

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A *Monilia roveri* Y SU RELACION  
CON ALGUNAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DEL FRUTO DE  
CULTIVARES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa  
Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos  
Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico  
Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

*Magister Scientiae*

por

OSCAR ENRIQUE BRENES GAMEZ

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
Departamento de Producción Vegetal  
Turrialba, Costa Rica  
1983

## DEDICATORIA

A mis padres y mis hermanos  
por su constante ejemplo, estímulo y cariño

A mi esposa Marielos y a mis hijos  
por su apoyo, comprensión y amor

A la memoria de don Asdrúbal, mi suegro  
y a la familia Esquivel Meléndez  
por su permanente colaboración

## AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento

- Al Dr. Gustavo Enríquez por su colaboración en la realización de este trabajo, por sus enseñanzas y sobre todo por su amistad.

- Al M.S. Jorge Hernán Echeverri y a los doctores Luis Carlos González, Jorge Soria y Joseph Saunders cuyos valiosos consejos y permanente ayuda hicieron posible esta investigación.

- Al Dr. Julio Henao, a Gustavo López y demás personal del Centro de Cómputo que colaboraron en el análisis de los datos.

- A Eddie Salazar, Gerardo Castillo, Antonio Castillo, Luis Guillermo Salazar, Alfredo Paredes, Miguel Cerdas, Omar Vega y a aquellas personas del Programa de Cacao, quienes cooperaron en todo momento para la realización de este trabajo.

- Al M.Sc. Jesús Sánchez por su amistad y por sus importantes ideas y sugerencias en la planificación y análisis de los resultados de esta investigación.

- A la Sra. Cecilia Murillo de Gamboa por su constante y desinteresado apoyo durante todo el estudio.

- A la Sra. Hilda Jiménez de Calvo por su eficiente ayuda en el mecanografiado del texto.

- Al Programa de Posgrado, a la Universidad de Costa Rica, al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, al Ministerio de Agricultura y Ganadería y al Gobierno de Holanda por el apoyo económico y por todas las facilidades brindadas para la realización de mis estudios de posgrado.

## BIOGRAFIA

El autor nació en San José, Costa Rica, el 11 de agosto de 1955. Realizó sus estudios primarios en la Escuela Juan Rudín y los secundarios en el Liceo de Costa Rica en su ciudad natal.

Sus estudios universitarios los efectuó en la Universidad de Costa Rica donde obtuvo el grado de Ingeniero Agrónomo en agosto de 1980.

Desde junio de 1978 trabajó como Especialista de Cacao, del Centro Agrícola Regional del Atlántico y a partir de 1979, de la Campaña de Combate de la Monilia, en el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

En marzo de 1981 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, Costa Rica, donde obtuvo el Título de *Magister Scientiae* en abril de 1983.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar al grado de

*Magister Scientiae*

JURADO



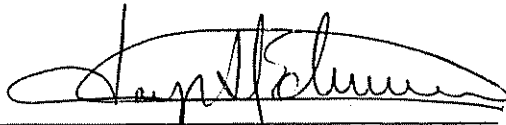
\_\_\_\_\_  
Gustavo A. Enríquez, Ph.D.

Profesor Consejero



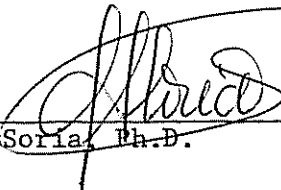
\_\_\_\_\_  
Luis Carlos González, Ph.D.

Miembro del Comité



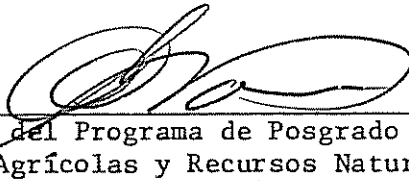
\_\_\_\_\_  
Jorge H. Echeverri, M.S.

Miembro del Comité



\_\_\_\_\_  
Jorge Soria, Ph.D.

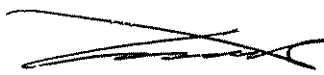
Miembro del Comité



\_\_\_\_\_  
Director del Programa de Posgrado en Ciencias  
Agrícolas y Recursos Naturales



\_\_\_\_\_  
Decano del Sistema de Estudios de Posgrado de la  
Universidad de Costa Rica



\_\_\_\_\_  
Oscar E. Brenes Gámez  
Candidato

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN .....	ix
SUMMARY .....	xi
LISTA DE CUADROS .....	xiii
LISTA DE FIGURAS .....	xiv
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1 La enfermedad .....	3
2.1.1 Historia y distribución geográfica .....	3
2.1.2 Hospedantes .....	4
2.1.3 Importancia económica .....	4
2.1.4 Sintomatología .....	5
2.1.5 Etiología .....	6
2.1.6 Relación hospedante-parásito-ambiente .....	6
2.1.7 Combate .....	9
2.2 Búsqueda de resistencia .....	10
2.2.1 Incidencia natural .....	10
2.2.2 Inoculación artificial .....	12
a. Métodos .....	12
b. Calidad y cantidad de inóculo .....	13
c. Edad de las mazorcas .....	14
2.2.3 Métodos de cuantificación de la resistencia .....	15
3. MATERIALES Y METODOS .....	16
3.1 Localización del estudio .....	16

	<u>Página</u>
3.2 Material evaluado .....	18
3.3 Descripción del método empleado .....	18
3.4 Parámetros medidos .....	21
3.5 Análisis de la información .....	22
4. RESULTADOS .....	24
4.1 Severidad externa .....	26
4.2 Severidad interna .....	26
4.3 Análisis estadístico .....	27
4.4 Clasificación en grupos .....	29
4.5 Características de la mazorca y la moniliasis .....	30
5. DISCUSION .....	31
5.1 Metodología .....	31
5.2 Clasificación de los cultivares evaluados .....	35
a. Muy resistentes .....	35
b. Resistentes .....	37
c. Tolerantes .....	39
d. Moderadamente susceptibles .....	40
e. Susceptibles .....	41
5.3 El origen de los cultivares y la resistencia .....	42
5.4 Las características de la mazorca y la resistencia .....	42
6. CONCLUSIONES .....	44
7. RECOMENDACIONES .....	46
8. BILIOGRAFIA .....	48
9. APENDICE .....	53



## RESUMEN

La moniliasis, causada por el hongo *Monilia rozeri*, es una de las principales enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Costa Rica. Recientemente se ha desarrollado una metodología para evaluar la resistencia.

El presente estudio se realizó con los siguientes objetivos:

1. Verificar la confiabilidad de la metodología de evaluación de resistencia mediante inoculación artificial recomendada anteriormente.
2. Evaluar mediante inoculación artificial la resistencia a *M. rozeri* de los cultivares de la colección del CATIE, Turrialba, y
3. Determinar si alguna característica de la mazorca, como el color, la rugosidad o la dureza del mesocarpo está relacionado con la susceptibilidad.

Se evaluó la severidad externa, la severidad interna y la incidencia de 40 cultivares, mediante una lectura a las ocho semanas después de la inoculación, de frutos de dos meses de edad asperjados con una suspensión de 100.000 conidios/ml. Los cultivares fueron divididos en tres etapas de acuerdo con su época de mayor floración y en todas las etapas se evaluó el cultivar 'Cantongo' que actuó como control. La severidad externa se midió con una escala de 0 a 5 según los síntomas y la severidad interna con una escala de igual amplitud respecto al grado de necrosamiento de los tejidos internos del fruto.

Se observó que el necrosamiento interno ocurre después de la aparición de los primeros síntomas externos o puntos aceitosos.

Se determinó una gran variación, del cultivar 'Catongo', entre las etapas, por lo cual se hizo una corrección a los valores más altos de severidad externa e interna con el objeto de comparar los resultados como si se hubiera obtenido en una sola etapa. Los datos corregidos se sometieron a un análisis de varianza y una prueba de Duncan. Se encontraron diferencias significativas entre cultivares para severidad externa e interna.

Considerando los tres parámetros evaluados se hizo un análisis 'CLUSTER' para la jerarquización y división en grupo de los cultivares. Se escogió la división en cinco grupos que corresponden a una clasificación arbitraria de muy resistentes, resistentes, tolerantes, moderadamente susceptibles y susceptibles. Los cultivares 'RB-41', 'EET-399', 'UF-296' y 'PA-169' fueron clasificados como muy resistentes. Los cultivares 'CC-234' y 'CC-244' fueron los más susceptibles.

Las características de color, rugosidad y dureza del mesocarpo del fruto fueron correlacionadas con la severidad externa, severidad interna e incidencia pero ninguna correlación fue significativa.

La mayoría de los cultivares muy resistentes y resistentes evaluados en este estudio son originarios de la costa de Ecuador y la zona del Alto Amazonas de Perú y Brasil.

## SUMMARY

Monilia pod rot, caused by *Monilia rozeri*, is a major disease of cacao *Theobroma cacao* L., in Costa Rica. A methodology for evaluating resistance has recently been developed.

The objectives of this study were:

1. To verify the reliability of the resistance evaluation methodology using artificial inoculations.
2. To evaluate the resistance of cacao cultivars in the CATIE, Turrialba collection.
3. To determine if pod color, rugosity, or mesocarp hardness, were related to susceptibility.

Disease incidence, external severity and internal severity for 40 cultivars were evaluated eight weeks after inoculating two-month-old pods by spraying with 100.000 conidia/ml. The cultivars were divided into three test groups, depending on the time of major flowering. The cultivar 'Catongo' was evaluated with each group. External and internal severity were rated 0 to 5.

Internal necrosis occurred only after oily spots appeared externally.

The variability of cultivar 'Catongo' among the test groups was used as a correction factor before making cultivar comparisons across group. There were significant differences for external and internal severity.

A Cluster analysis was used to rank and divide the cultivars into five

arbitrary groups: very resistant, resistant, tolerant, moderately susceptible and susceptible. Cultivars 'RB-41', 'EET-399', 'UF-296', and 'PA-169' were classified very resistant. 'CC-234' and 'CC-244' were the most susceptible.

Color, rugosity and mesocarp hardness were not significantly correlated with measurement of external severity, internal severity or incidence.

Most very resistant and resistant cultivars originated from the coast of Ecuador and the high Amazon areas of Peru and Brazil.

## LISTA DE CUADROS

### En el texto

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
1	Algunas características de los cultivares evaluados contra moniliasis .....	19
2	Correlaciones de las características de la mazorca y la resistencia a <i>Monilia rozeri</i> .....	27
3	Incidencia y reacción corregida de cultivares de cacao en cuanto a severidad externa y severidad interna, ocho semanas después de la inoculación artificial con <i>M. rozeri</i> en Turrialba, Costa Rica, 1982 .....	28
4	Características de incidencia, severidad externa y severidad interna de los cinco grupos seleccionados mediante el Análisis 'CLUSTER' .....	30

### En el apéndice

<u>Cuadro No.</u>		
1A	Resultados sin corregir de la etapa inoculada el 6 y 7 de julio de 1982, Turrialba, Costa Rica .....	54
2A	Resultados sin corregir de la etapa inoculada el 10 y 11 de agosto de 1982, Turrialba, Costa Rica .....	55
3A	Resultados sin corregir de la etapa inoculada el 16 y 17 de setiembre de 1982, Turrialba, Costa Rica ...	56
4A	Número de frutos inoculados y su severidad a las ocho semanas para cada cultivar, Turrialba, 1982 .....	57
5A	Jerarquización y división en grupos de los cultivares según su severidad externa corregida (SEC), severidad interna corregida (SIC) e incidencia mediante el análisis 'CLUSTER' Turrialba, 1982 .....	58

## LISTA DE FIGURAS

		<u>Página</u>
<u>En el texto</u>		
<u>Figura No.</u>		
1	Epocas de inoculación y factores climáticos semanales durante el período de estudio en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1982 .....	17
2	Reacción del cultivar 'Catongo' durante las tres etapas del estudio en Turrialba, Costa Rica, 1982 .....	25
<u>En el apéndice</u>		
<u>Figura No.</u>		
1A	Jerarquización y división de grupos de los cultivos evaluados en cuanto a severidad externa, severidad interna e incidencia mediante el análisis 'CLUSTER', Turrialba, 1982 .....	60

## 1. INTRODUCCION

Las enfermedades de las plantas cultivadas tienen una gran importancia por los daños físicos y económicos que causan. En los cultivos tropicales perennas, las pérdidas son aún más considerables debido a las condiciones climáticas, la permanencia de los cultivos y los escasos conocimientos sobre el desarrollo y diseminación de las enfermedades.

Existen muchos métodos para combatir las enfermedades, pero ninguno de ellos es tan eficiente y económico como el uso de variedades resistentes y de buena producción. La utilización de variedades resistentes tiene mayor relevancia en cultivos permanentes producidos por pequeños agricultores, quienes, por sus pocos conocimientos y recursos, les es difícil aplicar otros métodos de combate.

La moniliasis del cacao es una enfermedad que causa grandes pérdidas de frutos a cualquier edad. Estas pérdidas se ven acrecentadas por la alta producción de inóculo, fácil diseminación por el viento, condiciones favorables para su desarrollo en las áreas cacaoteras y alta susceptibilidad de los cultivares sembrados.

Aunque esta enfermedad no había tenido una amplia distribución fuera de sus áreas tradicionales de América del Sur, la reciente introducción a nuevas áreas de la región centroamericana en Costa Rica, Panamá y Nicaragua, representa una amenaza seria a la industria cacaotera que constituye una gran fuente de divisas y empleo. Esta situación destaca la importancia de realizar estudios con esta enfermedad. Desde la aparición de la enfermedad en

Costa Rica se ha buscado, en base al conocimiento del agente causal, el hongo *Monilia rozeri* Cif. y Par., métodos de combate efectivos e integrales que permitan obtener buenos rendimientos a pesar de la presencia de la enfermedad.

La gran variabilidad genética del cacao abre la posibilidad de encontrar material resistente que pueda ser incluido en los programas de mejoramiento genético y distribución de semillas mejoradas en los países afectados o con probabilidades de serlo a corto plazo.

En 1982 Sánchez (54) desarrolló una metodología para cuantificar diferencias en la susceptibilidad a la moniliasis y la obtención de material resistente. En este trabajo solo se evaluaron algunos cultivares por lo que se plantea la necesidad de buscar más fuentes de resistencia y encontrar otras características relacionadas con las diferencias entre cultivares que permitan avanzar más rápidamente en el mejoramiento del cacao para la resistencia a *M. rozeri*.

