3%. Le sigue El Salvador con 210.300 manzanas y el 21.1% de la producción; Honduras con 175.000 manzanas y 17.6%; Nicaragua con 135.000 manzanas y 13.5% y Costa Rica con 115.000 manzanas y 11.5% de la producción total de la región. Costa Rica posee la producción mas alta de café oro por manzana, alrededor de 18 quintales (Cuadro 1).

La exportación del café es una importante fuente de divisas para casi todos los países de Centroamérica. En el caso de El Salvador, la exportación de café contribuye con alrededor del 83% de las exportaciones totales del país (Cuadro 2). Las divisas que provienen de la exportación del café no sólo significan la tercera parte del ingreso total de divisas a El Salvador, sino que también sirven para la adquisición de bienes de capital que, a su vez, generan empleos en el país.

La Roya del cafeto fue descubierta por primera vez en 1861 en la región del Lago Victoria en el este de Africa, afectando cafetos silvestres. En 1867, ésta apareció en Sri Lanka y se difundió rápidamente a través del continente

asiático y africano (8,10).

LA ROYA DEL CAFETO EN CENTROAMERICA

La Roya del cafeto es una enfermedad causada por el hongo *Hemileia vastatrix* Berk & Ber. Fue reportada primeramente por Madeiro en 1970 en el hemisferio occidental en Brasil. En Centroamérica, se reportó por primera vez en Nicaragua en la región de Carazo en noviembre de 1976. Luego se detectó en diciembre de 1979 en la zona oriental de El Salvador y a finales de septiembre de 1980, la enfermedad se había diseminado a las regiones central y occidental de El Salvador (6). La Roya del cafeto fue descubierta en Honduras en diciembre de 1980 en La Paz, Provincia cercana a la frontera con El Salvador y en 1981 se detectaron fuertes ataques de Roya en las Provincias de Santa Bárbara, Cortes y Lempira (3). Santa Bárbara produce alrededor del 30% del café en Honduras. En diciembre 1980, esta enfermedad se apareció en Santa Rosa, Guatemala, cerca de la frontera con El Salvador. En los últimos días de 1980 se detectó en importantes regiones cafetaleras de la costa del Pacífico en Guatemala. Durante el verano de 1981, el Estado de Chiapas al oriente de México, el más importante como productor de café, fue invadido por la Roya. Ya

CUADRO 1. Superficie cultivada de Café, Producción y Número de Fincas en Centroamérica

País	Area en 1 manzanas *	Porcentaje	Producción Total Café Limpio en qq	Prod. Promedio en qq/ms	Número de 2 Fincas
Guatemala	361.900	36.3	2.717.400	7.5	43.300
El Salvador	210.300	21.1	2.836.900	13.5	41.000
Honduras	175.700	17.1	1.454.000	8.3	40.000
Nicaragua	135.200	13.5	1.278.200	9.5	17.400
Costa Rica	135.000	11.5	2.063.600	17.9	32.400
Total	998.100	100.0	10.350.300	10.4	174.100

Fuente: 1 VII Compendio Estadístico Centroamericano, SIEGA, 1981 (3).
 MAG, El Salvador (6)
 OIRSA (7)
 Banco de Guatemala (1,4)

2 ANACAFE
 MAG, El Salvador (6)
 IHCAFE, Honduras (2,5)
 OFICAFE

* Una manzana = 0.7 ha.

CUADRO 2. Valor de los Principales Ingresos de las Exportaciones Agrícolas de El Salvador (En Millones de Dólares)

Año	Café	Algodón	Azúcar	Carne	Total	Relación (%) Total/Café
1976	375.8	64.0	40.5	8.9	489.2	77
1977	605.8	75.7	26.4	3.3	711.0	85
1978	432.9	98.4	18.9	12.5	562.7	77
1979	770.1	84.6	26.8	13.5	895.0	86
1980	511.7	82.8	13.2	5.6	613.3	83
1981	452.6	52.6	14.0	0.8	520.0	87
Total	3.148.7	458.1	139.8	44.6	3.791.2	83 *
Porcentaje	83.0	12.1	3.7	1.2	100	

Fuente: Boletín Estadístico del Consejo Monetario Centroamericano.

* Promedio.

en el verano de 1982 se había propagado en casi todo el Estado de Chiapas. En diciembre de 1983, se detectó en la parte occidental de Costa Rica y en 1985 se había diseminado en las principales áreas cafetaleras de Costa Rica (Fig. 1).

Las principales variedades comerciales de café que se cultivan en Centroamérica y México como Bourbon, Paca, Typica, Mundo Novo y Caturra son muy susceptibles a los ataques de la Roya del café.

La Roya del café no mata los árboles directamente, pero después de varias temporadas seguidas de seria defoliación, los árboles progresivamente pierden su aptitud de producir nuevas ramas en las cuales nacen los frutos de la temporada siguiente. Esto, natural-

mente, dará como resultado una baja producción al año siguiente.

BIOLOGIA Y EPIDEMIOLOGIA DE LA ROYA DEL CAFETO

La Roya del café pertenece al orden de los Uredinales, familia Pucciniaceae y al género *Hemileia*, el cual junto con otras 40 especies de *Hemileia*, son conocidos por atacar a 11 familias de plantas de floración. Dos especies de *Hemileia vastatrix* son parásitos obligados del género *Coffea*. La infección resulta de la formación de manchas pálidas (pústulas) de hasta 15 mm de diámetro en el envés de las hojas, a veces con una ligera clorosis en la parte superior (Fig. 2).

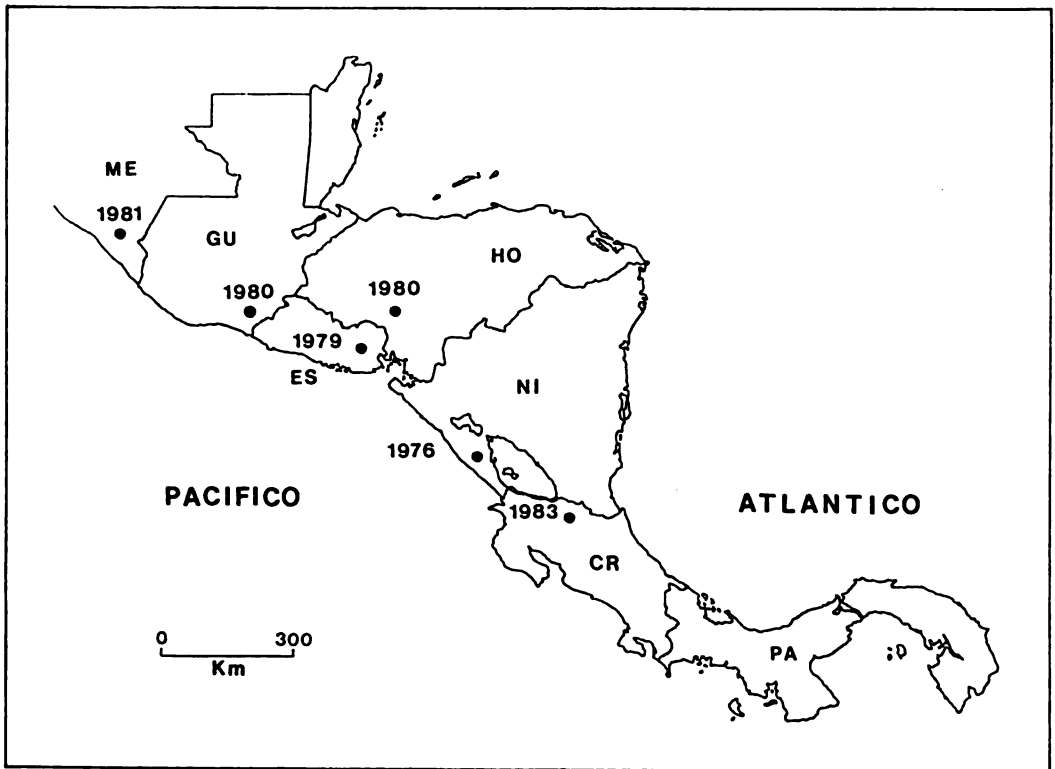


Figura 1. Propagación de la Roya del café en Centroamérica y México.



Figura 2. Una hoja fuertemente infectada de la Roya del café, *Hemileia vastatrix*.

Las esporas de la Roya del cafeto son más o menos reniformes y fuertemente abultadas en la parte convexa. Son suaves en la parte cóncava. La germinación de las uredosporas (esporas) se forman en uno ó más tubos germinativos. Estos son incapaces de penetrar directamente a través de la epidermis de la hoja, crecen y se ramifican en la superficie de las hojas hasta que encuentran un estoma. Inmediatamente después, el patógeno forma un apresorio del cual la hifa penetra dentro de la cámara subestomática. El agente causal *H. vastatrix* coloniza intercelularmente el tejido esponjoso de la hoja. Un tejido fungoso compacto se desarrolla debajo del estoma. Este tejido fungoso da crecimiento a una *esterigma* (pequeña hifa recta), en la cual las esporas nacen y, eventualmente, en la superficie se incrusta una masa de esporas, forman-

do una pústula característica de color anaranjado brillante.

Con la presencia de agua, las esporas de Roya son capaces de germinar en 5 horas. La temperatura necesaria para la germinación varía entre 18°C y 25°C. La luz directa del sol inhibe la germinación de esporas. Debido a que el agua es esencial para la germinación, el progreso de una epidemia de Roya dependerá de la lluvia. En condiciones de sequía no ocurren nuevas infecciones, por lo que el nivel de la enfermedad se reduce. La diseminación de las esporas de Roya a distancias largas, dependen del viento y otros factores como insectos, material vegetativo y el hombre, que a veces toma parte en la dispersión de éstas, aunque en menor escala (9).

PROGRESO DE LA ENFERMEDAD Y FACTORES QUE INFLUYEN

La intensidad de los ataques de la Roya inducidos por cada estación lluviosa dependen principalmente de tres factores:

Inóculo Residual: La cantidad de inóculo residual presente al momento de caer la primera llovizna de más de 7mm. Los niveles más altos de la enfermedad en este momento hacen más severo el ataque siguiente. Las uredosporas de Roya son normalmente dispersadas en una sola llovizna o en un grupo de lloviznas con exceso de 7mm de agua.

La densidad del follaje: Cuando un árbol no tiene muchas hojas, gran parte del inóculo dispersado por las lluvias cae al suelo debido a que las hojas no lo interceptan. En cambio, los árboles con denso follaje tienen mucha superficie donde retener las esporas y consecuentemente, reproducir altas concentraciones de inóculo.

Distribución de la lluvia: La distribución y la intensidad de la lluvia con temperaturas adecuadas durante la estación son importantes para el desarrollo de la Roya.

En Centroamérica la estación lluviosa comienza normalmente en mayo y termina en octubre o noviembre. La curva del progreso de la enfermedad de una área cafetalera de El Salvador y los factores climáticos que influyen en la fluctuación de la enfermedad se muestran en las Figuras 3, 4 y 5.

CONTROL DE LA ROYA DEL CAFETO

Control Químico: Los fungicidas a base de cobre han sido usados en diferentes partes del mundo por varias décadas para el control de la Roya del cafeto. Las aspersiones debidamente programadas de formulaciones de cobre 50%, siempre han dado un buen resultado (Cuadro 3).

En El Salvador, Guatemala y Honduras se han realizado una serie de experimentos con fungicidas para de-

sarrollar medidas efectivas de control para combatir la enfermedad (11). Más del 80% de los caficultores en Centroamérica son pequeños productores que no pueden pagar el costo del uso de fungicidas sistémicos como Bayleton 25% WP (Triadimefon) y Sicarol 15% (Pyracarbolid), por lo tanto, la mayor parte del trabajo se ha llevado a cabo con fungicidas de cobre 50%. Las recomendaciones consisten en realizar 3 ó 4 aplicaciones de oxiclورو de cobre en dosis de 3.5 kg/ha durante la estación lluviosa de mayo a octubre. Datos recolectados de experimentos realizados en el campo durante 1983/84, han mostrado que la formulación de cobre 50% hidróxido cúprico (Kocide 101) y óxido cuproso (Copper Sandoz MZ y Copper Nordox) podrían, de manera efectiva, controlar la Roya del cafeto con aplicaciones en dosis reducidas de 1.3 kg/ha (Cuadro 4) y que formulaciones de cobre 50% cloruro cúprico, (Cobos, Vitigran, Cupravit y Recop) también controlan la roya efectivamente con aplicaciones de dosis reducidas de 1.7 kg/ha.

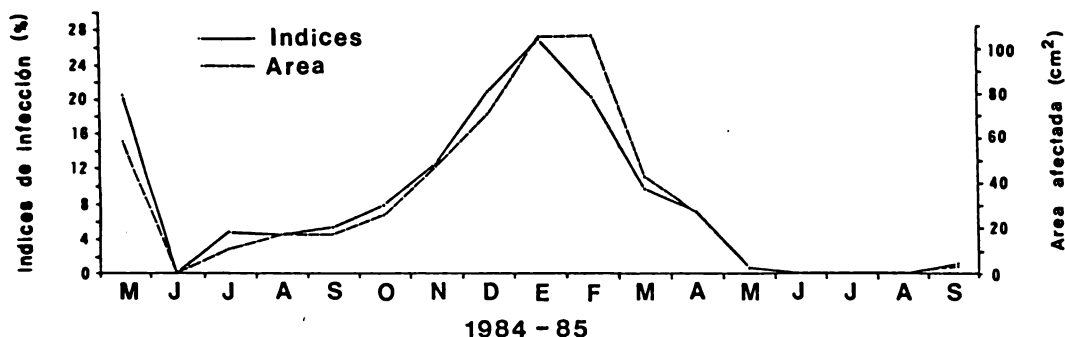


Figura 3. Índices de infección en porcentaje y área afectada en cm² por la Roya del cafeto, Depto. de La Libertad, El Salvador, a 465 m.s.n.m. de mayo de 1984 a septiembre de 1985 (de G. Moreno de Alas, 1985).

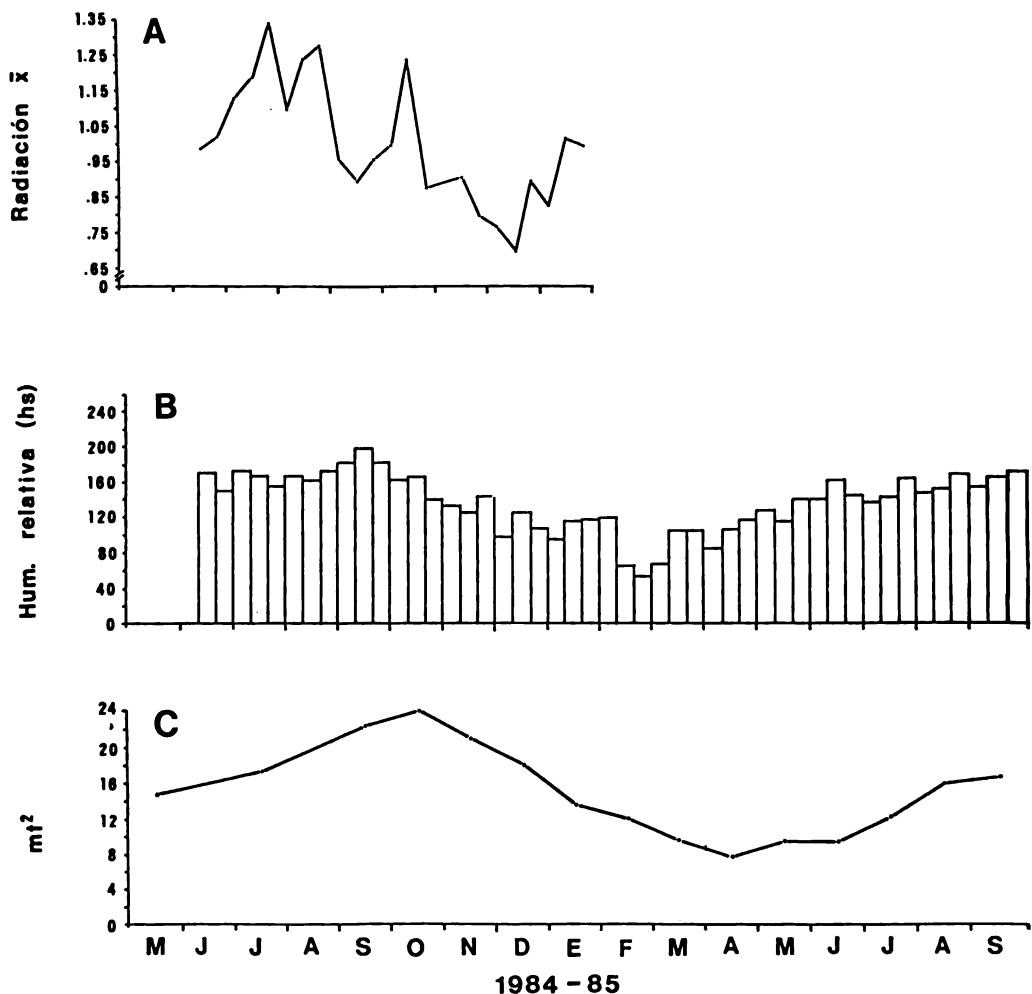


Figura 4. Fluctuaciones de radiación, humedad relativa y área foliar en café de mayo de 1984 a septiembre de 1985 en El Salvador. A) Promedios de la máxima radiación diaria en gr-cal/cm²/minuto. B) Total de horas con humedad relativa entre el 85-100% para 10 días. C) Área foliar promedio por planta en m² (de G. Moreno de Alas, 1985).

