

1. CACAO: Khukuma cacao -
y plaga
2. PASMAZON DE LOS PEP

Estudios sobre cacao

I.—INCIDENCIA DE LA "PASMAZON DE LOS PEPINOS" (1) EN ALGUNOS CACAOS VENEZOLANOS

R. CIFERRI,

Catedrático titular de la Universidad de Pavia y
Director del Laboratorio Criptogámico Italiano; Jefe
de la Sección de Cacao del Ministerio de Agricultura
y Cria de Venezuela.

La "pasmazón de los pepinos" es una enfermedad muy difundida, de naturaleza fisiológica, que afecta los frutos jóvenes de cacao (chireles o pepinos). Se presenta con mayor intensidad cuando los frutos tienen unos 5 centímetros de longitud, pero también es de ocurrencia común en los pepinos que han alcanzado hasta 10 centímetros. Los frutos secos cuelgan momificados en el árbol durante varias semanas.

Esta enfermedad ha sido muy estudiada en Trinidad pero todavía quedan muchos aspectos oscuros, aunque después de las investigaciones de Voelcker (1937), de Voelcker y Cope (1938), y particularmente de las de Humphries (1941, 1943 y 1944) (2) puede llegarse a la conclusión de que el desorden es causado por una competencia por nutrientes entre los frutos de un mismo árbol.

Con ocasión de unos estudios hechos sobre la pudrición causada por el *Phytophthora palmivora*, quisimos averiguar el número relativo de pepinos y mazorcas pasmados en los diferentes tipos de cacao cultivados en la hacienda de Ocumare de la Costa (Estado Aragua), sede del Centro Experimental de Cacao, con el fin de determinar,

(1) Pepinos o chireles son nombres dados a las mazorcas pequeñas. N. D.

(2) Consúltase Annual Report on Cacao Research (Port of Spain) de los años correspondientes y los tomos VII y VIII de Annals of Botany.

aunque sea preliminarmente, la incidencia de esta enfermedad en los cacaos Forasteros y Criollos que allí se cultivan.

El ambiente ecológico de la región corresponde al de las condiciones de zonas semi-áridas, con una precipitación aproximada de 1.000 mm. distribuidos en 80 ó 100 días del año, por lo cual hay necesidad de suministrar riego. Los cultivos están en el estrecho valle del río Ocumare que desemboca en el mar Caribe, sobre suelos sueltos y muy arenosos al nivel del mar. El suelo posiblemente fue fértil en un tiempo, pero el cultivo continuo del cacao durante más de tres siglos sin restaurar la fertilidad, ha conducido hacia una manifiesta deficiencia de potasio o, probablemente, una carencia conjunta de potasio y fósforo, los cuales están ambos correlacionados en el metabolismo del cacaotero (3).

Los árboles de cacao tienen una edad promedio no menor de 50 años o quizás mayor. El sombrero está constituido en su mayor parte por árboles de *Castilloa elástica* y en parte por *Erythrina* sp. y *Anacardium rhinocarpus*, con una distribución irregular. Todos los cacaotales estuvieron bastante descuidados en años anteriores. El 41 por ciento de los árboles son improductivos y de los demás, el 14, el 26 y el 60 por ciento respectivamente, son de alta, mediana y baja productividad.

El 92 por ciento de los árboles pertenece al tipo Forastero y el 8 por ciento al tipo Criollo. En los Forasteros se encuentran matices desde rojo oscuro, pasando por rojo, rosado, verde y el decolorado (verde claro o blanco), por lo regular muy mezclado entre sí. La mayor proporción de mazorcas es de cáscaras semi-arrugadas y rugosas (4).

El Forastero es de una calidad que varía de mediana a superior y pertenece a una subpoblación derivada del Forastero que hemos definido como "Forastero venezolano", el cual está formado por el Forastero Trinitario cruzado repetidamente con los Criollos que existían antes de la introducción del Trinitario. Los Criollos se encuentran en fenotipos bastante característicos, con una ocurrencia mayor del "Criollo de concha blanca" (decolorado, que al madurar toma color amarillo) que del "Criollo de concha morada" (cáscara de color

(3) Para una información más amplia véase el Informe de Ciferri, R. y Ciferri F. Reconocimiento de la explotación cacaotera de los valles de riego del Sector Central (Aragua). Caracas. (En curso de impresión).

(4) Otros datos pueden hallarse en Ciferri, R. y Ciferri, F. Análisis preliminar y correlaciones de la población de Cacao Forastero Venezolano de Ocumare de la Costa. (En curso de impresión), Caracas.

rojo oscuro y que al madurar se torna roja). Este último es conocido como "Criolle Venezuela" o "Criollo legítimo".

Las observaciones se efectuaron sobre 19 árboles de Forastero venezolano, 6 de Criollo de concha blanca y 9 de Criollo de concha morada, contando periódicamente el número de mazorcas formadas, sanas o enfermas, y el de los chireles o pepinos pasmados, desde los primeros días de noviembre de 1947 hasta fines de junio de 1948.