Esta motivación y necesidad condujeron al presente estudio, el cual se llevó a cabo con los siguientes objetivos:

1. Verificar la confiabilidad de la metodología de evaluación de la resistencia mediante inoculación artificial recomendada anteriormente.
2. Evaluar, mediante inoculación artificial, la susceptibilidad de cultivares de cacao de la colección del CATIE en Turrialba.
3. Determinar si algunas características de la mazorca, como: el color, la rugosidad y la dureza del mesocarpo, está relacionada con las variaciones en la susceptibilidad.



## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 La enfermedad

La moniliasis se descubrió a inicios de este siglo en América del Sur atacando plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.). Al principio recibió algunos nombres relacionados con el lugar de aparición, "enfermedad de Quevedo", o con sus síntomas, "ceniza", "podredumbre acuosa", "polvillo", "pringue", "enfermedad palúdica", "helada", etc.

#### 2.1.1 Historia y distribución geográfica

El primer informe de la existencia de la enfermedad fue dado por Martínez, citado por Rorer (50), en 1916. Sin embargo, Jorgensen (36) menciona que, la aparición de esta enfermedad o una semejante en la Hacienda Maravilla, fue anotada en un diario privado en 1895, pero el año siguiente desapareció. Aún más, Suárez (63) informa, sin indicar la fuente, que se la reportó ya a niveles epidémicos en Colombia en 1851. Pese a estos hechos, no fue sino hasta 1916 en que se hizo la descripción de la enfermedad y se estableció su primera aparición en Quevedo, Provincia de Los Ríos, Ecuador (52).

Ya en 1930, Nolla (47) cita la enfermedad palúdica como una de las más importantes en el Valle del Cauca, Colombia. Luego, en 1959, Wood (65) informó además su existencia en los departamentos de Huila, Santander y Antioquia de ese país.

De estos dos países, se cree, se distribuyó a Venezuela, donde, desde

1941 hasta ahora, solo se presenta en la región sur del Lago de Maracaibo (10), a Perú y a Panamá, donde en 1956 se la encontró en cacaotales de la Comarca de San Blas y de la Provincia de Darién (48).

En 1978 se descubrió la existencia de moniliasis en la Zona Atlántica de Costa Rica, cerca de Cahuita (24). Dos años más tarde ya se encontraba en todas las zonas cacaoteras de Costa Rica (28) y en algunas plantaciones de Panamá y Nicaragua (39) cercanas a la frontera con Costa Rica.

### 2.1.2 Hospedantes

Esta enfermedad se ha encontrado atacando frutos de *T. cacao* (52), *T. bicolor* (10, 52), *T. gileri* (3, 10), *T. mammosum* (27), *T. grandiflora* (27), *Herrania baloensis* (= *T. baloensis*) (10, 52) y *H. purpurea* (27). Evans y colaboradores (31) lograron infectar, mediante inmersión en una suspensión de conidios, semillas de *T. cacao*, *T. bicolor*, *T. angustifolia* y *T. mammosum*.

### 2.1.3 Importancia económica

La moniliasis ha provocado, en casi todos los países donde ha llegado, el abandono de muchas plantaciones o el cambio de cultivo ya que, sin combate, las pérdidas pueden ser totales (28, 53). Las pérdidas en la producción nacional de cacao debidas a esta enfermedad, en países como Ecuador y Colombia, con más de 50 años de convivir con ella, son de 30 ó 40 por ciento (3, 65). En el área afectada de Venezuela se reportan pérdidas de 70 por ciento (10).

En Costa Rica, la reducción en la producción nacional fue de 53 por ciento en 1980 con respecto a 1978 cuando se descubrió la enfermedad (28). Sin embargo, a nivel de finca las pérdidas fueron mayores, de 62 por ciento en una finca experimental y de 90 por ciento en una finca comercial y casi 40 por ciento de las plantaciones de la Zona Atlántica estaban abandonadas en febrero de 1981 (28).

#### 2.1.4 Sintomatología

Las mazorcas son infectadas, principalmente, cuando están jóvenes y la infección se desarrolla internamente mientras la mazorca crece (2). La primera indicación de la enfermedad son pequeños puntos aceitosos o hidrosos que aparecen tres o mes y medio después de la infección, y que a medida que crecen se tornan en una mancha de color café (mancha chocolate) (44). Esta mancha es de bordes irregulares, rodeada de un halo amarillento y llega a cubrir, muchas veces, la totalidad de la superficie de la mazorca (8). Es posible apreciar protuberancias a manera de jibas, en mazorcas muy jóvenes, o una maduración prematura, en mazorcas adultas, como los síntomas anteriores a la aparición de la mancha (3). Esta mancha, se cubre después de 4 a 7 días, por una felpa de micelio blanquecino, al principio ralo, que luego de 3 a 4 forma un estroma firme con abundante esporulación (3). En las semanas subsiguientes las mazorcas van perdiendo el contenido de agua y van adquiriendo progresivamente una total momificación (62).

Sánchez (54) encontró, en algunos frutos inoculados artificialmente, un agrietamiento a lo largo de uno de los surcos del fruto donde, posteriormente,

se desarrolla el estroma y se produce la esporulación.

La muerte de frutos recién formados, similar a la atribuida a marchitez fisiológica, es otro síntoma de la enfermedad (8, 62), si bien no específico.

Las mazorcas enfermas, generalmente, son de mayor peso que las mazorcas sanas (10). Internamente, al partir una mazorca afectada, se puede observar que los tejidos de la cáscara, la pulpa y los granos se necrosan y se llenan de una sustancia acuosa viscosa en proceso de descomposición, que forman una sola masa compacta de difícil separación (8).

#### 2.1.5 Etiología

El hongo causal de la enfermedad fue denominado *Monilia roreri* Ciferri y Parodi por estos autores en 1933 (11) como reconocimiento a J.B. Rorer, quien ya en 1925 (53) había descrito al patógeno como una nueva especie del género *Monilia*. El hongo pertenece a la clase de los Deuteromicetes, orden Moniliales y familia Moniliaceae.

Evans y colaboradores (32), en 1978, propusieron incluir este patógeno en un nuevo género, *Moniliophthora*, por la presencia de un doliporo en las septas del micelio vegetativo que indica su afinidad con los Basidiomicetes. Sin embargo, esta nueva clasificación del hongo no es aún muy aceptada.

#### 2.1.6 Relación hospedante-parásito-ambiente

Las variedades de *T. cacao* y otras especies afines establecidas en los países afectados no han impedido el desarrollo y distribución de la

moniliasis (63). Aunque se han encontrado diferencias en susceptibilidad no se ha determinado, hasta la fecha, ningún material inmune (7, 12, 27).

El inóculo de *Monilia* está constituido por los conidios que se producen sobre la superficie de la mazorca en cantidades de hasta 57,2 millones de ellos por  $\text{cm}^2$  (54). Estos conidios conservan su viabilidad y poder infectivo hasta por 9 meses en mazorcas en el árbol (20) y, en condiciones de laboratorio, hasta por 22 meses después de iniciada su esporulación (44).

Los conidios en el suelo y sobre mazorcas en el suelo mantienen su viabilidad por dos y tres meses, respectivamente (19), pero no parecen ser una fuente importante de inóculo (20, 35).

Los conidios son los únicos propágulos infectivos conocidos y son fácilmente diseminados por el viento, la lluvia o insectos (31). En plantaciones de cacao, mediante trampas de esporas Tipo Burkard, se han registrado poblaciones en el aire hasta de 295 conidios/ $\text{m}^3$  colectados en 24 horas (43, 49). Estas poblaciones son afectadas por la distancia del cacaotal, la época del año y el período durante el día que se considere (42, 49).

Se ha comprobado, en condiciones de laboratorio, que los conidios solo germinan en presencia de una película de agua (9, 42), iniciándose la germinación alrededor de las dos horas y completándose entre seis y siete horas después (44). Suárez (62), en condiciones naturales, encontró que algunos conidios germinan a las tres horas después de ser inoculados sobre mazorcas, emitiendo de uno a cinco tubos germinativos. Estos tubos se ramifican sobre la epidermis, originando hifas infectivas muy finas que progresan oblicuamente

hasta atravesar la epidermis de la mazorca, especialmente por la base de los pelos glandulares (62). Suárez (62) no observó diferencias cualitativas ni cuantitativas apreciables en cuanto a la forma de penetración de *M. rotrei* en mazorcas inoculadas de los 20 a los 160 días de edad, aunque el desarrollo intracelular si fue más rápido en frutos de 20, 40 y 160 días.

En su primera etapa el ataque del hongo es intercelular y emite conidios foros ramificados para propagarse en el interior del tejido, pero, posteriormente, y mediante emisión de nuevas hifas infectivas, el hongo se torna intracelular alcanzando su forma adulta e iniciando la manifestación de los síntomas en la mazorca (1, 62). Suárez (62) concluye que la aparente resistencia de mazorcas de 100 a 140 días de edad se relaciona más con la dificultad que tiene el hongo a desarrollarse intracelularmente que con la penetración en sí.

La germinación es mayor cuando las esporas son sometidas, por espacio de ocho a nueve horas, a temperatura de 20°C y humedad relativa de 100 por ciento (9). Aunque, Merchán (42) encontró que el nivel óptimo es alrededor de 23°C al compararlo con 20 y 35°C, cuando las esporas se pusieron en contacto con agua pero sin inducir su inmersión. López (40) observó, mediante registros de la temperatura en el laboratorio, que las temperaturas bajas, además de favorecer el grado de germinación, tienen un efecto notorio sobre la turgencia de las esporas, el tiempo de germinación y la longitud de los tubos germinales.

No se conoce aún el efecto del ambiente en cuanto a la penetración pero se ha encontrado que el porcentaje de infección está correlacionado

positivamente con las lluvias caídas cuatro quincenas (49) o tres (44) o cuatro (13) meses antes. Fowler, Desrosiers y Hopp (33) obtuvieron también correlación positiva con la insolación. Porrás (49) la encontró además con la humedad relativa y con el balance calórico.

Los síntomas y el tiempo para la aparición de los mismos varían principalmente con la edad del fruto y la severidad del ataque (44), pudiendo variar el período de incubación del hongo entre 15 y 70 días (43, 54, 61, 64). De tres a nueve días después del primer síntoma de necrosis, aparece el micelio, ocurriendo tres o cuatro días después, la esporulación, fase final del ciclo de vida del patógeno dentro del hospedante (61).

#### 2.1.7 Combate

El combate cultural de la moniliasis, mediante la remoción de frutos enfermos, ha sido el más efectivo. Barros (3) ha logrado reducir la incidencia de 30,6 a 8,8 por ciento en un caso y de 52,8 a 22,4 por ciento en otro mediante la remoción de frutos enfermos semanalmente, eliminación de chupones, podas semestrales, protección de heridas, cosechas mensuales, mejoramiento de drenajes, reemplazo de árboles muertos y tres deshierbas anuales.

A pesar de la efectividad del combate cultural, desde la aparición de la enfermedad (52) se ha tratado de complementarlo con aplicación de fungicidas, pero los resultados son muy variables e inconsistentes (64). Uno de los mayores impedimentos, apuntado ya por Rorer (53) en 1926, para la efectividad del combate químico, lo constituye la cantidad y regularidad de las

aplicaciones necesarias, lo cual aumenta excesivamente los costos del combate.

El combate biológico se ha experimentado solo recientemente y se ha obtenido *in vitro* alta inhibición al desarrollo del patógeno mediante la aplicación preventiva de bacterias antagonicas. Se está a la espera de los resultados *in vivo* complementarios (6).

El uso de variedades resistentes no ha sido descartado. Desde el descubrimiento de la enfermedad se hicieron algunas observaciones sobre la existencia de material menos susceptibles (10, 46, 48, 52, 65). En los últimos años, mediante inoculación artificial, se han obtenido, en Ecuador (51) y Costa Rica (54), material resistente o promisorio. Algunos de los cultivares promisorios son: 'EET-233, 381 y 382' (51) y 'CC-210', 'CC-266', 'EET-59' y 'EET-48' (54).

## 2.2 Búsqueda de resistencia

### 2.2.1 Incidencia natural

En cada país donde apareció la enfermedad se observó diferencias en susceptibilidad en los materiales genéticos sembrados. Rorer (52) encontró en Ecuador que la variedad 'Venezuela' era más susceptible que la variedad 'Nacional'. Esto fue confirmado 30 años después por Wood (65), quien manifestó que el cacao 'Nacional' era menos afectado que los Trinitarios. Naundorf (46) en Colombia informó que la moniliasis era menor en plantaciones de cacao Criollo y observó niveles de infección, según el tipo de cacao, de



0,33 en Criollo, 4,2 en Angoleta. 7,5 en Condeamar, 18,5 en Amelonado y 29,0 por ciento en Calabacillo. Wood (65) informó, en Colombia, que el tipo Trinitario era más susceptible, mientras el Criollo era relativamente resistente. En Venezuela se ha observado menores infecciones en los tipos criollos rugosos (10). Grellana (48) encontró la enfermedad en Panamá en el tipo Forastero rojo pero no en el Criollo y Calabacillo.

Con respecto al color, Naundorf (46) menciona que las mazorcas de color rojo y morado son menos atacadas que las de color verde y amarillo, aunque Díaz (14) no encontró relación entre la pigmentación de la mazorca y la susceptibilidad a la enfermedad.

Edwards (21) sugiere, en base a observaciones de campo, que los árboles que producen mazorcas con una superficie brillante sufren menos pérdidas por la moniliasis y, por lo tanto, indica la posibilidad de que una variación en la textura del fruto pueda causar, al menos parcialmente, diferencias en susceptibilidad.

En años recientes y después del establecimiento comercial de los clones, numerosos informes (7, 12, 15, 16, 17, 18, 51, 56) han revelado diferencias entre cultivares a nivel de campo. Estos estudios han destacado algunos cultivares como 'EET-96' y 'EET-114' (12) y 'CC-124', 'CC-30' y 'CC-69' (7) por su baja incidencia y alta producción. Sin embargo, la gran variabilidad en los datos, como consecuencia de los cambios climáticos de un año a otro o de un lugar a otro, y de las variaciones en edad del fruto y en la cantidad de inóculo, no han dado una confiabilidad suficiente para impulsar programas de mejoramiento a largo plazo (51, 54, 64).