Aplicación por Aspersión Fina: Las bombas aspersoras de mochila operadas tanto manualmente como las motorizadas, se usan para aplicar fungicidas en café en Centroamérica y México. El volumen de agua varía de 350 lt/ha a 600 lt/ha, dependiendo de la densidad de la plantación de café en cada país de Centroamérica. En El Salvador se utiliza alrededor de 350 lt/ha para aplicar fungicidas, mientras que en Honduras se usa alrededor de 600 lt/ha.

Medidas Culturales en el Control de la Roya: Además de las aspersiones con fungicidas, deben tomarse varias medidas culturales para reducir la infección y aminorar el efecto de defoliación causado por la Roya. La libre circulación de aire alrededor y dentro de los árboles, reducirá la infección debido al rápido secado de las hojas durante los períodos de infección. Deben mantenerse los árboles en condiciones libres para su manipuleo y para la eliminación de chupones o

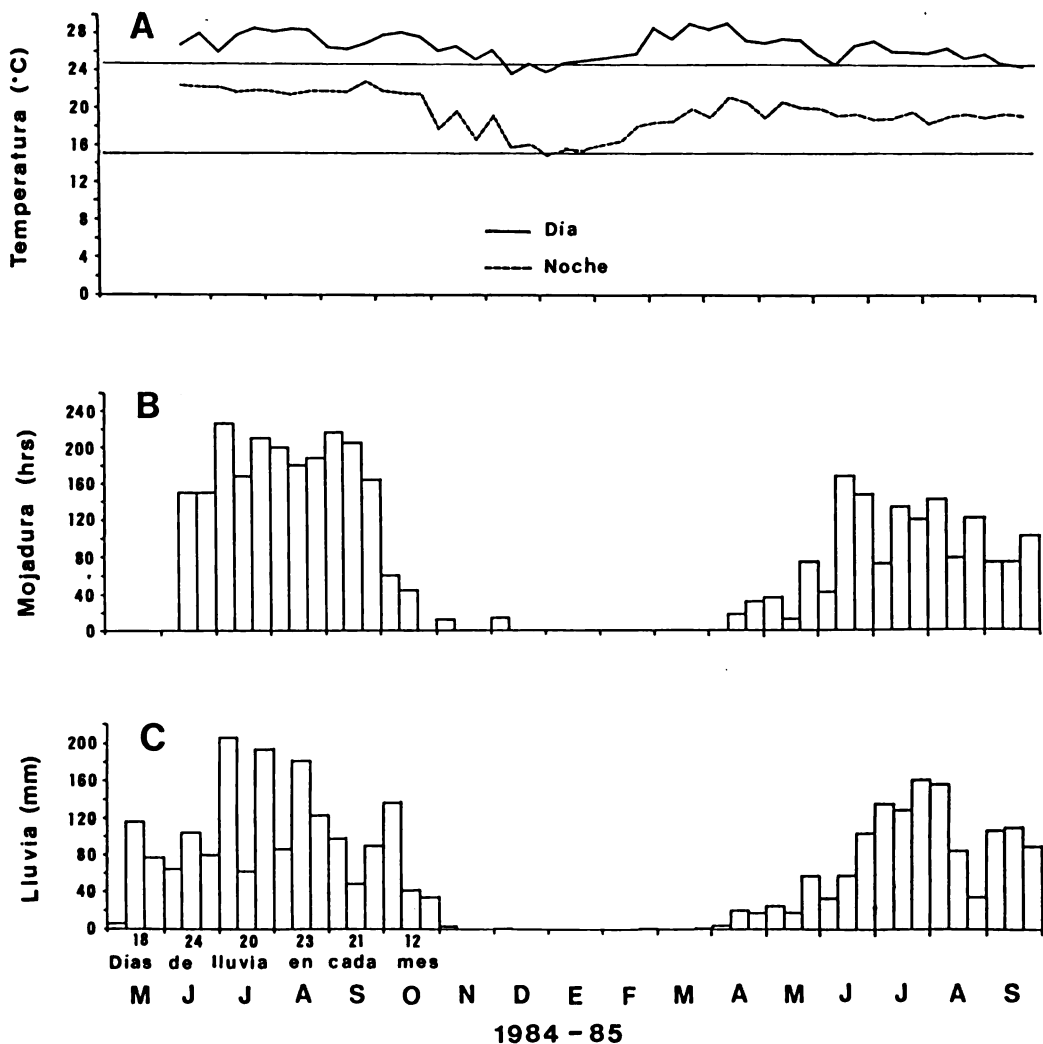


Figura 5. Fluctuación de condiciones climáticas y ecológicas en un cafetal de mayo 1984 a septiembre de 1985 en El Salvador. A) Promedio de variaciones diarias de temperatura entre el día y la noche. B) Tiempo de mojadura de la hoja. C) Lluvia acumulada en milímetros para cada 10 días (de G. Moreno de Alas, 1985).

macollos. Tán pronto esto sea posible, se debe estimar la extensión de la infección y prevenir el cultivo abusivo por reducción del mismo. La aplicación de fertilizante nitrogenado es una labor recomendable que incrementa el crecimiento de hojas nuevas.

Programa Internacional: El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) comenzó en

1978 un programa regional (PROME-CAFE) para mejorar la producción de café en Centroamérica, Panamá, México y República Dominicana. En 1983, PROMECAFE con la ayuda financiera de ROCAP (USAID), inició un Proyecto Regional titulado "Biología, Epidemiología y Control de la Roya del café en Centroamérica y Panamá". El principal objetivo del proyecto es

CUADRO 3. Fungicidas Utilizados para el Control de la Roya del Cafeto

	Nombre Común	Nombre Comercial	Dosis en %	
1.	Formulaciones 50% Cobre			
A.	Oxido Cuproso (Cobre Rojo)	Cobre Sandoz MZ Cobre Nordoz	50% WP* 50% WP	0.35
B.	Hidróxido Cúprico (Cobre Azul)	Kocide 101 Champion	50% WP 50% WP	0.35 0.35
C.	Cloruro Cúprico (Cobre Verde)	Cobox Vitigran conc. Recop Cupravit Pereclor	50% WP 50% WP 50% WP 50% WP 50% WP	0.5 0.5 0.5 0.5 0.5
2.	Dithianon	Delan	75% WP	0.3
3.	Pyracarbolid	Sicarol	15% OD	0.4
4.	Triadimefon	Bayleton	25% WP	0.1

* WP = Polvo mojable
OD = Miscible en aceite

desarrollar una tecnología de bajo costo para el combate de la Roya para los pequeños caficultores de la región. El proyecto tiene las siguientes líneas principales de investigación:

1. Estudio de la Biología y Epidemiología de la Roya del cafeto bajo condiciones locales en los diferentes países de Centroamérica.
2. Control químico de la Roya del cafeto con fungicidas protectores efectivos.
3. Desarrollo de programas de aspersión con fungicidas sistémicos y no sistémicos.
4. Medidas culturales para el combate de la Roya.
5. Evaluación del equipo de aspersión y tecnología de aspersión.
6. Entrenamiento de técnicos nacionales.

Se espera que al finalizar el proyec-

to de PROMECAFE en 1987, se habrán cumplido las siguientes metas:

1. Suficiente información disponible sobre epidemiología de la Roya del cafeto bajo condiciones locales en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua.
2. Implementación de programas eficientes de control químico, con dosis económicas de fungicidas y métodos de aplicación para combatir eficazmente la Roya para uso de instituciones públicas del sector agrícola de El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua.

CONCLUSIONES Y DISCUSION

La Roya del cafeto es una enfermedad bastante seria del café, *Coffea arabica*, que bajo condiciones favorables para el desarrollo del hongo, puede causar una severa defoliación. Epide-

CUADRO 4. Eficacia de Aplicaciones de Dosis Reducidas de Hidroxido Cuprico, Oxido Cuproso y Cloruro Cúprico contra la Roya del Cafeto en El Salvador (según Bonilla, 1985)

Tratamientos*	Dosis de Aplicación (kg/ha)**	Análisis de infección de Roya (Araña 5%)		
		Diciembre 1983	Enero 1984	Febrero 1984
Kocide 101 50% WP	1.3	12.65 a	16.37 a	23.64 a
Copper Sandoz MZ 50% WP	1.3	12.80 a	18.32 a	22.92 a
Copper Nordox 50% WP	1.3	14.10 a	18.08 a	21.62 a
Cobox 50% WP	1.7	9.96 a	14.07 a	18.38 a
Vitigran conc. 50% WP	1.7	12.44 a	19.18 a	21.20 a
Recop 50% WP	1.7	12.13 a	15.80 a	18.61 a
Cupavit 50% WP	1.7	13.56 a	17.85 a	19.56 a
Sin aspersión (Control)	—	23.58 b	32.33 b	37.46 b

* Aspersiones aplicadas en julio, agosto y octubre de 1983.

** 1 ha = 1.500 árboles.

mias repetidas pueden debilitar los árboles tanto, que eventualmente, hacen que el cultivo no sea rentable.

Es solamente cuestión de tiempo antes que *Hemileia vastatrix* se establezca en cada país cafetalero del mundo y cree problemas económicos. Por lo tanto, es de urgente necesidad tomar medidas de precaución en aquellos países cuyas economías están basada principalmente en el cultivo del café.

La Roya del cafeto, en la mayoría de los casos, puede ser controlada efectivamente con pocas aspersiones de cobre, bien programadas, mientras que los fungicidas sistémicos pueden prevenir el avance de la epidemia.

La programación de las aspersiones de fungicidas es muy importante para el control de esta enfermedad, por lo tanto, cada país de Centroamérica, en donde la Roya es endémica, deberá desarrollar su propia programación de aspersiones para el combate. El principal objetivo deberá ser la prevención de la infección durante

los períodos lluviosos.

La mayoría de los pequeños caficultores, debido a la falta de capital, no serán capaces de seguir las medidas recomendadas para el control químico de la Roya. Por esta razón, el desarrollo de variedades resistentes a esta enfermedad será una alternativa y una necesidad a largo plazo para el control de la Roya del cafeto.

LITERATURA CITADA

1. ANONIMO. 1983. Informe económico. Banco de Guatemala. abril-junio, 1980. In Informe del Banco Centro Americano de Integración Económica Pp. 6 y 69.
2. ANONIMO. 1983. Estimación del impacto de la Roya del cafeto en Honduras. In Informe del Banco Centro Americano de Integración Económica Pp. 6 y 69.
3. ANONIMO. 1983. SIEGA, VII Compendio estadístico centroamericano. 1981. In Informe del Banco Centro Americano de Integración Económica Pp. 6 y 69.

4. ANONIMO. 1983. Boletín estadístico. Banco de Guatemala, enero-marzo, 1982. *In* informe del Banco Centro Americano de Integración Económica. Pp. 6 y 69
5. ANONIMO. 1983. Plan de acción inmediata del control de la Roya del café. IHCAFE. Tegucigalpa, D.C., Honduras. *In* Informe del Banco Centro Americano de Integración Económica. Pp. 6 y 69.
6. ANONIMO. 1983 Panorama general de la caficultura nacional. MAG, San Salvador, El Salvador. *In* Informe del Banco Centro Americano de Integración Económica. Pp. 6 y 69.
7. ANONIMO. 1983. Situación actual de la Roya de café con la República de El Salvador. OIRSA, El Salvador. *In* Informe del Banco Centro Americano de Integración Económica. Pp. 6 y 69.
8. BECKER, S. KRANZ, J. 1977. Vergleichende Untersuchung zur Verbreitung von *Hemileia vastatrix* in Kenya. *Zeitschrift Fur Pflanzenkrankh Pflanzensch.* 84:526-539.
9. BOCK, K. R. 1962a. Dispersal of uredospores of *Hemileia vastatrix* under field conditions. *Trans. B. Mycol. Soc.* 45:63-74.
10. BOCK, K. R. 1962c. Control of coffee leaf rust in Kenya. *Trans. B. Mycol. Soc.* 45:301-313.
11. BONILLA, C. J. 1985. Evaluación de campo de tres formulaciones de cobre 50% C.M. contra la Roya del café en El Salvador. *In* Memoria segunda reunión regional sobre Roya. Pp. 174-185.

PRODUCCION DE PLATANO EN PRESENCIA DE LA SIGATOKA NEGRA

R. H. Stover

United Fruit Co.
La Lima
Honduras

INTRODUCCION

El plátano (*Musa AAB*) es un cultivo muy importante y una fuente de alimento en el trópico húmedo bajo de Africa, América Central, Caribe y Sudamérica. También es importante en tierras altas como cultivo intercalado con café (23). Existen por lo menos 8 clones diferentes en el subgrupo plátano en los trópicos americanos, aunque los del tipo cuerno y francés son los que se cultivan más ampliamente (1,11,13). El subgrupo plátano alcanza su más alta diversidad en Africa Occidental (6). Tanto en Africa como en Centroamérica y el Caribe el plátano se cultiva con frecuencia en asociación con otros cultivos tales como maíz, yuca, ñame y tiquisque (4,10,14,15).

Este artículo presenta una revisión de los antecedentes históricos de la Sigatoka Negra en plátano, con énfasis en los trópicos americanos, el comportamiento del patógeno, efecto sobre la producción y medidas de control. Debido a que gran parte de la investigación de esta enfermedad se ha realizado en banano, mucha información de interés ha sido tomada del banano y aplicada al plátano. El término plátano se refiere a clones dentro del subgrupo plátano como ha sido recientemente redefinido y no incluye al banano de cocina ABB (26).

HISTORIA

El agente causal, *Mycosphaerella*

fijiensis var. *difformis*, fue detectado por primera vez fuera de las islas del Pacífico en bananos en Honduras en el año 1972 y luego en Zambia, Africa en 1973. En el año 1979 se encontró en plátano en Gabón, en la parte occidental del continente africano (20). La cronología de dispersión de la Sigatoka Negra en los trópicos americanos se presenta en el Cuadro 1.

Después de la primera detección de la enfermedad en bananos en Honduras, tardó alrededor de 4 años para desplazar completamente a la Sigatoka Amarilla, *Mycosphaerella musicola*. La primera epidemia ocurrió en bananos durante el año 1973 en Honduras. Sin embargo, no fue hasta 1976, inmediatamente después del Huracán Fifi en septiembre de 1984, que la producción de plátano fue seriamente afectada y sus exportaciones reducidas a 147,000 cajas de 23 kg de 700,000 en el año 1974. Las exportaciones en los años siguientes hasta la fecha, ó sea de 1976 a 1985, han sido casi nulas como resultado de la Sigatoka Negra. Sólo en 1985 las exportaciones se reanudaron como resultado de aplicaciones aéreas de fungicidas en algunos lugares escogidos con los mismos aviones utilizados para el control de la enfermedad en plantaciones adyacentes a bananos en el Valle de Sula en Honduras.