Tabla I — Número relativo de pepinos y mazorcas pasmados de diferentes tipos de cacao.

Arbol N°	Chireles N°	pasmados %	Mazorcas N°	maduradas %	Total N°
FORASTERO VENEZOLANO					
1	7	70	3	30	10
2	21	70	9	30	30
3	12	66	5	34	17
4	30	71	12	29	42
5	5	100	—	—	5
6	14	88	2	12	16
7	23	79	6	21	29
8	18	86	3	14	21
9	17	81	4	19	21
10	31	69	14	31	45
11	7	88	1	12	8
12	17	77	5	23	22
13	10	100	—	—	10
14	9	75	3	25	12
15	18	82	4	18	22
16	14	74	5	26	19
17	15	68	7	32	22
18	20	77	6	23	26
19	22	76	7	24	29
CRIOLLO DE CONCHA BLANCA					
1	17	90	2	10	19
2	29	85	5	15	34
3	14	82	3	18	17
4	7	100	—	—	7
5	13	72	5	28	18
6	10	77	3	23	13
7	5	100	—	—	5
8	16	67	8	33	24
9	19	73	7	27	26

Tabla I. — Continuación.

CRIOLLO DE CONCHA MORADA					
1	23	89	3	11	26
2	22	79	6	21	28
3	35	88	5	12	40
4	30	91	3	9	33
5	6	10	—	—	6
6	5	83	1	17	6

RESUMEN			
	Forastero Venezolano	Criollo de concha blanca	Criollo de concha morada
Nº de mazorcas en cada mata	21,4	17,5	23,1
Nº de chireles pasmados	16,3	14,5	20,1
Nº de mazorcas maduras	5,1	3,0	3,0
Porcentaje de pasmazón	76,4	82,5	87,1
Porcentaje de mazorcas maduras	23,6	17,5	12,9

CONCLUSIONES

Haciendo la salvedad de que el número de observaciones y su duración son demasiado reducidos para sacar conclusiones definitivas, de los datos expresados puede, no obstante, deducirse las conclusiones siguientes:

1. El porcentaje promedio de pasmazón de los pepinos en los árboles observados fue del 74,7 por ciento, llegando a la madurez solamente el 25,3 por ciento restante. Esta cifra puede compararse con el promedio de 69 por ciento obtenido por Pyke en Trinidad y el de 65 a 70 por ciento en Costa de Oro registrado por Hewison y Ababia.

2. Sin embargo, hay diferencias algo sensibles al considerar los tres tipos de cacao que fueron estudiados separadamente. Los porcentajes de pasmazón de los pepinos fueron: en el Forastero venezolano 76,4 y en los dos Criollos 84,8. Suponiendo que en nuestras observaciones no hubo causas accidentales de error, la mayor susceptibilidad de los criollos y la pasmazón de los chireles puede considerarse como causada por la mayor exigencia de los tipos Criollos en nutrien-

tes minerales, en contraste con los Forasteros. Por esto mismo es de esperar que hubo una mayor competencia por nutrientes entre las mazorcas de un mismo árbol perteneciente al tipo de los Criollos. Apoya esta interpretación el hecho evidente de la deficiencia de potasio y posiblemente de fósforo de los suelos del cacao en donde se hicieron las observaciones.

3. Considerando separadamente los dos Criollos antes de la madurez, el de concha morada aparece como más susceptible que el de concha decolorada, a la pasmazón de los chireles, con los porcentajes respectivos de 87,1 y 82,5. Es opinión corriente entre los cultivadores de cacao que el Criollo de concha decolorada es un poco más rústico que el de concha morada.

4. Las oscilaciones individuales en el porcentaje de pasmazón de los chireles es notable: en el Forastero venezolano del 65% al 100%, y del 72% al 100% en el Criollo de concha decolorada. En el Criollo de concha morada: del 79% al 100%. La amplitud de las observaciones en el porcentaje de pasmazón observada en Trinidad por Pyke fue mucho mayor: del 19,0% al 92,5%. Teniendo en cuenta que las observaciones en Trinidad fueron efectuadas sobre un número mucho mayor de árboles y bajo condiciones muy distintas entre sí, es muy posible que plantas relativamente jóvenes y en buenas condiciones de nutrición, puedan alcanzar un porcentaje tan bajo. Pero es notable que no hayan sido observadas, como en Venezuela, plantas en las cuales ninguna mazorca llega a la madurez, esto es, que la pasmazón alcanza el 100 por ciento. Esta observación concuerda con el hecho de que casi la mitad de los árboles de la hacienda donde se hicieron las observaciones son improductivos y dan sólo 100 gramos o menos de cacao seco comercial en un año.

5. La productividad de los árboles examinados fue muy baja, madurándose un promedio de 5,1 mazorcas en el Forastero venezolano y 3,0 mazorcas en los dos Criollos, los cuales, desde el punto de vista de la productividad, no parecen diferir entre sí. Aun estas observaciones confirman lo que empíricamente se había venido observando.

