

4
ESTUDIOS SOBRE LA REACCION DE RESISTENCIA DE ALGUNOS CULTIVARES
DE CACAO (Theobroma cacao L.) A LA PUDRICION DE FRUTOS CAUSADA
POR Phytophthora palmivora (Butl) Butl EN LA REGION ATLANTICA
DE COSTA RICA

Tesis de Grado
de
MAGISTER SCIENTIAE


Oscar Esquivel J.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales
Turrialba, Costa Rica
Julio, 1973

ESTUDIO SOBRE LA REACCION DE RESISTENCIA DE ALGUNOS CULTIVARES DE
CACAO (Theobroma cacao L.) A LA PUDRICION DE FRUTOS CAUSADA POR
Phytophthora palmivora (Butl) BUTL EN LA REGION ATLANTICA DE
COSTA RICA

Tesis


Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

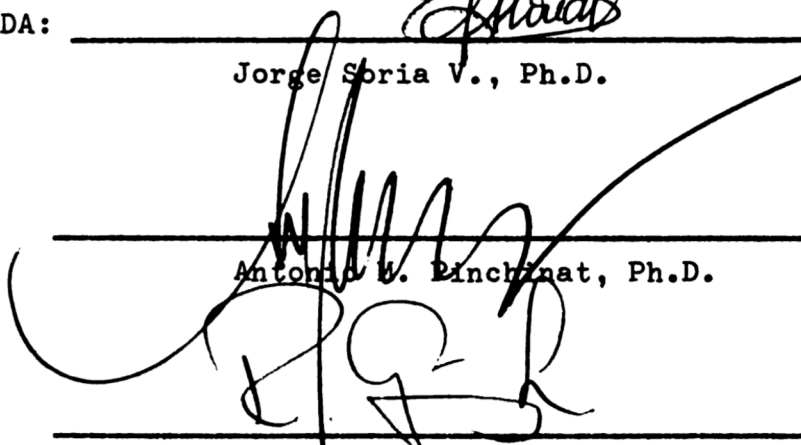
en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

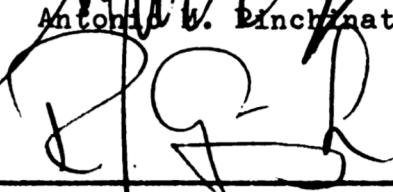
APROBADA:




Jorge Soria V., Ph.D. Consejero



Antonio W. Binchinat, Ph.D. Comité



Rodrigo Gámez, Ph.D. Comité



Adalberto Gorbitz, Ing. Agr. Comité

Julio 1973

Con todo cariño a mis padres,
esposa e hijos.

AGRADECIMIENTO

El autor quiere dejar constancia expresa de su agradecimiento a las siguientes instituciones y personas:

Al Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, por las facilidades que se le brindaron para la obtención del grado de Magister Scientiae

Al doctor Jorge Soria, Consejero Principal, por la orientación y dirección en el desarrollo del trabajo de tesis y por la revisión y crítica del manuscrito correspondiente.

A los miembros del comité consejero doctores Antonio Pinchingt, Rodrigo Gámez e Ing. Adalberto Gorbitz por las atinadas observaciones y consejos para mejorar la calidad y la presentación de esta tesis.

Al doctor Gilberto Páez y al personal del Centro de Computación Electrónica del CTEI, la ayuda prestada en la interpretación y análisis de los datos de campo.

A los licenciados Orlando Arboleda y Gualberto Alvear por la cooperación que brindaron en la revisión de las citas bibliográficas.

A los señores Agro. Alfredo Paredes, Francisco Moya, Miguel Cerdas, Guillermo Salazar, Edwin Núñez, Eddy Salazar, Jorge Montoya y al personal de campo del Programa de Mejoramiento Genético de Cacao (Turrialba y La Lola) por la permanente e inestimable ayuda que ofrecieron en el transcurso de la presente investigación.

BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de San José, Costa Rica, el 13 de noviembre de 1934.

Realizó sus estudios primarios y secundarios en su ciudad natal; en 1952 obtuvo en el Colegio Seminario su bachillerato en Ciencias y Letras.

Sus estudios universitarios los realizó en la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, en donde se graduó como Ingeniero Agrónomo en 1963.

En 1958, trabajó en el laboratorio de investigación de la Compañía Bananera de Costa Rica, en Coto 47, Golfito. De ahí pasó al laboratorio de fitopatología de la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, en donde trabajó hasta agosto de 1960.

Desde 1960 hasta 1972 laboró en el Centro de Enseñanza e Investigación de Turrialba, I.I.C.A., como genetista ayudante del programa de mejoramiento genético del cultivo del cacao. A partir de 1973 ingresó al Instituto Nacional de Seguros (INS) como Ing. Agro. al servicio de la sección del Seguro de Cosechas.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Variación del patógeno	4
2.2 Naturaleza de la resistencia.....	6
2.3 Variación y evaluación de la resistencia	6
2.4 Determinación de resistencia por inoculación artificial	8
2.4.1 Inoculación de mazorcas	8
2.4.2 Inoculación de tallos.....	10
2.4.3 Inoculación de raíces.....	11
2.5 Resistencia determinada por datos de campo.....	12
2.6 Herencia de la resistencia.....	14
2.7 Escape a la infección.....	15
3. MATERIALES Y METODOS	
3.1 Características de las parcelas experimentales.....	17
3.1.1 Localización.....	17
3.1.2 Clima.....	17
3.1.3 Suelo.....	18
3.2 Material experimental.....	18
3.2.1 Experimento No. 8.....	19
3.2.2 Experimento No. 9.....	20
3.2.3 Experimento No. 18.....	21
3.3 Datos de producción e infección de campo	22

	Página	
3.3.1	Determinación de la relación entre producción y ocurrencia de la enfermedad.....	24
3.3.2	Relación entre ocurrencia de la enfermedad y distribución del inóculo en condiciones de campo.....	24
3.3.3	Relación entre la distribución estacional de producción y la ocurrencia de la enfermedad en el Experimento No. 8.....	25
3.3.4	Variación de la producción en el Experimento No. 18.....	25
3.3.5	Porcentajes de mazorcas enfermas y clasificación de niveles de resistencia en híbridos del Experimento No. 18.....	26
3.3.6	Influencia de los clones padres en la distribución de producción de los híbridos.....	27
3.4	Inoculación de campo.....	28
3.4.1	Aislamiento y cultivo del hongo.....	28
3.4.2	Inoculación artificial de las mazorcas en el campo.....	30
3.4.3	Medida de lesiones.....	31
3.4.4	Distribución de frecuencia de los híbridos en los tres grupos de resistencia a inoculación artificial.....	32
3.5	Influencia de factores climáticos en la ocurrencia de la enfermedad.....	32
4.	RESULTADOS	
4.1	Ocurrencia de <u>P. palmivora</u> en condiciones de campo.....	34
4.1.1	Evaluación de resistencia en los 25 clones del Experimento La Lola No. 8.....	34
4.1.2	Variación mensual y anual de la ocurrencia de <u>P. palmivora</u>	37

	Página
4.2 Relación de la producción con la ocurrencia de la enfermedad en clones.....	39
4.2.1 Correlaciones entre producción y ocurrencia de <u>P. palmivora</u>	39
4.2.2 Influencia de la distribución de cosecha a través del año sobre la ocurrencia de la enfermedad.....	44
4.2.3 Relación entre ocurrencia de <u>P. palmivora</u> y distribución del inóculo en el campo.....	46
4.3 Variación de los promedios de producción de mazorcas en híbridos del Experimento La Lola No. 18.....	49
4.4 Influencia de los clones padres en la distribución anual de producción de sus híbridos.....	60
4.5 Infección de <u>P. palmivora</u> en inoculaciones artificiales.....	60
4.5.1 Variación de los promedios de las lesiones de <u>P. palmivora</u> en algunos clones e híbridos.....	60
4.5.2 Frecuencia de cada híbrido en tres grupos de resistencia arbitrariamente seleccionados.....	65
4.5.3 Variación de la ocurrencia de <u>P. palmivora</u> en las inoculaciones realizadas.....	65
5. DISCUSION	68
6. CONCLUSIONES.....	76
7. RESUMEN.....	78
7a. SUMMARY	81
8. LITERATURA CITADA.....	84
APENDICE	89

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Porcentajes de ocurrencia de <u>P. palmivora</u> , determinados con base en el número de mazorcas enfermas del total de mazorcas producidas, bajo condiciones naturales de infección, en los 25 clones del Experimento La Lola No. 8. (seis años de observaciones)	35
2	Clasificación de los clones del Experimento La Lola No. 8 con base en los porcentajes de ocurrencia de <u>P. palmivora</u> en mazorcas bajo condiciones naturales, usando las escalas local y de Thrower.....	36
3	Porcentajes de ocurrencia mensual de <u>P. palmivora</u> en relación a la ocurrencia total en los 25 clones del Experimento La Lola No. 8 (Promedio de seis años de producción)	38
4a	Correlaciones simples (r) entre la ocurrencia de <u>P. palmivora</u> y producción y entre ocurrencia y algunos valores climáticos para los 25 clones del Experimento La Lola No. 8.....	40
4b	Correlaciones múltiples (R) entre la ocurrencia mensual de <u>P. palmivora</u> y algunos valores climáticos en los 25 clones del Experimento La Lola No. 8 considerando estos el mismo mes y uno, dos y tres meses antes de la infección.....	43
5	Producción mensual de los clones incluidos en el Experimento La Lola No. 8, expresada en porcentajes, en relación con el total del año (Promedios de seis años 1964 a 1970).....	45
6.	Prueba de X^2 para la determinación de la distribución del inóculo en los nueve árboles de las parcelas del Experimento La Lola No. 8 (Totales para cada posición en las 100 parcelas durante seis años).....	48
7	Producción en número de frutos por árbol y porcentajes de ocurrencia de <u>P. palmivora</u> (promedio de cinco años) en nueve híbridos de cacao del Experimento La Lola No. 18	50
8	Determinación de frecuencias de clase de acuerdo al sistema de grados de infección propuesto por Thrower (Datos de campo en el Experimento La Lola No. 18).....	58

Cuadro No.		Página
9	Correlaciones entre las tendencias de producción de algunos clones y sus híbridos. (Datos de los Experimentos La Lola No. 8 y La Lola No. 18).....	61
10	Diámetros promedios de las lesiones provocadas en las mazorcas por <u>P. palmivora</u> , seis días después de la inoculación	62
11	Diámetros promedios de las lesiones en las mazorcas para los distintos grupos de resistencia, seis días después de la inoculación con <u>P. palmivora</u> (seis árboles por grupo y 10 mazorcas por árbol).....	64
12	Número de individuos resistentes, intermedios y susceptibles en los nueve híbridos probados en el Experimento La Lola No. 18 (De acuerdo al tamaño de las lesiones seis días después de la inoculación).....	66
13	Porcentajes de ocurrencia de <u>P. palmivora</u> en las inoculaciones efectuadas en el Experimento La Lola No. 18.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Total de mazorcas enfermas para cada una de las cuatro clases de producción, arbitrariamente fijadas, en tres clones del Experimento La Lola No. 8 (Datos de Junio 1966 a Mayo 1970).....	42
2	Distribución mensual de cosecha y de ocurrencia de <u>Phytophthora palmivora</u> de algunos clones de cacao del Experimento La Lola No. 8 y de la variedad local 'Matina'	47
3	Frecuencia de clases de producción por árbol (totales de cinco años) en dos híbridos, de padres resistentes, del Experimento La Lola No. 18.....	51
4	Frecuencia de clases de producción por árbol (totales de cinco años) en cuatro híbridos, de padres resistentes por susceptibles, del Experimento La Lola No. 18.....	52
5	Frecuencia de clases de producción por árbol (totales de cinco años) en cuatro híbridos, de padres susceptibles, del Experimento La Lola No. 18.....	53
6	Frecuencia de clases de los porcentajes de ocurrencia de <u>P. palmivora</u> en dos híbridos de padres resistentes por resistentes (datos de cinco años de producción por árbol).....	55
7	Frecuencia de clases de los porcentajes de ocurrencia de <u>P. palmivora</u> en tres híbridos de padres resistentes por susceptibles (datos de cinco años de producción por árbol).....	56
8	Frecuencia de clases de los porcentajes de ocurrencia de <u>P. palmivora</u> en cuatro híbridos de padres susceptibles por susceptibles (datos de cinco años de producción para cada árbol).....	57

1. INTRODUCCION

La podredumbre negra de las mazorcas del cacaotero (Theobroma cacao), causada por el hongo Phytophthora palmivora (Butl) Butl, es una enfermedad de muy amplia distribución, presentándose en casi todos los países productores del mundo. Sus daños se han estimado tentativamente en un 10 por ciento de la cosecha mundial anual de cacao, lo que equivaldría a una pérdida de aproximadamente 66 millones de dólares.