Existen alrededor de 10,000 ha de plátanos en el área bananera de Turbo,

CUADRO 1. Primeros Informes de Infección de la Sigatoka Negra en los Tropicós Americanos

Localidad	Primer Informe Confirmado
Honduras, Valle de Sula	1972
Honduras, Valle del Aguán	Febrero 1978
Belice	1975
Guatemala	Enero 1977
Nicaragua	1979
México, Chiapas	Noviembre 1980
Costa Rica, Zona Atlántica	Octubre 1979
Costa Rica, Zona del Pacífico	Agosto 1981
Panamá, Zona Atlántica	Febrero 1981
Panamá, Zona del Pacífico	Septiembre 1981
Colombia, Área de Turbo	Octubre 1981
Colombia, Chaco, Córdoba	Septiembre 1986

Colombia (Provincia de Urabá). La Sigatoka Negra fue detectada allí en una sóla finca bananera en octubre de 1981. Hasta octubre de 1984, *Cordana* aún era el patógeno foliar más importante en plátano, aunque para aquella misma época, la Sigatoka Negra ya estaba bien diseminada en bananos. Sólo desde 1985 en adelante el plátano se vió seriamente afectado por esta enfermedad y no se diseminó a otras provincias colindantes hasta 1985-86.

La Sigatoka Negra fue detectada en plátano en Costa Rica en octubre de 1979, cerca del área de Santa Clara donde predomina una alta precipitación que oscila de 2,000 a 2,300 mm por año. Cerca de 3,000 ha de plátano fueron destruidas como resultado de un intento de retardar el avance de la enfermedad a zonas bananeras adyacentes en la Provincia de Limón, en la costa Atlántica de Costa Rica. Sin embargo, en un período de tres meses, aparecieron los primeros focos aislados de la enfermedad en bananos en las áreas próximas a Río Frío y Guápiles. Con

excepción del área de alta precipitación de Santa Clara, la Sigatoka Negra, tomó 2 a 3 años para ser altamente destructiva para el follaje del plátano, después de su primera aparición en bananos.

EL PATOGENO

Existen dos patógenos que defolían el plátano que poseen leves diferencias entre sí: *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* (Sigatoka Negra) y *Mycosphaerella fijiensis* (Pisca Negra o Rayado Negro de la Hoja). La variedad *difformis*, fue separada por Mulder y Stover (8) porque encontraron sporodoquios y coridioforos simples en los estomas, mientras que *M. fijiensis* presenta sólo conidioforos simples. El estado de peritecio es igual para ambos patógenos. Ambas formas no son distinguibles cuando se desarrollan en un medio de cultivo bajo condiciones de laboratorio.

El patógeno *M. fijiensis* se caracteriza por la presencia de 1 a 4 conidiofo-

ros simples que emergen de los estomas en forma de estrias jóvenes en el envés de la hoja. Los conodioforos producen conidias que forman un hilum ó cicatriz distintiva que son fácilmente desprendidas por el viento.

La fuente más importante de inóculo son las ascosporas. En Hawaii de 8,000 a 33,000 ascosporas por metro cúbico de aire en 24 horas fueron recolectadas con una trampa de esporas tipo Hirst (7). En cuanto las hojas se mojan, ascosporas maduras son liberadas dentro de unos pocos minutos. Bajo condiciones óptimas de temperatura y precipitación las ascosporas maduras pueden estar presentes 3 a 4 semanas después de la aparición de las primeras estrias. Hojas de banano con manchas en desarrollo colocadas en el suelo para su lenta descomposición en campo, han mostrado capacidad para liberar ascosporas por un período de hasta 90 días.

EPIDEMIOLOGIA

Los métodos descritos para medir el nivel de intensidad de la Sigatoka Negra en bananos, también puede ser utilizada para plátanos (19,24). La hoja más joven manchada (contando desde arriba para abajo, la hoja más joven desplegada), es un buen indicador del nivel de la enfermedad y de las fluctuaciones de su intensidad (Fig. 1). El nivel de manchado se correlaciona estrechamente con la precipitación y en general, la curva de la hoja más joven manchada sigue 4 a 6 semanas detrás de la curva de precipitación en áreas donde no se efectúa ningún control. El clima seco acompañado de temperaturas nocturnas por debajo de los 20 °C frena el desarrollo de la enfermedad. La temperatura óptima para el crecimiento del patógeno es alrededor de 26 °C (22).

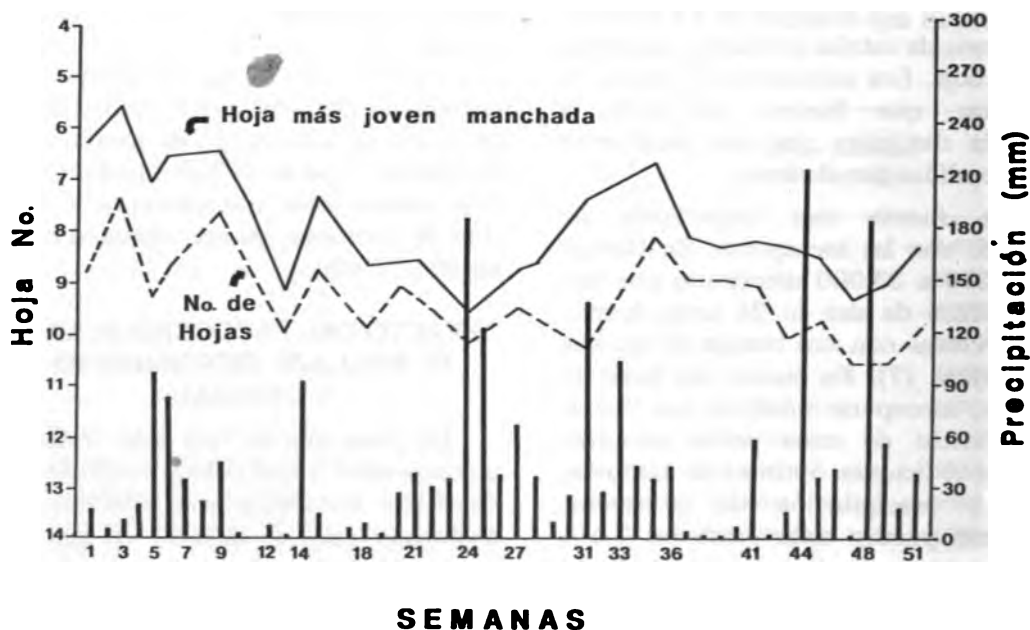
En Honduras el manchado comienza a aumentar gradualmente en Julio alcanzando el máximo nivel durante los

tres últimos meses del año. Las temperaturas frescas que predominan desde noviembre a enero aparentemente no reducen el nivel de la enfermedad debido a que el incremento de producción de nuevas hojas se ve disminuida. Cada hoja nueva toma normalmente 7 a 8 días en formarse, en esta época lo hace en 10 a 12 días.

EFFECTO DEL PATOGENO SOBRE EL FOLLAJE, RENDIMIENTO Y CALIDAD

En áreas que no han sido tratadas por aspersión y que poseen condiciones climáticas favorables para infección, el manchado aparece primero en plantas jóvenes sin inflorescencia, en las hojas No. 4 y 5. El manchado continúa su desarrollo hasta la cosecha. El daño más severo al follaje ocurre después de la floración cuando la planta deja de producir hojas. Antes de la aparición de la Sigatoka Negra en Centroamérica el follaje del plátano era atacado por *Cordana*. Solamente las tres a cuatro hojas más viejas eran dañadas y la planta era capaz de mantener 5 ó 6 hojas sanas durante la cosecha. Con la Sigatoka Negra la situación es mucho más dramática quedando sólo 1 a 2 hojas sanas y el 80% de las demás hojas con más de un tercio de la superficie foliar destruída en el momento de la cosecha (Cuadro 2).

En lugares donde existe poca ó ninguna incidencia de la enfermedad, el plátano tiene de 10 a 12 hojas en la floración y 7 a 8 al tiempo de la cosecha. En cambio, en áreas de producción comercial, las hojas que tienen más de un tercio del área foliar dañada son removidas para reducir el inóculo de la enfermedad, como también para evitar daño a la fruta por roce mecánico. Esto resulta en mantener la planta con 8 a 10 hojas durante la fase de desarrollo de la inflorescencia (parición) y 5 a 6 hojas en la cosecha (Fig. 1).



SEMANAS

Figura 1. Manchado en la hoja más joven, número de hojas presentes y precipitación en una finca comercial de plátano en la Provincia de Limón, Costa Rica, tratadas 15 veces con aspersiones para el control de Sigatoka Negra (de Robert *et al*, 1986).

En la actualidad no existe información publicada en plátano sobre los efectos de la defoliación causada por la Sigatoka Negra sobre la producción. Estudios llevados a cabo en la zona cafetera de Colombia han registrado una reducción de hasta 50% en rendimiento. Sin embargo, en este caso el plátano ha resultado severamente defoliado por la Sigatoka común, *M. musicola* (Fig. 2).

Al igual que con el banano, la Sigatoka Negra en plátano causa una maduración anticipada de la fruta. Además, la longitud de dedo se ve reducida a un nivel donde pocos reúnen los requisitos mínimos para exportación de 25 cm. En forma frecuente los dedos maduran en la planta antes de alcanzar un grado mínimo para la exportación de 4.13 cm (el grado 20 equivale a 52/32 de una pulgada).

CONTROL DE LA ENFERMEDAD

Existe en la actualidad varios enfo-

ques de control integrado que involucran prácticas culturales, predicción de aplicaciones de compuestos químicos basado en la precipitación, nivel de manchado de las hojas e historial de la enfermedad en el área.

Prácticas culturales: La experiencia en bananos ha demostrado que el control de la enfermedad es más factible cuando existe un dosel cerrado (techo foliar compacto) del cultivo, lo cual resulta en menor humedad en las hojas por rocío en la parte baja e interior de dicho dosel; también existe una mejor cobertura cuando se realizan aplicaciones aéreas de fungicidas. Para obtener un dosel cerrado, el marco de plantación debe ser ajustado a la fertilidad del suelo y condiciones que afectan el crecimiento, especialmente drenaje, fertilización y control de malezas. La población ideal en suelos de alta fertilidad, constituido por aluviones bien drenados, es de 1.700 a 1.800 unidades de producción por hectárea.



Figura 2. Plátano tipo francés (Dominico Hartón) completamente defoliado en la zona cafetalera de Colombia con un racimo de 14 kgs próximo a cosecharse. Esta defoliación fue causada por *Mycosphaerella musicola*.

Una unidad de producción la constituye la planta madre y un retoño (planta hija). En suelos menos fértiles, las poblaciones pueden alcanzar entre 2.000 a 2.500 unidades de producción por hectárea. En los suelos aluviales fértiles de Centroamérica, el cultivo del plátano no sufre replantes después de 2 ó 3 cosechas consecutivas como ocurre en algunas áreas del Caribe que poseen suelos pocos fértiles y drenajes deficientes. En lugares donde el replante es frecuente, poblaciones altas pueden ser utilizadas, en contraste con poblaciones más bajas que son recomendables para plantaciones permanentes.

A pesar de que no existen datos experimentales que demuestran que la remoción de hojas caídas ó erectas en la planta altamente infestada mejore el control de la enfermedad, la lógica

indica que si es recomendable. La remoción de hojas, aunque se dejen sobre el suelo, reduce el área de descarga de ascosporas por lo menos a la mitad y favorece a una descomposición más acelerada de las hojas enfermas. En áreas de alta infestación, hojas con más de un tercio del área foliar manchada deben ser removidas una vez por semana.

Áreas de infestación crónica donde se cultiva banano, están normalmente asociadas a condiciones de drenaje pobre que se evidencia en forma de grandes charcos en la plantación y en los canales de drenaje después de una lluvia. Mejorar la infraestructura del drenaje, ciertamente contribuye a un control más fácil de la enfermedad.

En lugares donde el plátano se cultiva bajo una sombra ligera del cocotero, la defoliación suele ser menos severa. Sin embargo, esta condición también impide que se realicen aplicaciones aéreas efectivas de fungicidas, que en forma conjunta con la sombra, probablemente afectan la producción de manera negativa.

Fungicidas: Los mismos fungicidas utilizados para el control de la Sigatoka Negra en banano, también controlan efectivamente la enfermedad en plátano (Cuadros 3 y 4). En lugares donde el plátano se cultiva en bloques ó en fincas contiguas de más de 10 ha, se justifican plenamente las aplicaciones aéreas. De lo contrario, los fungicidas pueden ser aplicados con motobombas aspersoras de espalda (3).

En Honduras, el uso de Mancozeb formulado como polvo mojable mezclado en una emulsión de aceite en agua (1.5-2.0 kg Mancozeb en 7-10 lt aceite, Triton X-45 emulsificante, volumen total 15-20 lt/ha), es la fórmula más económica. Esta se aplica por avión cada tres semanas durante los meses lluviosos y cada cuatro durante la

CUADRO 2. Efecto de la Sigatoka Negra sobre el Follaje de Plátano en Honduras

Parámetros Utilizados	Antes de la inflorescencia		Una a dos semanas antes de la cosecha	
	Control con fungicidas	Sin control	Control con fungicidas	Sin control
Hojas por planta	10.4	7.2	6.9	4.5
Edad de la hoja más joven manchada	4.6	3.0	4.8	0.8
% de hojas con más de un 33% de la Superficie foliar manchada	7.9	27.9	30.0	80.0

estación seca. Las aplicaciones pueden suspenderse desde mediados de febrero hasta el comienzo del mes de junio (estación seca). Cuando síntomas de manchado en las hojas aumentan como resultado de las condiciones ambientales

ó demora en las aplicaciones, una mezcla de Benlate ó Calixin (Cocktail) debe aplicarse sin demora (1.5 kg de Mancozeb, 0.6 lt Calixin ó 280 gr Benlate, 7-10 lt aceite, Triton X-45 emulsificante, volumen total 15-20 lt/ha). Un

CUADRO 3. Productos Fungicidas Disponibles para el Control de la Sigatoka Negra con Tolerancia de Residuos Aceptables por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA)

Producto Comercial y Fabricante	Ingrediente activo	% i. a. ¹	Formulación ²	Usos ³
Benlate — Du Pont	Benomyl	50 P/P	MA	A
Bravo 500 — SDS Biotech Corp	Chlorothalonil	50 P/V	F	B
Clortosip — SIPCAM	Chlorothalonil	50 P/V	F	B
Calixin — BASF	Tridemorph	75 P/V	CE	A
Dithane F — Rohm and Haas	Mancozeb	43 P/V	F	BD
Manex — Griffin	Mancozeb	48 P/V	F	BD
Dithane M-45 — Rohm and Haas	Mancozeb	80 P/P	PM	CD
Manzate 200 — Du Pont	Mancozeb	80 P/P	PM	CD
Vondozeb — Pennwalt	Mancozeb	80 P/P	PM	CD

¹ P/P = Peso por peso
P/V = Peso por volumen

² MA = Miscible en aceite
F = Floable
CE = Concentrado emulsificante
PM = Polvo mojable

³ A = Producto sistémico utilizado en combinación con Mancozeb y aceite.
B = Protectante aplicado en agua.
C = Protectante aplicado en el aceite o en emulsión aceite agua.
D = Fungicida protectante para uso con sistémicos.

total de 14 a 18 aplicaciones por aspersión cada año serán necesarias para controlar adecuadamente la enfermedad de manera que permita que la fruta pueda ser exportada.

Fungicidas sistémicos nuevos y muy poderosos controlan efectivamente la Sigatoka Negra en plátano, pero algunos de estos productos aún no están registrados para uso por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency), aunque sus solicitudes se encuentran pendientes (Cuadro 4). Todos estos nuevos materiales son inhibidores de esteroides y deben ser utilizados con las mismas precauciones descritas para el uso de Benomyl (2) y bajo ninguna circunstancia deben ser utilizados en forma excesiva. De lo contrario el patógeno es capaz de desarrollar resistencia volviendo inefectivo a todo este grupo de compuestos fungicidas.

La empresa Rohm & Haas de Centroamérica, ha desarrollado una formu-

lación mezclada que utiliza aceite o Mancozeb, Thiabendazole y aceite adaptado para el uso de pequeños agricultores y equipos de aspersión de motobombas de espalda que ha resultado ser efectivo en áreas de alta precipitación en Costa Rica (12).