6. Agrupando los árboles observados de acuerdo con las características morfológicas de las mazorcas (tipo morfológico de Cundeamor, Angoleta o Amelonado; simetría de la mazorca; largo relativo de la punta; número y profundidad de los surcos; naturaleza de la

superficie de la concha; color o colores antes de su madurez; espesor de la cástara) no hemos logrado establecer ninguna correlación entre dichas características y los porcentajes de pasmazón de los pepinos.

II.—INCIDENCIA DE LAS INFECCIONES SISTEMICAS Y EXTEMPORANEAS DEL PHYTOPHTHORA PALMIVORA SOBRE MAZORCAS DE CACAOS FORASTEROS Y CRIOLLOS DE VENEZUELA

El *Phytophthora palmivora* Butl. (*Phytophthora Faberi* Maubl.) es el bien conocido agente causal de una pudrición de las mazorcas de cacao, de un "cáncer" o "chancro" del mismo árbol y, más ocasionalmente, de una quemazón o secamiento parcial de los ápices vegetativos y hojas jóvenes de los retoños o chupones. Estas enfermedades se hallan en donde quiera que se cultive el cacao, produciendo daños sensibles y en ocasiones muy notorios, inclusive en las zonas cacaotaleras de América, y si en los últimos decenios se ha escrito muy poco sobre las mismas, se debe a que la atención de los cultivadores e investigadores ha sido enfocada más bien hacia enfermedades de carácter epifitótico y llamativo tales como la "escoba de bruja" y la "moniliasis".

En la Costa de Oro la pudrición de las mazorcas y el cáncer o chancro del árbol fueron estudiados particularmente por Dade (1), quien describió e investigó además la infección de los cojines florales y sus relaciones con el cáncer del tronco y la pudrición de las mazorcas. Aunque es más que probable que esta fase del complejo de enfermedades producidas por el *Phytophthora palmivora* se halle en la América tropical, no creemos que hasta la fecha haya sido especificada individualmente en dicho continente.

(1) Dade, H. A. Economic significance of cacao pod diseases and factors determining their incidence and control. Gold Coast Dept. of Agric. Bull. 6 : 1-59 1927.

—The relation between diseased cushions and the seasonal outbreak of "black pod" diseases of Cacao. Gold Coast Dept. of Agric. Year - book 1927, Bull. 13 : p. 85-88, 1928.

—Further observations on cacao pod diseases in the Gold Coast. Gold Coast Dept. of Agric. Year - book 1930 : p. 109-121. 1931. (Bull. 23).

—The determination of incidence of black pod diseases of cacao. Gold Coast Dept. of Agric. Year - book 1930 : p. 122-128. 1931. (Bull. 23).

Habiendo observado inicialmente la infección de los cojines florales en árboles de cacao en Venezuela, cuando investigaba la incidencia de la "pasmazón de los pepinos" (2) quisimos averiguar: 1) la incidencia global, durante unos meses, de la pudrición de las mazorcas en el Forastero Venezolano y en los dos cacaos Criollos cultivados en Venezuela; 2) la incidencia de esa pudrición por infecciones extemporáneas (accidentales) y por infecciones sistémicas de los cojines florales, en esos grupos de cacao cultivados; 3) la incidencia relativa durante algunos meses de sequía y otros de lluvia; 4) los síntomas y el curso de la infección en dichos cojines y su continuidad en la infección de las mazorcas y del tronco.

Las observaciones fueron efectuadas en el cacaotal del Centro Experimental de Cacao de Ocumare de la Costa (Estado Aragua), cuyas características ecológicas y agrológicas fueron bosquejadas en el estudio anterior. Además de las causas circunstanciales, ese sitio fue escogido por ser uno de los lugares clásicos del cultivo del cacao en Venezuela, en una zona sub-árida y bajo regadío. Allí se notó desde el principio un mayor porcentaje de infección de los cojines florales en relación con el porcentaje de infección independiente de las mazorcas, cuando en zonas sumamente pluviosas como Barlovento, en el Estado Miranda, el porcentaje de infecciones accidentales de las mazorcas por lo menos era igual al de las infecciones sistémicas por traslado del patógeno desde el cojín floral.

Dichas observaciones fueron efectuadas en 218 árboles adultos—más bien viejos— de Forastero venezolano, 79 matas de Criollo que por su fenotipo se puede clasificar como "Criollo de cáscara decolorada" y 18 de "Criollo (fenotípico) de cáscara morada" o roja. Para otros pormenores relacionados con características de dichas variedades o grupos de variedades, véase el estudio anterior.