## 2.2.2 Inoculación artificial

### a. Métodos:

Las primeras investigaciones sobre inoculación artificial, con conidios secos y en suspensión, fueron poco exitosas (34, 40, 52, 55). Díaz (14) obtuvo hasta 67 por ciento de infección al inocular, con una suspensión de esporas, cuatro puntos laterales por mazorca cubiertos luego con algodón, el cual se humedecía con agua todos los días. El mayor éxito (100 por ciento de infección) lo alcanzó Bejarano (5) al hacer las inoculaciones con una suspensión de esporas, de concentración desconocida, asperjada a mazorcas de diferente tamaño cubiertos por fundas de polietileno. La temperatura y humedad mantenidas dentro de la funda fueron óptimas para el desarrollo del hongo y para provocar la infección en los frutos (5).

Merchán (43) observó que frutos protegidos durante todo el período vegetativo con fundas de polietileno presentaron una maduración prematura, un período vegetativo más corto y un menor desarrollo en diámetro y longitud que los dejados a libre exposición después de 84-86 días de edad. Esta práctica también aceleró el ciclo de la enfermedad entre 5 a 7 días, o sea, disminuyó los períodos de incubación y latencia en frutos inoculados a los 82-84 días de edad con los conidios secos adheridos a lo largo de 2 cm de un alfiler entomológico, liberados sobre el surco de la mazorca mediante aspersion de agua (43).

Otros métodos de inoculación que han sido evaluados son: suspensión en recipiente adherido a la mazorca (4, 25), hirviendo la corteza de la mazorca

(4, 25, 46), conidios secos espolvoreados (4, 34, 46, 52, 55), inoculación más presencia del chinche *Mecosternum ulpterus* F. (34, 46, 55) y algunas modificaciones de ellos.

#### b. Calidad y cantidad de inóculo

En la mayoría de los ensayos de inoculación (5, 14, 34, 46, 52, 55, 61) los conidios se tomaron directamente de mazorcas enfermas, sin hacer aislamientos en medios de cultivo. En algunos de estos ensayos (5, 46, 61) se consideró la edad de los conidios para asegurar su patogenicidad. Se ha encontrado que la mayor germinación ocurre entre los ocho y diecisiete días de edad del micelio esporulante (5, 42, 46). Recientes experimentos (4, 17, 25, 42, 54) se han realizado con inóculo de cultivos puros del hongo desarrollados en papa-dextrosa-agar o avena-dextrosa-agar. Merchán (42) no encontró diferencias en patogenicidad según sea la fuente de inóculo de medios de cultivo o de frutos naturalmente infectados. El uso del cultivo puro permite mayor repetibilidad de una inoculación a otra sobre todo en la edad de los conidios y evita la contaminación con bacterias inhibidoras (\*).

Varios estudios han determinado que si la presión de inóculo es demasiado alta o demasiado baja no se pueden observar diferencias entre cultivares (18, 44, 54, 61). Sotomayor (61) al emplear una concentración de un gramo por 100 ml, equivalente a  $35 \times 10^6$  conidios/ml, no obtuvo diferencias significativas, en cuanto a incidencia, entre cultivares lo cual lo atribuyó a

---

(\*) GONZALEZ, I.C. Comunicación personal. Turrialba, Costa Rica, 1982.

la alta concentración usada,

Otras concentraciones evaluadas han sido: 100 esporas por campo micoscópico de  $15 \times 20$  (4),  $25 \times 10^4$  conidios/ml (51),  $35 \times 10^5$  y  $35 \times 10^4$  conidios/ml (15), y  $10^4$  y  $10^6$  conidios/ml (54).

Merchán (42), utilizando conidios adheridos a la punta, 0.5 cm, 1 cm ( $85 \times 10^4$  conidios) y 2 cm de un alfiler entomológico, encontró que las tres dosis más altas aceleran el ciclo de la enfermedad entre ocho y nueve días y que con la dosis mínima de inóculo (conidios secos adheridos a la punta alfiler/surco-fruto) se obtiene 100 por ciento de infección en frutos del cultivar 'EET-96'.

Sánchez (54), con una concentración de  $10^5$  conidios/ml asperjando 0,5 ml/mazorca, obtuvo diferencias significativas entre cultivares.

### c. Edad de las mazorcas

La pérdida por marchitamiento fisiológico en mazorcas de menos de 60 días, la resistencia al desarrollo del hongo en mazorcas de más de 100 días y la alta susceptibilidad a *Monilia* de las mazorcas de 20, 40 y 160 días de edad (62) han motivado a que los experimentos sobre resistencia y métodos de inoculación se efectúen con mazorcas de 60 a 84 días (44, 51, 54, 61).

El uso de escalas de severidad, como las usadas por Sánchez (54), requiere de polinización artificial para uniformizar la edad de los frutos, debido a la gran variabilidad en sintomatología que de acuerdo con la edad presentan las mazorcas de cacao (62).

### 2.2.3 Métodos de cuantificación de la resistencia

El único criterio para cuantificar la reacción a la enfermedad, tanto con inóculo natural como artificial, había sido, antes de Sánchez (54), la incidencia (12, 51, 61). Aunque Sotomayor (61) si tomó datos de período de incubación y aparición de síntomas, y encontró diferencias altamente significativas, pensó que estos parámetros no pueden ser considerados como un índice de resistencia debido a que todas las mazorcas tratadas se infectaron. El mismo autor (61) consideró importante, de acuerdo con sus resultados, evaluar la resistencia mediante el período de incubación.

Sánchez (54) se basó, para evaluar la reacción de cultivares, no solo en la incidencia sino también en medidas de severidad externa e interna a través de escalas previamente establecidas de 0 a 10 y de 0 a 5, respectivamente. La severidad externa la obtuvo por el promedio de 15 lecturas, de la quinta a la decimoquinta semana después de la inoculación, pero encontró una alta correlación de este promedio con la lectura a la octava semana. En base a los resultados obtenidos, Sánchez (54) recomendó que las posteriores evaluaciones de severidad externa se realizarán con una escala reducida de 0 a 5 y mediante una sola lectura a la octava semana después de la inoculación. El mismo autor (54) determinó la severidad interna al momento de cosechar los frutos cuando presentaban esporulación o madurez completa.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del estudio

El estudio se realizó en la Colección de Germoplasma de Cacao del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, en Turrialba, Costa Rica, ubicada a  $83^{\circ} 39' 40''$  de longitud oeste y  $9^{\circ} 55' 21''$  de latitud norte en la zona de vida correspondiente a bosque muy húmedo premontano. La altura es 602 m.s.n.m., la temperatura media anual es de  $22,3^{\circ}\text{C}$  (promedio de 23 años) con una máxima promedio anual de  $27,0^{\circ}\text{C}$  y una mínima promedio anual de  $17,7^{\circ}\text{C}$ . La precipitación media anual es de 2647,5 mm (promedio de 38 años), la humedad relativa promedio es 87,6 por ciento (promedio de 25 años) y el brillo solar diario promedio es de 4,54 horas (promedio de 23 años) (\*). En la Figura 1 se muestra las temperaturas máximas y mínimas, la humedad relativa y el brillo solar promedios y la precipitación total por semana durante el período en que se realizó el estudio.

La Colección se inició en 1958 y comprende casi 500 introducciones. Cada clon está representado por 10 o menos plantas sembradas, generalmente, en un solo surco. Esta Colección, quizá no se puede considerar, actualmente, como de las más extensas, pero sí como una de las más ricas en material promisorio, puesto que recoge lo mejor del material de toda América (26).

---

(\*) Datos de la estación meteorológica del CATIE.

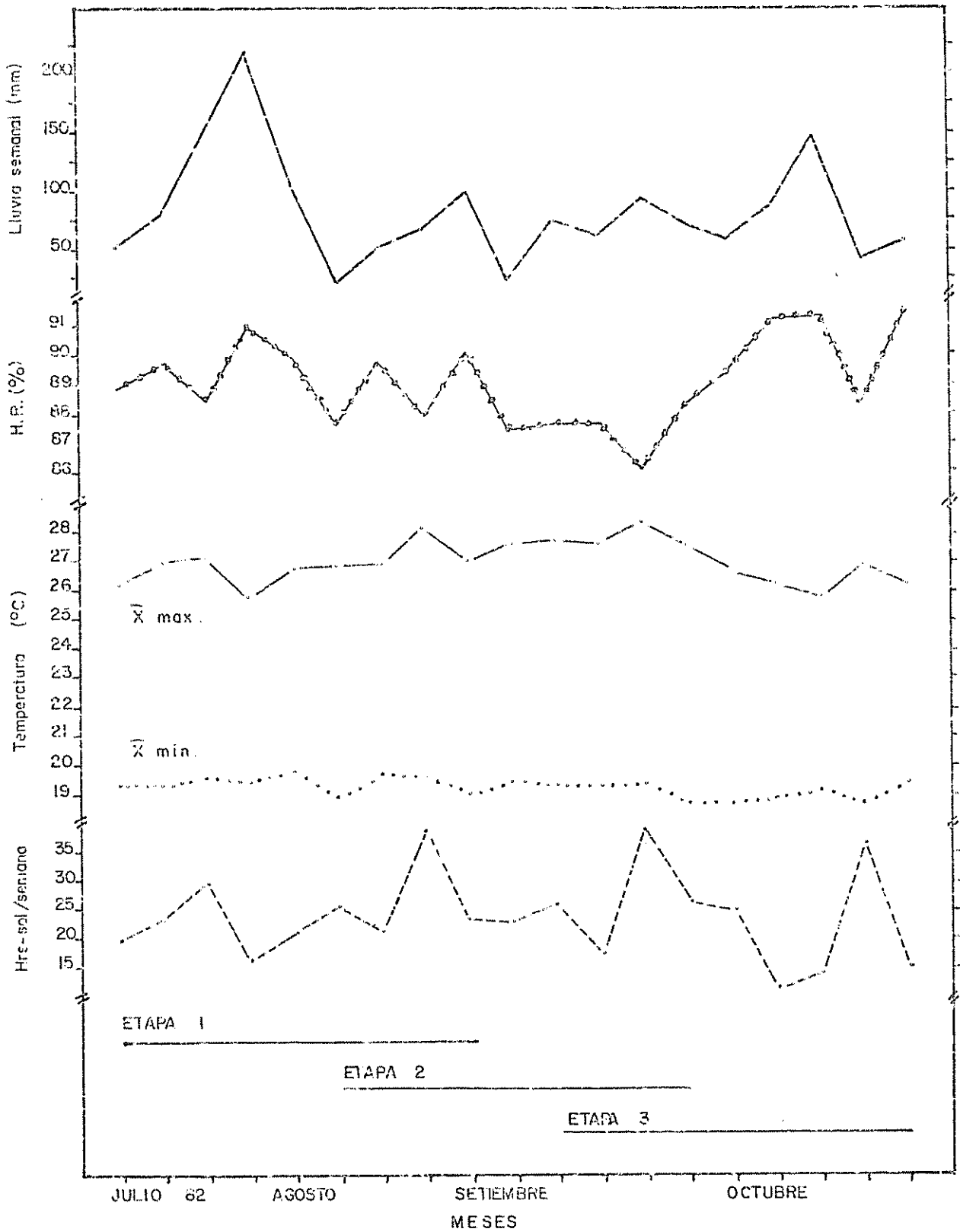


Figura 1. Epocas de inoculación y factores climáticos semanales durante el período de estudio en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1982

### 3.2 Material evaluado

En el Cuadro 1 se presentan las principales características de los cultivares evaluados. La selección de estos estuvo condicionada a la presencia de flores y posterior existencia de un mínimo de 40 frutos por cultivar y se basó principalmente en el origen de los cultivares y en las principales características de la mazorca, como color, rugosidad y dureza del mesocarpo. La evaluación incluyó 40 cultivares, de los cuales la mayoría eran de origen amazónico o descendientes de amazónicos. Estos cultivares fueron seleccionados en Brasil (14 cultivares), Costa Rica (13), Ecuador (8) y Perú (5). El estudio comprendió 35 cultivares de mazorca verde y cinco de mazorca roja en diferente grado de rugosidad; 22 de ligeta, 14 intermedia y 4 de intensa; 6 de mesocarpo suave, 15 de intermedio y 15 de duro.

### 3.3 Descripción del método empleado

Se utilizó la misma metodología desarrollada por Sánchez (54) en Turrialba, el año anterior. Consiste en asperjar con una suspensión de  $10^5$  conidios/ml en agua destilada más Tween-80 al 0,01% mazorcas de los meses de edad, obtenidas por polinización manual. La fuente de inóculo fueron cultivos puros de *Monilia roseri* en un medio de avena-dextrosa-agar (5, 2 y 1,5 por ciento, respectivamente) con 10 a 15 días de edad, mantenidos a la temperatura y humedad ambiente del laboratorio. La concentración se midió con un hematócrito.