Varietades resistentes: Los principios y avances alcanzados en el fitomejoramiento del banano han sido recientemente revisados (25). Estos mismos principios pueden ser aplicados en la obtención de nuevas variedades comerciales de plátano (16,17,18). Los dos defectos más importantes de las variedades de plátano son su susceptibilidad a *M. fijiensis* y la baja productividad. En Centroamérica, plantaciones permanentes bien manejadas pueden producir 15 a 18 toneladas por ha de plátano en comparación con 50 a 60 toneladas de bananos por año. Esta baja producción se debe a que el plátano posee racimos relativamente pequeños cuando se compara con las varie-

CUADRO 4. Fungicidas Sistémicos Efectivos para el Control de la Sigatoka Negra

Nombre Comercial	Nombre Técnico	Año Introduc. para uso en campo	Fabricante
Benlate	Benomyl	1974	Du Pont
Tecto, Mertect	Thiabendazole	1976	Merck
Topsin, Cercobin, Peltis	Thiophanate-methyl	1976	Nippon Soda
Fungaflor	Imazalil	1980	Janssen Pharmaceutica
Calixin	Tridemorph *	1980	BASF
Tilt	Propiconazole	1984	Ciba-Geigy
Nustar, Punch	Flusilazol	1986	Du Pont
Baycor	Bitertanol	—	Bayer
Trimidal	Nuarimol	—	Eli Lilly

* Tridemorph no es considerado estrictamente un sistémico. Sin embargo, penetra la hoja y posee una acción de difusión local. Los fungicidas mencionados en esta lista tienen tolerancias de residuos aceptables por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), o las tolerancias han sido solicitadas para su uso en bananos.

dades de banano de exportación y además tiene un pseudotallo alto que predispone a la planta a pérdidas por volcados causados por fuertes vientos (20% sobre un período de 3 años en Honduras). Consecuentemente, los objetivos de un programa de mejora en plátano serían resistencia a enfermedades, buenas características culinarias e incremento en producción (26). De acuerdo con Rowe (17) el banano de cocina ideal (ABB) debería tener las cualidades de cocción del plátano cuerno AAB, la resistencia a enfermedades y baja estatura de los diploides avanzados, el vigor y rusticidad del plátano de cocina ABB y la productividad de los cultivares de banano tipo Cavendish AAA. Estas condiciones ideales también son aplicables al plátano (AAB). Además, los dedos largos del plátano cuerno, de gran estatura, es preferido sobre los dedos pequeños que producen las variedades de plátano enano.

Los diploides avanzados y agrónomicamente superior, desarrollados en los últimos 20 años en Honduras para el mejoramiento del banano, están siendo cruzados con variedades AAB, tales como Laknau, AVP-67 y Maqueño (Pompo del grupo Maia Maoli) (18). Aún es muy temprano para afirmar cuales son las posibilidades a largo plazo de obtener una variedad de plátano que fuera un reemplazo aceptable a las variedades actuales con todos sus defectos.

La multiplicación *in vitro* de clones del grupo Cavendish han resultado en altos niveles de variabilidad somaclonal que han llegado hasta un 20% en algunos casos (25). Hay menos información disponible en plátano. Sin embargo, Rachmaran y González (9) han observado que existe un 27% de reversión en variedades del tipo cuerno hacia el tipo francés en plantas producidas *in vitro*. Irizarry *et al* (5) han reportado

altos niveles de variabilidad en plátano cuerno en Puerto Rico cuando la selección se realiza en poblaciones mezcladas provenientes del campo. Ellos sugieren que las quimeras son probablemente las responsables de la alta variabilidad en producción e inestabilidad clonal. Ambas fuentes de información sugieren altos niveles de variabilidad natural e *in vitro* y que la selección para mayor tolerancia a Sigatoka Negra debe ser considerada en adición a las características agronómicas deseadas.

DISCUSION

Cuando la Sigatoka Negra comenzó a atacar el plátano en Centroamérica a finales de 1970, hubo predicciones alarmistas de que el cultivo del plátano iba a desaparecer, cosa que no ha ocurrido. El plátano es menos susceptible que las variedades de banano del grupo Cavendish y que además son capaces de producir fruta, aunque menos a pesar de una defoliación severa. Esta observación ha sido evidente durante largo tiempo en zonas cafeteras de Colombia donde el plátano es severamente defoliado por la Sigatoka Amarilla, *M. musicola* en altitudes entre 1.000 y 1.500 m.s.n.m. (Fig. 2). Como resultado del daño causado por la Sigatoka Negra en plátano, la superficie cultivada de esta Musácea ha incrementado en algunos países centroamericanos.

Estudios sobre la epidemiología y control de la Sigatoka Negra en bananos puede ser aplicada al plátano. Los principios de control de la enfermedad son similares para ambos hospederos, pero el control en sí es más fácil y económico en el plátano que en el banano.

Prácticas de manejo para controlar la Sigatoka Negra en plátano resulta más fácil bajo condiciones de monocul-

tivo intensivo que en situaciones donde el plátano se cultiva en forma intercalada con café u otros cultivos anuales. Un dosel cerrado reduce la formación de rocío dentro del área bajo la cobertura foliar y simplifica algunas prácticas culturales como el control de malezas, fertilización y drenaje. Además, los costos de aplicación de fungicidas para el control de la Sigatoka Negra pueden ser sustentados sólo en lugares donde los rendimientos pueden ser maximizados bajo condiciones de monocultivo intensivo.

LITERATURA CITADA

1. ANONIMO. 1977. Conjunto tecnológico para la producción de plátanos y guineos. Publicación 97, Universidad de Puerto Rico, Estación Experimental Agrícola, Río Piedras, Puerto Rico. 34 p.
2. ANONIMO. 1983. Black and yellow Sigatoka, improved identification and management techniques. Du Pont Latin America, 2121 Ponce de Leon Blvd., Suite 600, Coral Gables, Fla. 33134. 17 p.
3. BARRIGH, O. 1978. Control de la Sigatoka Negra en plátanos con bomba de mochila motor. Boletín No. 5 Servicios para la Investigación Agrícola Tropical, S.A. (SIATSA), La Lima, Honduras. 21 p.
4. DEVOS, P. & WILSON, G. F. 1979. Intercropping of plantains with food crops: maize, cassava and cocayama. Fruits 34:169-174.
5. IRIZARRY, H., RODRIGUEZ GARCIA, J. & DIAZ, N. 1985. Selection and evaluation of high yielding horn-type plantain clones in Puerto Rico: an explanation of their behavior. J. Agric. Univ. Puerto Rico 69:407-420.
6. LASSOUDIÈRE, A. 1973. Le bananier plantain en Cote d' Ivoire. Fruits 28:453-462.
7. MEREDITH, D. S., LAWRENCE, S. J. & FIRMAN, I.D. 1973. Ascospore release and dispersal in black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*). Trans. Br. Mycol. Soc. 60:547-554.
8. MULDER, J. L. & STOVER, R. H. 1976. *Mycosphaerella* species causing banana leaf spot. Trans. Br. Mycol. Soc. 67:77-82.
9. RACHMARAN, C. & GONZALEZ, A. 1985. Yield, agronomic characteristics and variability of regular Maricongo and Dwarf plantains (*Musa* AAB), using tissue culture plantlets in St. Croix, U.S. Virgin Islands. Proc. Caribbean Food Crops Soc. 20:243-244.
10. RAO, M. M. & EDMUNDS, E. M. 1984. A review of banana plantain cropping systems. Fruits 39:79-87.
11. RAO, M. M. & EDMUNDS, E. M. 1985. Characterization and classification of four plantain varieties in the Windward Islands. Fruits 40:243-247.
12. ROBERT, C. F., FULTON, R. H. & BLANCO, M. V. 1986. Ensayo a control terrestre de Sigatoka Negra en plátano. Rohm and Haas Centro America, S. A. Apartado 3908, San José, Costa Rica.
13. RODRIGUEZ, M. & BARRIGH, O. 1979. Manual sobre el cultivo del plátano en la costa norte de Honduras. Boletín No. 7 Servicios para la Investigación Agrícola Tropical, S.A. (SIATSA), La Lima, Honduras. 54 p.
14. RODRIGUEZ, M. & MORALES, J. L. 1985 a. Arreglos espaciales en sistemas de plátano (*Musa* AAB) y tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium* Schott) en La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
15. RODRIGUEZ, M., MORALES, J. L. & MELENDEZ, L. A. 1985 b. Arreglos espaciales en sistemas de plátano (*Musa* AAB) y maíz (*Zea mays*) en Talamanca, Costa Rica. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
16. ROWE, P. R. 1976. Possibilites d' amelioration genetique des rendements du plantain. Fruits 31:531-536.
17. ROWE, P. R. 1984. Recent advances in breeding dessert bananas, plantains and cooking bananas. Fruits 39:149-153.
18. ROWE, P. R. 1985. Diverse approaches to breeding plantains and cooking bananas. Proceedings of the Third Confe-

- rence of the International Association for Research in Plantains and Bananas. Abidjan, Ivory Coast, May 27-31. En imprenta.
19. STOVER, R. H. 1971. A proposed international scale for estimating intensity of banana leaf spot. *Trop. Agric. (Trinidad)* 48:185-196.
 20. STOVER, R. H. 1980. Sigatoka leaf spots of bananas and plantains. *Plant Disease* 64:750-755.
 21. STOVER, R. H. 1983. Effet du *Cercospora* noir sur les plantains en Amerique Centrale. *Fruits* 38:326-329.
 22. STOVER, R. H. 1983b. The effect of temperature on ascospore germ tube growth of *Mycosphaerella musicola* and *Mycosphaerella fijiensis* var. *diffor-*
 - mis*. *Fruit* 38:625-628.
 23. STOVER, R. H. 1983 c. The intensive production of horn-type plantains (*Musa* AAB) with coffe in Colombia. *Fruits* 38:765-770.
 24. STOVER, R. H. & DICKSON, J. D. 1970. Leaf spot of banana caused by *Mycosphaerella musicola*: methods of measuring spotting prevalence and severity. *Trop. Agric. (Trinidad)* 47: 289-302.
 25. STOVER, R. H. & BUDDENHAGEN, I. W. 1986. Banana breeding: polyploidy, disease resistance and productivity. *Fruits* 41:175-191.
 26. STOVER, R. H. & SIMMONDS, N. W. 1987. *Bananas* 3rd ed. Longman. En imprenta.

INTENTO DE ERRADICACION DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO, *Ceratitis capitata*, EN CENTRO AMERICA Y PANAMA

A. Perdomo E.

Coordinador Regional
FAO-CAPMED
Guatemala

INTRODUCCION

La Mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), también conocida como Moscamed es una de las plagas de la fruta más destructivas del mundo, debido a su elevado potencial reproductivo, a su amplia gama de hospederos y a su alta capacidad de adaptación climática.

En Centro América y Panamá se le conoce desde 1955 y han sido varios los intentos de erradicación, tanto a nivel experimental como aplicado, que han dado como resultado después de 31 años, el que exista la posibilidad de erradicación en forma definitiva a pesar de su alto costo involucrado. En los primeros años de su entrada al continente, la tecnología en nuestro medio no era lo suficientemente adecuada como para asegurar una efectiva erradicación de la plaga, además de la falta de infraestructura técnica, financiera y legal, aún tomando en cuenta que los primeros presupuestos no pasaban de pocos miles de dólares americanos.

Hoy en día, después de los éxitos alcanzados en otros países, tales como en Estados Unidos de América (EUA), en México y en Chile, han aumentado las esperanzas y perspectivas de erradicación no sólo en Centro América y Panamá, sino también en otros programas de erradicación en el sur de Perú, Egipto, Hawaii y otros.

El éxito o el fracaso del intento para erradicar en Centro América y Panamá dependerá principalmente de la disponibilidad del financiamiento, y en especial del externo proveniente de países donantes; y no tanto de la técnica en sí que ha sido confirmada plenamente y ajustada a las condiciones locales de nuestro medio. No solamente existe la posibilidad de erradicar a la Moscamed, sino también de ir ampliando paralelamente los conocimientos adquiridos para una futura erradicación de otras moscas de la fruta presentes en el trópico húmedo del istmo centroamericano.

Para comprender mejor esta situación debemos, quizás, trasladarnos varios años hacia el futuro y visualizar los avances que se logren en el campo de la ciencia y la tecnología relacionado con la protección vegetal como consecuencia de la meta establecida. De por sí, ya existe un entusiasmo natural entre los investigadores para ir adelante en estudios relacionados con la identificación, determinación de la importancia económica, parasitoides naturales e introducidos, y crianza masiva de otras moscas de la fruta.

De mayor interés, y en especial para ecólogos y conservacionistas, resulta la teoría más reciente del Dr. E. F. Knipling, relacionada con el uso masivo de parásitos combinado con el uso

masivo de insectos estériles para erradicar a la plaga con un menor uso de químicos. Recordemos que el mismo Knipling lanzó entre 1935 y 1937 la teoría del control autocida o técnica del insecto estéril, anteriormente conocida como del macho estéril, la misma que ya ha sido comprobada en varios casos (Fig. 1). Su más reciente teoría representa un acuerdo entre la escuela de investigadores a favor del control biológico y los investigadores a favor del control autocida. En la actualidad, existen varios científicos interesados en demostrar la factibilidad de este nuevo procedimiento de combate de plagas y es muy probable que alcance a ser utilizado en Centro América y Panamá.

En el presente trabajo resumimos los aspectos biológicos y ecológicos de

C. capitata, ampliando algunos temas a otras moscas de la fruta, y presentamos en forma muy somera aspectos relacionados con el intento de erradicar a la Moscamed de Cento América y Panamá mediante el Proyecto CAPMED (Centro América y Panamá — Mosca del Mediterráneo).

DISTRIBUCION GEOGRAFICA

La Moscamed se encuentra presente en climas templados, subtropicales y tropicales alrededor del mundo. En Sur América, por ejemplo, se encuentra en zonas desérticas en Chile y Perú, al igual que en el Medio Oriente en Egipto e Israel. También se le encuentra en zonas tropicales húmedas como Brasil, Centro América, Ecuador, Panamá y

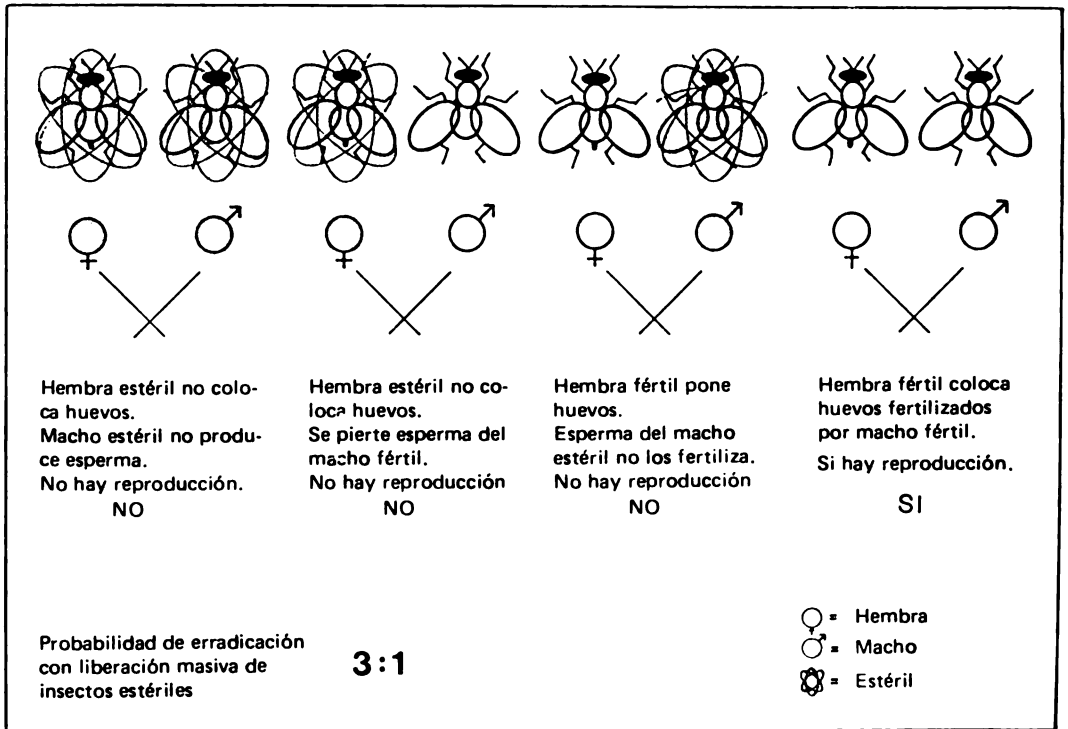


Figura 1. Técnica autocida del insecto estéril utilizada para erradicar plagas con un menor uso de químicos.