Las observaciones siguieron efectuándose una o dos veces por mes, desde comienzos del mes de diciembre de 1947 hasta fines de agosto de 1948, contando solamente mazorcas de longitud no menor de 9—10 centímetros, por considerar que en este período del desarrollo se presenta el límite inferior de susceptibilidad de los frutos a la infección por el *Phytophthora*. Demasiado tarde para tenerlo en cuenta en nuestros datos, observamos que, como consecuencia de la infección de los cojines florales, puede ocurrir una pudrición mucho más precoz de los "chireles" o pepinos. Las mazorcas infectadas por *Phy-*

(2) Véase el estudio anterior.

tophthora fueron marcadas, pero no se cortaron para que no se modificara la relación entre el número de "pepinos" pasmados y el de las mazorcas que habían escapado al período crítico de la pasmazón.

Además de los números totales y relativos de mazorcas infectadas por el hongo patógeno, consideramos separadamente sobre los mismos árboles de cacao la ocurrencia de la enfermedad, en las formas sistémica y extemporánea, durante los tres meses más secos del año (marzo, abril y mayo) y los tres más húmedos (junio, julio y agosto).

Observaciones generales

Poco tenemos que añadir a las observaciones de Dade (*loc. cit.*) en lo que se refiere a síntomas y desarrollo de la infección en los cojines florales.

Dicha infección puede conocerse directamente por medio de un corte tangencial efectuado en la superficie del cojín, dejando al descubierto los tejidos que están debajo de la cáscara del tronco o de las ramas más gruesas; desde luego, la región del corte quedará definitivamente improductiva. Las áreas correspondientes a una infección vieja son de un color que varía desde el pardo claro hasta el morado claro lila y de esas zonas no puede aislarse el hongo. Donde la infección es todavía activa las áreas son de color rosado o carmesí claro, frecuentemente con matices de lila claro.

Desde esas regiones y a través del pedúnculo, el micelio del hongo penetra hasta la mazorca. Así la infección del cojín floral puede conocerse indirectamente rasgando delicadamente, con la uña o una navajita, la epidermis cuticularizada del mismo pedúnculo. Si el pedúnculo no está infectado los tejidos subepidérmicos son de color verde claro o verdusco pálido; cuando hay infección, la clorofila desaparece, observándose previamente unas líneas o fajitas rojizas o rosadas, que indican las vías por donde avanza el patógeno; luego se hallan unas manchitas rosadas o algo moradas que parecen extenderse más rápidamente en el sentido del perímetro, que hacia la mazorca. En esta forma todo el pedúnculo se encuentra superficialmente infectado en un tiempo relativamente corto, tomando una coloración que varía del rosado al morado pálido. La infección que avanza del co-

jín a la mazorca es por lo regular unilateral, siendo menester para observarla, descubrir la corteza del pedúnculo por los 4 costados y más bien cerca del cojín que de la mazorca. De esta manera pueden sorprenderse estados precoces de transmisión del patógeno, esto es, antes de que la mazorca muestre los síntomas de la pudrición.

Admítase que la susceptibilidad de las mazorcas al *Phytophthora* empieza desde que el fruto tiene unos 9 ó 10 centímetros de largo, o sea cuando tienen aproximadamente un promedio de 70 días de edad, aunque Humphries (véase la literatura en la nota (2) previamente citada) observó una cierta variabilidad en relación con diferentes factores internos y externos. En nuestras observaciones pudimos comprobar que el período de mayor susceptibilidad está comprendido entre los 75 y 90 días de edad del fruto, hasta la iniciación de la maduración de la mazorca, esto es, cuando el fruto ha alcanzado su máximo desarrollo en volumen y tiene de 10 a 150 días de edad. Durante el último mes, —que representa el verdadero período de maduración— la susceptibilidad de la mazorca parece más reducida, pero no disponemos de datos numéricos para comprobar estas observaciones.

Demasiado tarde para incluir estos datos en nuestras observaciones nos dimos cuenta de que puede haber una infección precoz de las mazorcas, antes de que alcancen los 9 ó 10 centímetros de largo, pero esta infección se limita a la transmisión desde el cojín floral, y resulta algo difícil, debido al reducido tamaño de los frutos, distinguirla de posible infección distal o lateral (véase más adelante). El cambio de color de la cáscara del pequeño fruto apenas si alcanza a ayudar en la investigación de las infecciones precoces, debido a los colores casi siempre oscuros de las mazorcas jóvenes, o a la ocurrencia de la pasmazón de los "pepinos"; así que la manera más segura consiste en dejar las mazorquitas sospechosas en cámara húmeda durante algunos días en atmósfera saturada de humedad y a la temperatura relativamente alta del ambiente. Si el chirel o pepino está infectado por el *Phytophthora*, el hongo prolifera hasta cubrir la cáscara con un delgado micelio parecido a una telaraña, blanca e irregularmente difundida. Sin embargo, hay necesidad de comprobar mediante el microscopio, si este micelio corresponde al *Phytophthora*, pues es muy frecuente que otros hongos saprofitos —entre ellos un *Fusarium*— se desarrollen rápidamente, recubriendo el fruto.