Los frutos se cubrieron al momento de la inoculación con bolsas de polietileno transparentes, perforadas en los extremos, para impedir la



Cuadro 1. Algunas características de los cultivares evaluados contra moniliasis

CULTIVAR	PAIS ORIG.	TIPO 1/ GENET.	PEDIGREE	COLOR 2/ LOH. SUR.	RUG. 2/ 3/	DUR. 4/ 5/	RESISTENCIA 5/ Phyt. Crin. Cer.	AUTO6/ COMP.	INC. HAM.	
CAIONGO	BRA	F.	-----	0	0	2	R	-	49,1	
CC-41	CRI	H.	P.A.UF-676	0	0	3	T-R	-	-----	
CC-144	CRI	Mat(F)	P.A.UF-675	0	0	3	S	-	57,4	
CC-225	CRI	H.	SCA-6xICS-1	0	0	5	T-R	-	-----	
CC-226	CRI	H.	SCA-6xICS-1	1	0	3	-	-	-----	
CC-231	CRI	H.	SCA-6xICS-6	0	0	6	-	-	-----	
CC-232	CRI	H.	SCA-6xICS-39	0	0	2	-	-	-----	
CC-234	CRI	H.	SCA-6xICS-39	0	0	7	-	-	-----	
CC-240	CRI	H.	SCA-6xICS-1	0	0	4	S	-	-----	
CC-244	CRI	H.	SCA-6xUF-667	0	0	2	T-R	-	-----	
DIAM-800	CRI	H.	ICS-1xSCA-6	9	8	5	T-R	-	0	
EET-48	ECU	V.A.	Nac:Desc	0	0	4	T-R	S	1-R	27,6
EET-64	ECU	V.A.	Nac:Desc	0	0	5	T	S	S	49,5
EET-80	ECU	V.A.	Nac:Desc	1	0	5	T-P	-	-	-----
EET-94	ECU	V.A.		1	0	3	T	-	-	-----
EET-95	ECU	V.A.	Nac:Desc	0	0	5	T-R	S	T	26,7
EET-162	ECU	MxV.A.		0	0	5	S	S	-	21,3
EET-164	ECU	MxV.A.		0	0	3	S	-	-	21,8
EET-399	ECU	H.Sa.	P.A.Sil-1	0	0	7	S	S	T-R	13,8
NA-34	PER			0	0	5	-	-	-	-----
PA-13	PER			0	0	7	-	-	-	-----
PA-16	PER			0	0	2	-	-	-	-----
PA-121	PER	Am.		0	0	3	R	R	F	0
PA-169	PER			3	2	1	-	-	S	-----
RB-29	BRA	F(Am.)		0	0	1	-	-	-	-----
RB-71	BRA	F(Am.)		0	0	5	S	-	-	-----
RB-46	BRA	F(Am.)		0	0	5	-	-	-	-----
SIAL-8	BRA			0	0	2	S	-	-	-----
SIAL-12	BRA			0	0	2	-	-	-	-----
SIAL-56	BRA			3	0	3	-	-	-	-----
SIAL-93	BRA	F(LA)		0	0	2	-	-	-	-----
SIAL-163	BRA	Am.		0	0	2	S	-	-	-----
SIAL-325	BRA	F(Am.)		0	0	2	S	-	-	-----
SIAL-407	BRA	F		0	0	3	S	-	-	-----
SIC-2	PER	F		0	0	2	-	-	S	-----
SIC-6	BRA			0	0	2	-	-	S	-----
SIC-805	BRA	F	CATONGO	0	0	0	T-R	-	-	-----
UF-296	CRI	V.M.		9	8	3	T	-	T	41,9
UF-704	CRI	H.		9	7	5	T-R	-	S	-----
UF-705	CRI	H.		0	0	5	-	-	S	-----

1/ F: Forastero; V.A.: Venezolano Amarillo; V.M.: Venezolano Moreado; H: Híbrido; Mat: Matina; Am.: Amazónico.

2/ Color = grado de la antocianina en frutos inmaduros 0 = Ausente; 2 = Ligero; 5 = Intermedia; 7 = Intensa.

3/ Rugosidad Igual al anterior

4/ Dureza del mesocarpio 3 = Suave; 5 = Intermedio; 7 = Duro.

5/ R = Resistente; S = Susceptible; T=tolerante; M-R=Moderadamente resistente; T-R=tolerancia a resistente. Phyt.= *Phytophthora palmivora*; Crin=*Crinipellis pernicioso*; Cer. *Scrotocystis fimbriata*

6/ 0 = autoincompatible; + = Autocompatible.

Adaptado de 15, 16, 17, 18, 22, 23, 29, 31, 57, 60

acumulación excesiva de agua. La bequilla del atomizador De Vilbiss No. 15 se introdujo por las perforaciones de la bolsa para asperjar la suspensión mediante cinco golpes del bulbo (equivalente a 0,5 ml) por cada mazorca, tratando de que el inóculo quedara uniformemente distribuido y no de concentrarlo en un solo punto. Las 40 mazorcas por cultivar se dividieron en cuatro repeticiones de 10 mazorcas cada una, que se inocularon en cuatro períodos en dos días consecutivos, de las 7:00 a las 10:00 y de las 13:00 a las 16:00 horas. La suspensión se preparó media hora antes de iniciar cada período de inoculación, de manera que los conidios no perdieran su patogenicidad en la suspensión. Entre la inoculación y la evaluación no se llevó a cabo ninguna práctica, en los frutos inoculados.

Las variaciones en la floración de los diversos cultivares evaluados obligaron a realizar el estudio en tres etapas de inoculaciones. Los cultivares correspondientes a la primera etapa se inocularon el 6 y 7 de julio de 1982, las de la segunda etapa el 10 y 11 de agosto y las de la tercera etapa el 16 y 17 de setiembre. La primera etapa incluyó los cultivares: 'CC-41', 'CC-225', 'CC-144', 'CC-226', 'CC-231', 'CC-232', 'CC-234', 'CC-244', 'PA-13', 'PA-121', 'PA-169', 'SIAL-93', 'SIAL-407', 'SIC-2' y 'SIC-6'. La segunda etapa: 'DIAG-800', 'EET-48', 'EET-64', 'EET-80', 'EET-94', 'EET-95', 'EET-102', 'EET-164', 'EET-399', 'RB-41', 'RB-46', 'SIAL-8', 'SIAL-163', 'SIAL-325', 'UF-704' y 'UF-705'. La tercera etapa: 'CC-240', 'XA-34', 'PA-16', 'PE-29', 'SIAL-42', 'SIAL-56', 'SIC-806' y 'UF-296'. En todas las etapas se incluyó como control el cultivar 'CATONGO', que por su cantidad de plantas en la Colectión por su hábito de floración y por su habilidad combinatoria asegura la presencia de frutos durante el año. Las mazorcas evaluadas de 'CATONGO'

no fueron obtenidas por polinización controlada sino por estimación de su edad de acuerdo al tamaño. Entre los cultivares evaluados estaban el 'EEF-48' y el 'CC-144' clasificados por Sánchez (54) como resistente y moderadamente susceptible, respectivamente, de manera que participaran como testigos.

### 3.4 Parámetros medidos

Ocho semanas después de la inoculación de las mazorcas se midieron los siguientes parámetros para cada uno de los cultivares:

- A. Severidad externa.
- B. Severidad interna.
- C. Incidencia.

La severidad externa se evaluó, siguiendo la recomendación de Sánchez (53), mediante una escala de 0 a 5 según la sintomatología. El valor de la escala para los distintos síntomas se estableció así:

- 0 = Ningún síntoma aparente.
- 1 = Pequeños y pocos puntos aceitosos.
- 2 = Puntos aceitosos bien definidos y abundantes, más deformación o madurez irregular.
- 3 = Necrosis sin esporulación.
- 4 = Necrosis más esporulación en un área menor de la cuarta parte de la superficie necrótica.

5 = Necrosis más esporulación en un área mayor de la cuarta parte de la superficie necrótica.

La calificación de severidad interna se dió en base a una escala de 0 a 5 de acuerdo al grado de necrosamiento de los tejidos internos de cada fruto enfermo.

La incidencia se obtuvo comparando el número de frutos infectados con el total de frutos inoculados.

### 3,5 Análisis de la información

Una vez medidos los parámetros en cada etapa se determinó, mediante los valores del cultivar 'CATONGO', una función de regresión para severidad externa y otra para severidad interna que indica la reacción de los cultivares a través de las etapas. Mediante la ecuación se encontró el valor máximo posible de la severidad externa y de la interna. Todos los valores de cada repetición y cultivar se multiplicaron por el siguiente factor de corrección (F.C.) para ajustarlos a una sola etapa y eliminar la influencia que pudiera haber tenido la época o el inóculo usado en ella.

$$F.C. = \frac{\text{Severidad máxima del Catongo}}{\text{Severidad del Catongo en la etapa}}$$

Los datos corregidos se sometieron a un Análisis de Varianza y posteriormente se efectuó una Prueba de Rango Múltiple de Duncan para severidad externa y para severidad interna. La incidencia de cada cultivar no se corrigió según la etapa, por lo cual no se realizó un Análisis de Varianza ni Prueba

de Duncan para este parámetro.

Tomando en cuenta los tres parámetros evaluados se realizó un Análisis "Cluster" para la jerarquización de los cultivares en grupos según su reacción.

La información existente (22) sobre color (grado de antocianina), rugosidad y dureza del mesocarpo de los frutos de los cultivares evaluados permitió hacer una correlación de estas características con la severidad e incidencia.

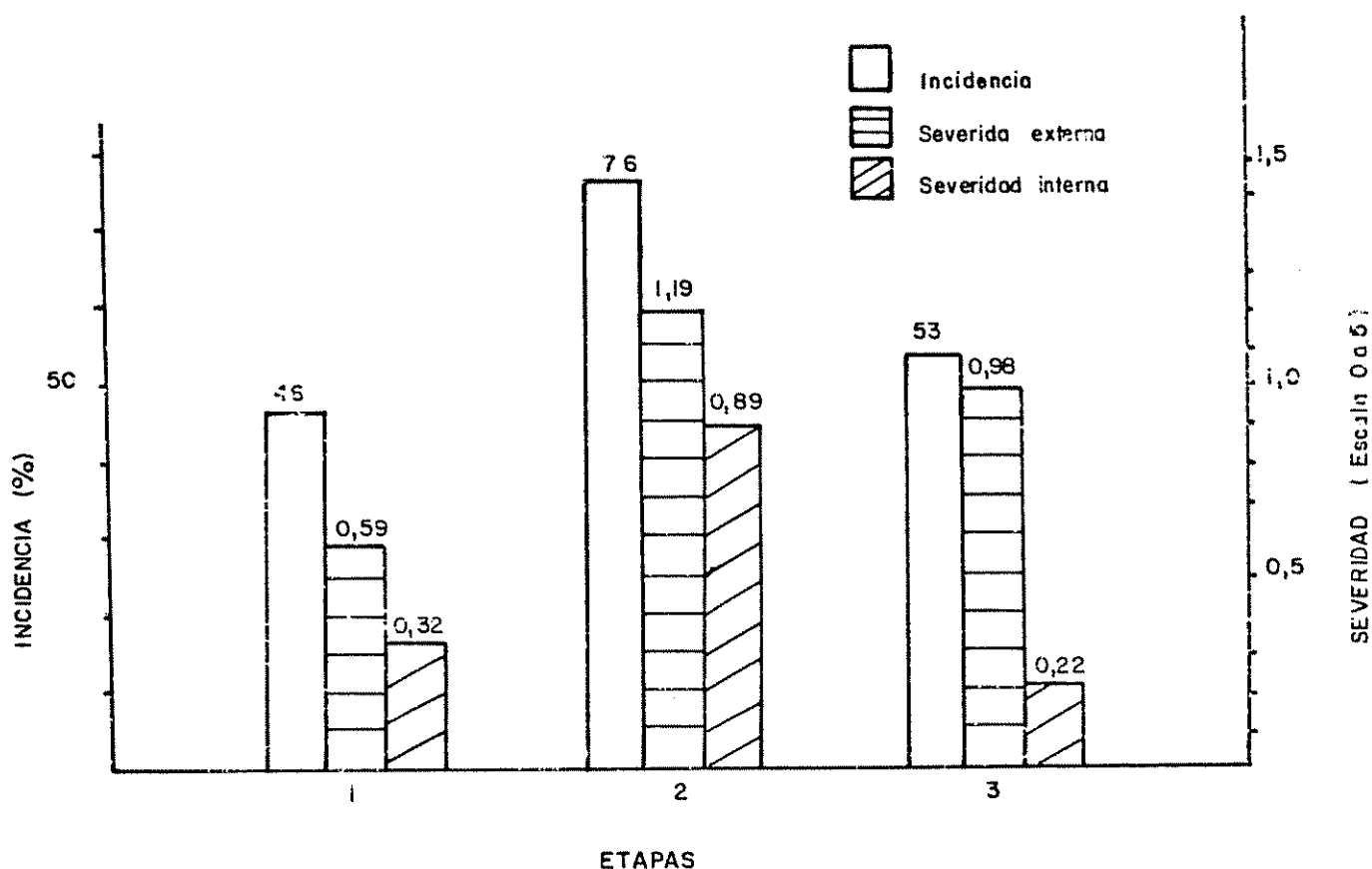
Se obtuvieron correlaciones entre las incidencias del cultivar 'Catongo' con la lluvia, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa promedio, insolación y balance calórico (precipitación/no. horas scl) para tratar de explicar las variaciones en las diferentes etapas de inoculación.

#### 4. RESULTADOS

Los datos originales mostraron una gran variación entre etapas (ver Cuadros 1A, 2A y 3A). Estas diferencias podemos observarlas en el 'Catongo', cultivar que estuvo presente en las tres etapas (Figura 2). Los coeficientes de variabilidad (C.V.) fueron de 11,9 por ciento para incidencia, 27,0 por ciento para severidad externa y 56,4 por ciento para severidad interna. Como se observa en la Figura 2 los valores mayores, en los tres parámetros, se obtuvieron en la segunda etapa.

Esta variación entre etapas pudiera estar relacionada con la variación en el clima. Los factores climáticos que más variaron fueron el balance calórico (C.V.= 17,9%), la precipitación (C.V.=13,7) y la insolación (C.V.=5,8). El análisis de correlación no mostró significancia al 5 por ciento de ninguno de los factores climáticos ni con la incidencia ni con la severidad externa. El reducido número de etapas podría estar afectando la significancia de estas correlaciones. Se analizaron tanto los valores climáticos de toda la etapa, de la cero a la octava semana, como los del día de inoculación. La humedad relativa del día de inoculación y la precipitación durante toda la etapa son los factores que obtuvieron el coeficiente de correlación más alto ( $r = 0,57$ ) y más bajos ( $r = -0,51$ ) respectivamente.

Se encontró una gran variación también entre repeticiones del cultivar 'Catongo', significativa al 5 por ciento para incidencia y severidad externa. Esta variación entre repeticiones se debe a la hora más que al día de inoculación. Las inoculaciones de la mañana siempre lograron los valores más altos en cuanto a los tres parámetros.



**Figura 2:** Reacción del cultivar 'Catongo' durante las tres etapas del estudio, Turrialba, Costa Rica, 1982.

La inclusión de los valores de cada cultivar para determinar el promedio de cada etapa modifica su posición con respecto a las otras etapas. Así, si consideramos todos los cultivares, la etapa con mayor incidencia y severidad sería la primera mientras que para el 'Catongo' lo fue la segunda.

Las pérdidas de frutos por otros trastornos, principalmente *Phytophthora*, fueron de 6,2 por ciento en promedio para todos los cultivares. Los cultivares más afectados por estos trastornos fueron 'Catongo', 'SIC-806' y 'SIAL-8' que presentaron pérdidas de 20 por ciento (Cuadro 4A).