Anualmente, el grado de ocurrencia varía según las condiciones climatológicas presentes en cada región en particular. Datos obtenidos en la finca La Lola, perteneciente al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Costa Rica, (I.I.C.A.) durante siete años de observaciones, señalan un promedio de un 11 por ciento de mazorcas infectadas en cacaotales jóvenes, periódicamente asperjados con fungicidas a base de cobre.

En Bahía, Brasil, se informa que P. palmivora ocasiona pérdidas de alrededor de un 20 por ciento de la cosecha total y en Ghana los daños se estiman en un 10-15 por ciento.

Para combatir la enfermedad se puede recurrir a dos diferentes procedimientos: 1) control químico y 2) uso de cultivares resistentes. El combate químico, que es el usual, tiene el inconveniente de ser muy costoso, además de que falta información básica sobre la eficacia de los productos fungicidas utilizados, concentraciones, adherentes y ciclos y épocas apropiadas de aspersión. La baja efectividad del

control químico también se debe a que no se conoce bien la biología del hongo ni las condiciones ambientales y fisiológicas de la planta que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

El uso de cultivares resistentes presenta, a largo plazo, una solución adecuada para el combate de la enfermedad, por su bajo costo y alta eficacia. Tal posibilidad está necesariamente ligada a la posible transmisión genética de la resistencia y al tipo de mecanismo genético de herencia de la misma.

En varios países productores de cacao se han determinado algunos cultivares con cierta resistencia a P. palmivora; sin embargo, frecuentemente los resultados de diferentes estaciones experimentales son contradictorios en cuanto a la reacción de resistencia del mismo material genético. Esto podría estar ligado a la posible existencia de razas fisiológicas del hongo.

En Costa Rica, el Programa de Cacao del IICA, Turrialba, posee también algunos clones con indicaciones de resistencia a la enfermedad. Estos clones podrían servir de punto de partida para la obtención de híbridos resistentes si se lograra demostrar que tal condición es heredable y no simplemente efecto de una acción de escape determinada quizá por la no coincidencia de las épocas de alta producción y mayor infección.

Los objetivos del presente trabajo son:

1. Probar si la resistencia de campo observada en algunos cultivares locales es producida por una condición inherente al material estudiado, o es un escape a la enfermedad.

2. En caso de ser la resistencia de naturaleza genética, determinar su modo de herencia.

2. REVISION DE LITERATURA

La presencia de factores de resistencia a Phytophthora palmivora (But1) But1 en ciertos cultivares de cacao ha sido reconocida desde hace muchos años por distintos autores (17), (28), (30), (35), (38), (52), al referirse a los grados de susceptibilidad o de resistencia observados en las poblaciones de diferentes orígenes.

Aunque se desconoce el mecanismo de herencia de la resistencia a esta enfermedad (19), algunos investigadores (2) (13) han especulado sobre ella con base en los datos disponibles. Gregory (15) señaló que si la resistencia es de tipo poligénico, existe poca posibilidad de que ésta se pierda por variación del patógeno. Por otra parte, si existiera razas patogénicas diferentes en áreas distintas, ellas podrían quebrar la resistencia de los clones considerados como resistentes en otros países, si esta fuera controlada por uno o pocos genes. Sería sólo cuestión de tiempo para que aparecieran cepas locales más patogénicas por mutación o introducción.

2.1 Variación del patógeno.

Según Zentmeyer (55), existe gran variación entre los aislamientos de P. palmivora en cuanto a las características morfológicas del hongo en algunos medios de cultivo, siendo particularmente evidentes las diferencias entre aquéllos provenientes de cacao y hule. Reconoció dos tipos: A_1 homotálico y A_2 , heterotálico, con grados de patogenicidad variable, según los países de donde fueron obtenidos.

La condición heterotálica de P. palmivora fue comprobada por Gallegly (12), quien encontró dos tipos de compatibilidad A_1 y A_2 .

Estimó que era posible obtener cruzas entre estos dos tipos. Sin embargo, consideró que la aparición de nuevas razas, por hibridación de los grupos A_1 y A_2 , parecía difícil, dada la no coincidencia de ellos en la mayoría de las zonas cacaoteras del mundo afectadas por P. palmivora.

Savage (31) afirmó que la frecuencia y naturaleza de la reproducción sexual en el género Phytophthora no es bien entendida pero, como presume Turner (48), la formación de oosporas, por apareamiento de los tipos A_1 y A_2 , podría originar gran variación genética del agente patógeno. Savage (31) encontró que en Costa Rica el tipo A_1 atacaba a hule y el A_2 a cacao. Como normalmente estos cultivos no son interplantados, las posibilidades de hibridación de ambos grupos parecen ser bastante reducidas.

Los cambios en el patógeno pueden también originarse por mutación y, como lo indicó Gallegly (12), la aparición de nuevas razas por este medio pueden ocurrir con mayor frecuencia en condiciones de epifitias severas, cuando el nivel de inóculo es muy alto.

Como los resultados de algunos ensayos de inoculación en clones considerados como resistentes han sido contradictorios en diferentes países, Gregory (15) enfatizó la urgencia de hacer pruebas adicionales para demostrar si realmente existen varias razas del patógeno en diferentes áreas o, si son efectos particulares de ambiente los que están provocando la aparición de reacciones diversas de las mismas cepas en idénticos clones. Si las diferencias se debieran a factores de tipo ambiental, no habría entonces evidencias de que existieran razas específicas del hongo.

2.2 Naturaleza de la resistencia.

Aunque existen diferencias de opinión entre algunos investigadores sobre la naturaleza de la resistencia, la hipótesis formulada por Prendergast y Spence (25) de que ésta es de orden bioquímico mas que físico o morfológico, parece ser la más aceptada. Blaha (7) consideró que la velocidad de propagación en el interior de la mazorca estaba determinada por la composición bioquímica de los tejidos, pero que el porcentaje de mazorcas enfermas dependía exclusivamente de las características anatómicas superficiales de la epidermis.

La presencia de ciertos polifenoles oxidados que inhiben la actividad pectolítica del hongo fue señalada por Spence (39) como causa de resistencia en ciertos cultivares. Turner (49) concluyó que los factores más importantes para la resistencia obran en un estadio posterior a la penetración.

↑ - Rocha (26) y Rocha y Jiménez (27) determinaron que la resistencia a Phytophthora palmivora dependía de la interacción entre la capacidad fungitóxica y la concentración de ciertos polifenoles presentes en el epicarpio de las mazorcas de ciertos clones de cacao. La concentración de estos polifenoles, dentro de los que sobresalían el ácido clorogénico, la quercetina y la cianidina, variaba inversamente con el estado de desarrollo del fruto y con la profundidad del tejido en la cáscara.

2.3 Variación y evaluación de la resistencia.

Existen informes de muchas estaciones experimentales de cacao indicando el hallazgo de cultivares con alguna resistencia a Phytoph-

thora palmivora. Sin embargo, en ocasiones los resultados obtenidos en países diferentes con el mismo material son contradictorios; por ejemplo Weststeijn (51) demostró que el clon Lafi-7 era susceptible en el Cameroon, a pesar de ser considerado como resistente en Samoa. Lo mismo ocurrió con los clones T79/501 y T60/1887, que fueron altamente resistentes en Ghana pero susceptibles en Nigeria. Estos resultados han sido considerados por Tarjot (41) como el reflejo del efecto de los distintos métodos empleados en su evaluación, además de la posible presencia de razas fisiológicas del patógeno .

Medeiros (23) señaló que hay diferencia entre resistencia a la penetración y resistencia de tejido. La primera se presenta cuando no hay herida en la mazorca, al momento de la infección, mientras que la segunda se evalúa por la medida de crecimiento de las lesiones de frutos inoculados a través de heridas y en condiciones generalmente de laboratorio. Estimó que el sitio de inoculación es de gran importancia, pues la susceptibilidad de las mazorcas variaba según el sitio en donde se colocase el inóculo. Además, encontró que las mazorcas desprendidas del árbol fueron más susceptibles que aquellas que se dejaron en el mismo, cuando se inocularon sin heridas.

Prendergast y Spence (25) encontraron que las mazorcas de aproximadamente cuatro meses son menos susceptibles que las maduras. Rocha (26) determinó que las frutas de dos y cuatro meses de los clones UF-29 y UF-221 fueron significativamente más resistentes que las maduras (seis meses), en tanto que en el UF-613 no hubo diferencias entre los tres tipos de mazorcas inoculadas.

Los resultados de las inoculaciones artificiales son bastante variables; Thorold (44) señaló que cuando se inoculaba por atomización una suspensión de esporangios, sólo el 50 por ciento de las mazorcas fueron infectadas y de éstas, en el 75 por ciento de los casos tuvieron solamente una lesión.

2.4 Determinación de resistencia por inoculación artificial.

2.4.1 Inoculación de mazorcas.

La determinación de ciertos límites de infección para clasificar las variedades según su resistencia o su susceptibilidad ha sido intentada en varias ocasiones. Thrower (45), en Papua, Nueva Guinea, propuso una escala basada en el porcentaje y avance de la infección en las mazorcas y el grado de esporulación, después de tres y ocho días respectivamente. Consideró como clones muy resistentes, bajo condiciones de laboratorio, aquéllos que no mostraron infección a los tres días de inoculados y cuando las lesiones a los ocho días no cubrían más de una cuarta parte de las mazorcas. Resistentes, con el 1 al 25 por ciento de mazorcas infectadas a los tres días y de una cuarta parte a la mitad de la superficie de las mazorcas afectadas a los ocho días. Intermedios, con el 26 al 50 por ciento de mazorcas enfermas a los tres días y de la mitad a las tres cuartas partes de la superficie de la mazorca atacada después de ocho días. Susceptibles, con el 51 al 75 por ciento de mazorcas enfermas a los tres días y más de tres cuartas partes de la mazorca cubierta por la enfermedad y presentando ligera esporulación. Muy susceptibles, aquéllos con el 76 al 100 por ciento de mazorcas infectadas a los

tres días, las mazorcas completamente cubiertas por el hongo y con abundante esporulación a los ocho días. De acuerdo con estos patrones consideró como resistentes los clones K-6, K-51 y K-5.