Venezuela. Igualmente, en varias islas alrededor del mundo, tales como en Australia, Azores, Creta, Hawaii, Nueva Zelandia y Sicilia (Fig. 2). Aunque tuvo su origen en Africa Oriental, se ha propagado en los cinco continentes en más de 90 países. Su primer reporte histórico fue en Mauritania en 1817. Luego siguieron otros países, algunos de cuyos registros fueron documentados (9) (Cuadro 1).

RELACION TAXONOMICA

La familia Tephritidae consiste de aproximadamente 4.000 especies, conocidas comúnmente como moscas de la fruta, que se encuentran ampliamente distribuidas por todo el mundo.

Inicialmente, Loew (10) colocó a las especies americanas conocidas, bajo el género *Trypeta*, pero en 1873 revisó nuevamente la familia con mayores de-

talles, asignando las especies a varios géneros en base a la experiencia con la fauna europea (7). Los géneros de mayor importancia económica dentro de esta familia son: *Anastrepha*, *Ceratitis*, *Dacus*, *Rhagoletis* y *Toxotrypana*. De éstos, *Anastrepha* Schiner y *Toxotrypana* Gerstaecker, se encuentra en el continente americano.

Según Stone (13) existen 114 especies de *Anastrepha*, y según Blanchard (4), citado por Foote (6), existen siete especies de *Toxotrypana*, seis de ellas en Argentina. En nuestro medio las tres especies de mayor importancia dentro de estos géneros son: las moscas mexicana y suramericana de la fruta, *A. ludens* (Loew) y *A. fraterculus* (Wiedemann), y la mosca de la papaya, *T. curvicauda* Gerstaecker.

El género *Ceratitis* Mac Leay, se ubica mayormente en la región tropical de Africa. La especie *capitata* fue clasi-

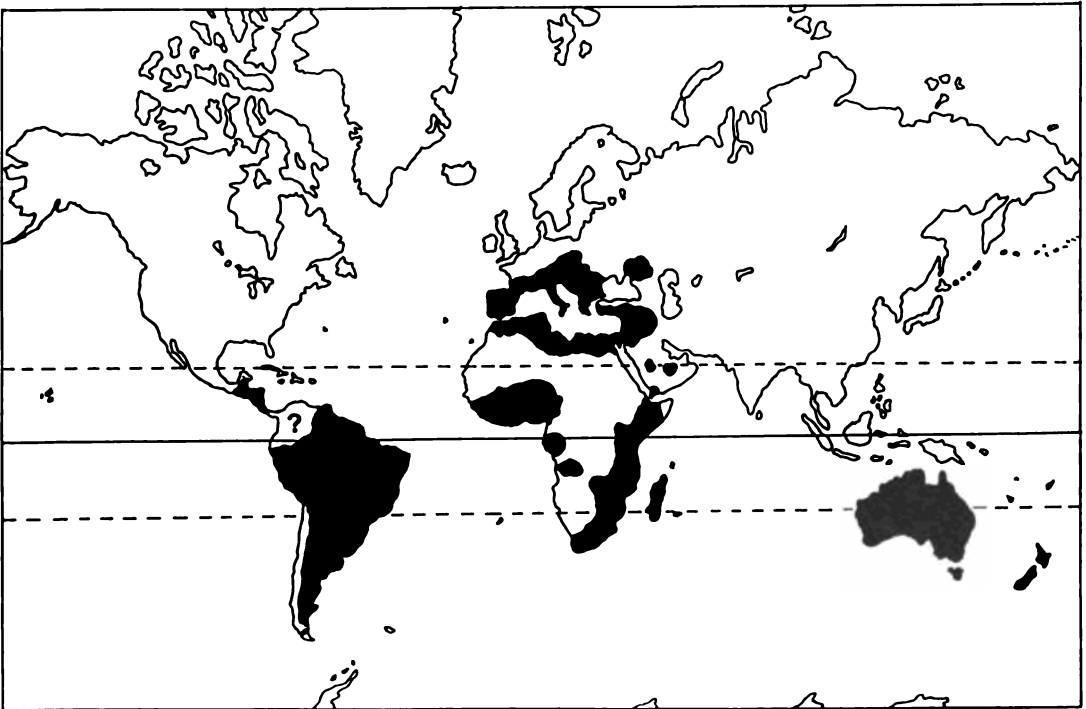


Figura 2. Distribución mundial de la Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wied).

ficada por Wiedemann en 1824 bajo el género *Tephritis*, el cual fue modificado posteriormente a *Ceratitis* por Mac Leay en 1829 (8). Esta especie y *C. malgassa* Munro, reportada como procedente de nueces moscadas de Puerto Rico por Steyskal (12), son las únicas dos especies de este género conocidas en el continente americano.

El género *Dacus*, Fabricius con 350 a 375 especies, es conocido en Africa, la Región Mediterránea, Lejano y Cercano Oriente, Australia y en el Pacífico. En el Nuevo Mundo han sido detectadas ocasionalmente en California, EUA, las especies *dorsalis* y *cucurbitae*, pero éstas no han logrado establecerse. En 1975 y 1981 *D. dorsalis* Hendel, fue reportada en Surinam, Sur América, y confirmada su presencia en el presente año, constituyéndose en una amenaza potencial para el continente, quizás de igual o mayor magnitud que *C. capitata*.

El género *Rhagoletis* Loew, ocurre en Europa, Norte, Centro y Sur América. Tiene menor importancia que los otros géneros.

CICLO BIOLÓGICO

En el desarrollo típico del ciclo biológico, las hembras grávidas introducen los huevecillos en las frutas hospedadoras utilizando su ovipositor esclerotizado (4 a 10 por ovipostura, hasta 20 por día, y de 300 a 800 en total). Estos tardan de 2 a 4 días hasta que se transforman en larvas, pero pueden demorar hasta 20 a 30 días en clima de invierno.

La larva en desarrollo muda dos veces su piel durante 6 a 11 días, a medida que se alimenta y crece. Un detalle característico, pero no exclusivo de la larva desarrollada de *C. capitata*, es que ésta encorva su cuerpo saltando varios centímetros hasta encontrar un sitio adecuado para transformarse en pupa.

Un cuarto estadio larval e inactivo sucede dentro del pupario antes de la formación final de la pupa.

CUADRO 1. Registros Históricos de Detección a Nivel Mundial

AÑO	LUGAR
1817	Mauritania
1829	Azores, Cabo Verde, Madeira
1842	España
1845	Malta
1858	Argelia
1863	Italia
1865	Bermudas
1878	Sicilia
1885	Túnez
1889	Africa del Sur
1899	Tasmania
1900	Francia
1901	Brasil, Nueva Zelandia
1904	Beirut, Egipto, Jerusalén, Turquía Asiática
1905	Argentina
1909-14	Africa (Este y Oeste)
1910-14	Hawaii
1915	Madagascar
1916	Grecia
1928	Hungría
1929	EUA (Florida)
1931	Austria
1950	Cerdeña
1955	Costa Rica
1956	EUA (Florida), Perú
1960	Nicaragua
1962-63	EUA (Florida)
1963	Chile, Panamá
1966	EUA (Texas)
1975	El Salvador, EUA (California), Guatemala, Honduras
1976	Irán
1977	Ecuador, México
1978	EUA (California)
1980-81	EUA (California y Florida)
1985	EUA (Florida)

El período pupal, que tarda entre 9 y 11 días en verano y varios meses en invierno, puede tener lugar dentro de la fruta atacada, pero normalmente ocurre en el suelo.

El adulto que puede vivir de uno hasta 10 meses dependiendo de las

condiciones climáticas, es de color amarillento, con tintes café en el abdomen, patas y en las marcas alares, midiendo aproximadamente dos tercios del tamaño de una mosca doméstica. La maduración sexual de éste sucede de los 4 a 5 días de emergidos, iniciando la oviposura entre 7 a 9 días. El macho produce una feromona que atrae a la hembra hacia todo un proceso de cortejamiento sexual reportado por Féron (5), y que tiene lugar a determinadas horas de la mañana en sitios sombreados y protegidos del viento y la luz solar directa.

DAÑOS

En cuanto a los daños que ocasiona, Miller (11) consideró los siguientes factores para estimar las pérdidas económicas totales:

- a) Daños directos a las frutas y hortalizas.
- b) Costos de los tratamientos y mano de obra adicional para su combate.
- c) Reducción del valor comercial de los productos.
- d) Desincentivación para el desarrollo horti-frutícola y/o para los

posibles mercados de exportación.

- e) Costos indirectos de las medidas cuarentenarias para evitar su dispersión o entrada en áreas libres.

Este mismo autor estableció en 1970 pérdidas directas en Costa Rica, Nicaragua y Panamá por \$3.6 millones de dólares, considerando una producción total de \$110 millones, principalmente de café, cítricos y otras frutas.

También estimó las pérdidas anuales potenciales para México, Centro América y Panamá en \$290 millones de dólares, considerando una producción total de casi \$6.000 millones, principalmente banano (por restricciones cuarentenarias), café, cítricos, limones y otras frutas (Cuadro 2).

Hoy en día, estas pérdidas ascienden a unos \$90 millones de dólares al año, y desde 1955 hasta la fecha, las pérdidas totales han sido estimadas en más de \$1.000 millones, sin tomar en cuenta los efectos al comercio de exportación y a la limitación de la expansión agrícola (1).

Aunque resulta difícil estimar las pérdidas directas a las frutas, ya que varían según múltiples condiciones de campo (intensidad de la infestación,

CUADRO 2. Infestación Promedio y Potencial (en porcentaje de daño) ocasionada por *C. capitata* en Centro América y Panamá

Cultivo	Infestación Promedio	Infestación Potencial
Cítricos	28-35	80-90
Frutales en general	17-22	80-90
Café	2 - 3	3 - 5
Hortalizas	5-15	15-25

Nota: Infestación potencial se refiere a una situación especial de máximo daño (ejemplo: sin control químico ni prácticas culturales, alta población de moscas y clima favorable).

época de muestreo, condiciones climáticas, abundancia y aislamiento de los hospederos y otros factores), existen varios reportes en México, Centro América y Panamá de OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América), AID (Agencia Internacional para el Desarrollo) y otras instituciones.

HOSPEDEROS

Se conocen más de 200 hospederos de la Moscamed, principalmente frutales, aunque también ataca hortalizas y otras plantas. Los hospederos se identifican en varias formas dependiendo de la preferencia, principalmente, y de otros factores como la disponibilidad de los mismos, el área o rango de cobertura, o si se trata de cultivos organizados (huertas) o de patio.

La clasificación recopilada por UC/AID (3) clasifica a los hospederos en cuatro grupos:

- a) Fuertemente o generalmente infestados.
- b) Ocasionalmente infestados.
- c) Raramente infestados.
- d) Infestaciones de laboratorio.

El Programa Moscamed de Guatemala los clasifica en:

- a) Hospederos reales.
 - 1) Primarios: De alta preferencia.
 - 2) Secundarios: Hospederos alternantes parasitados en ausencia de los primarios.
 - 3) Terciarios: Parasitados esporádicamente como una respuesta de supervivencia.
- b) Hospederos potenciales (bajo condiciones de laboratorio).

A nivel de Centro América y Panamá los siguientes hospederos son considerados en los primeros lugares de importancia:

HOSPEDERO	NOMBRE CIENTIFICO
Almendro	<i>Terminalia catappa</i>
Café	<i>Coffea spp.</i>
Caimito	<i>Chrysophyllum caimito</i>
Ciruela	<i>Prunus spp.</i>
Durazno	<i>Prunus persica</i>
Guayaba	<i>Paidium guajava</i>
Jocote	<i>Spondias monbin</i>
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>
Mango	<i>Mangifera indica</i>
Manzana	<i>Pyrus malus</i>
Manzana rosa	<i>Eugenia jambos</i>
Melocotón	<i>Prunus spp.</i>
Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i>
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i>
Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>
Pera	<i>Pyrus communis</i>
Sapote	<i>Casimiroa edulis</i>

INVASIONES, MIGRACIONES Y ERRADICACIONES EN AMERICA

En América fue detectada por primera vez en Brasil en 1901, de donde avanzó cubriendo a la mayoría de los países de Sur América. En Perú, por ejemplo, fue detectada 55 años más tarde en la ciudad de Huánuco, y en aproximadamente cuatro años se encontraba prácticamente en todos los valles y zonas frutícolas del país.

En el istmo centroamericano fue detectada a través de Costa Rica en 1955, y hasta la parte final de esa década se intentó erradicar infructuosamente mediante aspersiones químicas. En 1960 fue detectada en el sur de Nicaragua y en 1963 en la frontera de Panamá con Costa Rica. Durante la década del 60 se llevó a cabo un programa cooperativo en los tres países, con la participación del OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), FAO, PNUD (Programa de las

Naciones Unidas para el Desarrollo), USDA, OIRSA y los respectivos Ministerios de Agricultura de cada país. Los objetivos, en aquel entonces, fueron: Detener el avance de la plaga, y estudiar mecanismos integrados de erradicación, basados principalmente en la técnica del insecto estéril, conocida como control autocida.

En 1970 se debatió en San José, Costa Rica, los resultados obtenidos hasta ese momento, basados principalmente en los ensayos de erradicación llevados a cabo en Carazo, Nicaragua (2). Esta reunión contó con la participación numerosa de científicos internacionales y regionales que apoyaron la propuesta para intentar la erradicación en Nicaragua, como primera instancia; y luego en Costa Rica y Panamá, a un costo aproximado de \$6 millones de dólares. Sin embargo, no se hizo el intento por falta de suficientes recursos económicos, aduciendo a la vez falta de conocimientos en aspectos tales como relación costo-beneficio, tasas de retorno e insuficientes datos sobre daños directos e indirectos causados por la plaga. A raíz de este significativo hecho la plaga fue detectada entre 1975 y 1977 en Honduras, El Salvador, Guatemala y sur de México al suspenderse toda actividad de control químico en brotes localizados al norte de Nicaragua.

Como consecuencia de la invasión en el sur de México y su posible migración a los Estados Unidos, pudiendo afectar a las industrias frutícolas de estos dos países, se creó en 1977 un programa cooperativo entre estos dos países inicialmente, y con Guatemala posteriormente, con la finalidad de establecer una barrera en el istmo de Tehuantepec, mediante aspersiones químicas aéreas y liberaciones masivas de moscas estériles. En la actualidad, este programa ha dado un exce-

lente resultado habiendo erradicado prácticamente a la mosca en 8.000 km² dentro de una superficie total de 35.000 km² del sur de México, mientras que Guatemala cuenta con más de 70.000 km² de superficie libre de la plaga. Exitos similares han sido logrados repetidas veces en EUA (California, Florida y Texas) y en Chile. En este último país se ha erradicado mediante aspersiones intensas de cebos tóxicos y medidas rígidas de cuarentena y de control cultural.

Debido a los alcances obtenidos y al perfeccionamiento técnico en el campo del control autocida, se pretende ampliar el programa de erradicación a todo Centro América y Panamá a través de un Proyecto identificado bajo las siglas CAPMED con una duración estimada de 7 a 9 años, es decir, que se espera contar con una erradicación total de la especie *C. capitata* para antes de finales del presente siglo, de acuerdo a la estrategia ilustrada en la Figura 3. Indudablemente, que este ambicioso proyecto representará para el área centroamericana y para Panamá un enorme reto que merece toda consideración por parte de los gobiernos, universidades, institutos de investigación, organismos regionales e internacionales.

PROYECTO REGIONAL CAPMED

El Proyecto Regional CAPMED nace a raíz de los éxitos logrados en México y Guatemala utilizando técnicas integradas de erradicación basadas principalmente en la del insecto estéril o control autocida. A continuación expondremos los objetivos, justificaciones, actividades y contribuciones basados en el documento de proyecto (borrador).