#### 4.1 Severidad externa

A las ocho semanas después de la inoculación, la severidad externa era muy baja (Cuadro 4A). La mayoría de las mazorcas enfermas (86,5%) sólo presentaron puntos aceitosos y casi ninguna deformación. De 636 frutos enfermos únicamente 30, en todo el estudio, estaban esporulados al momento de la evaluación. Estos frutos pertenecían principalmente a los cultivares 'CC-234', 'CC-244' y 'CC-226'. Del total de frutos enfermos, 56 presentaron necrosamiento sin esporulación.

La presencia de puntos aceitosos coincide con puntos necróticos en el exocarpo, por lo que la remoción de la epidermis podía utilizarse como método de comprobación cuando su existencia fuera dudosa.

Al hacer las correlaciones con las características de la mazorca se pudo observar que hay correlación de la severidad externa con la incidencia ( $r=0,74^{**}$ ) con la severidad interna ( $r=0,82^{**}$ ), y de la incidencia con la severidad interna ( $r=0,37^{*}$ ) (ver Cuadro 2).

#### 4.2 Severidad interna

A las ocho semanas después de la inoculación, los síntomas internos eran escasos (Cuadro 4A). Únicamente el 40 por ciento de los frutos enfermos presentaban síntoma interno y de ellos más de la mitad eran de grado 1 en la escala adoptada. Así, aunque pequeños puntos aceitosos externos indicaban la presencia de la enfermedad, al partir la mazorca, fue casi imposible detectar algún grado de necrosamiento interno de tejidos a las ocho semanas.



Cuadro 2. Correlaciones de las características de la mazorca y la resistencia a *Monilia royeri*.

	Severidad	Severidad	Color		Rugosidad	Dureza
	Externa	Interna	Lomo	Surco		Mesocarpo
Incidencia	0,74**	0,37*	-0,09	-0,08	-0,18	0,18
Severidad externa		0,82**	-0,15	-0,13	0,06	0,13
Severidad interna			-0,12	-0,12	0,21	0,16
Color del lomo				0,97**	0,06	-0,08
Color del surco					0,08	-0,10
Rugosidad						-0,17

\* = Significancia al 5%.

\*\* = Significancia al 1%.

La mayoría de las mazorcas tenían las semillas formadas, excepto las que mostraban grados avanzados de necrosamiento que tenían en su lugar un líquido putrefacto.

#### 4.3 Análisis estadístico

Después de aplicar el factor de corrección a los datos originales y realizar la Prueba de Duncan se obtuvieron los resultados finales de reacción de los cultivares, los cuales aparecen en el Cuadro 3, como promedios de las cuatro repeticiones. Debido a la gran variación entre etapas, en algunos cultivares con datos de severidad muy altos, al aplicar el factor de corrección, el valor corregido sobrepasó el nivel máximo de la escala, que era 5.

Cuadro 3. Incidencia y reacción corregida de cultivares de cacao en cuanto a severidad externa y severidad interna, ocho semanas después de la inoculación artificial con *M. rostrata* en Turrialba, Costa Rica, 1982.

Cultivar	Sev. ext.	Sev. int. <sup>1/</sup>	Incidencia
RB-41	0,03 a <u>2/</u>	0,00 a	2,86
EET-399	0,03 ab	0,00 a	8,11
UF-296	0,13 ab	0,00 a	10,26
EET-95	0,18 abc	0,29 a	13,16
EET-94	0,20 abc	0,00 a	17,50
PA-169	0,20 abc	0,00 a	10,00
UF-705	0,21 abc	0,00 a	18,42
RB-46	0,21 abc	1,25 ab	11,11
SIAL-407	0,24 abc	1,05 ab	8,82
EET-48	0,34 abcd	2,26 abc	13,51
PA-13	0,37 abcd	2,21 abc	15,38
EET-164	0,38 abcd	0,42 a	23,68
EET-80	0,39 abcd	0,63 ab	25,00
SIAL-325	0,42 abcde	0,00 a	35,29
FET-162	0,43 abcde	1,90 ab	23,68
DIAM-800	0,49 abcdef	1,00 ab	31,58
SIAL-93	0,50 abcdef	0,00 a	21,62
SIAL-56	0,57 abcdef	0,71 ab	36,11
SIAL-163	0,59 abcdef	0,19 a	39,39
CC-225	0,64 abcdef	1,40 ab	15,38
PA-16	0,74 abcdefg	4,26 cd	32,50
SIC-806	0,78 abcdefg	0,14 a	50,00
CC-240	0,86 abcdefg	0,76 ab	50,00
SIAL-8	1,05 abcdefgh	0,06 a	59,38
EET-64	1,14 abcdefghi	1,37 ab	66,67
CATONGO	1,21 bcdefghi	0,89 ab	76,00
SIC-2	1,29 cdefghij	0,54 ab	56,41
NA-34	1,30 cdefghij	0,35 a	70,00
CC-41	1,43 defghij	1,35 ab	51,35
UF-704	1,44 defghij	1,63 ab	73,68
RB-29	1,51 efghij	0,29 a	70,00
SIAL-42	1,60 fghij	1,08 ab	85,00
SIC-6	1,79 ghij	0,46 a	71,05
CC-232	2,01 hijk	3,02 bc	69,77
PA-121	2,19 ijk	5,23 de	63,16
CC-144	2,22 ijk	1,95 ab	67,65
CC-226	2,36 jk	6,91 e	31,43
CC-231	2,89 k	6,59 e	61,54
CC-244	4,18 l	6,41 e	73,17
CC-234	5,54 m	9,33 f	86,21

1/ Incluye solo los frutos que fueron infectados.

2/ Valores con una misma letra no difieren entre si estadísticamente (5%).

Hubo diferencias significativas al 1 por ciento entre cultivares y al 5 por ciento entre repeticiones tanto para severidad externa como interna. No se analizó la incidencia. Los coeficientes de variabilidad fueron muy altos, de 61,6 por ciento para incidencia, de 60,0 por ciento para severidad externa y de 89,9 por ciento para severidad interna. Los promedios fueron de 41,1 por ciento para incidencia, de 1,08 para severidad externa y de 1,61 para severidad interna.

Existen algunos cultivares que, a pesar de tener bajas severidades, mostraron una incidencia relativamente alta. Ellos son 'EET-94', 'EET-95' y 'UF-705'. Inversamente, otros mostraron baja incidencia pero alta severidad, sobre todo interna lo cual fue más frecuente. Por ejemplo: 'EET-48', 'SIAL-407', 'RB-46', 'PA-13', 'CC-225', 'EET-162', 'PA-16', y 'CC-226'.

#### 4.4 Clasificación en grupos

Se hizo un análisis por el procedimiento "CLUSTER" para agrupar los cultivares en grupos diferenciales en cuanto a los tres parámetros evaluados. Se escogió por la facilidad de explicación la división en cinco grupos: dos extremos, dos moderadamente extremos y un grupo intermedio, que corresponderían en una clasificación arbitraria a muy resistentes, resistentes, tolerantes, moderadamente susceptibles y susceptibles (Cuadro 5A). Las características promedios de incidencia, severidad externa e interna de estos cinco grupos se presentan en el Cuadro 4. El grupo 1 incluye los cultivares 'RB-41', 'EET-399', 'SIAL-407', 'UF-296', 'PA-169' y 'RB-46'. (Figura 1A).

Cuadro 4. Características de incidencia, severidad externa y severidad interna de los cinco grupos seleccionados mediante el Análisis 'CLUSTER'.

Grupo	Nº Cultivares	PROMEDIO		
		Incidencia	Severidad Externa	Severidad interna
1	6	8,53	0,15	0,38
2	10	18,73	0,36	0,91
3	6	34,38	0,86	2,18
4	7	55,98	1,50	2,10
5	11	75,56	2,18	2,43

#### 4.5 Características de la mazorca y la moniliasis

El Cuadro 2 presenta las correlaciones del color, la rugosidad y la dureza del mesocarpo con los parámetros de resistencia evaluados. Ninguna característica estudiada de la mazorca correlacionó significativamente con la severidad o el ataque de la enfermedad. Sin embargo, la rugosidad de la mazorca muestra una ligera influencia negativa sobre la incidencia y positiva sobre la severidad interna. A mayor rugosidad menor incidencia o sea más resistencia. La dureza del mesocarpo parece influir en forma positiva tanto la incidencia como la severidad y es la característica que presenta los valores más altos de correlación. La intensidad del color, en cambio, muestra las correlaciones más bajas y todas negativas, siendo la menor con la incidencia y la mayor con la severidad externa. Existe una alta correlación significativa al 1 por ciento, entre el color en el lomo y en el surco, lo cual nos permite escoger cualquiera de ellos para el análisis.

## 5. DISCUSION

### 5.1 Metodología

Los valores de incidencia y severidad externa que se obtienen mediante una única lectura a las ocho semanas de inoculación están especialmente influenciados por la duración del período de incubación del hongo. En esta forma puede ocurrir, que al momento de la evaluación, las mazorcas con grado cero, sin síntomas, pueden estar enfermas; sin embargo, la manifestación de sus síntomas solo ocurrirá días después. Algunas de las mazorcas cosechadas sin síntomas externos fueron colocadas en cámaras húmedas en el laboratorio, pero no se pudo observar el desarrollo de la *Monilia* ya que las mazorcas se pudrían rápidamente por el desarrollo de otros hongos, como *Phytophthora*. Igual procedimiento fue llevado con algunos frutos de grado 1, pequeños puntos aceitosos, con igual resultado. Para que ocurriera el desarrollo del hongo de la moniliasis deberían colocarse en un ambiente de alta humedad, mazorcas de grado 3 con necrosis externa.

La aparición de los primeros síntomas, aunque según Merchán (44) se inicia a los 15 días después de la inoculación, puede alargarse hasta las diez semanas (64) tal como lo comprobó Sánchez (54), bajo condiciones de Turrialba, en los cultivares resistentes: 'CC-210' y 'EET-48'.

El período de incubación, como lo indicara Sotemayor (61), puede ser un buen índice para medir la resistencia de un cultivar. En condiciones de campo, la existencia de un período largo de incubación sería muy valioso porque se retardaría la epifitía y la producción de esporas. Consecuentemente se podría

aumentar el intervalo entre las remociones de frutos y entre las eventuales aplicaciones de fungicidas, lo cual reduciría los costos y mejoraría la eficiencia del combate.

Los valores de la incidencia y la severidad externa obtenidos en este trabajo fueron afectados al determinar mediante una única lectura a las ocho semanas. Esto se puede verificar si se comparan con los datos obtenidos por Sánchez (54) para los tres cultivares comunes a ambos estudios. En el presente trabajo las incidencias fueron de 14 por ciento para el cultivar 'EET-48', de 58 por ciento (promedio de las tres etapas) para el 'Catongo' y de 68 por ciento para el 'CC-114'. Sánchez (54), en cambio, obtuvo para los mismos cultivares incidencias de 34 por ciento, 76 por ciento (promedio de las dos etapas más severas) y 80 por ciento, respectivamente. Los valores de severidad externa para este trabajo fueron de 0,34, de 1,21 y de 2,22; mientras que los valores de Sánchez (54) obtenidos en base a escala más amplia, fueron de 1,40, de 2,73 y de 3,39 para los cultivares 'EET-48', 'Catongo' y 'CC-144', respectivamente. A pesar de las diferencias, se puede observar cierta relación entre los resultados de ambas investigaciones. Esta relación conduce a pensar que el uso de una sola lectura no afecta en lo esencial la evaluación de la resistencia de los cultivares.

La calificación del desarrollo de la enfermedad a las ocho semanas permite probar un mayor número de materiales, reducir las diferencias entre los cultivares por efecto del ambiente y aprovechar una mayor cantidad de frutos. Sánchez (54) anota que las evaluaciones en las últimas semanas del desarrollo de los frutos se ven afectadas por el ataque de otros patógenos, especialmente *Phytophthora*.

En las condiciones del experimento la aparición de los síntomas internos ocurrió después de las ocho semanas. Prueba de ello es que del total de mazorcas que presentaron síntomas solo el 40 por ciento de ellas mostró necrosamiento interno. No obstante, se encontraron diferencias significativas entre cultivares. El valor de severidad interna sirve para descartar algunos materiales, que por mostrar alto grado mediante inoculación artificial, seguramente presentarán, en áreas infectadas naturalmente de *Monilia*, una rápida destrucción de los tejidos, lo cual impediría la utilización comercial de los granos de cacao.

Se puede ver que existe una gran diferencia en la severidad interna si se comparan los resultados de este trabajo con los de Sánchez (54). Esto se observa especialmente en el cultivar 'EET-48' cuyos valores fueron de 2,26 en este estudio y de 1,06 en el trabajo de Sánchez (54). Esta diferencia podría estar relacionada con la variación, entre ambos estudios, en el número de mazorcas enfermas o en su severidad interna a las ocho o a las quince semanas después de la inoculación. También se encontraron diferencias al comparar los resultados de los cultivares 'Catongo' y 'CC-144', en ambas investigaciones. En este trabajo se obtuvo valores de 0,89 para el 'Catongo' y de 1,95 para el 'CC-144', mientras Sánchez (54) encontró valores de 2,92 y de 2,88, respectivamente. Además, la diferencia a las ocho semanas entre los resultados de ambos cultivares y la semejanza de los valores a las quince semanas, sugiere que el desarrollo interno de la enfermedad varía según el cultivar.

Estos resultados parecen indicar la existencia de dos tipos de resistencia

al hongo, una que evita la penetración y otra que limita su desarrollo dentro del fruto. Un estudio complementario donde fuera evaluado semanalmente el desarrollo interno de la enfermedad en diferentes cultivares podría aportar mucha información al respecto.

La utilización de la escala de severidad externa con solo seis grados (de 0 a 5) facilitó la evaluación y permitió, por las diferencias claras entre un grado y otro, ser más objetivo al valorar un fruto. La escala de 0 a 5 es eficiente para medir la reacción genética a *Monilia rozei* siempre y cuando la metodología aplicada sea uniforme, como en el presente estudio, en cuanto a la edad del fruto, el tiempo de utilización de la bolsa, la fuente y concentración de inóculo y el método de inoculación. La falta de control de alguno o varios de estos factores, en futuros trabajos de resistencia, invalidaría sus resultados.