Averiguando sistemáticamente la posible infección de las mazor-

cas pequeñas por el *Phytophthora* mediante este modo de incubación, pudimos comprobar que hasta los 15 días de edad del fruto (desde el día de fecundación de la flor) la susceptibilidad es nula, aunque los chireles estén colgados de cojines florales seguramente infectados. Este dato tiene particular interés porque, de acuerdo con datos de diferentes autores de Trinidad y Africa Occidental, se sabe que en los primeros 15 días de vida del pepino es cuando ocurre la máxima incidencia de la pasmazón, cuyo porcentaje puede igualar y hasta superar la pasmazón que tiene lugar durante todo el resto del período.

En 102 "pepinos" incubados en cámara húmeda, los cuales tenían más de 15 días de edad, y teniendo en cuenta sus orígenes, obtuvimos los siguientes porcentajes de infección por el hongo:

Tabla I—Porcentajes de infección por el *Phytophthora palmivora*

Estado de los cojines florales.	Pepinos infectados por el <i>Phytophthora</i>		Pepinos infectados por <i>Phytophthora</i>	
	Número de pepinos	% de pe- pinos	Número de pepinos	% de pe- pinos
Infectados por el <i>Phytophthora</i>	26	38,8	—	0,0
No infectados por el <i>Phytophthora</i>	41	61,2	35	100,0
TOTAL	67	100,0	35	100,0

Estos datos demuestran que el patógeno puede pasar desde el cojín floral a la mazorquita en proporción notable, pero que ésta es refractaria a la infección por esporas del hongo que se encuentran en el ambiente exterior.

Es fácil comprobar que el hongo se extiende desde el cojín floral al tallo, progresando preferentemente y hasta podría decirse que con exclusividad, en la dirección de la base de la planta. Para darse cuenta de esto es suficiente ensanchar el corte tangencial hecho en el cojín, y ver el color y el aspecto de los tejidos. A juzgar por la contigüidad de la parte más vieja de los chancros en vía de desarrollo y que provienen de cojines enfermos, de los cuales son una continua-

ción, no cabe duda de que un número notable de chancros del tronco se deriva de infecciones primarias de los cojines florales. Quizás la mayor parte de estas lesiones tienen este origen. Concuerdando con estas observaciones el hecho de que muchos chancros viejos, con callo de cicatrización, comienzan en las partes altas del tronco y en donde todavía quedan huellas de un viejo cojín destruido.

Los chancros jóvenes situados debajo de los cojines florales tienen una forma irregular que se aproxima a la circular u ovalada, con un diámetro de 5 a 6 y, excepcionalmente, hasta de 8 centímetros. Después el diámetro no aumenta y si lo hace es en pequeña proporción, pero el desarrollo se hace en sentido longitudinal hasta que la lesión alcanza 15 ó 20 centímetros de largo, llegando excepcionalmente hasta 40 centímetros. Téngase presente que chancros de largo excepcional, aunque siempre algo irregulares en su desarrollo, pueden deberse a infecciones consecutivas independientes.

Desde que el chancro alcanza su máximo diámetro o un poco antes, aparece la decoloración y el consiguiente hundimiento de la corteza del árbol en correspondencia con la alteración de los tejidos y, en ocasiones, una exudación o flujo algo mucoso que al ponerse en contacto con el aire se oscurece rápidamente.

Mientras la lesión se extiende verticalmente, empieza la cicatrización en la parte más vieja de la infección del tallo (pero no en el cojín), formándose tejidos nuevos que surgen por debajo del límite máximo de profundidad del chancro, presentándose un anillo más o menos continuo de cicatrización que crece hacia el interior del área enferma y el cual sólo llega a cubrirla totalmente si el diámetro del área es reducido. En otros casos, sin embargo, los tejidos de cicatrización comienzan a formarse desde el tiempo mismo en que el chancro cesa de alargarse. De todos modos, la cicatrización parece rápida, siendo suficiente tiempo unas semanas o unos pocos meses, posiblemente menos de un año, para que la cicatrización se realice.

Por lo que hemos podido averiguar (aun en otras regiones caoçotaleras de América), al contrario de lo que comúnmente se afirma, el chancro en sí mismo es poco dañino al árbol y, si bien es posible que se extienda hasta producir su muerte, queda por averiguar si en realidad no se atribuye al mismo la muerte producida por otras causas (3).

(3) Para datos generales sobre el chancro debido al *Phytophthora* véanse: Rorer, J. B. The relation of black rot of cacao pods to the canker of cacao trees. Trinidad Dept. of Agric. Bull. 9 : 1-30. 1910.
Hartley, C. The diseases of Cacao. Inst. voor Plantenziekten Bull. 19 : 1-16. 1924.

El daño económico causado en los árboles afectados no nos parece que se derive del mismo chancro, sino de la destrucción del cojín en el cual tuvo su origen el chancro. Este tópico se tratará de nuevo más adelante.