Blaha (6), en Cameroon, consideró como resistentes en inoculaciones de campo aquéllos cultivares con porcentajes de mazorcas enfermas inferiores al 50 por ciento, medianamente susceptibles entre el 50 y el 70 por ciento y susceptibles aquéllos con más del 70 por ciento de mazorcas infectadas. Supuso que no hay clones totalmente resistentes, sino que existía una gradiente neta de sensibilidad. Con base en su escala consideró como clones resistentes el SNK-13, ICS-43, ICS-46, SNK-16, ICS-95, SNK-64, SNK-12 e ICS-1.

La posibilidad de correlacionar la velocidad de crecimiento de las lesiones en las mazorcas con la susceptibilidad de algunos clones fue estudiada en Nigeria por Adebayo (1) y por Turner (50). El primero obtuvo una correlación positiva entre desarrollo de las lesiones y la susceptibilidad, en tanto que el segundo apenas encontró una limitada correlación entre las selecciones con más baja ocurrencia de enfermedad y un bajo promedio de desarrollo de la lesión. Adebayo (1) comprobó por esta técnica la resistencia del cultivar T9/15 cuando se comparó con CF-176 e ICS-1, este último fue el más susceptible.

Además de la velocidad de crecimiento, el menor número de lesiones por mazorca podría indicar algún grado de resistencia. Prendergast y Spence (25), en Trinidad, encontraron que los clones Sca-6 y P-7 tienen un número significativamente menor de lesiones (0,1 y 0,9

respectivamente) que ICS-60 (14,1), IMC-67 (16,1), ICS-1 (29,1) e ICS-95 (35,1).

* Medeiros (23) determinó que el cultivar 'Catongo' tenía resistencia a la penetración y no resistencia de tejido, cuando se inoculaban las mazorcas directamente en el árbol mediante atomización con una suspensión de zoosporas. Por el contrario, Rocha y Mariano (28) y Rocha y Medeiros (29) hallaron que los cultivares derivados de 'Catongo', tales como SIC-864, SIC-802, SIC-801, SIC-848 y SIC-806, tuvieron alta resistencia de tejido mientras que Catongo-3, COM-1, UF-613, Sca-6, EEG-8 y CAS-1 presentaron alta resistencia a la penetración.

La resistencia de los clones Sca-6, Sca-12 y Catongo fue reafirmada por Rocha y Machado (30) quienes encontraron, además, un alto nivel de resistencia en TSA-792, TSH-565, TSH-516, TSH-774, PA-30 y CAS-1. Determinaron también que casi todos los derivados de 'Catongo' como SIC-872, SIC-876, SIC-842, SIC-813, SIC-848, SIC-891, SIC-823 y SIC-805 tenían lesiones inferiores a 3,6 cm de diámetro a los cinco días de la inoculación, en comparación con Sca-6 = 0,8 cm, IMC-67 = 4,2 y UF-221 = 5,6.

Medeiros y Rocha (21) informaron que el cultivar 'Maracujá' tenía alta resistencia a P. palmivora cuando se inoculaba y también bajo condiciones de campo. Medeiros (23) concluyó que 'Catongo' fue más resistente que 'Común' pero no inmune a la infección, pues aparecieron algunos brotes fuertes cuando las lluvias fueron intensas.

2.4.2 Inoculación de tallos.

La utilización de esta técnica de inoculación parece ser promisorias; Zentmeyer, Mircetich y Mitchell (53) determinaron con ella cierto grado de resistencia en los cultivares considerados como resistentes Catongo, UF-29 y UF-613, cuando se compararon con UF-221, P-12, ICS-93 y UF-715 considerados como susceptibles. Sugirieron la validez del método por la concordancia observada con los resultados obtenidos en inoculaciones artificiales de mazorcas y en datos de resistencia de campo.

2.4.3 Inoculación de raíces.

Asomaning (4) (5) y Asomaning y Wharton (3) encontraron un estrecho paralelismo entre la resistencia a la infección de la raíz y la resistencia a la infección de la mazorca en condiciones de campo. Con base en ello concluyeron que la resistencia es una propiedad general a la planta y sus tejidos y no solo limitada a las mazorcas.

De acuerdo con esta prueba consideraron como de alta resistencia a las selecciones S-27 (trinitario), Acu-85 (trinitario), D-70 (trinitario), U-6 (trinitario), T85/799 (amazónico), T79/501 (amazónico), T60/887 (amazónico), PA-30, K-5, Y-44, 12 B y Lafi-7. Sin embargo, Zentmeyer, Mircetich y Mitchell (53) no obtuvieron diferencias bien claras cuando inocularon en la raíz progenies de varios clones que fueron significativamente diferentes a otros cuando se inocularon en el tallo; esta incongruencia parece sugerir la poca sensibilidad del método para detectar diferentes reacciones de resistencia en las condiciones en que actualmente se realizan.

2.5 Resistencia determinada por datos de campo.

La posibilidad de seleccionar individuos o cultivares resistentes o con escapes a P. palmivora, con base en los datos de campo acumulados durante varios años de pruebas comparativas de híbridos, clones o progenies de clones ha sido empleada por diversos investigadores. Soria y Esquivel (33,34) establecieron, con base en datos de campo, que el cultivar UF-613 y su progenie eran significativamente más resistentes que UF-221, UF-168, UF-668, UF-12, UF-650, UF-677, UF-667, UF-654 y UF-676, como clones y como progenies de esos clones. Determinaron también que la posición relativa de cada cultivar no variaba año tras año, a pesar de haber variación en los porcentajes de ocurrencia entre años. Esto condujo a la conclusión de que había diferencias reales entre ellos en la reacción de resistencia a la infección y que este factor debería ser heredable.

Wharton (52) informó que las selecciones Acu-85 y S-27 fueron resistentes a P. palmivora con base en los datos de comportamiento en el campo; sin embargo, no encontró ajustes entre dichos resultados y el crecimiento de las lesiones obtenidas por inoculación, a través de heridas, en las mazorcas de los mismos clones. Resultados parecidos logró Blencowe (8), quien obtuvo con los clones ACu-85 y S-27 porcentajes de mazorcas infectadas de 9,1 y 8,6 por ciento que son comparativamente inferiores a los tipos más susceptibles, que tuvieron infecciones entre el 47,8 y 50,7 por ciento. Esta aparente resistencia de campo se mantuvo durante siete a ocho años, lo que le indujo a señalar que había evidencia de cierto grado de resistencia

en las poblaciones de amelonado, como por ejemplo el clon P-30 y sus progenies autofecundadas.

En Papua-Nueva Guinea, los cultivares K-6, K-51 y K-5 fueron considerados resistentes por Thrower (45) con base en una escala de cinco grados para clasificar la resistencia de campo: variedades muy resistentes, aquéllas con porcentajes entre el 0 y 5 por ciento de mazorcas enfermas; variedades resistentes, aquéllas con 6 a 10 por ciento de mazorcas enfermas; variedades intermedias, aquéllas con 11 a 20 por ciento de mazorcas enfermas; variedades susceptibles aquéllas con 21 a 40 por ciento y variedades muy susceptibles aquéllas con el 41 al 100 por ciento de mazorcas enfermas.

Friend (11) encontró un coeficiente de correlación altamente significativo ($r = 0,76^{32\%}$ a $0,81^{32\%}$) entre producción total e infección. En los casos de progenies susceptibles notó una alta correlación entre el número de frutos producido y el número de frutos infectados durante todo el año. Cuando inoculó mazorcas en el laboratorio, determinó que el incremento de las lesiones y la densidad de los esporangios, formados seis días más tarde, estaban relacionados con los datos obtenidos en el campo. Muller (24) comprobó que existía realmente un alto coeficiente de correlación entre el número total de mazorcas y el porcentaje de ocurrencia de P. palmivora ($r = 0,53^{32\%}$).

Soria y Esquivel (33) indicaron que, en condición de campo, existía un amplio margen de tolerancia a la enfermedad. Determinaron que el clon UF-613 fue significativamente menos atacado que los clones UF-676 y UF-677 cuando se les comparó en dos distintas

localidades.

2.6 Herencia de la resistencia.

Gregory (15) ^{según A.S. ...} señaló que si la resistencia es determinada por la presencia en la planta de ciertos polifenoles, ésta puede atribuirse a un solo gen (tipo vertical), mientras que si hay un tipo de resistencia general, como la que indicó Asomaning (5), ésta sería condicionada por muchos genes (tipo horizontal).

La sensibilidad variable de las mazorcas a lo largo del año, por el diferente contenido de agua en el pericarpo, ha dado origen a que Tarjot (42,43) propusiera la existencia de un factor de resistencia variable (R) que condiciona el comportamiento de la mazorca hacia el parásito. Este factor estaría afectado por el ambiente, el cual repercutiría en la nutrición de la mazorca.

Medeiros y Melo (22) usando inoculaciones en las mazorcas hallaron evidencias de que la población de cacao 'Catongo' es heterocigota para el carácter de resistencia. La resistencia del Sca-6 parece ser controlada por genes de acción dominante, según lo expresaron Rocha y Machado (30).

Glendinning (13) manifestó su acuerdo con la idea de que el PA-7 lleva un carácter dominante para baja susceptibilidad en condición homocigótica; además, evidenció segregación genética para susceptibilidad en algunas poblaciones amazónicas.

Amponsah y Dakwa (2) sugirieron que el clon Y-44 tiene una posible dominancia en la herencia de la resistencia de campo; además, dada la continua segregación en la F₁, establecieron que la naturaleza

de tal herencia era compleja.

2.7 Escape a la infección.

La posibilidad de encontrar variedades que escapen a la infección mediante una distribución de la cosecha diferente de aquella propia a las variedades susceptibles, puede, en algunos casos, resultar de tanto utilidad como la resistencia real. De acuerdo con Friend (11), el mecanismo de escape de algunos clones dependía de la existencia de un largo período de producción y de una época definida en que la infección ocurría con mayor intensidad y que no coincidía con el máximo de producción.

Glendinning (14) observó que el período desde la polinización hasta la maduración de los frutos variaba considerablemente de variedad a variedad. La reducción en el período de desarrollo y maduración podría considerarse otro tipo de escape a la infección, pues presupone una disminución en las posibilidades de infección en tales cultivares.

Kelly (18), en Samoa, observó que el cultivar Lafi-7 tiene una excelente producción distribuida durante todo el año y que raramente es afectado por la enfermedad. Este autor supuso que la maduración temprana de Lafi-7 le permitió escapar a la infección del patógeno.

Toxopeus (46), en Nigeria, demostró que el patrón de distribución de cosecha a través del año es un carácter heredable; algunos clones escapaban a la época de alta infección por P. palmivora porque producían sus máximas cosechas al final de la estación seca, y no en la época lluviosa. En esta base sugirió la posibilidad de

producir progenies híbridas que tuvieran este tipo de distribución de producción.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Características de las parcelas experimentales.

3.1.1 Localización.

El trabajo se realizó en la Finca Experimental La Lola, dependencia del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del I.I.C.A., (IICA-CTEI) en Turrialba. La finca está situada en el litoral atlántico de Costa Rica, a unos 20 Km de la costa. Su topografía es casi plana, variando su altura de 25 a 57 m sobre el nivel del mar (10).