Sánchez (54) indicó que el clima influye en la severidad de los síntomas externos en los cultivares. En este trabajo la variación del desarrollo del hongo por influencia del clima trató de uniformizarse mediante una regresión con el comportamiento del cultivar 'Catongo' en las tres etapas de inoculación. Esto permitió ajustar todos los valores de severidad externa e interna de cada cultivar como si se hubieran determinado en una sola etapa.

El tamaño de muestra utilizado, 40 frutos por cultivar, no es el óptimo. Si aplicáramos la fórmula de Pound ( $r = 0,16 \text{ (C.V.)}^2$ ) para determinar el tamaño de muestra mínima con los valores obtenidos por Sánchez (54) tendríamos que evaluar por lo menos 155 frutos para severidad externa y 197 para severidad interna. Esto resultaría muy difícil para la mayoría de los cultivares,



debido al número de plantas existentes por cultivar en la Colección del CATIE.

## 5.2 Clasificación de los cultivares evaluados

Considerando los resultados de la prueba de Duncan para severidad externa e interna, el procedimiento CLUSTER para la clasificación en grupos y la sintomatología presentada por cada uno, se podría hacer una agrupación de los cultivares de acuerdo a su mayor o menor susceptibilidad a *Monilia rozeri*. Esta no es una clasificación absoluta sino relativa para los cultivares incluidos, la metodología empleada y las condiciones climáticas donde se realizó el estudio. Si se realizara un trabajo en otro sitio, con inóculo natural o diferente método de inoculación y/o con otro cultivar de referencia, es casi seguro que la clasificación se alterará.

### a. Muy resistentes

Los cultivares 'RB-41', 'EET-399', 'UF-296' y 'PA-169' están clasificados en este grupo por tener la menor incidencia ( $\leq 10,26\%$ ), la más baja severidad externa ( $\leq 0,20$ ) y un índice de severidad interna de 0. Ninguno de ellos es inmune, pero su resistencia los presentan como sobresalientes y muy promisorios. Sería importante iniciar de inmediato trabajos de mejoramiento para evaluar las otras características como producción, resistencia a otras enfermedades y habilidad combinatoria.

'RB-41': fue un cultivar que a las ocho semanas de la inoculación solo presentaba una única mazorca con pequeños puntos aceitosos, el resto no

mostraba ningún síntoma, debido a una baja incidencia real o enmascarada por un largo período de incubación. Es originario de Río Branco, Brasil, donde se seleccionó por la ausencia de síntomas de Escoba de Bruja y alta producción (58). No se conoce su resistencia a otras enfermedades. Tiene una mazorca pequeña de forma amelonada y color verde.

'EET-399': durante la prueba únicamente tres frutos se enfermaron, mostrando a las ocho semanas solo pequeños puntos aceitosos. Fue seleccionado por el Departamento de Fitopatología de la Estación Experimental de Pichilingue, Ecuador y es descendiente del 'Silecia-1' de polinización abierta (22). Es autoincompatible, presenta resistencia a *Ceratocystis* y susceptibilidad a *Phytophthora* (29, 60). Soria y Enríquez (60) lo clasificaron como susceptible a *Crinipellis pernicioso*. En Ecuador se conoce su alta producción (60). Su incidencia natural a *Monilia* fue evaluada en Ecuador durante varios años, encontrándose porcentajes de infección desde 1,34 en 1963 hasta 34,60 en 1967, con un promedio de todos los datos informados de 13,8 por ciento (15, 16, 17, 30, 51). Estas características de buena producción y resistencia a *Ceratocystis* y *Monilia* lo convirtieron en un cultivar muy promisorio.

'UF-296': presentó a las ocho semanas solo cuatro mazorcas enfermas con una severidad externa de grado 1. Es autocompatible, de alta producción y tolerante a *Ceratocystis*, "Die-back" y *Phytophthora* (60). Sánchez (54) perdió muchos frutos por esta última enfermedad. El único informe de incidencia natural a moniliasis es de Pichilingue, Ecuador, de 1956 a 1958 con 41,93 por ciento de infección promedio de tres árboles (12). El cruce 'UF-296 x CC-18' es recomendado por el CATIE por su alta producción (1216 kg/ha promedio de 7

años en La Lcla) y actualmente se distribuyen semillas híbridas de este cruce en Centroamérica para el establecimiento de nuevas plantaciones.

'PA-169': al momento de la evaluación únicamente tres frutos mostraban pequeños puntos aceitosos. La falta de mazorcas solo permitió efectuar tres repeticiones, que comprendieron 30 frutos. Este cultivar, seleccionado en el Río Parinari en Perú, por el Dr. Pound, presenta susceptibilidad a *Ceratocystis* (57) pero no ha sido evaluado en cuanto a resistencia a otras enfermedades ni a producción (22, 79). Sería recomendable estudiar su reacción a otras enfermedades y su comportamiento en otros ambientes.

#### b. Resistentes

En este grupo se incluyen los cultivares que tuvieron una incidencia menor al 25 por ciento, con bajas severidades externa e interna. Estos son 'SIAL-407', 'RB-46', 'UF-705', 'EET-94', 'EET-95', 'EET-48', 'PA-13', 'CC-225', 'EET-80', 'EET-164', 'EET-162' y 'SIAL-93'. Los cuatro últimos podrían separarse en un subgrupo, por presentar porcentajes de infección mayores a 20 por ciento.

En este grupo la severidad interna varió considerablemente. Existen cultivares como el 'UF-705', 'EET-94' y 'SIAL-93' que tienen, al igual que el grupo de muy resistentes, valores de cero y otros como el 'SIAL-407', 'RB-46', 'CC-225', 'EET-162', 'PA-13' y 'EET-48' muestran valores desde 1,05 hasta 2,26 respectivamente. Esto se debe a que varias mazorcas presentaban grados bajos de severidad, como es en el caso del 'SIAL-407', 'CC-225' y 'PA-13', o algunas mostraban grados altos, tal como en el 'EET-48', 'EET-162' y 'RB-46'.

En Ecuador, la incidencia natural durante varios años de algunos de estos cultivares no ha sido alta. 'EET-164', 'EET-162', 'EET-95' y 'EET-48' mostraron porcentajes de infección de 22 (promedio de tres años), 21 (promedio de siete años), 22 (promedio de 13 años en diferentes localidades) y 17 por ciento (promedio de 13 años en diferentes localidades), respectivamente (12, 15, 16, 17, 30, 51). Sin embargo, en la finca La Lola en Costa Rica, el cultivar 'EET-48' ha tenido un promedio de 69 por ciento, más de 84 por ciento en los dos últimos años, durante el período 1980-82. Pudiera ser que el alto valor de severidad interna, encontrando en la inoculación artificial a las ocho semanas, estuviera relacionado con esta alta incidencia natural. Este cultivar fue también clasificado por Sánchez (54) como resistente, con una incidencia de 34,2 por ciento, severidad externa de 1,40 e interna de 1,06. La diferencia del comportamiento natural y artificial del cultivar 'EET-48' es posible que solo se deba a la alta presión de inóculo y condiciones climáticas de la Finca La Lola. Sin embargo, este hecho debe motivarnos a evaluar urgentemente en el campo a otros cultivares resistentes, porque también es factible que esta reacción, producto de una única inoculación a mazorcas de dos meses de edad, no fuera suficiente para lograr una resistencia en el campo en donde ocurren constantes inoculaciones naturales sobre frutos de cualquier edad.

Se conoce la reacción a *Phytophthora* para algunos de estos cultivares clasificados como resistentes a *Monilia*. Los cultivares 'CC-225', 'EET-48', 'EET-80' y 'EET-95' son tolerante-resistentes, el 'EET-94' es tolerante y 'EET-162', 'EET-164' y 'SIAL-407' son susceptibles a *Phytophthora* (29).

Los cultivares 'EET-48', 'EET-95' y 'EET-162' son susceptibles a *Crinipellis* y los dos primeros tolerante-resistente y tolerante, respectivamente, a *Ceratocystis* (22). El 'UF-705' es susceptible a esta última enfermedad (57).

El 'EET-48' es un material con buena habilidad combinatoria general para producción, alto rendimiento (en Ecuador 17'5 kg/ha) y ha sido recomendado como cultivar y como padre en cruces con 'Silecia-1' en Ecuador y 'SCA-12' en Ecuador (\*) y Costa Rica.

El 'EET-95' también ha sido recomendado en Ecuador en donde ha obtenido un buen rendimiento de 1373 kg/ha (\*). Los cruces 'SCA-6 x EET-95' y 'EET-162 x SCA-12' están siendo distribuidos por el CATIE para el establecimiento de cacaotales en Centroamérica por su buen rendimiento y tolerancia a *Crinipellis*. El cruce 'EET-95 x Silecia-1' es también recomendado en Ecuador donde ha logrado un rendimiento de 800 kg/ha en condiciones de alta infección de Monilia y Escoba de Bruja (\*). El híbrido 'EET-95 x SCA-6' ha mostrado en Colombia un rendimiento de 368 kg/ha y una incidencia de 19,1 por ciento en promedio en los primeros cuatro años de producción (41).

### c. Tolerantes

Los cultivares 'Diamantes-800', 'PA-16', 'SIAL-325', 'SIAL-56' y 'SIAL-163', que presentaron una incidencia de 30 a 40 por ciento y una severidad

---

(\*) VERA, J. Comunicación personal. Pichilingue, Ecuador, 1981.

externa menor de 0,74, han sido clasificados en este grupo. La severidad interna es muy variable, va desde cero ('SIAL-325') hasta 4,26 ('PA-16'). Este último caso se debe a pocos frutos con grados altos de severidad.

Hay muy poca información sobre el comportamiento de estos cultivares tolerantes pero pueden ser promisorios para incorporar mayor resistencia en los híbridos.

Los cultivares 'SIAL-163' y 'SIAL-325' son susceptibles a *Phytophthora* (29).

La alta productividad en Turrialba del cultivar 'Diamantes-800', el ser tolerante-resistente a *Phytophthora* (37), y posiblemente producto del híbrido 'ICS-1 x SCA-6' (22), lo hace muy promisorio para futuros trabajos de mejoramiento. La única objeción es que si es descendiente del 'ICS-1' podría ser susceptible a *Ceratocystis*.

#### d. Moderadamente susceptibles

Este grupo comprende a los cultivares 'CC-226', 'SIC-806', 'CC-240', 'CC-41', 'SIAL-8', 'SIC-2', 'PA-121' y 'CC-231'. La alta incidencia, mayor de 50 por ciento, de este grupo puede clasificarlos como susceptibles, sin embargo, la baja severidad externa e interna, sobre todo del 'SIC-806' y 'CC-240', y su incidencia menor de 64 por ciento, condujo a establecer un grupo adicional de moderadamente susceptibles. El 'CC-226' mostró una incidencia de tan solo 31,43 por ciento.

Los cultivares 'CC-41' y 'SIC-806' son tolerante-resistentes a *Phytophthora* y el 'PA-121' es además resistente a *Crinipellis* y *Ceratocystis*.

A este último, por sus características de resistencia, se le recomienda en Colombia como padre de híbrido 'PA-121 x ICS-6' (44).

Los cultivares 'CC-240' y 'SIAL-8' son susceptibles a *Phytophthora* (29) y el 'SIC-2' susceptible a *Ceratocystis* (57).

#### e. Susceptibles

En este grupo se reúnen aquellos cultivares que obtuvieron altos valores en los tres parámetros evaluados. Incidencia mayor del 65 por ciento, severidad externa superior a 1,14 y severidad interna variable, como en los otros grupos, desde 0,29 hasta 9,33. Incluye los cultivares 'EET-64', 'CC-144', 'NA-34', 'RB-29', 'SIC-6', 'CC-232', 'UF-704', 'Catongo', 'CC-244', 'SIAL-42' y 'CC-234'.

Los cultivares 'Catongo' y 'CC-144' fueron evaluados por Sánchez (54) quien determinó incidencias de 76,1 y 79,5 por ciento, respectivamente, y los clasificó como moderadamente susceptibles, por contar en su trabajo con cultivares aparentemente menos resistentes o más susceptibles que los del presente estudio. La incidencia natural de estos cultivares en la Finca La Lola ha sido en promedio de 66 y 70 por ciento, respectivamente, durante los últimos tres años (1980, 81 y 82).

El cultivar 'EET-64', que presentó una incidencia artificial de 66,67 por ciento, mostró una incidencia natural promedio de 62 en La Lola y de 43 por ciento en Ecuador (12).

Los cultivares 'CC-234' y 'CC-244' podrían ser clasificados en un subgrupo de muy susceptibles por sus altas severidades externas e internas.

Los cultivares 'EET-64', 'SIC-6' y 'UF-704' son además susceptibles a *Ceratocystis* (57) y el 'CC-144' lo es a *Phytophthora* (29).

### 5.3 El origen de los cultivares y la resistencia

Observando el origen de los muy resistentes y resistentes, podemos ver que la mayoría son procedentes de la costa de Ecuador y la zona del alto amazonas de Perú y Brasil. Sin embargo dentro de los susceptibles también se encuentran cultivares con el mismo origen que los resistentes. Por ejemplo 'NA-34', 'RB-29', 'SIC-6' y 'SIAL-42'. Esto comprueba la gran variación que existe en el centro de origen del cacao. Hay cultivares, como los UF, de los cuales no sabemos su origen sino únicamente su lugar de selección.

El hecho de que algunos cultivares originarios del alto amazonas son fuente de resistencia a *Monilia* lo cual concuerda con lo encontrado para *Phytophthora* (59), sugiere que los mecanismos de resistencia pueden ser semejantes para ambas enfermedades. Si en otros países se deseara conseguir resistencia, la búsqueda de material debería concentrarse en este grupo. Se debería realizar más estudios en los cacaos de Tipo Criollo.

### 5.4 Las características de la mazorca y la resistencia

A pesar del poco número (cinco) de cultivares de mazorca roja evaluados, el color en los frutos inmaduros, expresado como grado de antocianina, no parece jugar ningún papel con la resistencia. Existen cultivares de fruto rojo tanto muy resistentes ('UF-296'), como tolerantes ('Diamantes-800' y 'SIAL-56') o como susceptibles ('UF-704'). Igual sucede con los de mazorca



verde. Esto concuerda con lo encontrado por Díaz (14) mediante incidencia natural.