Objetivos: Entre los objetivos, tenemos los inmediatos y los de desarrollo

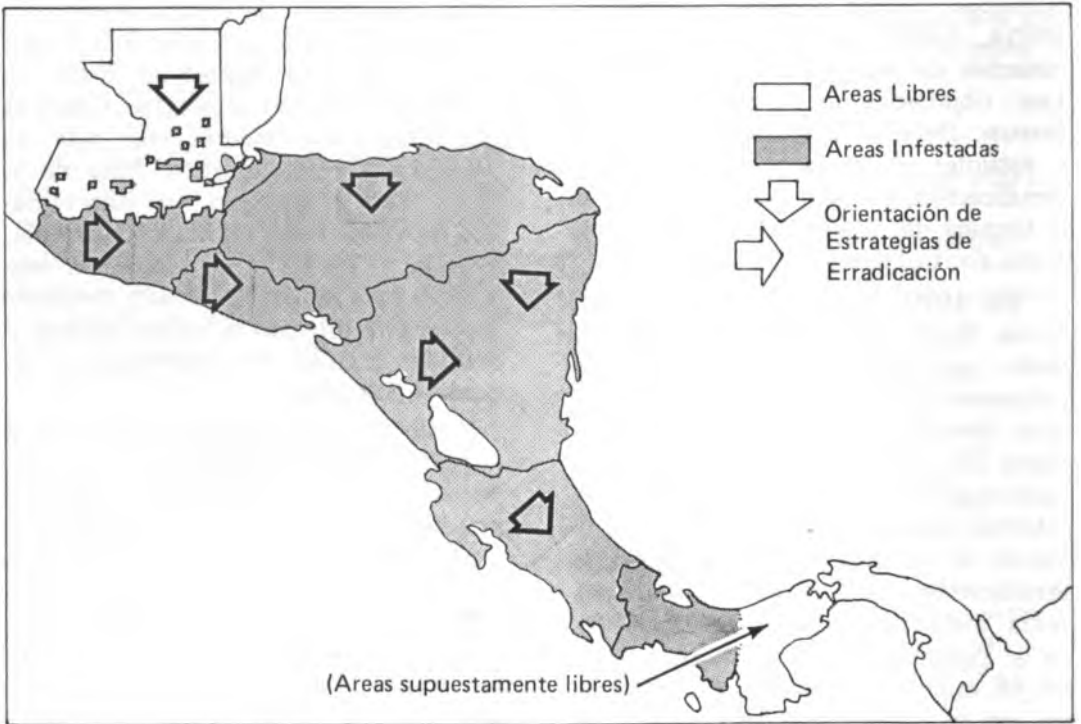


Figura 3. Estrategia programada de erradicación de la Mosca del Mediterráneo en Centro América y Panamá.

o de largo alcance, aunque su principal objetivo es la erradicación de la Mosca del Mediterráneo y el desarrollo de estrategias y métodos de control integrado de otras moscas de la fruta, para el mejoramiento de la producción y protección de frutas y hortalizas en México, Centro América y Panamá.

Entre sus objetivos inmediatos tenemos los siguientes:

- a) Mantener a la plaga dentro de las actuales áreas infestadas y continuar erradicándola progresivamente.
- b) Determinar su distribución geográfica, especialmente en la costa Atlántica, para precisar su costo de erradicación y la ubicación de puestos adicionales de cuarentena interna.
- c) Capacitar al personal que tendrá a su cargo la ejecución de los pro-

gramas nacionales Mosca del Mediterráneo.

- d) Reforzar y mejorar la eficiencia de los Servicios Nacionales de Cuarentena Vegetal.
- e) Establecer las infraestructuras necesarias para la operación del Proyecto.
- f) Establecer un programa de investigación y de desarrollo de métodos mediante acciones mancomunadas entre organismos regionales e internacionales, universidades e institutos de investigación tendiente al mejoramiento integral de la eficiencia del Proyecto, y al estudio integrado de otras moscas de la fruta.
- g) Establecer un programa de divulgación y de capacitación dirigido al público, y a los productores, en particular, a través de los medios de comunicación y

de charlas, boletines, manuales e informes técnicos.

Entre los objetivos de desarrollo, el Proyecto:

- a) Contribuirá al desarrollo socio-económico de la región mediante el mejoramiento de la producción agrícola, especialmente de los pequeños y medianos productores, en concordancia con las políticas de desarrollo regional.
- b) Promoverá el desarrollo y el mejoramiento de la producción horti-frutícola, elevando el nivel nutricional y la salud de la población.
- c) Contribuirá al desarrollo de infraestructuras apropiadas para la prevención de plagas y enfermedades lo que facilitará el comercio interno y externo de las frutas y hortalizas.
- d) Permitirá un mejoramiento de la eficiencia de las actividades operacionales de las instituciones nacionales y regionales dedicadas a la producción y protección vegetal.

Justificaciones: El ahorro anual estimado para Centro América y Panamá será de unos \$90 millones de dólares, mientras que los beneficios proyectados en relación con el posible daño si llegara a establecerse en la cuenca del Caribe sería de unos \$270 millones al año. Sin mencionar la costosa campaña de México y Guatemala, el posible daño de esta plaga a la próspera industria horti-frutícola se ha estimado conservadoramente en más de \$500 millones anuales. El costo recurrente para la economía estadounidense en caso de reinfestación permanente se estima en alrededor de \$2.000 millones de dólares al año.

Se estima que los países de la re-

gión podrían duplicar su cultivo frutícola hasta alcanzar unas 200.000 ha. Esta producción incluiría una gran variedad de frutas, tales como aguacate, ciruelas, cítricos, mango, peras y piñas. Además podría incrementarse la producción hortícola, tanto para el consumo local como para exportación, al aumentar la demanda en los mercados potenciales (EUA, Europa, Japón).

La erradicación puede tener efectos beneficiosos adicionales, tales como mejorar la calidad de la fruta y el nivel nutricional de la población, crear nuevos empleos, diversificar y tecnificar la producción agrícola, aumentar el ingreso de divisas, desarrollar o ampliar la industria local de procesamiento de hortalizas y frutas, incrementar los beneficios sociales en general y mejorar la economía global de toda la zona.

Las actuales y potenciales restricciones al uso de fumigantes químicos, tales como el DBE (Dibromuro de Etileno), así como el uso indiscriminado de los plaguicidas, se verían reducidas al no tener que hacer uso de ellos para garantizar el buen estado de la fruta.

El Proyecto redundará en un mejoramiento del control de otras especies de moscas de la fruta y facilitará su expansión hacia un control integrado o posible erradicación.

Los servicios de protección fitosanitaria y de cuarentena mejorarán su eficacia, no sólo contra la Moscamed, sino contra otras plagas y enfermedades de considerable importancia regional.

Actividades: Se construirán tres unidades de cría masiva y esterilización de Moscamed en Honduras, Costa Rica y Panamá, además de que existe la posibilidad de construir módulos en El Salvador y Nicaragua para la producción masiva de parásitos. Se mantenen-

drán en operación las unidades de cría de México y Guatemala para abastecimiento en la línea de erradicación. El laboratorio de Guatemala será ampliado a su máxima capacidad.

Se estima una producción mínima de 2.000 millones de moscas estériles por semana y máxima de 4.050 millones. El control de calidad del material producido y liberado, será una de las principales actividades, tanto en el laboratorio como a nivel de campo, para satisfacer adecuadamente las demandas y las expectativas.

Se establecerán centros de recepción, empaque y distribución de pupas estériles de Moscamed en cada uno de los países según el avance del Proyecto, además de los centros y subcentros de operaciones de las actividades de campo, que incluirá trampeo, muestreo de fruta, control químico, terrestre y aéreo, liberación masiva de moscas estériles y otras.

Los países signatarios adoptarán reglamentaciones uniformes contra la Moscamed y establecerán puestos de cuarentena interna y externa según las necesidades, mejorando al máximo los servicios de cuarentena vegetal.

Se establecerá un programa permanente de información al público para explicar los beneficios del Proyecto y el avance del mismo. Periódicamente se prepararán y distribuirán publicaciones, así como informes técnicos.

La capacitación técnica del personal y de los productos será una de las principales actividades, además de que se establecerán lotes de estudio-demonstración en zonas seleccionadas productoras de frutas y hortalizas.

Un proyecto de esta magnitud requerirá el apoyo de una unidad de investigación y desarrollo de métodos que a través de subcontrataciones con universidades, institutos, organismos regionales e internacionales, desarrollen

estrategias para mejorar la eficacia y disminuir costos del Proyecto, así como para el control integrado o erradicación futura de otras moscas de la fruta. Adicionalmente, coordinará estudios especiales para reducir al mínimo los impactos ecológicos negativos, tales como la determinación del momento óptimo y el mínimo de aplicaciones y dosis requeridas, reducción de posibles efectos sobre la apicultura y otros insectos benéficos.

Contribuciones: El Proyecto con una duración estimada de 7 a 9 años contempla un presupuesto variable de \$350 millones de dólares, los cuales serán financiados mayormente de fuentes externas. Lógicamente, los EUA deberán contribuir mayormente con el mismo, dado el mayor beneficio que obtendría este país con una erradicación efectiva de la plaga.

La FAO y el OIEA, por su parte, dedican un gran esfuerzo para obtener apoyo de otros países donantes y durante 1986 han destinado un millón de dólares a solicitud de los países de la región para iniciar la determinación geográfica y monitoreo de la Moscamed.

Los gobiernos signatarios deberán aportar principalmente:

- a) Todos los servicios e instalaciones actualmente dedicadas al control y erradicación de la Moscamed.
- b) Personal estable para las distintas actividades (mas o menos 150 por país para actividad de campo y unos 400 por unidad de producción masiva de moscas estériles.
- c) Terrenos para la edificación de facilidades del Proyecto, tales como unidades de cría, centros y subcentros.
- d) Espacio para oficinas y laboratorios, en especial de la sede del Proyecto.

e) Exoneraciones del pago de recargos, tasas de aeropuertos, derechos aduaneros, aranceles de importación y otros relacionados con el tráfico de equipos y materiales biológicos y físicos.

f) Tarifas especiales de luz, agua y teléfono para las facilidades del Proyecto.

Los organismos regionales tales como el OIRSA, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) y otros aportarán, mediante convenios contractuales, personal y facilidades para la investigación y capacitación técnica. Específicamente, OIRSA asumirá el liderazgo y la responsabilidad sobre las acciones cuarentenarias.

LITERATURA CITADA

1. ANONIMO. 1986. Documento de Proyecto CAPMED (Borrador). 22 p.
2. ANONIMO, 1970. OIRSA/OIEA/PNUD. Technical Reports of Eradication of the Mediterranean fruit fly in Central America (OIRSA, ed.), San Salvador, El Salvador. 458 p.
3. ANONIMO. 1977. The Mediterranean fruit fly and its economic impact on Central American countries and Panamá. A multidisciplinary study team report. Unif. of Calif., Berkeley. Contract AID/ta-C-1380.
4. BLANCHARD, E. E. 1959. El género *Toxotrypana*, en la República Argentina. Acta Zool. Lilloana. 17:33-44.
5. FERON, M. 1962. L'instinct de reproduction chez la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Trypetidae). Comportement sexuel-comportement de ponte. Rev. Pathol. Veg. Entomol. Agric. Fr. 41: 1-129.
6. FOOTE, R. H. 1980. Fruit fly genera south of the United States. U.S. Dept. Agric. Tech. Bull. 1600. 79. p.
7. FOOTE, R. H. y F. L. Blanc. 1963. The fruit flies or Tephritidae of California. Bull. of the Calif. Insect Survey.
8. HANCOCK, D. L. 1984. Ceratitinae (Diptera: Tephritidae) from the Malagasy Subregion. J. Ent. Soc. Sth. Afr. 47:277-301.
9. KARPATI, J. F. 1983. The Mediterranean fruit fly (Its importance, detection and control). Plant Quarantine Dept. FAO W/q0589. 39 p.
10. LOEW, H. 1962. Monographs of the Diptera of North America. Smithsonian Misc. Coll. 1:1-221.
11. MILLER, J. E. 1970. An investigation of the present and potential economic losses caused by the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*, Wied.) in Central America. In Reportes Técnicos sobre la Erradicación de la Mosca-med en Centro América (OIRSA, ed.), San Salvador, El Salvador. 35 p.
12. STEYSKAL, G. C. 1982. A second species of *Ceratitis* (Diptera: Tephritidae) adventive in the New World. Proc. Entomol. Soc. Wash. 84: 165-166.
13. STONE, A. 1942. The fruit flies of the genus *Anastrepha*. U. S. Dept. Agric. Misc. Publ. 439. 112 p.

LA BROCA DEL FRUTO DEL CAFETO, *Hypothenemus hampei*, Y SU CONTROL

J.R. Quezada

N.E. Urbina

CATIE
Proyecto MIP
Turrialba
Costa Rica

IICA/PROMECAFE
Guatemala
Guatemala

INTRODUCCION

La Broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei*, Ferr. se ha constituido en los últimos años en el principal problema entomológico para las zonas cafetaleras de Guatemala, El Salvador, Honduras y el sur de México, desde su introducción a la región en 1971 (Guatemala). De aquí la plaga se diseminó a Honduras (1977), México (1978) y El Salvador (1981) (1).

Debemos reconocer que no erradicaremos la plaga, por lo que es la responsabilidad tanto de técnicos como productores, el desarrollo de una estrategia de control basado en los principios y alternativas del Manejo Integrado de Plagas.

ORIGEN, DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y PLANTAS HOSPEDERAS

Para atender la problemática de la Broca, es útil considerar, su origen y también el del cafeto. Ambos son originarios de Africa, posiblemente de Etiopía en alturas de más de 1.500 m. s.n.m. donde aparentemente aún se encuentran en su forma silvestre. La especie *canephora* o "robusta", por otro lado, se encuentra a altitudes más bajas hacia el centro y oeste del continente africano. La evidencia de que la Broca no se encuentra a altitudes superiores a los 1.500 m.s.n.m., donde se encuentra la

especie *arabica*, hace suponer que esta especie no es su hospedera nativa. En cambio, siguiendo este razonamiento, podemos concluir, que *robusta* u otra especie de café es su hospedera original. Esto, no significa necesariamente que *robusta* sea más preferido por la Broca que otras especies (2).

De acuerdo a De Ingunza (11), Hargreaves (16), Hernández Paz y Sánchez de León (19), Johanneson (20), Le Pelley (22), Reid (31) y Ticheller (34), la Broca se encuentra en Africa en los siguientes países: Uganda, Kenya, Guinea, Sierra Leona, Liberia, Ghana, Nigeria, Costa de Marfil, Isla Fernando Pó, Guinea Española, Camerún, Congo, Angola, Tanganika, Ruanda Urundi, Nyasalandia, Rhodesia y Mozambique. En Asia se encuentra en: Tailandia, Vietnam, Malasia, Indonesia, India y Filipinas. En Oceanía este insecto se ha detectado sólo en Nueva Caledonia, pero es probable que se encuentre en Papúa y Nueva Guinea. En el Continente Americano la Broca se encuentra en los siguientes países: Brasil, Perú, Surinam, México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Puerto Rico y Jamaica (Fig. 1).

En cuanto a las plantas hospederas de la Broca, se reconocen dos categorías: hospederas primarias que son aquellas que son indispensables para la alimentación y reproducción de la Broca, y hospederas secundarias o alternas

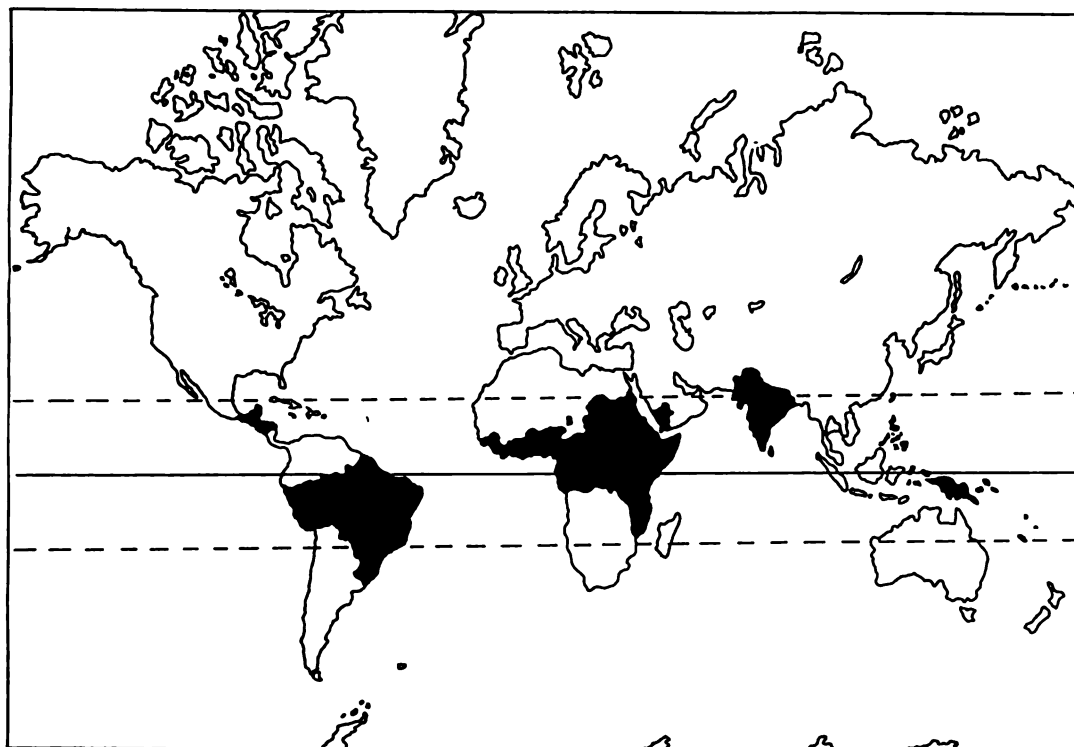


Figura 1. Distribución mundial de la Broca del Café *Hypothenemus hampei*.

que son aquellas que el insecto utiliza como alimento o escondrijo temporal, pero que no se puede reproducir en ellas. La mayoría de los autores reconocen como única hospedera primaria los frutos de varias especies del género *Coffea*. Sin embargo, las especies *Oxyanthus* spp., *Dalium lacourtiana* y *Cajanus cajan*, han sido reportadas como hospederas primarias por Hargreaves (17), Sladen (33) y Campos (8), respectivamente (Cuadro 1).