3.1.2 Clima.

La Lola está comprendida, según el mapa ecológico de Costa Rica y la clasificación de formaciones vegetales del mundo de Holdridge (16), dentro del bosque tropical húmedo, cuyas principales características están determinadas por una precipitación anual de 2000 a 4000 mm y una temperatura media anual superior a los 24°C.

Según Trojer (47), el promedio anual de precipitación para la finca en 15 años es de 3501 mm, con un exceso pluvial de 1736 mm. Las máximas precipitaciones ocurren en los meses de julio, noviembre y diciembre con promedios respectivos de 382mm, 422 mm y 491 mm.

Las lluvias de julio se caracterizan más por su intensidad que por su duración, mientras las de noviembre y diciembre están tipificadas por su larga duración más que por su intensidad. Este último período coincide con la disminución de la temperatura promedio, la cual no reinicia su ascenso sino hasta en marzo. Las horas de sol promedias para julio, noviembre y diciembre son respectivamente 109,

129 y 112.

3.1.3 Suelo.

Las plantaciones que sirvieron de base para la realización del presente trabajo están asentadas en suelos de textura arcillo-limosa, con un declive de aproximadamente 2 por ciento, con un drenaje interno (profundidades superiores a 30 cm) imperfecto, con moderado grado de compactación superficial y con piedras presentes a más de 90 cm de profundidad (10).

3.2 Material experimental.

Para estudiar el efecto de algunos factores ambientales sobre la ocurrencia de la enfermedad, se consideró apropiado utilizar material genéticamente homogéneo (clones) para establecer algunas de sus relaciones más importantes. Algunos de los aspectos de mayor importancia son : a) relaciones entre producción y ocurrencia, b) influencia de la distribución de cosecha en relación con los ciclos de infección y c) relación de las pruebas de resistencia mediante inoculaciones artificiales en las mazorcas, con la información obtenida sobre la resistencia de campo.

Determinadas tales relaciones, el estudio de la resistencia en híbridos se puede realizar sobre bases más estables y confiables, pues permite eliminar aquéllos efectos ambientales que pueden alterar la información recogida sobre su ocurrencia en las mazorcas, bajo condiciones naturales. Para todos los casos, y siempre que no se diga lo contrario, la ocurrencia se expresa como el porcentaje de mazorcas enfermas en relación a la producción total (sanas + enfermas).

Con excepción de los datos correspondientes a los clones IMC-67 y Pound-12, en todas las inoculaciones de campo y para todos los resúmenes de producción e infección se utilizaron los experimentos denominados No. 8, No. 9 y No. 18 de la finca La Lola (10), los cuales se describen a continuación. Para las inoculaciones del IMC-67 y Pound-12, se utilizaron frutas de los árboles de estos clones localizados en el jardín clonal de la misma finca.

3.2.1 Experimento No. 8.

Este experimento se sembró en mayo de 1961. Consiste en una comparación de rendimiento de un total de 25 clones, de los cuales 13 son de la United Fruit Co. (U F) de Costa Rica, 5 del Centro de Cacao (C C) de Costa Rica y 7 de Rosario Izapa (R) de México, dispuestos en un diseño de látice cuádruple 5 x 5. Las parcelas son cuadradas y están formadas por nueve plantas, distanciadas a 4 x 4 m. La sombra permanente es proporcionada por árboles de Pithecolobium saman (Jacq) Benth, sembrados a 12 m en cuadro, ocupando los ángulos de las parcelas.

Los datos experimentales se analizaron originalmente de acuerdo al diseño de látice, pero debido a la poca ganancia en eficiencia relativa al de bloques al azar, en los últimos años se analizó bajo el modelo de bloques al azar.

Las cosechas de este experimento se hicieron quincenalmente, anotando en cada caso la producción de mazorcas sanas, el peso húmedo de las almendras y el número de mazorcas atacadas por P. palmivora.

De junio de 1964 a diciembre de 1965, los datos obtenidos correspondieron a los totales por parcela; a partir de enero de 1966 hasta mayo de 1971, los datos de producción se registraron individualmente por árbol. Las posiciones de los distintos árboles, dentro de cada una de las parcelas, fue la siguiente:

			Norte	
	8	1	2	
Oeste	7	9	3	Este
	6	5	4	
			Sur	

Los cuidados culturales fueron los mismos que se aplicaron en toda el área experimental de la finca. Como en toda plantación de propagación vegetativa (estacas enraizadas), inicialmente se requirieron severas podas de formación. Además para evitar el volcamiento, se realizaron algunas aporcadas después de las podas. Las deshierbas se efectuaron cada 3 a 4 meses, las deschuponadas cada 4 a 6 meses y las podas de mantenimiento cada 2 años.

Durante todo el período experimental la sombra permanente no fue podada. Aunque se efectuaron aplicaciones de fungicidas, a base de cobre, con ciclos de duración variable, el combate de Phytophthora no fue satisfactorio a juzgar por los porcentajes de mazorcas enfermas obtenidos, que fueron en general muy altos.

3.2.2 Experimento No. 9.

Con el objeto de estudiar la distribución de cosecha y las épocas de mayores producciones e infecciones en la variedad local 'latina', se utilizaron los datos del Experimento No. 9 que ocupa el área vecina inmediata al Experimento No. 8.

Este experimento comprende una comparación de rendimiento de 14 progenies e híbridos de clones CC y UF y dos testigos: la variedad local 'Matina' y el híbrido de alta producción Sca-6 x ICS-1. Fue sembrado en 1959 y consiste en un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones y con parcelas de 24 árboles, distanciados a 2 x 2 m.

Para efectos de este trabajo, se tomaron los datos correspondientes a la variedad local 'Matina' (totales de las tres repeticiones) durante los años comprendidos entre 1964 y 1970. Las prácticas culturales fueron las establecidas para el área experimental de la finca.

3.2.3 Experimento No. 18.

Es una comparación de híbridos entre clones que con base en los datos de infección de campo de otros ensayos fueron considerados como resistentes (Catongo, UF-29 y UF-613) y susceptibles (R-2, IMC-67, Pound-12, UF-221, UF-676 y otros) a Phytophthora palmivora. Este experimento se realizó para estudiar la herencia de la resistencia a P. palmivora y la herencia del color de la semilla en la variedad 'Catongo' (32). Fue sembrado en junio de 1963 bajo un diseño de láctice cuadrado 5 x 5, con cuatro repeticiones y parcelas rectangulares de 18 árboles, distanciados a 2 x 2 m. Carece de sombra permanente. Recibió los mismos tratamientos culturales de los otros experimentos, con la salvedad de que nunca se aplicaron fungicidas a base de cobre. En ciertos períodos, para evitar defoliaciones severas causadas por ataques de thrips o Colletotrichum gleosporoides se asperjó con BHC y Dithano Z-78.

Aunque el diseño original fue el de un látice, los análisis de los últimos años se hicieron con base en bloques al azar, por no haberse observado una mayor eficiencia del látice. Además, para el presente estudio no se utilizaron los 25 híbridos del experimento sino únicamente nueve, que representaban combinaciones entre clones Resistentes x Resistentes, Resistentes x Susceptibles y Susceptibles x Susceptibles. Estos fueron: UF-29 x Catongo, UF-613 x Catongo, UF-29 x R-2, UF-29 x IMC-67, Catongo x Pound 12, UF-667 x IMC-67, UF-676 x IMC-67, Pound 12 x R-2, UF-221 x IMC-67.

En este Experimento, los datos de producción (No. de frutas y peso húmedo) e infección se recogieron por árbol durante toda su duración (julio 1965 a junio 1970). Las cosechas durante todo este período se efectuaron quincenalmente. Todos los datos presentados sobre producción en los distintos Experimentos corresponden a la producción bruta, comprendiendo ésta tanto las mazorcas sanas como las enfermas; el total de mazorcas sanas corresponde a la parte de la producción que es comercialmente utilizable.

En ninguna de las plantaciones de las descritas se aplicó fertilizante. En todos los casos, las cáscaras, producto de las cosechas, se acumularon alrededor de los árboles centrales de cada parcela.

3.3 Datos de producción e infección de campo.

Con el objeto de hacer una evaluación preliminar sobre la incidencia de P. palmivora en los clones del Experimento La Lola No. 8, se realizó un análisis de variancia de los porcentajes de ocurrencia

o de mazorcas enfermas $\left(\frac{\text{frutas enfermas}}{\text{frutas sanas} + \text{enfermas}} \times 100 \right)$

transformados a valores angulares, utilizando un diseño de bloques al azar con parcelas subdivididas. Para este propósito, los clones se consideraron como las parcelas grandes y los años como las sub-parcelas.

Para la clasificación de la resistencia de campo de los clones del Experimento La Lola No. 8, se utilizó una escala basada en los resultados obtenidos por Soria y Esquivel (34) en una comparación de campo de 10 clones UF y 5 de sus descendencias. Según esta "escala local", se consideraron clones resistentes, aquéllos con un porcentaje de mazorcas enfermas en el campo inferior al 7 por ciento (límite fijado en correspondencia al porcentaje de ocurrencia promedio de seis años del clon UF-613), clones susceptibles, aquéllos con porcentajes de mazorcas enfermas en el campo superiores al 12 por ciento (límite fijado con base en el promedio de los porcentajes de mazorcas infectadas de todos los clones que fueron significativamente más susceptibles que el UF-613) y clones intermedios, aquéllos con porcentajes de mazorcas enfermas en el campo comprendidos entre 7,1 y 12 por ciento.

También, para tener un punto de comparación de la resistencia de campo de estos clones con algún otro trabajo realizado anteriormente, se utilizó la escala de cinco términos propuesta por Thrower (45). Según ésta, se consideraron como clones muy resistentes, aquéllos con ocurrencia de P. palmivora entre 0 y 5,9 por ciento, resis-

tentes, aquéllos con el 6 al 10,9 por ciento, intermedios, aquéllos con el 11 al 20 por ciento, susceptibles, aquéllos con el 21 al 40,9 por ciento y muy susceptibles, aquéllos con el 41 al 100 por ciento.

Con el propósito de determinar la variación mensual de la ocurrencia se calculó, basándose en los promedios de seis años, los porcentajes de ocurrencia mensual en relación a la ocurrencia total anual de la infección.

3.3.1 Determinación de la relación entre producción y ocurrencia de la enfermedad.

Para determinar el efecto de la producción sobre el nivel de ocurrencia de P. palmivora se calcularon, con los datos de cosecha resumidos mensualmente, correlaciones simples entre la producción total (bruta) y el número de mazorcas enfermas en cada uno de los 25 clones del Experimento No. 8. Los datos utilizados correspondieron a los totales de las cuatro repeticiones.

3.3.2 Relación entre ocurrencia de la enfermedad y distribución del inóculo en condiciones de campo.

Con el objeto de determinar si la distribución del inóculo fue uniforme en todos los árboles de las parcelas del Experimento La Lola No. 8, se realizó una prueba de χ^2 , formando una tabla de contingencia de $r \times 2$ con los valores de las producciones de mazorcas totales y enfermas en cada posición de la parcela (9 posiciones correspondientes a los 9 árboles de la parcela). Se supuso que, en promedio, no deberían ocurrir diferencias significativas cuando se comparaban los totales de mazorcas enfermas, correspondientes a 100 observaciones (100

parcelas en el Experimento), de cada una de las posiciones dentro de la parcela experimental.