Las correlaciones con la rugosidad y la dureza del mesocarpo no son significativas y tampoco parecen lógicas. Según ellas entre más rugoso y menos duro el cultivar es menos susceptible. Sin embargo sería más fácil suponer que la incidencia aumentaría entre más suave fuera el mesocarpo, lo cual ayudaría a la penetración del hongo y entre más rugosa fuera la cáscara, ya que así la suspensión de conidios permanecería más tiempo en contacto con la epidermis.

De acuerdo con estos resultados, las características morfológicas no se relacionan con la susceptibilidad. Tal como se ha determinado para otras enfermedades parece ser que las diferencias bioquímicas tuvieran mayor importancia que las morfológicas en el mecanismo de resistencia (38, 50).

## 6. CONCLUSIONES

1. La evaluación de la reacción a *Monilia roseri* a las ocho semanas después de la inoculación es eficiente para determinar diferencias entre cultivares.
2. La metodología empleada permite la prueba de un mayor número de materiales, reduce las diferencias entre cultivares por efecto del ambiente y disminuye las pérdidas por otros trastornos de los frutos inoculados.
3. El uso de una escala reducida de solo seis grados facilita la evaluación al existir diferencias claras entre un grado y otro.
4. Existen diferencias de la reacción de un mismo cultivar entre épocas de inoculación, por lo que para hacer comparaciones entre épocas deben corregirse o estandarizarse las reacciones de los cultivares.
5. El análisis CLUSTER es útil para agrupar y clasificar los cultivares cuando existe más de un parámetro de evaluación de la resistencia.
6. Existe a las ocho semanas después de la inoculación una relación estrecha entre la incidencia y la severidad externa y de ésta con la interna, mientras la relación entre la incidencia y la severidad interna es menor que las anteriores pero aún significativa.
7. La remoción de la epidermis es un método eficiente para comprobar la existencia de puntos aceitosos cuando esta es dudosa.

8. Los cultivares 'RB-41', 'EET-399', 'UF-296' y 'PA-169' por su comportamiento pueden clasificarse como muy promisorios para resistencia a *M. rostris*.

9. Las fuentes de resistencia a *M. rostris* están principalmente en los cultivares originarios de la costa de Ecuador y la zona del Alto Amazonas.

10. Las características morfológicas de color, rugosidad y dureza del mesocarpo del fruto no tienen relación con la resistencia a *M. rostris*.

## 7. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el período de incubación del hongo *Monilia rozeni* en frutos de diversos cultivares como otro parámetro de resistencia.
2. Estudiar el desarrollo de la destrucción de los tejidos internos de la mazorca después de inoculadas y su relación con la sintomatología externa y con los cultivares.
3. Determinar el tamaño de muestra más confiable y práctica para evaluar la reacción de cultivares de cacao a la inoculación artificial de *M. rozeni*.
4. Realizar estudios de la influencia del clima y del microclima en la manifestación de la resistencia a *M. rozeni* en algunos cultivares de cacao.
5. Estudiar el uso de otro cultivar, además del 'Catongo', como factor de corrección y su efecto en la evaluación de la resistencia de los cultivares.
6. Establecer el momento más eficiente de evaluación de la resistencia a *M. rozeni* mediante inoculación artificial según las condiciones del lugar de estudio y los cultivares utilizados.
7. Realizar las repeticiones de inoculación en diferentes días uniformizando la hora de inoculación para disminuir la variación entre repeticiones.

8. Los cultivares clasificados como muy resistentes y resistentes deben ser evaluados en condiciones de campo con alta incidencia natural de *M. rozei* y altas temperaturas para ratificar su resistencia.
9. Determinar cual parámetro refleja mejor la reacción en condiciones naturales.
10. Por sus características de resistencia a *Monilia*, buen rendimiento, resistencia a otras enfermedades y/o buena habilidad combinatoria general para producción, los cultivares 'EET-399', 'UF-296', 'EET-48' y 'EET-95' deberían ser incluidos en los programas de producción de semilla de cacao.
11. Los cacaos de Tipo Criollo deberán ser evaluados en su susceptibilidad a *M. rozei*.

## 8, BIBLIOGRAFIA

1. AMAYA, L. M.; BUSTAMANTE, E. y NAVARRO, R. Estudio histopatológico de mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.) infectadas con el hongo *Monilia rozeri* Cif. et Par. Noticias Fitopatológicas (Colombia) 5(2):97-98. 1976.
2. AMPUERO, E. Monilia pod rot of cocoa. Cocoa Grower' Bulletin 9:15-18. 1967.
3. BARROS W., O. Investigaciones sobre el hongo *Monilia rozeri* Cif. & Par. causante de la pudrición acuosa de la mazorca del cacao: sus daños y su control. El Cacaotero Colombiano, no. 3:42-52. 1977.  
También en: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 6a., Caracas, Venezuela, 1977.
4. BASTIDAS, A. Patogenicidad de *Monilia* sp, en *Theobroma cacao* L. Cacao en Colombia 2:139-153. 1953.
5. BEJARANO V., G. Métodos de inoculación artificial y factores favorables para la infección de *Monilia rozeri* Cif. & Par. Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Central, 1961. 69 p.
6. BRAVO, N. y VICTORIA, J. I. Control biológico de la moniliasis del cacao. ASCOLFI Informa (Colombia) 5:57-59. 1979.
7. BRENES, O. Incidencia de moniliasis en cultivares de la Finca Experimental La Lola durante 1980 y 1981. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 18 p. (Mimeografiado).
8. CAMPUZANO, H. La moniliasis del cacao. El Cacaotero Colombiano no. 13:21-24. 1980.
9. \_\_\_\_\_. Influencia de la temperatura y la humedad en la germinación de esporas de *Monilia rozeri*. In Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 8a., Cartagena, 1981. Resúmenes. Bogotá, Colombia, FEDECACAO, 1981. p. irr.
10. CAPRILES DE REYES, L. Enfermedades del cacao en Venezuela. (Caracas, Venezuela), Fondo Nacional del Cacao, s.f. 79 p. Moniliasis pp. 27-32.
11. CIFERRI, R. y PARODI, E. Descrizione del fungo che causa la "Moniliasis" del cacao. Phytopathologische Zeitschrift 6(5):539-542. 1983.

12. DELGADO, J. C.; AMPUERO, E. y DOAK, K. D. Posible evidencia de resistencia a la *Monilia roseni* Cif. y Par. en algunos clones de la Estación Experimental Tropical de Pichilingue. In Inter-American Cacao Conference, 8th., Trinidad and Tobago, 1960. Proceedings, Trinidad, Government Press, 1960. pp. 184-192.
13. DESROSIFRS, R.; BUCHWALD, A. VON y BOLAÑOS, C. Efectos de la precipitación pluvial sobre los casos de moniliasis del cacao en el Ecuador. Boletín Fitosanitario de la FAO 3(11):161-164. 1955.
14. DIAZ, M. J. Observaciones sobre la incidencia de *Monilia* del cacao en Ecuador. Turrialba (Costa Rica) 7(4):95-99, 1957.
15. ECUADOR. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Informe 1963. Tomo II. Quito, INIAP, s.f. 181 p.
16. \_\_\_\_\_. Informe 1964. Quito, INIAP, s.f. 215 p.
17. \_\_\_\_\_. Informe 1965. Quito, INIAP, s.f. 156 p.
18. \_\_\_\_\_. Informe 1968. Quito, INIAP, s.f. 186 p.
19. ECUADOR. ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE. DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA. Informe Anual Técnico 1974. 30 p. (Mimeografiado).
20. \_\_\_\_\_. Informe Anual Técnico 1975. 30 p. (Mimeografiado).
21. EDWARDS, D. F. Informe final. Pichilingue, Estación Experimental Tropical, 1975. s.p.
22. ENGELS, J. M. M. Genetic resources of cacao: a catalogue of the CATIE collection, Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 196 p. (Technical Series. Technical Bulletin/CATIE; no. 7).
23. ENRIQUEZ, G. A. y SORIA V., J. Catálogo de cultivares de cacao. Turrialba (Costa Rica) IICA, 1967, s.p.
24. \_\_\_\_\_. y SUAREZ, C. *Monilia* disease of cacao in Costa Rica. Turrialba (Costa Rica) 28(4):339-340. 1978.
25. \_\_\_\_\_. SALAZAR, L. G. y PAREDES, L. A. *Monilia*, una nueva enfermedad que afecta el cacao de Costa Rica en la zona de Cahuita. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Plantas Perennes, 1979, 9 p.
26. \_\_\_\_\_. Mejoramiento en cacao (*Theobroma cacao* L.). Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 17 p. (Mimeografiado).

27. ENRIQUEZ, G. A. y SCRIBNER, J. La moniliasis irrumpe en las zonas cacaceras en Costa Rica. *Actividades en Turrialba* 9:8-9. 1981.
28. ENRIQUEZ, G. A.; BRENES, C. y DELGADO, J. C. Desarrollo e impacto de la moniliasis del cacao en Costa Rica. *IN Conferencia Internacional de Investigación en Cacao*, 8a., Cartagena. 1981. Resúmenes. Bogotá, Colombia, FEDECACAO, 1981 p. irr.
29. ENRIQUEZ, G. A. y SALAZAR, L. E. Cacao varietal resistance to *Phytophthora palmivora* and its inheritance at Turrialba, Costa Rica. *IN International Phytophthora Meeting*, Turrialba, 1980. Trabajos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. (En prensa).
30. ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL DE PICHILINGUE. Informe 1962. Quito, INIAP, s.f. 66 p.
31. EVANS, H. C.; EDWARDS, D. F. y RODRIGUEZ, M. Research on cocoa diseases in Ecuador: past and present. *PANS* 23(1):68-80. 1977.
32. \_\_\_\_\_. *et al.* On the taxonomy of *Monilia rozeri*, an important pathogen of *Theobroma cacao* in South America. *Canadian Journal of Botany* 56:2528-2532. 1978.
33. FOWLER, R. L.; DESROSIERS, R. y HOPP, H. Evaluation of certain factors affecting the yield of cacao in Ecuador. *Ecology* 37(1):75-81. 1956.
34. FRANCO, T. H. DE. Transmisión de la moniliasis del cacao por el *Mecistorhinus tripterus* F. *IN Conferencia Interamericana de Cacao*, 7a., Palmira, Colombia, 1958. Informe. Bogotá, División de Investigaciones Agropecuarias, 1958. pp. 130-136.
35. GONZALEZ, L. C. *et al.* Eficacia del fungicida clorotalonil y de la destrucción de mazorcas enfermas en el combate de la moniliasis del cacao. *IN Congreso Agronómico Nacional*, 5°, San José, 1982. Resúmenes. San José, Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos, 1982. pp. 56-57.
36. JORGENSEN, H. Monilia pod rot of cacao in Ecuador. *Cacao (Costa Rica)* 15(4):4-13. 1970.
37. LAWRENCE, J. G. Screening of cacao cultivars for resistance to *Phytophthora palmivora* in the collection at CATIE, Costa Rica. *Revista Theobroma (Brasil)* 8:125-131. 1978.
38. LOPEZ, A. S. Leachates from the pod wall of *Theobroma cacao*. *Revista Theobroma (Brasil)* 10(3):167-173. 1980.
39. LOPEZ G., M. A. y ENRIQUEZ V., O. Presencia de la *Monilia rozeri* Cif. et Par. en el cacao *Theobroma cacao* L. en la frontera Costa Rica-Nicaragua. Managua, Nicaragua, MIDA, 1980. 15 p. (Mimeografiado).



40. LOPEZ P., R. Fisiología de la germinación de esporos de *Monilia* sp. Cacao en Colombia 3:183-207, 1954.
41. MEJIA, V. E. y RONDON, J. G. Comparación de híbridos. In Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 8a., Cartagena, 1981. Resúmenes. Bogotá, Colombia, FEDECACAO, 1981. p. itr.
42. MERCHANT, V. M. Informe Anual de Actividades 1978, Programa de Fitopatología y Cacao. Manizales, Colombia, ICA, 1978. 40 p. (Mimeografiado).
43. \_\_\_\_\_, Informe Anual de Actividades 1978 B-1979 A, Programa de Fitopatología y Cacao. Manizales, Colombia, ICA, 1979. 31 p. (Mimeografiado).
44. \_\_\_\_\_. Avances en la investigación de la moniliasis del cacao en Colombia. In Enríquez, G. A. ed. La moniliasis del cacao: compendio. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. pp. 64-86.
45. MORENO, L. J. Gane más sembrando semillas mejoradas y manejando bien el cultivo. El Cacaotero Colombiano no. 13:9-11. 1980.
46. NAUNDORF, G. Contribuciones al problema de la moniliasis en cacao. Cacao en Colombia 3:35-61. 1954.
47. NOLLA, J. A. B. In Chardon, C. E. Reconocimiento agropecuario del Valle del Cauca. San Juan, Puerto Rico, s.e., 1930. pp. 317-319.
48. ORELLANA, R. G. La moniliasis y otras enfermedades del cacao en el este de Panamá. Boletín Fitosanitario de la FAO 4(11):168-169. 1956.
49. PORRAS V., J. H. Epitefiología de la moniliasis (*Monilia rozeri* Cif. y Par.) del cacao y su relación con la producción del árbol en la zona de Matina. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1982. 51 p.
50. ROCHA, H. M. La importancia de las sustancias polifenólicas en el mecanismo fisiológico de la resistencia de cacao (*Theobroma cacao* L.) a *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1966. 45 p.
51. RODRIGUEZ, M. y SUAREZ, C. Avances en la investigación sobre *Monilia rozeri* del cacao en Ecuador. Guayaquil, Ecuador, 1973. 18 p. (Mimeografiado). Trabajo presentado a la 2nd. Reg. Conf. on *Phytophthora palmivora*, 1973.
52. RORER, J. B. Enfermedades y plagas del cacao en el Ecuador y métodos modernos apropiados al cultivo del cacao. Trad. por A. Pachano. Guayaquil, Ecuador, Asociación de Agricultores, 1918. pp. 17-40.