En lo que se refiere a la infección de la mazorca, parece que el patógeno no recorre muy rápidamente su camino a través del pedúnculo y éste se encuentra completamente invadido cuando el hongo alcanza la mazorca. Es posible que el *Phytophthora* demore en el pedúnculo en espera de condiciones particulares de receptividad de la mazorca (probablemente correlacionadas con su desarrollo), que permitan la invasión de los haces fibro-vasculares de la mazorca misma. En efecto, aunque esto es algo excepcional, de cojines infectados pueden desarrollarse mazorcas sanas. Aun, en contadas ocasiones, hemos observado casos en los cuales el patógeno ha pasado del cojín floral al pedúnculo, el cual se mostraba perfectamente invadido, sin que la infección pasara a la mazorca; pero entonces éstas detenían su desarrollo y se momificaban sin podrirse, mostrando síntomas análogos a los de los pepinos pasmados, esto es, una deshidratación progresiva de los tejidos, los cuales quedan asépticos si no intervienen causas externas de contaminación. Debido a esta deshidratación, la cáscara se arruga y quiebra y la mazorca puede ser invadida por hongos semi-parásitos, tales como el *Diplodia theobromae*, una o más especies de *Colletotrichum*, por algunas especies de saprofitos, por Actinomicetos, o por insectos.

Generalmente, el micelio del patógeno que penetra en la mazorca, avanza más rápidamente por los haces fibrovasculares que por los tejidos de la corteza, bajando a través de la placenta y sus ramales laterales. El síntoma externo del parasitismo en la mazorca es una leve decoloración y luego una coloración parda o negruzca de la porción basal, alrededor o cerca de la inserción del pedúnculo, la cual, con relativa rapidez, progresa hacia la porción apical del fruto.

No conocemos la forma de infección primaria del cojín floral, pero de acuerdo con Dade puede suponerse que, en una infección relativamente precoz o de rápido progreso de la mazorca, debida a esporos del ambiente exterior, el micelio del *Phytophthora* sigue el camino inverso al que hemos descrito, es decir, el micelio va desde la mazorca hasta penetrar en el cojín floral, por medio del pedúnculo.

Distribución de los porcentajes de infección

Igual que lo hizo Dade, en nuestras observaciones hemos distin-

guido las infecciones basales de las apicales y laterales. Empero, estas dos últimas categorías fueron agregadas teniendo en cuenta la zona de la mazorca en donde primero aparecían los síntomas de la enfermedad. Igualmente, hemos admitido que las infecciones basales proceden del cojín floral y las apicales y laterales de inóculo procedente del ambiente exterior. Es posible que esta afirmación no esté completamente justificada y en los cómputos puede deslizarse algún coeficiente de error por la posibilidad de que ocurran en la parte basal infecciones provenientes del exterior; por consiguiente las infecciones fueron controladas regularmente, investigando las alteraciones subcuticulares del pedúnculo del fruto, como se dijo anteriormente.

En las tablas siguientes están condensados los datos obtenidos:

Tabla 2 — Observaciones efectuadas durante 10 meses, de Nov. de 1947 a agosto de 1948.

	Forastero venezolano	Criollo de concha de- colorada	Criollo de concha mo- rada
Número de árboles bajo control	218	79	18
Número de mazorcas mayores de 9-10 centímetros	1,307	234	69
Número de mazorcas afectadas por la pudrición fungosa	219	21	11
Porcentajes de frutos podridos	16,7	8,9	15,9
Porcentajes de frutos no podridos	83,3	91,1	84,1
Número de mazorcas con infección basal	158	13	9
Número de mazorcas con infeccio- nes lateral y apical.	161	8	2
Porcentajes de frutos con infec- ción basal.	72,1	61,9	81,9
Porcentajes de frutos con infec- ciones lateral y apical.	27,9	38,1	18,1

Estos datos nos muestran lo siguiente:

1. Los porcentajes globales de mazorcas podridas son aproximadamente iguales en el Forastero venezolano y en el Criollo de con-

cha morada, siendo sensiblemente más bajos en el Criollo de concha decolorada.

2. Los porcentajes de frutos con infección basal, esto es, con infección sistémica desde el pedúnculo, representan de los $\frac{3}{4}$ a los $\frac{4}{5}$ de las infecciones totales.

3. Sin embargo, este porcentaje es más alto en el Criollo de concha morada, más bajo en el Criollo venezolano y menor aún en el Criollo de concha decolorada.

Puede decirse que el Criollo de concha decolorada parece un cacao un poco más resistente que los demás a la pudrición por el *Phytophthora*, ya sea en infecciones sistémicas o extemporáneas. Las infecciones sistémicas, en conjunto, representan la gran mayoría del total, y la máxima susceptibilidad a las infecciones del cojín floral se halla en el Criollo de concha morada.