Se usó la fórmula propuesta por Steel y Torrie (4C):

$$\chi^2 = \frac{\sum \hat{p}_A - \hat{p} \sum A}{\hat{p} (1-\hat{p})} \quad \text{en donde} \quad \begin{array}{l} \hat{p}_A = \text{probabilidad para ca-} \\ \text{da posición.} \\ \hat{p} = \text{probabilidad promedia.} \end{array}$$

3.3.3 Relación entre la distribución estacional de producción y la ocurrencia de la enfermedad en el Experimento No. 8.

Con los datos de los clones UF-29 y CC-42 (resistentes) y CC-10 y UF-676 (susceptibles) del experimento La Lola No. 8, se hicieron curvas de producción y ocurrencia de P. palmivora para la determinación preliminar de posibles tendencias y diferencias en los hábitos de distribución de las cosechas y de las infecciones. Se utilizaron los totales mensuales para las cuatro repeticiones de cada uno de los clones.

Para la determinación de similitudes entre los hábitos de producción de los 25 clones del Experimento No. 8, se correlacionaron los datos de cosecha de los clones (totales mensuales) mediante una matriz de correlación de 25 x 25.

Con los datos de producción promedios por clon, se determinaron los porcentajes de producción mensual de cada uno de ellos en relación a la producción promedia anual.

3.3.4 Variación de la producción en el Experimento No. 18.

Antes de realizar en este Experimento la selección de árboles resistentes, intermedios y susceptibles, se efectuó un análisis de

variancia de las producciones promedias de 5 años (frutos por árbol) de los híbridos UF-613 x Catongo, UF-29 x Catongo, Catongo x Pound-12, UF-29 x IMC-67, UF-29 x R-2, UF-676 x IMC-67, UF-667 x IMC-67, UF-221 x IMC-67 y Pound 12 x R-2. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Tal análisis se consideró necesario por haberse observado una alta proporción de individuos con bajas infecciones asociadas a producciones también bajas.

Mediante el uso de la desviación estándar, calculada en base al análisis anterior, se eliminaron aquéllos árboles con producciones inferiores a la media (correspondiente a las frutas acumuladas por árbol) menos dos veces la desviación estándar. Con este procedimiento, se eliminaron aquellos árboles que tenían una resistencia aparente, en que la infección no ocurrió no por la presencia de resistencia o de escape en ellos, sino por la poca probabilidad de que ésta se manifestase bajo tales condiciones.

Con el objeto de estudiar con más detalle la producción de los nueve híbridos seleccionados, se realizaron estudios de frecuencia de clases de producción, con base en los datos acumulados por árbol, utilizando arbitrariamente intervalos de clase de 20 mazorcas; además, se hicieron diagramas de frecuencia para los mismos híbridos en relación a los porcentajes de mazorcas enfermas obtenidos en condiciones naturales, utilizando arbitrariamente como intervalos de clase porcentajes del 4,9 por ciento.

3.3.5 Porcentajes de mazorcas enfermas y clasificación de niveles de resistencia en híbridos del Experimento No. 18.

Con los datos de los nueve híbridos escogidos en el Experimento No. 18, se realizó un análisis de variancia de los porcentajes de ocurrencia de P. palmivora (en mazorcas y bajo condición natural), transformados a valores angulares, con el propósito de determinar su comportamiento de campo en relación a su resistencia o susceptibilidad a P. palmivora.

Para ilustrar las diferencias de infección entre los nueve híbridos del Experimento, se tabularon los datos de infección anual acumulados durante cinco años (1966 a 1971).

Para la clasificación de los árboles en grupos de resistencia, con base en los datos de campo, se procedió a definir, de acuerdo con la misma escala utilizada en la clasificación de los clones del Experimento La Lola No. 8, tres diferentes categorías: muy resistentes, aquéllos árboles con el 0 al 7 por ciento de mazorcas infectadas; intermedios, aquéllos con el 7,1 al 12 por ciento; y muy susceptibles, aquéllos con infecciones superiores al 12,1 por ciento. Dentro de cada categoría se incluyeron seis árboles de cada híbrido, con el propósito de utilizarlos en las inoculaciones artificiales con P. palmivora.

Para determinar el comportamiento de los híbridos, en cuanto a su resistencia de campo, se procedió a efectuar un diagrama de frecuencias utilizando como clases los límites de infección usados en la escala propuesta por Thrower (45).

3.3.6 Influencia de los clones padres en la distribución de producción de los híbridos.

Con el objeto de establecer cómo influyen los clones en la distribución de la cosecha en sus híbridos, se hicieron correlaciones de los datos de producción mensual de los clones UF-29, R-2, y el híbrido UF-29 x R-2, UF-613 y R-2 con el híbrido UF-613 x R-2, UF-29 con los híbridos UF-29 x Catongo y UF-29 x IMC-67, UF-676 con el híbrido UF-676 x IMC-67 y UF-221 con el híbrido UF-221 x IMC-67.

3.4 Inoculación de campo.

3.4.1 Aislamiento y cultivo del hongo.

El hongo fue aislado de mazorcas enfermas recogidas en la finca La Lola. Para tal fin, primero se colocaron en Papa-Dextrosa-Agar, pedazos de cáscaras de mazorcas infectadas, los cuales fueron previamente esterilizados superficialmente con hipoclorito de sodio al 10 por ciento. Para la eliminación de los residuos del hipoclorito de sodio, el material objeto del cultivo se lavó con agua destilada estéril. A los cuatro días de incubación a 25°C, las colonias de los cultivos menos contaminados se transfirieron a platos de Petri, que contenían un medio a base de jugo de V-8^x. (Agar 17 g, CaCO₃ 5 g, 360 ml de jugo de V-8 y agua suficiente para ajustar el volumen al litro). La esterilización del medio de cultivo se efectuó en autoclave a 15 lbs.de presión, durante 15 minutos.

A los 10 días, se probó la patogenicidad del cultivo realizando inoculaciones en el laboratorio, en mazorcas del clon susceptible UF-221. La inoculación se realizó fijando un pequeño anillo de plas-

^xJugo de hortalizas preparado por la Campbell Soup Co.

ticina en uno de sus costados y en su centro se depositaron tres gotas de una suspensión acuosa del cultivo. Posteriormente, se colocaron los frutos inoculados en bolsas de polietileno sin huecos, en cuyos fondos habían trozos rectangulares de papel periódico de 15 cm de largo por 10 cm de ancho, humedecidos con 20 ml de agua. A los seis días de la inoculación, se comprobó la patogenicidad del hongo mediante las manchas que se desarrollaron en las mazorcas y por examen microscópico del micelio y los esporangios que crecieron en la superficie de la lesión.

Los aislamientos seleccionados se mantuvieron en cultivo en tubos de ensayo, de 30 mm de diámetro por 200 mm de largo, con el medio de Agar-V-8. Antes de utilizar los cultivos, se les dejó madurar durante 10 días para obtener un alto grado de esporulación. Los aislamientos fueron mantenidos a la temperatura ambiente (aproximadamente 24°C) sobre una mesa de laboratorio.

Mediante un ensayo preliminar, se encontró que utilizando diluciones de 200.000, 100.000, 50.000, 10.000, 500, 250, 200, 100 y 50 esporangios por ml no había diferencias en el número de mazorcas infectadas en las inoculaciones de laboratorio sobre mazorcas de un clon susceptible y otro resistente (10 repeticiones), cuando se aplicaron tres gotas de inóculo correspondiente a cada dilución (1 gota = 0,02 ml). Con base en estos resultados, se decidió utilizar, para las inoculaciones en el campo, de tres a cinco gotas de una suspensión esporangial procedente del lavado, con 200 ml de agua destilada, de un tubo con un cultivo del hongo. La concentración aproximada de tal

suspensión es de 60,000 a 80,000 esporangios por ml. Conforme a lo anterior, se consideró que eran suficientes unos pocos esporangios para causar la infección, sin tener gran importancia el número total.

Para la calibración de las suspensiones se utilizó un hemocitómetro (Cámara de recuento cuádruple, tipo Levy, con escalas Newbauer y Fuchs-Rosenthal) en un microscopio con ocular de 10 X y objetivo de 1,9 mm. Se usó la siguiente fórmula para la determinación de la concentración esporangial:

Número de esporangios por ml = $16 \times 10^4 \times \text{No. de esporangios}$
en la división más pequeña del hemocitómetro.

3.4.2 Inoculación artificial de las mazorcas en el campo.

Las mazorcas que fueron inoculadas en el campo tenían aproximadamente de cuatro a cuatro y medio meses de edad. Aunque originalmente se intentó uniformar la edad de las mazorcas, polinizando artificialmente las flores de cacao, se encontró que no era posible obtenerlas en el número deseado (10 mazorcas por árbol) y de la misma edad, pese a las repetidas polinizaciones que se hicieron. Por esto, se usó en cada árbol las mazorcas de edad conocida, obtenidas de polinizaciones controladas, completándose, en los casos en que no llegaban a 10, con mazorcas de polinización libre, de edades aproximadas, determinadas en base al tamaño del fruto y la experiencia del investigador.

En la superficie de cada mazorca se pegó una copa de plasticina, de aproximadamente 0,5 cm de boca, en la que se depositó, mediante un gotero 0,06 a 0,1 ml de una suspensión acuosa conteniendo aproxi-

madamente 50.000 a 60.000 esporangios por ml. Después de la inoculación, las mazorcas se cubrieron con bolsas de polietileno transparente, sin huecos, que tenían en su interior pedazos de papel periódico (150 cm²) humedecidos en 20 ml de agua. Finalmente, las bolsas se cerraron lo más herméticamente posible, amarrándolas con trozos de cáñamo de 15 cm de longitud.

Aunque se había planeado inocular por cada árbol o por cada clon un número definido de 10 mazorcas, en algunos casos esto no fue posible debido a la baja producción natural de algunos de los individuos seleccionados.

En cada fecha de inoculación, de un número de seis en total, se realizaron inoculaciones adicionales para comprobar la infectividad de la suspensión del hongo, utilizando el sobrante de la misma al término de las inoculaciones de campo. Este inóculo se aplicó en mazorcas del clon susceptible UF-221, de edades similares a las utilizadas en las pruebas de campo pero diferenciándose en que aquéllas se cortaron del árbol y se mantuvieron en condiciones de laboratorio.

3.4.3 Medida de lesiones.

A los seis días de inoculadas, las mazorcas fueron cortadas y llevadas al laboratorio. Sobre la cáscara de cada mazorca cosechada se realizó una anotación que permitió su identificación en el momento de su utilización. La medida de las lesiones, originadas en los puntos de inoculación, se efectuó con una cinta métrica flexible, marcada en mm, que permitió establecer los diámetros vertical y horizontal de cada una. Posteriormente se promediaron las medidas para obtener,

según el caso, un diámetro único correspondiente a cada lesión o a cada árbol.

Debido a la gran frecuencia de ceros en las lecturas de las lesiones, los datos fueron transformados a $\log(x + 1)$ antes de ser analizados estadísticamente. Se efectuaron dos análisis de variancia: uno para los datos de infección en los clones y otro para los híbridos; en este último caso, los grupos de resistencia se consideraron, para efecto de análisis, como las repeticiones.