CLASIFICACION Y SINONIMIA

La Broca del fruto del cafeto fue descrita por primera vez en 1836 por Westwood (35), quien la clasificó dentro del género *Hypothenemus*. En 1867, Graft Ferrari (13) la describió como *Cryphalus hampei*. Posteriormente,

recibió las denominaciones de *Stephanoderes hampei*, Ferr. 1867; *Stephanoderes coffeae*, Hagedorn, 1910 (15); *Cryphalus hampei* Hagedorn, 1910 (15); *Xyleborus coffeivorus* Vander Weele, 1910 y *Xyleborus coffeicola* Campos Novaes, 1922. Este insecto pertenece al Orden Coleoptera, sub-orden Polyphaga, familia Scolytidae, sub-familia Ipinæ y tribu Cryphalini.

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

Los adultos tienen su cabeza en forma globular escondida dentro del protórax. Las antenas son en forma de codo, con los últimos cinco segmentos unidos formando una esfera diminuta. Los ojos son planos y no convexos. La sutura media frontal de la cabeza es

CUADRO 1. Planta Hopederas de la Broca del Café

Primarias:

Especies silvestres de café (cerezas)	<i>Coffea</i> spp. (Varios autores)
Especies cultivadas de café (cerezas)	<i>Coffea</i> spp. (Varios autores)
* Especies forestales de <i>Oxyanthus</i> (cerezas)	<i>Oxyanthus</i> spp. (Hargreaves, 1945)
* Leguminosa (granos)	<i>Dialium lacourtiana</i> (Ghesquiere)
* Gandul (granos y vainas)	<i>Cajanus cajan</i> (Campos)

Alternas:

Habilla	<i>Phaseolus lunatus</i> (Hargreaves, 1945)
Zarzamora	<i>Rubus</i> sp. (Mayne)
Vid	<i>Vitis lanceolaria</i> (Arens)
Crotolaria	<i>Crotolaria</i> sp. (Begeman, 1926)
Centrosema	<i>Centrosema plumierii</i> (Ticheler)
Calentura	<i>Caesalpinia</i> sp.
Leucaena	<i>Leucaena glauca</i>
Acacia	<i>Acacia decurrens</i> (Anónimo 1940)
Eriobothrya	<i>Eriobothrya japonica</i> (Cohic, 1958)
Gandul	<i>Cajanus cajan</i> (Campos)
Arvejas	<i>Pisum sativum</i> (De Oliveira)
Maíz	<i>Zea mays</i> (De Oliveira)
Maní	<i>Arachis hipogea</i> (De Oliveira)
Castor	<i>Ricinus</i> sp. (De Oliveira)
Okra	<i>Hibiscus</i> sp. (De Oliveira)
Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i> (De Oliveira) *

* No confirmados

larga y bien definida. El protórax, en su margen delantero, está armado con 4 a 7 dientes o espinas. Los élitros presentan pequeñas cavidades deprimidas, longitudinales; están cubiertos de setas cortas y planas que crecen hacia atrás, siendo por lo menos ocho veces más largas que anchas. El segundo par de alas membranosas está presente sólo en las hembras y atrofiadas en los machos, por lo que éstos no pueden volar. Los adultos tienen una coloración castaño claro, recién emergidos y a medida que avanza su edad cambian a café oscuro, hasta tomar un color negro. El tamaño varía entre machos y hembras, midiendo los primeros de 1.0 a 1.25 mm. y las segundas de 1.37 a 1.82 mm. de largo (1, 19, 30).

Hypothenemus hampei, o verdadera Broca, es muchas veces confundida con

la falsa Broca, *Hypothenemus seriatus*, la cual se encuentra infestando frutos de café con mucha frecuencia. Las diferencias fundamentales entre ambas especies son las siguientes: *H. seriatus*, es nativa de América y se le encuentra desde el Sur de los Estados Unidos hasta el estado de Sao Paulo, Brasil; *H. hampei* es monófaga, alimentándose exclusivamente del endosperma de los frutos del café, mientras que *seriatus* es polífaga, alimentándose de frutos secos de otras plantas; *H. hampei*, penetra frutos verdes cavando un orificio perfectamente circular, mientras que *H. seriatus*, nunca penetra otros frutos y sus perforaciones no son exactamente circulares. Adicionalmente, *seriatus* se alimenta de la pulpa del fruto y no penetra el endosperma como lo hace *hampei* que sí se alimenta y procrea dentro del endosperma con-

sistente. Las setas que se encuentran en los élitros son en forma de espátulas, presentando cinco o seis estrías longitudinales en su extremo distal en la especie *seriatus*, mientras que en *hampei* son alargadas y cilíndricas. (1, 19, 30).

TIPO DE DAÑO Y PERDIDAS OCASIONADAS

La hembra de la Broca inicia su perforación en la mayoría de los casos, en la corona del fruto, o sea en el extremo opuesto a la base de la cereza. Otras veces perfora exactamente en el disco del fruto y otras en el borde. Perforaciones en la base o en los lados del fruto son poco frecuentes (19). Si el fruto tiene 20% o más de materia seca, la hembra perfora hasta el endospermo donde empieza a depositar sus huevos (2,3). Si el fruto no tiene la consistencia adecuada (menos de 20% de materia seca), la hembra permanece en el canal de perforación sin penetrar en el endospermo. En la mayoría de los casos solamente un endospermo es dañado (90% de las veces)

y solamente en 5% de los casos se encuentran dañados ambos endospermos (32). Si la perforación se inicia cuando los frutos están muy pequeños (estado lechoso), el principal daño consiste en la caída del fruto con la consecuente reducción en rendimiento. El porcentaje de frutos caídos en esta etapa debido a la Broca no se ha determinado adecuadamente. El mayor daño es causado cuando el fruto está en el estado de semi-consistencia (más de 20% de peso seco), ya que en esta etapa el endospermo se torna duro, ofreciendo un substrato apropiado para la oviposición y alimentación de los adultos y el desarrollo de los estadios inmaduros. Este daño da como resultado la pérdida de peso del grano, reduciendo el rendimiento. Monterroso en 1980 (25), en estudios realizados en Guatemala en café Bourbon con varios porcentajes de infestación, obtuvo que con 0% de infestación de Broca, la conversión de cereza a pergamino era de 4.5:1, mientras que con 100% de infestación la conversión fue de 10.6:1, lo que equivale a una pérdida de 57% (Cuadro 2).

CUADRO 2. Pérdidas de Rendimiento de Café Oro observadas bajo diferentes porcentajes de infestación de Broca*

Porcentaje de infestación	Conversión maduro a pergamino	Cosecha en pergamino (qq)	Conversión maduro-oro	Cosecha en oro (qq)	Porcentaje de pérdida
0	4.54/1	1,101.3	5.65/1	881.0	0.00
5	4.64/1	1,077.6	5.65/1	867.0	2.17
10	4.74/1	1,054.8	5.92/1	843.8	4.22
20	4.94/1	1,012.1	6.17/1	809.6	8.12
30	5.15/1	970.8	6.43/1	776.6	11.80
40	5.36/1	932.8	6.70/1	746.2	15.29
50	5.84/1	856.1	7.30/1	684.9	22.29
60	6.32/1	791.1	7.90/1	632.9	28.18
80	7.87/1	635.3	9.83/1	508.6	42.30
100	10.59/1	472.1	13.23/1	377.9	57.15

* (de Monterroso J.L., 1981)

BIOLOGIA

La Broca del fruto del cafeto tiene una metamorfosis completa, pasando por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto.

El adulto de este insecto es un pequeño escarabajo de color pardo claro recién emergido a pardo oscuro o negro después de 4 ó 5 días de edad (5, 1, 14, 19).

Los huevos son de forma globosa, ligeramente elíptica, siendo al principio de color blanco lechoso y a medida que el período de incubación progresa, se tornan blancos hialinos y próximos a la eclosión toman un color amarillento. Su tamaño oscila entre 0.45 a 0.83 mm de largo (1, 5, 6, 14, 19).

Las larvas son de color blanco lechoso y de consistencia blanda. Son ápodas, con una cápsula cefálica parda y bien esclerotizada y provistas de mandíbulas fuertes, proyectadas hacia el frente. Miden de 1.88 a 2.30 mm de largo.

Las pupas tienen una coloración amarillenta al principio, cambiando a pardo pálido poco antes de la emergencia del adulto. A medida que la pupa se desarrolla, se pueden apreciar la cabeza con sus ojos, las antenas y la boca definida, así como las alas y las patas. Hernández Paz y De León (19) señalan que las hembras miden de 1.37 a 1.93 mm de largo y de 0.51 a 0.82 mm de ancho.

CICLO BIOLÓGICO Y HABITOS

Las hembras son fecundadas por los machos dentro de los propios granos de donde emergen, lo que explica la razón por la cual los machos carecen de alas funcionales. La proporción de sexos de la Broca varía según los estudios realizados en varios países. Bergamin (6) indica una

relación de 9.75 hembras por cada macho. De Oliveira (12) encontró una relación de 5.7: 1, mientras que Corbeti, citado por Leefmans (21) en Malasia, señala una relación de 30 hembras por cada macho. Leefmans (21) reporta una relación de 40 a 59 hembras por cada macho en Java. Baker (2, 3) ha encontrado una relación que va de 8-10 hembras por macho. (Cuadro 3).

La hembra toma aproximadamente de 6 a 7 horas penetrar hasta el endospermo, donde construye una galería en forma piriforme, la que utiliza como cámara de oviposición (19).

De Oliveira (12), Le Pelley (22, 23) y Baker (2, 3) reportan que la hembra pone un mínimo de 12 huevos y un máximo de 63. Bergamin (6) por otro lado, señala un mínimo de 31, máximo de 119 y un promedio de 74 huevos puestos por una hembra durante toda su vida. De acuerdo a Baker (2), las hembras viven un promedio de 150 días, pudiendo alcanzar hasta un máximo de 250 días. La temperatura tiene una gran influencia en la duración del período de incubación que es de 9 días (26°C) y 16 días (18.7°C) (6).

El estadio larval dura de 10 a 26 días, los cuales pasa la larva alimentándose del endospermo (1,5,7,14, 19, 21, 33). Las larvas hembras sufren dos mudas mientras que los machos sólo una. Al estadio larval le sigue una fase de quietud denominada prepupa, la cual dura aproximadamente 2 días. El estadio de pupa experimenta los cambios metamórficos que caracterizarán al adulto.

El ciclo de vida completo, toma dependiendo de las condiciones bióticas y abióticas, entre 20 a 37 días (Cuadro 3).

CUADRO 3. Información General de la Historia de Vida de la Broca del café, *Hypothenemus hampei*

País	Relación M/H*	Madurez Sexual (días)	Período de pre Ovip. H. (días)	Ovip/día/H (No. de huevos)	No. Máximo huevos Ovip/H	Longevidad de la Hembra (días)	Duración de los estados (días)			Huevo a Adulto	No. de gen./año	
							Huevo	Larva	Prepupa Pupa			
Brasil	1:10	3-4	100	2-3	74	157	7-6	13-8	2	4-6	27-5	7
Ceylán	NR***	NR	5-20	2	50	NR	6	18	2	5	31-10	NR
Malaya	1:30	NR	4-14	NR	60	120	5-7	12-20	NR	4-7	21-34	NR
Uganda	NR	NR	5-6	NR	63	35-112	8-9	15-19	NR	7-8	30-36	8
Java	1:59	NR	NR	NR	54	87	5-6	10-21	2	4-6	21-35	NR
Java	1:40	NR	8-20	NR	NR	102	5-6	10-26	1-2	4-8	20-37	NR
Guatemala**	NR	NR	NR	NR	7	187	7-9	11-13	NR	5-6	23-28	NR

* M = macho, H = hembra

** Observaciones de laboratorio.

*** NR = No Registrado

ASPECTOS ECOLOGICOS

Para planificar una estrategia de control de esta plaga, es importante comprender el comportamiento del insecto a las condiciones bióticas y abióticas del ambiente del cafetal. De todos los estudios realizados se sabe que la Broca tiene una dispersión agregada o de contagio dentro del cafetal, ó sea, no se le encuentra infestando uniformemente todo el predio, sino que en focos. Dentro de cada planta también se observan algunas bandolas más infestadas que otras, siendo las del tercio medio las más infestadas (2, 3).

En lo referente a la altitud, el rango óptimo para el desarrollo de la Broca, está entre 800 a 1.000 m.s.n.m. A alturas mayores de 1.500 m.s.n.m., la Broca generalmente no representa un problema económico (1).

Estudios desarrollados en México, Guatemala, Honduras y El Salvador, indican que las poblaciones de Broca son mayores en cafetales con sombra muy densa. En cambio, en cafetales al sol la incidencia de la plaga es bastante insignificante (1, 2, 3).

Baker (3) reporta que la Broca ataca con preferencia las cerezas de la primera floración debido a que poseen mayor madurez. Por lo tanto, es muy importante conocer la fenología del cafeto, especialmente en lo relacionado al número de floraciones y a la proporción de frutos de cada floración, ya que esto influenciará la población de Broca.

La temperatura y precipitación juegan un papel muy importante en el inicio del ataque de la Broca. Se ha observado en experimentos en laboratorio que el humedecer las cerezas secas caídas o dejadas de la cosecha anterior, favorece la emergencia de un gran número de insectos de las mismas (2, 3). En las cerezas permanecen los adultos

durante la época seca, encontrándose algunas veces gran cantidad de insectos dentro de ellas. (más de 50).

La altitud, la temperatura y la humedad relativa, además de influenciar las poblaciones de Broca y la duración de su ciclo de vida, tienen una gran influencia sobre la fenología de los cafetos. Esto es sobre el inicio de las floraciones y el número de ellas, así como de los días requeridos para que los frutos alcancen el grado de semiconsistencia (20% de peso seco), que es cuando la Broca hace su mayor daño (1, 2, 3, 19).

Un aspecto muy importante a considerar es la capacidad que tiene la Broca de diseminarse por sí misma de un predio a otro por medio del vuelo. La creencia de que la Broca no vuela mucho ha sido descartada por experimentos hechos por Baker (2, 3) donde se demuestra que el insecto es capaz de colonizar nuevos cafetos por sí sola.

CONTROL INTEGRADO DE LA BROCA

La manera más racional y económica de control de la Broca es a través del seguimiento de los principios del Manejo Integrado de Plagas (MIP), el cual se base en las siguientes actividades:

Muestreo Umbral Económico: Sánchez (32) ha diseñado un método de muestreo rápido y eficaz para determinar las poblaciones de Broca y una metodología para calcular el umbral económico de control de la plaga.

El sitio de muestreo debe estar formado por 5 cafetos escogidos a lo largo del surco y en cada planta se observan 20 cerezas tomadas al azar en toda la planta, lo que da 100 cerezas por sitio. Para las condiciones del sur de México, Sánchez (32) recomienda escoger 15

sitios de muestreo por cafetal no mayor de 2 ha. Con este método se calcula el porcentaje de infestación de Broca en el cafetal.

Para determinar el umbral económico debemos conocer los siguientes factores descritos por Sánchez (32).