No podemos comparar estas cifras con las de Dade, quien en períodos de doce meses y en observaciones que duraron 4 años, registró una incidencia total que variaba desde el 58% hasta el 77% y porcentajes de infección basal más variables aún: de 23% a 62% del total de las mazorcas infectadas. Sin embargo, su promedio general, esto es, las dos terceras partes de infecciones basales sobre el total, concuerda bastante bien con nuestro promedio de 71,7%.

Limitándonos a los árboles de Forastero venezolano, y en relación con el color de la cáscara de las mazorcas antes de la madurez, obtuvimos los siguientes porcentajes de infección total:

Tabla 3 — Porcentajes de infección total.

COLORES	MAZORCAS		
	Porcentaje	Número	
		Número	Número total
De morado rojo o colorado	281	40	17,1
De morado rojo o colorado sobre fondo verde o decolorado	894	121	13,5
Rosado total y rosado sobre fondo verde o decolorado	102	32	31,3
	30	17	56,6
Totales	1.307	219	16,7

En el mismo Forastero venezolano y en relación con la naturaleza de la superficie de la cáscara, se observaron los siguientes porcentajes de infección total:

Tabla 4— Porcentajes de infección total en el Forastero Venezolano.

SUPERFICIE	MAZORCAS		
		Número	Porcentaje
Rugosa	41	15	36,6
Intermedia	1.241	201	17,0
Lisa o casi lisa	25	3	12,0
	1.307	219	16,7

De estos datos pueden deducirse las siguientes conclusiones:

1. Las mazorcas con pigmento antociánico (rojo) son menos susceptibles a la pudrición por el *Phytophthora* que las sin pigmento (verdes o decoloradas). Las primeras, de color entero o sobre fondo, se infectan en la proporción del 14,5 por ciento y las que carecen de pigmento en la proporción de 56,6 por ciento. Las mazorcas de color rosado, completo o sobre fondo, tienen una susceptibilidad intermedia entre las anteriores: 31,3 por ciento.

2. Las mazorcas de cáscara rugosa son más susceptibles que las de concha lisa y las de cáscara semi-lisa o semi-rugosa tienen una susceptibilidad intermedia.

En consecuencia, la pigmentación antociánica de la mazorca parece estar ligada con una relativa resistencia a la pudrición por el *Phytophthora*, pero esta conclusión tiene valor solamente para el cacao Forastero por cuanto vimos que el Criollo de concha morada es más susceptible que el Criollo de concha decolorada. Así que los factores genéticos de resistencia del Forastero (grupo híbrido entre los Criollos y los Calabacillos o formas de cacao parecidas de calidad inferior) no derivan del progenitor Criollo morado o rojo sino del otro progenitor, esto es, del Calabacillo o formas afines.

Esta conclusión está confirmada por el análisis de los porcentajes de infección, en relación con la naturaleza de la superficie de la cáscara. Los Forasteros de cáscara rugosa, cuyo parentesco con los Crio-

llos es más directo, tienen un porcentaje de susceptibilidad triple que los forasteros de cáscara lisa, más atines a los Calabacillos. Los forasteros de cáscara con características medias son también intermedios en su susceptibilidad a la pudrición.

Estas conclusiones confirman lo que ya se sabía sobre el asunto, por directa observación en el campo (1).

Se efectuaron además otras observaciones haciendo distinción en los porcentajes de infecciones de las mazorcas, ya fueran sistémicas o extemporáneas, en los tres meses de máxima sequía de 1948 (marzo, abril y mayo) y los tres de máxima lluvia junio, julio y agosto), limitándonos al Forastero venezolano.

Estando las infecciones del *Phytophthora* estrechamente correlacionadas con la duración del período diario de saturación de humedad del aire, cabe exponer el promedio del curso diario de humedad relativa.

Durante el período seco el aire está saturado de humedad solamente desde las 6 u 8 p. m. hasta las 6 u 8 a. m.; desde mediodía hasta las 2 ó 4 p. m., la humedad relativa puede bajar al 40—60 por ciento.

Durante los días sin sol del período de lluvia la humedad relativa llega al 90—95 por ciento desde el mediodía hasta las 2 p. m. y eventualmente de las 10 a. m. a las 4 p. m. En las demás horas la humedad relativa es del 100 por ciento.

En los días de sol del período de lluvia la saturación de la atmósfera se limita al período comprendido entre las 4 p. m. y las 10 a. m. De 10 a. m. a 12 m. la humedad baja al 90 por ciento; de 12 m. a 2 p. m. al 80 y de 2 a 4 p. m. sube hasta el 90 por ciento.

(1) Véase, van Hall, C. J. J. Cacao, p. 235. 1932.

Tabla 5—Porcentajes comparativos de infección de las mazorcas de varios tipos de cacao por el *Phytophthora*, en los períodos de lluvia y verano.