3.4.4 Distribución de frecuencia de los híbridos en los tres grupos de resistencia a inoculación artificial.

Para comparar la proporción de árboles resistentes, intermedios y susceptibles en condiciones de inoculación artificial, obtenidos: para cada uno de los nueve híbridos probados, se estableció una tabla de frecuencia de acuerdo con una escala basada en el tamaño promedio de las lesiones de los clones UF-613 y UF-221. Se consideraron resistentes aquéllos con promedios inferiores al UF-613, intermedios aquéllos con promedios entre el UF-613 y el UF-221 y susceptibles aquéllos con promedios mayores al UF-221.

Con el objeto de determinar diferencias en cuanto al porcentaje de ocurrencia de P. palmivora obtenido en cada una de las inoculaciones artificiales realizadas, se anotaron en cada ocasión el número total de mazorcas inoculadas y el número de mazorcas enfermas, seis días después de la inoculación.

3.5 Influencia de factores climáticos en la ocurrencia de la enfermedad.

Para analizar el efecto que tienen algunos factores climáticos sobre la ocurrencia de la infección, se determinaron para cada clon, las correlaciones mensuales (simples y multiples) entre la ocurrencia de la enfermedad y precipitación, temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima, horas de sol y días de lluvia.

4. RESULTADOS

4.1 Ocurrencia de P. palmivora en condiciones de campo.

4.1.1 Evaluación de resistencia en los 25 clones del Experimento La Lola No. 8.

En el Cuadro 1 se presentan los porcentajes de mazorcas enfermas obtenidos durante seis años de observación en el Experimento La Lola No. 8. El análisis de variancia de los datos transformados a valores angulares, que se muestra en el Cuadro 1 del Apéndice, indicó diferencias altamente significativas entre clones, repeticiones, años y en la interacción clones x años. La prueba de Duncan (Cuadro 1 del Apéndice), para los promedios de infección de los datos transformados, demostró que no habían diferencias significativas entre los clones menos infectados: CC-42, UF-29, CC-41, CC-38 y UF-613; los otros, con excepción del UF-296, no tuvieron diferencias significativas.

De acuerdo con la clasificación local (Ver pag 25) sería resistente (0 a 7 por ciento): CC-42; intermedios (7,1 a 12 por ciento): UF-29, CC-41, CC-38 y UF-613 y susceptibles (>12 por ciento): UF-296, CC-45, UF-668, UF-221, UF-168, UF-10, CC-10, UF-12, UF-654, UF-650, UF-667, R-2, R-52, UF-676, R-30, UF-677, R-48, R-56, R-13 y R-10 (Cuadro 2).

En el Cuadro 2 se ofrece también la clasificación de Thrower (45) para los 25 clones comparados en el Experimento No. 8.

Según ésta, se consideró como muy resistentes al clon CC-42; resistentes los clones UF-29, CC-41 y CC-38 e intermedios la mayoría, incluyendo los clones UF-613 y UF-221, que son usados como padres en el Experimento No. 18. Como susceptibles aparecen los clones

Cuadro 1. Porcentajes de ocurrencia de P. palmivora, determinados en base al número de mazorcas enfermas del total de mazorcas producidas, bajo condiciones naturales de infección, en los 25 clones del Experimento La Lola No. 8. (seis años de observaciones).

CJones	1965-66	1966-67	1967-68	1968-69	1969-70	1970-71	Promedios
CC-42	10,1	1,9	2,5	0,5	3,5	2,1	3,4
UF-29	13,5	4,6	14,1	2,5	4,7	3,9	7,2
CC-41	11,7	7,1	9,8	2,5	7,3	7,2	7,6
CC-38	26,5	7,5	17,5	3,8	6,5	3,3	10,9
UF-613	29,2	8,4	13,5	1,6	5,0	12,5	11,7
UF-296	17,0	10,6	23,4	4,1	10,6	15,4	13,5
CC-45	24,1	11,2	30,9	4,5	10,2	5,6	14,4
UF-668	18,1	15,9	26,8	11,3	11,2	22,5	17,6
UF-221	23,5	19,9	21,3	6,2	17,5	18,5	17,8
UF-168	19,3	16,8	23,1	10,9	18,0	22,2	18,3
UF-10	22,4	17,4	20,0	8,6	16,2	25,0	18,3
CC-10	41,5	22,3	26,1	6,0	9,4	17,0	20,3
UF-12	18,4	21,6	25,1	12,7	18,0	25,8	20,3
UF-654	19,1	19,9	27,4	13,6	16,9	26,0	20,4
UF-650	28,6	21,6	23,2	11,0	15,1	23,1	20,4
UF-667	26,4	20,7	26,0	9,6	18,3	26,8	21,3
R-2	18,9	19,7	31,4	20,3	21,0	30,2	23,5
R-52	26,6	19,8	32,2	15,3	21,3	26,3	23,5
UF-676	30,4	26,9	31,1	13,3	15,8	23,3	23,5
R-30	21,1	22,4	29,6	17,6	24,5	29,9	24,1
UF-677	28,2	28,1	28,2	15,9	17,8	26,3	24,1
R-48	19,3	26,7	32,6	17,5	22,9	35,6	25,8
R-56	31,6	29,3	27,8	18,2	22,6	28,2	26,2
R-13	22,5	28,3	29,4	19,4	25,7	31,9	26,2
R-10	24,4	26,2	31,5	22,3	26,7	36,2	27,9
Promedios	22,9	18,2	24,2	10,8	15,5	21,0	

Quadro 2. Clasificación de los clones del Experimento La Lola No. 8 con base en los porcentajes de ocurrencia de P. palmivora^x en mazorcas bajo condiciones naturales, usando las escalas local y de Thrower.

Escala local

Resistentes	
0 a 7 por ciento	CC-42
Intermedios	
7,1 a 12 por ciento	UF-29, CC-41, CC-38 y UF-613
Susceptibles	
>12 por ciento	UF-296, CC-45, UF-668, UF-221, UF-168, UF-10, CC-10, UF-12, UF-654, UF-650, UF-667, R-2, R-52, UF-676, R-30, UF-677, R-48, R-56, R-13 y R-10.

Escala de Thrower

Muy resistentes	
0 al 5,9 por ciento	CC-42
Resistentes	
6,0 al 10,9 por ciento	UF-29, CC-41 y CC-38.
Intermedios	
11,0 al 20,9 por ciento	UF-613, UF-296, CC-45, UF-668, UF-221, UF-168, UF-10, CC-10, UF-12, UF-654 y UF-650.
Susceptibles.	
21,0 al 40,9 por ciento	UF-667, R-2, R-52, UF-676, R-30, UF-677, R-48, R-56, R-13 y R-10.
Muy susceptibles	
41,0 al 100 por ciento	Ninguno.

^xPorcentaje de ocurrencia = $\frac{\text{Mazorcas enfermas}}{\text{Mazorcas sanas} + \text{mazorcas enfermas}} \times 100$

UF-667, R-2, UF-676 y UF-677 que también se usaron como padres de híbridos. No se clasificó ningún clon como muy susceptible.

4.1.2 Variación mensual y anual de la ocurrencia de P. palmivora.

Las variaciones mensuales de la incidencia de P. palmivora en los clones del Experimento No. 8, se presentan en el Cuadro 3. Tomando el promedio de ocurrencia en todos los clones del experimento, los mayores porcentajes mensuales de mazorcas infectadas (los porcentajes mensuales se calcularon en relación al total anual de ocurrencia, que se consideró como el 100 por ciento) se obtuvieron en los meses de diciembre, enero, marzo y abril y los menores en junio, julio, setiembre y octubre. Algunos clones mostraron una tendencia diferente al promedio. El clon UF-29, por ejemplo, presentó una cantidad de mazorcas enfermas anormalmente alta en los meses de agosto y setiembre (32,4 por ciento para el total de esos dos meses); el clon CC-42 tuvo también una ocurrencia de P. palmivora muy alta en agosto. Evidentemente, de clon a clon existe una amplia variación en el porcentaje mensual de mazorcas enfermas, lo cual posiblemente está relacionado con hábitos genéticamente determinados para la distribución mensual de la cosecha de cada uno de ellos.

Las variaciones anuales de la infección para los clones están presentados en el Cuadro 4. El análisis de variancia mostró que hubo diferencias significativas entre años. Como el promedio de infección de los 25 clones para el año 1964-65 fue bastante bajo, debido a la escasa producción del primer año de cosecha, los datos correspon-

Cuadro 3. Porcentajes de ocurrencia mensual en relación a la ocurrencia^x total de P. palmivora en los 25 clones del Experimento La Lola No. 8 (Promedio de seis años de producción).

Clones	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CC-42	26,7	7,7	11,5	8,8	0,4	1,7	1,3	18,1	3,2	1,4	5,4	13,8
CC-41	17,0	8,9	17,8	14,3	2,8	0,7	1,1	9,4	2,5	3,9	4,3	17,3
UF-29	10,6	10,6	20,0	9,6	1,5	0,7	3,1	20,4	12,0	0,8	2,4	8,3
UF-613	20,4	6,9	13,2	17,9	6,1	1,8	3,2	0,8	3,0	1,1	6,2	19,4
CC-38	15,9	15,7	19,3	4,7	1,1	0,6	3,4	8,3	2,8	3,9	11,7	12,6
UF-296	10,4	5,1	17,1	8,0	2,6	4,0	3,2	9,2	1,4	8,3	9,3	21,4
CC-45	9,5	8,8	16,6	10,3	21,6	4,2	3,4	7,3	5,0	2,1	1,4	10,0
UF-668	13,6	12,3	19,7	8,3	8,5	4,4	4,3	8,6	1,6	1,9	2,6	14,2
UF-168	15,0	7,4	15,2	8,0	8,0	3,6	3,2	7,8	2,7	1,2	4,5	23,4
UF-221	10,0	14,3	17,8	13,3	7,8	3,7	4,2	4,5	1,0	1,7	8,4	13,3
UF-10	16,5	9,4	14,5	10,3	4,3	4,5	4,0	8,4	1,1	3,4	6,3	17,3
UF-12	13,4	7,5	7,8	6,6	4,9	5,1	4,4	8,3	2,4	2,0	23,2	14,4
UF-650	13,8	8,1	12,7	9,9	4,5	3,3	3,4	4,8	2,0	2,9	20,2	14,4
UF-654	12,1	8,1	20,8	13,6	6,3	3,1	2,7	7,6	2,2	2,4	5,2	15,9
UF-667	12,4	8,2	20,0	12,5	6,3	5,3	2,9	6,1	1,8	0,6	6,7	17,2
CC-10	11,5	5,6	20,5	15,1	15,0	1,1	1,3	6,7	1,7	1,5	6,3	13,8
R-2	11,9	8,5	18,4	15,5	7,7	5,1	4,6	4,7	0,4	1,2	3,9	18,1
R-30	24,3	6,4	13,1	10,6	4,6	3,1	3,4	4,2	2,3	1,0	6,6	20,4
R-52	12,9	8,5	12,5	13,3	5,0	3,1	2,2	6,2	2,0	2,7	6,3	25,3
R-48	16,5	7,2	10,4	10,1	5,2	4,4	3,3	5,8	2,0	1,9	4,6	28,6
UF-676	9,8	8,8	13,4	19,7	13,2	4,2	3,1	7,8	1,4	1,0	4,0	13,6
R-13	13,4	6,1	14,0	10,6	6,8	2,8	2,5	5,6	1,5	3,6	9,0	24,1
R-10	14,0	6,4	16,3	11,3	5,2	2,9	2,8	5,2	2,4	6,7	5,0	21,8
UF-677	8,0	8,9	30,2	9,4	4,4	4,6	4,3	9,1	1,6	2,4	4,4	12,7
R-56	13,2	12,2	12,5	13,7	5,0	4,2	4,0	5,0	2,2	2,3	4,8	20,9
Promedios	14,1	8,7	16,2	11,4	6,4	3,3	3,2	7,6	2,5	2,5	6,9	17,2
Matina ^o	11,0	7,6	7,6	11,9	1,7	3,4	1,7	4,2	22,0	8,5	6,8	13,6

x

La ocurrencia en este caso representa el porcentaje obtenido por la fórmula $\frac{\text{Mazorcas enfermas} \times \text{mes} \times 100}{\text{Total mazorcas enfermas por año}}$

y donde la suma de los porcentajes de ocurrencia mensual representa el 100 por ciento.

dientes a ese año no fueron tomados en consideración para el análisis de variancia. Para los años comprendidos entre 1965 y 1971, los porcentajes promedios variaron menos y se mantuvieron entre el 10,8 por ciento y el 24,2 por ciento.