1. Costo del control químico por hectárea y por aplicación.
2. Estimación de las pérdidas ocasionadas según el porcentaje de infestación. Para este cálculo es necesario conocer el peso promedio en gramos de cada cereza, el rendimiento por área y la conversión de cereza a pergamino seco.
3. Precio del café en pergamino. Una vez que se conoce el porcentaje de infestación y el umbral económico, se toma la decisión de ejercer el control químico o no.

Prácticas culturales: El objetivo del control cultural es reducir las poblaciones de Broca mediante la manipulación del agroecosistema del cafetal. Las prácticas recomendadas actualmente en México, Guatemala, El Salvador y Honduras las resume Decazy (10):

1. Regulación de la sombra. Hay mayor infestación cuando la sombra es muy densa.
2. Poda de los cafetos. Esto se hace para proporcionar mayor ventilación de los cafetos y bandolas.
3. Control de malezas. Esto facilita la recolección de frutos del suelo.
4. Fertilización apropiada.

Control Manual: Hernández Paz y Sánchez (19) han obtenido muy buenos resultados mediante la recolección de frutos caídos al suelo y los dejados en la planta después de la cosecha (pepena y repela). A través de esta acción, se eliminan gran cantidad de adultos que utilizan estos frutos para sobrevivir hasta el siguiente ciclo producti-

vo del cafeto. Son precisamente estas hembras las que emergen al inicio de las lluvias y empiezan a infestar los frutos de la primera floración de los cafetos.

Control Químico: La recomendación más generalizada para el control químico de la Broca en México, Guatemala, El Salvador y Honduras, es el uso del insecticida Endosulfán.

Méndez (24) indica que 600 ml. de Thiodan 35 CE en 200 lt de agua por ha da un control efectivo de la Broca. Muñoz y Zelaya (27) obtuvieron buenos resultados aplicando 1.5 lt de Thiodan 35 CE en 500 lt de agua por ha. Ochoa *et al* (28) menciona que la dosis de 1.5 lt de Thiodan 35 CE en 500 lt de agua por ha da un control satisfactorio. Penados y Ochoa (29) recomiendan hacer sólo una aplicación cuando el fruto está en el estado de semi-consistencia, lo que se alcanza a los 137 días después de la floración a 1.000 m.s.n.m. y a los 147 días a 1.300 m.s.n.m. La aplicación se debe realizar también cuando hay un 5% de frutos perforados.

ENEMIGOS NATURALES NATIVOS DE LA BROCA

La Broca, al invadir las distintas áreas cafetaleras de los países afectados en Centro América, sin duda ha encontrado factores adversos a su establecimiento y desarrollo, no sólo en los aspectos físicos (temperatura, humedad, altitud), sino en la forma de enemigos naturales: depredadores, parásitos y entomopatógenos. Hay informaciones dispersas y no bien establecidas sobre la acción que algunas hormigas ejercen, penetrando a los túneles y devorando las larvas y pupas de la plaga. No hay informes acerca de parásitos nativos que hayan sido detectados. En Guatemala se detectó el hongo, *Beauveria bassiana*, en 1978, que fue

aislado y cultivado en el laboratorio de OIRSA en San Salvador, usando para ello arroz cocido, así como inoculándolo en coco (26). El mismo hongo fue probado en aspersiones hechas en la zona de Barberena, Guatemala. *B. bassiana* tiene potencial de usarse como elemento de control, tanto aplicado a la floración y granos verdes como en la hojarasca. Puede que además, existan otros hongos (*Spicaria*, y *Botrytis*) u otros entomopatógenos susceptibles de ser manipulados para el combate de la plaga.

APLICACION DEL CONTROL BIOLÓGICO CLÁSICO PARA LA BROCA DEL CAFÉ

Sin descuidar el estudio y posible manipulación y uso de los enemigos naturales nativos que pueda tener la plaga, estamos ya en la etapa en que se

puede intentar aplicar el control biológico clásico, o sea importación de enemigos naturales de ticos. En efecto, de acuerdo con Le Pelley (23) existen parásitos himenópteros en Africa Central, tales como el braconido *Heterospilus coffeicola* que ha sido llevado a Java e Indonesia; y los betfílicos *Prorops nasuta* conocida comunmente como la "vespa de Uganda" (Fig. 2) y *Cephalonomia stephanoderis*. El primero fue introducido a Brasil en 1929 (18), reportándose como muy valioso en el control de *H. hampei*.

Cephalonomia stephanoderis existe en Costa de Marfil y ha sido descrito como capaz de parasitar hasta el 50% de formas juveniles de la Broca. El adulto vive en el fruto y se alimenta de los adultos de la plaga, a los que mata (34), actuando en este caso como depredador.

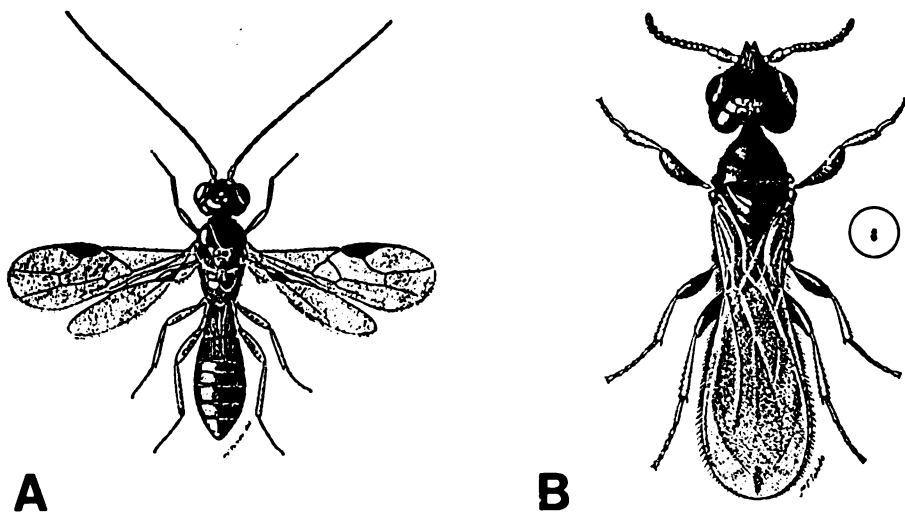


Figura 2. Enemigos naturales de la Broca del café. A) El braconido *Heterospilus coffeicola*. B) El betfílido *Prorops nasuta*. (de Costa Lima, 1956).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE CONTROL BIOLÓGICO

Ya se ha discutido con algún detalle la existencia de enemigos naturales nativos de la Broca en el área centro-americana. Sabemos que el conocimiento sobre ellos es apenas incipiente y que algún potencial deberán tener para usarse en la lucha contra esa plaga. Asimismo, se han mencionado ciertos parásitos exóticos, enemigos naturales que *H. hampei* dejó en su nativa Africa, algunos de los cuales se han importado a Brasil (18), destacándose la "vespa de Uganda", *Prorops nasuta*, que se ha reportado como muy efectiva en ciertas zonas. Pero parece que poco se ha hecho en ese país para darle continuidad y seguimiento al uso de esos valiosos enemigos.

En lo referente a la región de Centro América, debemos considerar seriamente que las condiciones son ahora propicias para iniciar esfuerzos para desarrollar el componente de los enemigos naturales como una importante táctica del manejo integrado de la Broca. Estos esfuerzos se deben conducir en dos frentes: a) la detección, estudio y uso de enemigos nativos, y b) la importación de los enemigos exóticos. Estos, a su vez, pueden ser traídos de Brasil, procurando que procedan de áreas ecológicamente equivalentes a aquéllas en los que serían liberados. Además, se deben buscar los medios para importarlos desde Africa. De interés especial sería la adquisición de *Cephalonomia stephanoderis* en Costa de Marfil, así como su importación y establecimiento en áreas selectas de los países afectados. Este tipo de acción, que corresponde al aspecto clásico del control biológico, podría traer beneficios económicos insospechados.

Vale la pena insistir en que el control biológico *per se*, en el caso de la

Broca, no puede ser la panacea del problema, pero puede representar un valioso aporte como táctica de manejo. Junto a las prácticas culturales de penca y repase, la sanidad en beneficios y patios, el tratamiento de envases, o las aplicaciones oportunas de insecticidas, el control biológico puede complementar un buen programa de manejo de la plaga.

Otro aspecto que no debe perderse de vista es el enfoque ecológico de los problemas del cultivo del café. La Broca es sólo una de sus plagas clave y las prácticas de control efectuadas contra ella inciden en alguna forma en otras especies. A veces las tácticas usadas para una plaga pueden ser contraproducentes en relación con otra. Tal es el caso de las aspersiones de cúpricos dirigidos contra la Roya, *Hemileia vastatrix*, que pueden afectar a ciertos hongos entomopatógenos que ejercen control sobre el minahoja, y que posiblemente afecten también la mortalidad de la Broca causada por el hongo *Beauveria bassiana*.

La importación de enemigos naturales exóticos de la Broca se puede iniciar si complementan sus esfuerzos los gobiernos, entidades cafetaleras y organismos técnicos de cada país, así como los organismos internacionales idóneos.

LITERATURA CITADA

1. ALONZO, F. 1983. Biología de la Broca del fruto del café. In La Broca y su control. IICA-PROMECAFE. Pp. 42-47.
2. BAKER, P. S. 1984. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in Southern México (Coleoptera: Scolytidae). Folia Entomológica Mexicana 61:9-24.
3. BAKER, P. S. 1985. Biología e

- historia natural de la Broca del café. In Memoria del curso sobre manejo integrado de plagas del cafeto con énfasis en Broca del fruto (*Hypothenemus hampei*, Ferr.) IICA-PROMECAFE (Guatemala). Pp. 105-143.
4. BARDNER, R. 1978. Pest control in coffee. *Pesticide Science* 9(5): 458-464.
 5. BARTRA PEREYRA, C., URRELO GUERRA, R. & RODRIGUEZ SORIA, R. 1982. Biología de la Broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Ipidae) en Tingo, María, Perú, *Tropicultura* 2:17-31.
 6. BERGAMIN, J. 1943. Contribucao para o conhecimento de biología da Broca do café *Hypothenemus hampei* (Coll: Ipidae) Archos. Inst. Biol. Sao Pablo. 14:31-72.
 7. BERGAMIN, J. 1950. A Broca do café. Separata dos boletines da superintendencia dos servicios do café No. 214 al 223. Dezembro de 1944 a Setembro de 1945. Secretaria da Fazenda, Sao Pablo, Brasil. 84 p.
 8. CAMPOS ALMENGOR, O.G. 1984. El gandul *Cajanus cajan* como hospedero de la Broca del fruto del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) en Guatemala. In Asociación Nacional del Café (Guatemala). Resúmenes de investigación No. 81 y 82. Guatemala. Pp. 21-23.
 9. CASTRO U., & JOSE DE J. 1985. La Broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari) y su importancia en la caficultura. In Memoria del curso sobre manejo integrado de plagas del cafeto con énfasis en Broca del fruto (*Hypothenemus hampei* Ferr.). IICA, PROMECAFE (Guatemala). Pp. 92-96, pp. 138-146.
 10. DECAZY, B. 1985. Métodos de control químico y cultural de la Broca del fruto del cafeto. In Memoria curso sobre manejo integrado de plagas del cafeto con énfasis en Broca del fruto. (*Hypothenemus hampei*, Ferr.). IICA-PROMECAFE, Guatemala. Pp. 147-158.
 11. DE INGUNZA, A.M. 1966. La Broca del café (*Hypothenemus hampei*, Ferr.). importancia, distribución geográfica, forma de ataque y especies de cafeto que ataca e influencia de la altitud sobre el nivel del mar en el grado de ataque. *Rev. Per. de Ent.* 9 (1): 82-93.
 12. DE OLIVEIRA, FILHO M. 1927. Contribuicao para conhecimento da Broca do café (*Stephanoderes hampei*, Ferr. 1867). Modo de comportarse e ser combatida em Sao Pablo, Brasil. 94 p.
 13. FERRARI, J.A.G. 1867. Die fort und bacinzucht schadlichen Boricendafor. Wien Druck und Verlag Von Carl Gerold's Sohu. 89: 11-13.
 14. HANANIA CHAVEZ, C. A. 1974. Comunicaciones: El problema de la Broca del grano del café. *SIADES (El Salvador)* 3 (1): 25-27.
 15. HAGEDORN, M. 1910. Wieder ein neuer Kaffee-chadlinge. *Entom. Blatter Berlin* 6:1-4.
 16. HARGREAVES, H. 1926. Notes on the coffee berry borer (*Stephanoderes hampei*, Ferr.) in Uganda. *Bull of Ent. Res.* XVI (4): 347-354.
 17. HARGREAVES, H. 1936. *Stephanoderes hampei* Ferr. Coffee berry borer in Uganda. *The East African Agric. Jour.* 218-224.
 18. HEMPEL, A. 1933. O combate a Broca do cafe por melo da vespa de Uganda. *Bol. Agric. Zootec. Vet. Minas Geraes.* 6:551-555.
 19. HERNANDEZ PAZ, M. & SANCHEZ A. 1972. La Broca del fruto del café. *Bol.No. 11. ANACAFE.* 72 p.
 20. JOHANNESON, N. E., MANSINGH, A. & PARNELLO, J. R. 1983. A review of the distribution and taxonomic position of the coffee berry borer *H. hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) Depto. of Zoology; Univ. W. Indies Mona Kingston 7. Jamaica. 17 p.
 21. LEEFMANS, S. 1923. De Koffiebessenborbork (*Stephanoderes hampei*, Ferr.). I. Levenswijze en oecologie. *Midid. Van het. Institut Voor plantenz.* English Summary. Pp. 57-94.
 22. LE PELLEY, R. H. 1968. The coffee berry borer (*H. hampei*, Ferr.). In *Pests of coffee.* Longman's, London. Pp. 114-138.
 23. LE PELLEY, R. H. 1973. Las plagas del café. Ediciones de Ciencia y Técnica. Cuba 693 p.
 24. MENDEZ L, I. 1985. Combate químico de la Broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei*, Ferr.

In. Primer taller internacional sobre manejo integrado de la Broca del fruto del café. Memoria publicada por ANACAFE (Guatemala).

25. MONTERROSO, J. L. 1982. Pérdidas en peso del café, pergamino según el porcentaje de infestación de la Broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*, Ferr. 1867). OIRSA Bol. Téc. S. V. No. 9. 4p.
26. MONTERROSO, J. L. 1984. Incidencia de *Beauveria bassiana* sobre la Broca del café y su reproducción en coco en Guatemala ANACAFE. Revista Cafetalera No. 210:10 y 12.
27. MUNOZ, R. I. & ZELAYA, R. 1985. Evaluación de Insecticidas para el control de la Broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*, Ferr.). In Primer Taller Internacional sobre manejo integrado de la Broca del fruto del café. Memoria publicada por ANACAFE (Guatemala). Pp. 21-35.
28. OCHOA, H., CAMPOS, O., FLAVELLA, E. & LOPEZ, E. 1981. Evaluación de dos insecticidas para el control de la Broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*). In IV Simposio Latinoamericano sobre Caficultura, IICA, Guatemala. Pp. 142-144.
29. PENADOS ROBLES, R. & OCHOA, M. H. 1979. La consistencia del fruto del café y su importancia en el control de la Broca, *Hypothenemus hampei* Ferr. Revista cafetalera (Guatemala) No. 181:10, 12, 14-16.
30. PENAGOS, H. D. 1974. Viaje realizado a la Universidad de Brigham Young, Provo UTAH. Inf. Técnica presentando a Subgerencia Técnica. ANACAFE (Sin publicar). 19 p.
31. REID, J. C. 1983. Distribution of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferr.) within Jamaica, following its discovery in 1978. Trop. Pest. Manag. 29 (3):224-230.
32. SANCHEZ & VICENTE, M. 1984. Combate económicamente oportuno de Broca del grano del café. Instituto Mexicano del Café. 55 p.
33. SLADEN, G. E. 1934. Le *Stephanoderes hampei*, Ferr. Bull. Agric. Congo Belge. 25:26-77.
34. TICHELLER, J.H.G. 1961. An analytical study of the epidemiology of the coffee berry borer in the Ivory Coast. Meded. Landbhooges. Wageningen, 61 (II): 1-49.
35. WESTWOOD, J. D. 1836. Description of minute coleopterus insect, forming the type of a new subgenus allied to *Tomiuos*, with some observation upon the affinities of the *Xylophaga*. Trans. Ent. Soc. London (1834) 1:34.