53. RORER, J. B. Ecuador cacao. *Tropical Agriculture* (Trinidad) 3(3):46-47; (4):68-69. 1926.
54. SANCHEZ L., J. A. Reacción de cultivares de cacao a la inoculación artificial con *Monilia rozeri*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1982. 55 p.
55. SEPULVEDA, R. Biología del *Mecistorhinus tripterus* F. (Hem Pentatomidae) y su posible influencia en la transmisión de la moniliasis del cacao. *Cacao en Colombia* 4:15-42. 1955.
56. SORIA V., J. Informe del viaje realizado a Ecuador y Colombia, Turrialba, Costa Rica. IICA, 1959. pp. (Informe no. 36-E).
57. SORIA V., J. y SALAZAR, G. Pruebas preliminares de resistencia a *Ceratocystis fimbriata* en clones e híbridos de cacao. *Turrialba* (Costa Rica) 15(4):290-295. 1965.
58. \_\_\_\_\_. The latest cocoa expeditions to the Amazon basin. *Cacao* (Costa Rica) 15(1):5-15. 1970.
59. \_\_\_\_\_. Sources of resistance to *Phytophthora palmivora*. In Gregory, P. H. *Phytophthora* disease of cocoa. Londres, Logman, Logman, 1974. pp. 197-202.
60. \_\_\_\_\_, y ENRIQUEZ, G. A. eds. International cacao cultivar catalogue. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 156 p. (Technical Series. Technical Bulletin/CATIE; no. 6).
61. SOTOMAYOR, F. Estudios preliminares sobre la resistencia de algunos clones de cacao a la moniliasis provocado por la inoculación artificial. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil, Facultad de Agronomía y Veterinaria, 1965. 56 p.
62. SUAREZ, C. Estudio del mecanismo de penetración y del proceso de infección de *Monilia rozeri* Cit. & Par. en frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil, Facultad de Agronomía y Veterinaria, 1971. 59 p.
63. \_\_\_\_\_. Patología del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 29 p. (Mimeografiado). Moniliasis pp. 10-14.
64. \_\_\_\_\_. El problema de la moniliasis y su combate en el Ecuador. In Enríquez, G. A. ed. La moniliasis del cacao; compendio. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. pp. 87-106.
65. WOOD, G. A. R. El cultivo del cacao en Venezuela, Colombia y Ecuador con notas sobre tres enfermedades del cacao. Bournville, Inglaterra, Cadbury, 1959. 59 p.

## 9. AFENDICE

Cuadro 1A. Resultados sin corregir de la etapa inoculada el 6 y 7 de julio de 1982, Turrialba, Costa Rica.

Repetición	I		II		III		IV		SE <sup>1/</sup>	SI <sup>2/</sup>	INC. <sup>3/</sup>
	SE	SI	SE	SI	SE	SI	SE	SI	0-5	0-5	%
Cultivar											
SIAL-93	0.30	0.00	0.33	0.00	0.25	0.00	0.10	0.00	0.25	0.00	21.62
SIAL-407	0.33	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	1.00	0.17	0.38	8.92
SIC-6	1.11	0.22	0.89	0.11	0.60	0.33	0.90	0.00	0.88	0.17	71.05
SIC-2	0.33	0.33	0.50	0.20	0.90	0.00	0.80	0.25	0.63	0.26	56.41
PA-13	0.20	0.50	0.30	0.67	0.00	0.00	0.22	2.00	0.16	0.79	15.38
PA-169	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00			0.10	0.00	10.00
PA-121	1.89	2.25	0.80	2.75	0.30	1.33	0.78	1.17	1.07	1.88	63.16
CC-144	1.33	0.57	1.63	0.63	0.88	0.60	0.50	1.00	1.09	0.70	57.65
CC-41	0.63	1.00	0.70	0.20	0.80	0.14	0.67	0.50	0.70	0.49	51.35
CC-244	2.27	2.63	1.50	3.00	1.60	1.86	2.30	1.70	2.04	2.30	73.17
CC-234	2.60	3.30	3.27	3.40	*	*	2.25	3.33	2.71	3.34	86.21
CC-232	0.40	0.75	1.25	1.56	1.27	1.13	1.00	0.89	0.98	1.08	69.77
CC-231	2.44	2.25	0.90	1.60	1.40	3.00	0.90	2.60	1.41	2.36	61.54
CC-226	2.71	3.40	0.30	1.00	1.00	3.00	0.60	2.50	1.15	2.48	31.43
CC-225	0.70	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	1.33	0.32	0.50	15.38
Catongo	1.00	0.00	0.55	0.60	0.43	0.67	0.38	0.00	0.59	0.32	46.43

\* Ceratocystis.

1/ SE = Severidad externa (Escala 0-5)2/ SI = Severidad interna (Escala 0-5)3/ INC= Incidencia (%)

Cuadro 2A. Resultados sin corregir de la etapa inoculada el 10 y 11 de agosto de 1982. Turrialba, Costa Rica.

Repetición	I		II		III		IV		SE <sup>1/</sup>	SI <sup>2/</sup>	INC <sup>3/</sup>
	SE	SI	SE	SI	SE	SI	SE	SI	0-5	0-5	%
Cultivar	SE	SI	SE	SI	SE	SI	SE	SI	0-5	0-5	%
EET-48	0.38	2.50	0.30	4.00	0.00	0.00	0.67	2.50	0.34	2.25	13.51
EET-64	1.80	1.22	0.67	0.20	0.89	0.71	1.13	3.33	1.12	1.37	65.67
EET-94	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.50	0.00	0.20	0.00	17.50
EET-95	0.30	0.67	0.40	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.29	13.16
EET-164	0.10	1.00	0.30	0.00	0.50	0.33	0.60	0.33	0.38	0.42	23.68
EET-30	0.57	2.50	0.30	0.00	0.10	0.00	0.56	0.00	0.38	0.63	25.00
EET-162	0.10	3.00	0.60	2.25	0.10	0.00	0.68	2.33	0.42	1.90	23.68
EET-399	0.14	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.09	0.00	8.11
SIAL-8	0.11	0.00	1.29	0.00	1.75	0.25	1.00	0.00	1.04	0.06	59.38
DIAM-S00	1.00	2.33	0.00	0.00	0.30	1.67	0.63	0.00	0.48	1.00	31.58
RB-41	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.86
RB-46	0.20	0.00	0.50	5.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.20	1.25	11.11
SIAL-325	0.33	0.00	0.33	0.00	0.89	0.00	0.10	0.00	0.41	0.00	35.29
SIAL-103	1.00	0.25	0.11	0.00	0.40	0.50	0.80	0.00	0.58	0.19	39.39
UF-705	0.11	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.60	0.00	0.20	0.00	18.42
UF-704	1.20	0.63	0.78	0.60	1.90	3.63	1.78	1.63	1.42	1.62	73.68
Catongo	1.86	1.50	0.50	0.00	1.29	1.20	1.11	0.80	1.19	0.89	76.00

1/ SE = Severidad externa (Escala 0-5)

2/ SI = Severidad interna (Escala 0-5)

3/ INC = Incidencia (%)

Cuadro 34. Resultados sin corregir de la etapa inoculada el 16 y 17 de setiembre de 1982, Turrialba, Costa Rica.

Repetición	I		II		III		IV		SE <sup>1/</sup>	SI <sup>2/</sup>	INC <sup>3/</sup>
	SF	SI	SE	SI	SE	SI	SF	SI	0-5	0-5	%
Cultivar											
UF-296	0.10	0.00	0.11	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	10.26
SIAL-56	0.38	0.00	0.67	0.20	0.70	0.50	0.11	0.00	0.47	0.18	35.11
PA-16	1.00	1.00	0.70	0.20	0.10	0.00	0.30	3.00	0.60	1.05	32.50
SIC-806	0.76	0.00	0.17	0.00	0.29	0.00	1.30	0.14	0.64	0.04	50.00
CC-240	1.00	0.06	0.10	0.00	0.60	0.40	0.90	0.29	0.70	0.19	50.00
NA-34	1.55	0.09	1.00	0.00	0.78	0.25	0.90	0.00	1.06	0.09	70.00
RB-29	0.90	0.00	1.10	0.00	1.50	0.00	1.40	0.29	1.23	0.07	70.00
SIAL-42	1.40	0.30	1.30	0.25	1.10	0.13	1.40	0.38	1.30	0.27	85.00
Canongo	1.57	0.33	0.83	0.33	0.40	0.00	1.11	0.22	0.98	0.22	53.13

1/ SE = Severidad externa (Escala 0-5)

2/ SI = Severidad interna (Escala 0-5)

3/ INC. = Incidencia (%)

Cuadro 4A. Número de frutos inculados y su severidad a las ocho semanas para cada cultivar, Terrialba, 1982.

Etapas	Cultivar	Total	Perdi- das	Sub total	Severidad externa					Enfer. mos	Severidad interna				
					1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1°	CC-41	39	2	37	13	5	1	0	0	19	7	0	0	0	0
1°	CC-144	40	6	34	10	13	0	0	0	23	8	2	1	0	0
1°	CC-225	39	0	39	1	4	1	0	0	6	2	2	0	0	0
1°	CC-226	39	4	35	2	1	4	4	0	11	1	3	3	1	2
1°	CC-231	40	1	39	7	6	10	1	0	24	3	2	3	4	5
1°	CC-232	43	0	43	23	3	2	2	0	30	17	1	0	0	3
1°	CC-234	31	2	29	5	3	7	5	5	25	4	1	2	5	11
3°	CC-240	46	0	46	12	11	0	0	0	23	5	0	0	0	0
1°	CC-244	41	0	41	2	10	14	0	4	30	15	2	5	0	6
2da	DIAM-800	40	2	38	7	4	1	0	0	12	2	0	1	1	2
2da	FET-48	32	1	31	2	1	1	0	1	5	0	0	0	1	2
2da	FET-64	36	0	36	12	9	0	0	2	24	3	0	0	1	4
2da	FET-80	40	4	36	5	4	0	0	0	9	0	1	1	0	0
2da	FET-94	40	0	40	6	1	0	0	0	7	0	0	0	0	0
2da	FET-95	40	2	38	4	0	1	0	0	5	1	1	0	0	0
2da	FET-162	40	2	38	4	4	1	0	0	9	2	0	1	1	2
2da	FET-164	40	2	38	4	5	0	0	0	9	3	0	0	0	0
2da	FET-399	40	3	37	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
3°	NA-34	41	1	40	15	12	1	0	0	28	2	0	0	0	0
1°	PA-13	39	0	39	5	1	0	0	0	6	3	1	0	0	0
3°	PA-16	40	0	40	6	5	0	2	0	13	2	0	0	0	2
1°	PA-121	38	0	38	10	12	2	0	0	24	6	4	2	1	3
1°	PA-169	30	0	30	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
3°	RB-29	40	0	40	10	15	3	0	0	28	2	0	0	0	0
4da	RB-61	40	5	35	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2da	RB-46	39	3	36	3	0	0	0	1	4	0	0	0	0	1
2da	SIAL-C	40	8	32	7	11	1	0	0	19	2	0	0	0	0
3°	SIAL-42	40	0	40	16	0	0	0	34	9	0	0	0	0	0
3°	SIAL-56	39	3	36	11	1	0	1	0	13	1	1	0	0	0
1°	SIAL-93	37	0	37	7	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0
2da	STAL-163	40	7	33	9	4	0	0	0	13	3	0	0	0	0
2da	STAL-325	40	6	34	10	2	0	0	0	12	0	0	0	0	0
1°	STAL-407	37	3	34	2	1	0	0	0	3	2	0	0	0	0
1°	SIC-2	39	0	39	18	4	0	0	0	22	4	0	0	0	0
1°	SIC-6	40	2	38	21	6	0	0	0	27	5	0	0	0	0
3°	SIC-806	40	8	32	9	7	0	0	0	16	1	0	0	0	0
3°	UF-296	39	0	39	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
2da	UF-104	40	2	38	9	13	5	1	0	28	5	0	4	2	5
2da	UF-105	40	2	38	6	1	0	0	0	7	0	0	0	0	0
1°	Catongo	31	3	28	12	1	0	0	0	13	5	0	0	0	0
2da	Catongo	31	6	25	9	8	1	0	1	19	8	1	2	0	1
3°	Catongo	43	11	32	4	13	0	0	0	17	3	1	0	0	0
	TOTAL	1635	101	1534						636	136	24	25	17	49

Cuadro 5A. Jerarquización y división en grupos de los cultivares según su severidad externa corregida (SEC), severidad interna corregida (SIC) e incidencia mediante el análisis "CLUSTER" Turrialba, 1982.

"CLUSTER"	TRAT	TNC	SEC	SIC
1	RB-41	2.86	0.027	0.000
1	EET-339	8.11	0.086	0.000
1	SIAL-407	8.82	0.235	1.046
1	UF-296	10.26	0.126	0.000
1	PA-169	10.00	0.204	0.000
1	RB-46	11.11	0.205	1.235
1	MEAN	6.52	0.147	0.385
2	UF-705	18.42	0.205	0.000
2	EET-94	17.50	0.203	0.000
2	EET-95	13.16	0.177	0.293
2	EET-48	13.51	0.342	2.256
2	PA-13	15.38	0.368	2.211
2	CC-225	15.38	0.644	1.395
2	EET-80	25.00	0.388	0.626
2	EET-164	23.68	0.380	0.416
2	EET-162	23.68	0.426	1.900
2	SIAL-93	21.62	0.501	0.000
2	MEAN	18.73	0.363	0.901
3	DIAM-800	31.58	0.489	1.003
3	PA-16	32.50	0.739	4.261
3	CC-226	31.43	2.350	6.907
3	SIAL-325	35.29	0.418	0.000
3	SIAL-56	36.11	0.573	0.710
3	SIAL-163	39.39	0.586	0.188
3	MEAN	34.38	0.861	2.178
4	SIC-806	50.00	0.783	0.142
4	CC-240	50.00	0.863	0.761
4	CC-41	51.35	1.432	1.353
4	SIAL-8	59.38	1.053	0.062
4	SIC-2	56.41	1.294	0.544
4	PA-121	63.16	2.185	5.233
4	CC-231	61.54	2.886	6.593
4	MEAN	55.97	1.499	2.098

continúa...



Continuacion Cuadro 5A.....

CLUSTER	TRAT	INC	SEC	SIC
5	EET-64	66.67	1.139	1.369
5	CC-144	67.65	2.221	1.953
5	NA-34	70.00	1.303	0.345
5	RB-29	70.00	1.510	0.294
5	SIC-6	71.05	1.791	0.460
5	CC-232	69.77	2.006	3.021
5	UF-704	73.68	1.436	1.627
5	CATONGU	76.00	1.207	0.892
5	CC-224	73.17	4.181	6.412
5	STAL-42	85.00	1.602	1.075
5	CC-234	86.21	5.540	9.331
5	MEAN	73.56	2.176	2.434