4.2 Relación de la producción con la ocurrencia de la enfermedad en clones.

4.2.1 Correlaciones entre producción y ocurrencia de P. palmivora.

Para realizar estudios confiables sobre resistencia o susceptibilidad de campo a P. palmivora en poblaciones de cacao, es necesario conocer el grado de participación de algunos factores de producción o ambientales que pueden influir en sus resultados.

En la primera columna del Cuadro 4a se presentan las correlaciones entre la producción total de mazorcas (mensual) de los clones con el número total de mazorcas enfermas (mensual). En 22 de los 25 clones estudiados, la correlación fue positiva y altamente significativa. En el clon UF-613 la correlación fue significativa apenas al 5 por ciento y en el clon CC-38 fue muy baja y no tuvo significación estadística.

Hubo grandes diferencias en los coeficientes de correlación de los diferentes clones. Los porcentajes de asociación (r^2) variaron entre el 6 por ciento para el CC-42 hasta el 50 por ciento para el R-2 (Cuadro 4) (Cuadro 2 del Apéndice).

Aunque las correlaciones muestran valores de significación estadística, los valores de asociación (r^2) son bastantes contrastados

si se comparan los clones de las diferentes clases de resistencia según las escalas local (pag. 25) y de Thrower. Los clones resistentes e intermedios tienen valores de asociación entre el 1 por ciento (GC-38) y el 23 por ciento (UF-296), que en realidad son bajos y mostrarían que la resistencia se manifiesta independientemente de los niveles de producción. El caso es algo diferente en los clones susceptibles en los que se encuentran valores de asociación que van del 10 por ciento (R-56) al 59 por ciento (R-48), indicando que en este grupo habría tendencia a producirse mayor infección cuando hay más cosecha. Tal tendencia se ilustra en la Fig. 1.

En ella se observa el diferente incremento de la infección al aumentar la producción, según se trate de clones resistentes o susceptibles; es notoria la baja incidencia de la infección en la clase de 0 a 20 mazorcas por año en donde prácticamente son similares los tres clones comparados.

En los Cuadros 4a y 4b se presentan los coeficientes de correlación simples (r) y múltiples (R) obtenidos al relacionar la ocurrencia mensual de P. palmivora con algunos valores climáticos de la finca La Lola durante seis años (1955-1971). En general, la precipitación del mes anterior fue el único factor que tuvo correlaciones simples significativas con la ocurrencia de la infección en 15 de los 25 clones comparados.

Las correlaciones múltiples determinadas, pese a ser de valor superior a las correlaciones simples, son apenas significativas en unos pocos clones y sólo cuando se consideran las condiciones de

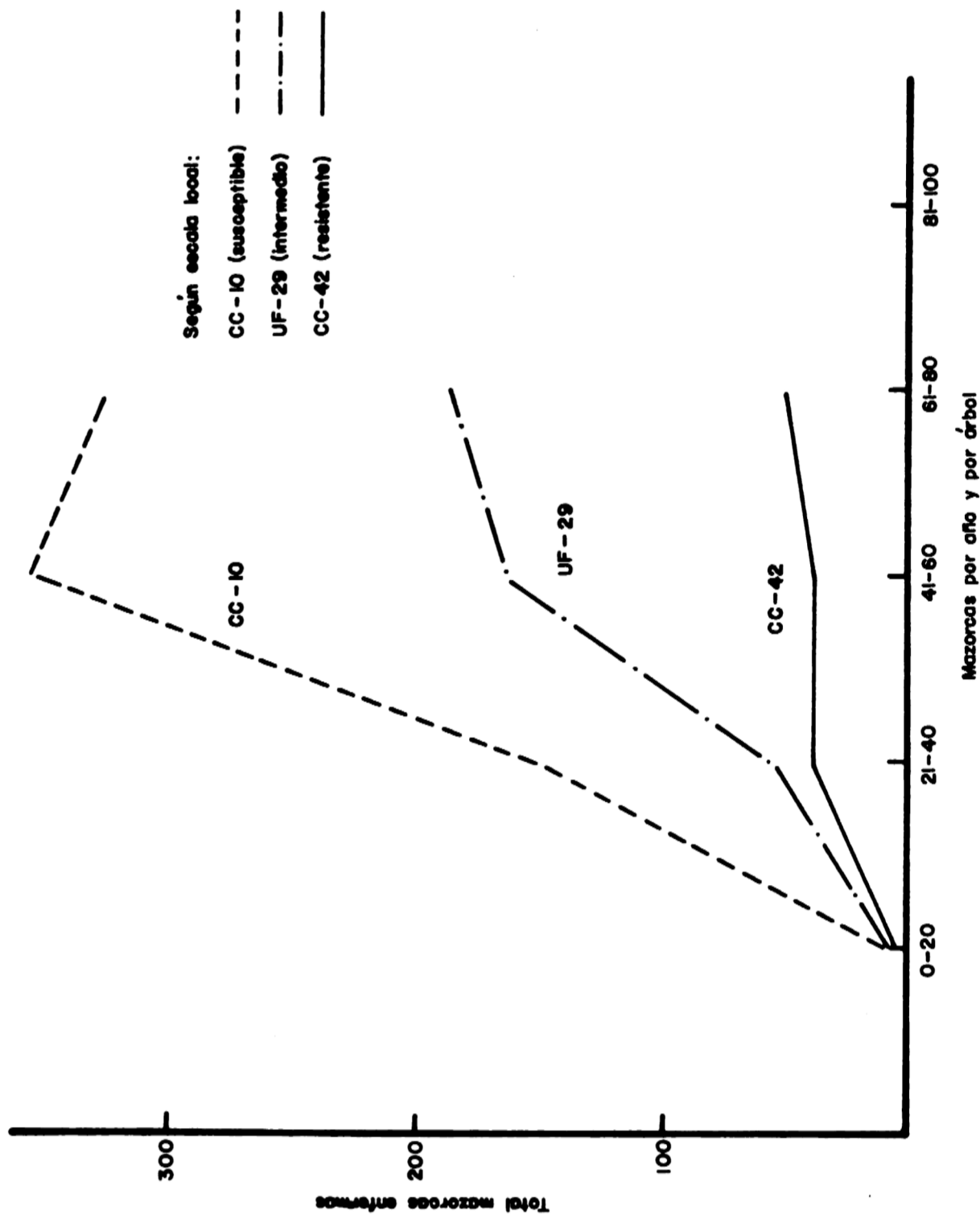


Fig. 1- Total de mazorcas enfermas para cada una de las cuatro clases de producción, arbitrariamente fijadas, en tres clones del Experimento La Lota N° 8 (Datos de junio 1966 a mayo 1970).

Cuadro 4b. Correlaciones múltiples entre la ocurrencia mensual de P. palmivora y algunos valores climáticos en 25 clones del Experimento La Lola No. 3. (Considerando estos el mismo mes y uno, dos y tres meses antes de la infección.

Clones	Mismo mes	1 mes antes	2 meses antes	3 meses antes
CC-10 =	0,37	0,41 ^{3x}	0,34	0,31
CC-38 =	0,37	0,41 ^{3x}	0,23	0,36
CC-41 =	0,45 ^{3x}	0,44 ^{3x}	0,30	0,35
CC-42 =	0,24	0,43 ^{3x}	0,37	0,40 ^{3x}
CC-45 =	0,23	0,28	0,17	0,25
R-2 =	0,22	0,17	0,24	0,28
R-10 =	0,28	0,28	0,20	0,27
R-13 =	0,39 ^{3x}	0,38 ^{3x}	0,24	0,28
R-30 =	0,36	0,36	0,22	0,31
R-48 =	0,34	0,32	0,19	0,28
R-52 =	0,27	0,20	0,24	0,28
R-56 =	0,31	0,33	0,21	0,30
UF-10 =	0,39 ^{3x}	0,35	0,24	0,27
UF-12 =	0,35	0,27	0,20	0,31
UF-29 =	0,30	0,42 ^{3x}	0,30	0,36
UF-168 =	0,41 ^{3x}	0,37	0,29	0,28
UF-221 =	0,48 ^{3x3x}	0,49 ^{3x3x}	0,37	0,38 ^{3x}
UF-296 =	0,30	0,25	0,17	0,35
UF-613 =	0,33	0,31	0,21	0,37
UF-650 =	0,38 ^{3x}	0,32	0,15	0,21
UF-654 =	0,39 ^{3x}	0,31	0,20	0,26
UF-667 =	0,35	0,32	0,23	0,21
UF-668 =	0,31	0,20	0,24	0,25
UF-676 =	0,37	0,29	0,22	0,27
UF-677 =	0,31	0,28	0,26	0,20

clima del mismo mes o un mes anterior a la infección; en esas condiciones, el clon UF-221 tiene correlaciones altamente significativas. Aparentemente los factores climáticos considerados tienen efectos independientes en relación a su participación en la ocurrencia de P. palmivora.

De estos datos se desprende la necesidad de eliminar, en los estudios de resistencia de campo a aquellos árboles que sin ser realmente resistentes, se comportan en el campo como tales al escapar a la infección debido a su baja producción.

4.2.2 Influencia de la distribución de cosecha a través del año sobre la ocurrencia de la enfermedad.

La distribución mensual de producción de los 25 clones del Experimento No. 8 y de la variedad local 'Matina' se presenta en el Cuadro 5. En promedio, la producción de los clones tiende, con algunas excepciones, a ser alta en los meses de diciembre, marzo, abril y mayo, lo que también coincide con los meses de mayor infección en los mismos. En el cultivar 'Matina' casi el 60 por ciento de la producción se concentra en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero y su infección se acentúa en los mismos meses. Por el contrario, los clones CC-42 y UF-29 producen casi un 32 por ciento de la cosecha en los meses de marzo y abril. El clon UF-29 tiene, además, otro punto máximo de producción (23 por ciento), diferente del resto de cultivares, en los meses de agosto y setiembre. Aunque los porcentajes más altos de mazorcas enfermas para este clon también coinciden con su producción, en realidad su producción

Cuadro 5. Producción mensual de los clones incluidos en el Experimento La Lola No. 8, expresada en porcentajes, en relación con el total del año. (Promedios de seis años, 1964-1970).