	Forastero venezolano	Criollo de con- cha decolorada	Criollo de con- cha morada
Número de mazorcas infectadas en los 6 meses en total	146	16	8
Total de mazorcas infectadas en los meses secos (III-V)	43	9	4
Porcentaje respectivo	29,4	56,5	50,0
Total de mazorcas infectadas en los meses húmedos (VI-VIII)	104	7	4
Porcentaje respectivo	70,6	43,5	50,0
Número de mazorcas con infecciones basales en los meses secos (III-V))	39	8	3
Porcentaje respectivo	90,7	88,9	75,0
Número de mazorcas con infecciones laterales y apicales	4	1	1
Porcentaje respectivo	9,3	11,1	25,0
Meses húmedos (VI-VIII): Número de mazorca con infecciones basales	71	3	
Porcentaje respectivo	68,2	42,9	25,0
Número de mazorcas con infecciones laterales y apicales.	33	4	3
Porcentaje respectivo	31,8	57,1	75,0

Estos datos indican que:

1. En tanto que en los meses secos la infección de las mazorcas del Forastero venezolano, en total, no alcanza a una tercera parte, y aunque llega en los meses húmedos a más de las dos terceras partes, en los cacaos Criollos aproximadamente la mitad se infecta en cada uno de los dos períodos.

2. De acuerdo con las observaciones hechas en el tiempo seco, las infecciones basales comprenden desde 7/10 hasta $\frac{1}{4}$ parte del total. Lo inverso tiene lugar en el tiempo húmedo.

3. En los meses secos, el mayor porcentaje de infecciones basa-

les ocurre en el Forastero; en el Criollo de concha decolorada el porcentaje no llega a la tercera parte y es menor aún en el Criollo de concha morada.

Puede sacarse en conclusión que en el cacao Forastero venezolano la incidencia de la pudrición de las mazorcas es de origen sistémico y extemporáneo, tal como sucede en los Criollos. Durante los meses secos las infecciones de las mazorcas del Forastero provienen en gran parte de la infección del cojín floral, pero en los húmedos provienen tanto de los cojines florales infectados como de infecciones del ambiente externo. En alguna forma el tiempo húmedo influye también sobre el porcentaje de las infecciones derivadas del cojín floral, influencia que es menor en los Criollos y sobre todo en el de concha morada. La naturaleza de esta influencia queda todavía por establecer, pero bien podría estar sencillamente relacionada con los ciclos de fructificación, la velocidad de desarrollo de los frutos o con las interrelaciones entre el brotamiento de las hojas y los fenómenos de floración y fructificación, etc.

RESUMEN

Se investigó la incidencia de la pudrición de la mazorca del cacao por el *Phytophthora palmivora* Butler sobre diferentes grupos de variedades de cacao cultivadas en el ambiente subárido de regadío en Ocumare de la Costa, Estado Aragua, Venezuela.

Se ha averiguado que la infección sistémica de dichas mazorcas proviene de la infección primaria de los cojines florales, habiéndose estudiado su curso y sus características. Entre otras cosas se notó que, aunque es verdad que el período de mayor susceptibilidad a la infección sistémica es el que corre desde el fin del estado de pepino del fruto (fruto mayor de 9—10 centímetros, o sea de 75 a 90 días de edad) y el fin del período de desarrollo del fruto (140 a 150 días a contar desde la fecundación de la flor), puede haber un estado precoz de infección de la mazorca joven, el cual no ocurre nunca antes de los quince días de edad, esto es, en el período de máxima incidencia de la enfermedad fisiológica conocida como "pasmazón de los pepinos". Dicha infección es exclusivamente sistémica y puede afectar hasta las dos quintas partes de los pepinos que cuelgan de cojines infectados.

Observóse que el chancro del tallo, que por lo regular sigue a la infección del cojín floral, no es tan dañino como comúnmente se

afirma, pero que sus daños económicos se deben a la improductividad producida en el cojín infectado.

El Criollo de concha decolorada es más susceptible a la infección por *Phytophthora* que el de concha morada y el híbrido Forastero venezolano el cual, a su vez, parece más susceptible a la infección del cojín floral que los demás grupos de variedades. En un lapso de 10 meses los frutos infectados por medio del cojín floral representan los tres cuartos o cuatro quintos del total.

La presencia de pigmento antociánico en la cáscara de la mazorca no madura parece conferir una relativa resistencia a la infección por el *Phytophthora*; empero, en el Forastero susodicho, este carácter parece derivar del tipo Calabacillo o afines y no del progenitor Criollo de concha colorada.

Aun en el mismo Forastero, los híbridos más cercanos a los Criollos son más susceptibles a la pudrición que los más cercanos a los Calabacillos.

En el mismo Forastero, las infecciones de las mazorcas en los meses secos provienen en una tercera parte de infecciones del cojín; durante los meses húmedos este tipo de infección se une al causado por inóculo del patógeno proveniente del ambiente, pero aun así, el porcentaje de infecciones de origen sistémico aumenta. En los Criollos, los porcentajes de infecciones sistémicas y extemporáneas permanecen aproximadamente constantes.