Clones	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
CC-42	8,1	6,3	17,3	14,1	4,9	2,9	4,9	6,9	6,7	8,0	11,2	8,7	100,0
CC-41	8,9	6,1	16,3	15,7	4,4	1,8	3,0	4,0	7,9	11,6	10,3	10,0	"
UF-29	4,4	5,5	16,3	15,3	4,0	1,3	5,5	10,9	11,0	9,6	8,7	7,5	"
UF-613	9,1	5,4	14,7	18,3	15,1	8,0	5,7	4,0	1,1	4,7	6,9	7,0	"
CC-38	6,9	7,0	17,3	14,4	5,0	3,8	6,4	4,9	6,4	12,3	8,0	7,6	"
UF-296	8,8	4,6	12,1	15,6	10,1	5,8	7,1	4,2	2,6	7,6	10,3	11,2	"
CC-45	4,4	4,9	17,2	25,8	13,0	6,3	4,7	5,9	3,4	3,7	5,3	5,4	"
UF-668	7,9	5,6	7,6	10,9	15,4	14,4	8,7	6,4	1,7	3,6	7,6	10,2	"
UF-168	9,2	7,0	9,3	10,8	12,9	10,7	8,1	7,3	2,7	3,7	6,9	11,4	"
UF-221	5,9	5,1	14,0	22,0	13,8	7,2	7,0	6,2	1,2	2,6	6,8	8,2	"
UF-10	8,2	5,5	9,4	11,3	13,2	10,6	7,4	6,3	1,9	5,0	8,5	12,7	"
UF-12	7,1	6,3	9,0	11,9	11,4	9,7	9,2	6,9	2,3	5,4	9,2	11,6	"
UF-650	7,9	6,8	9,4	13,1	14,5	10,4	8,3	5,3	1,8	4,1	6,7	11,7	"
UF-654	7,1	4,0	9,8	14,4	15,6	10,9	7,7	7,1	2,3	2,9	6,9	11,3	"
UF-667	7,8	5,1	10,3	12,1	13,4	12,0	8,9	5,8	2,3	2,5	6,6	13,2	"
CC-10	6,9	3,5	11,9	25,8	15,1	4,8	2,9	5,3	1,7	5,1	7,6	9,4	"
R-2	8,6	6,2	10,8	12,6	11,4	12,0	7,6	4,1	1,5	4,1	7,4	13,7	"
R-30	11,7	6,7	8,6	12,7	11,2	8,1	6,6	4,3	2,5	5,1	8,6	13,9	"
R-52	8,6	5,3	10,8	17,9	12,8	8,2	6,5	4,3	2,1	5,3	6,1	12,1	"
R-48	11,0	5,2	8,4	14,6	8,7	9,4	6,0	4,4	2,6	6,3	6,9	16,5	"
UF-676	6,7	6,3	10,8	13,8	16,2	10,9	7,2	7,0	1,7	3,2	6,1	10,1	"
R-13	10,7	6,2	10,3	12,4	11,0	8,9	5,6	4,8	2,3	5,1	9,4	13,5	"
R-10	9,8	4,9	8,5	13,6	9,8	9,7	6,8	5,5	2,5	5,9	8,5	14,5	"
UF-677	5,4	6,3	10,6	13,7	14,4	10,3	7,6	6,9	2,0	5,0	7,0	10,8	"
R-56	8,6	7,1	10,0	14,0	12,9	10,1	7,5	4,7	1,6	5,2	6,8	11,5	"
Promedios	8,0	5,7	11,6	15,1	11,6	8,3	6,7	5,7	3,0	5,5	7,8	11,0	"
*Matina'	6,2	4,3	5,7	13,3	6,8	4,6	2,9	3,1	10,4	14,9	19,4	8,4	"

(Exp No. 9)

escapa a los puntos máximos de infección natural.

En la Fig 2 se ilustran las curvas típicas de producción y ocurrencia de P. palmyora durante el año de los clones UF-29 (intermedio), CC-42, (resistente) y CC-10 (susceptible) (Escala local) y de la variedad local 'Matina'.

4.2.3 Relación entre ocurrencia y distribución del inóculo en el campo.

El Cuadro 6 contiene, para cada una de las nueve posiciones de las parcelas del Experimento La Lola No. 8, los totales de frutas enfermas y sanas registrados en los 25 clones, durante tres años y medio (enero 1966 a mayo 1970). De este modo, a cada posición dentro de la parcela correspondió un total de 100 árboles (25 clones, cuatro repeticiones). Con estos datos se calculó un χ^2 total, que mostró diferencias altamente significativas entre posiciones.

De los totales de mazorcas enfermas se puede notar que la infección no fue uniforme en las nueve posiciones de cada parcela. La posición central, correspondiente a la No. 9, tuvo, en general, ocurrencia significativamente mayor que las demás posiciones. Este comportamiento puede explicarse por la mayor proximidad de los árboles de esa posición con los restos de cáscaras de las cosechas anteriores, las cuales se amontonaron en el centro de la parcela, Según esto, la distribución del inóculo es más efectiva o más rápida en sentido vertical que horizontal.

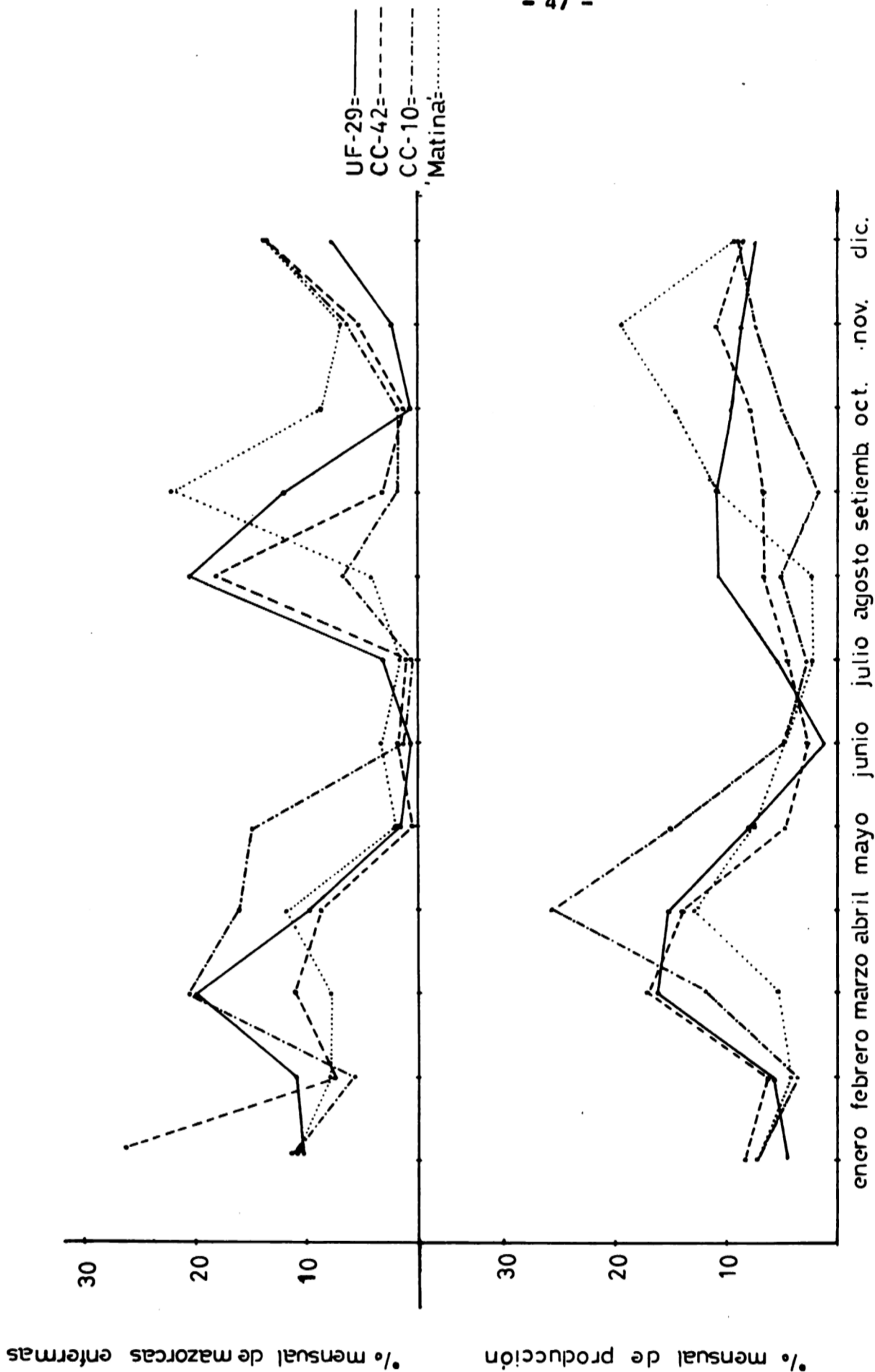


Fig-2 Distribución mensual de cosecha y de ocurrencia de Phytophthora palmivora de algunos clones de cacao del Experimento La Lola N°8 y de la variedad local 'Matina'.

Cuadro 6. Prueba de χ^2 para la determinación de la distribución del inóculo en los nueve árboles de las parcelas del Experimento La Lola No. 8. (Totales para cada posición en las 100 parcelas durante seis años).

Posición del árbol	A mazorcas enfermas	Total ^x	\hat{p}	$\hat{p}A$
1	1467	11296	0,129869	190,697823
2	1690	12577	0,134373	227,090370
3	1702	11484	0,148207	252,248314
4	1777	11783	0,150811	267,991147
5	1723	11548	0,149204	257,078492
6	1470	11182	0,131462	193,249140
7	1658	11458	0,144703	239,917574
8	1504	11131	0,135119	203,218976
9	1972	11483	0,171733	338,657476
Totales	14963	103942	1,295481	2170,149312
Promedios			0,143951	

$$\chi^2 = 131,55^{***}$$

$$\chi^2 \text{ tabular } 0,01 = 20,1$$

^xTotal = Mazorcas sanas + enfermas.

Para determinar si los clones tenían tendencias mensuales similares de producción se calcularon las correlaciones de las producciones mensuales de los 25 clones del Experimento No. 8, las que se presentan en el Cuadro 3 del Apéndice. Pueden observarse las altas correlaciones y asociaciones entre los clones CC-38, CC-41, CC-42 y UF-29. Son más altas las correlaciones y asociaciones entre los clones susceptibles, y medianas o bajas las correlaciones y asociaciones entre los clones resistentes y susceptibles. Estos resultados podrían sugerir que los clones resistentes tienen sus producciones en épocas similares entre sí y diferentes a las épocas de producción de los clones susceptibles.

4.3 Variación de los promedios de producción de mazorcas en híbridos del Experimento La Lola No. 18.

En el Cuadro 7 se presentan los promedios de producción de cinco años consecutivos y en el Cuadro 4 del Apéndice el correspondiente análisis de variancia. Hubo diferencias altamente significativas entre los promedios de producción de mazorcas de los híbridos. En el Cuadro 5 del Apéndice se dan las producciones acumuladas por árbol para cada uno de los nueve híbridos seleccionados para este trabajo.

En las Figs 3, 4 y 5 se presentan las frecuencias de clases (los intervalos de clase arbitrariamente se seleccionaron en 20 mazorcas) de producción por árbol (producción acumulada por cinco años) en híbridos de padres resistentes x resistentes, resistentes x susceptibles y susceptibles x susceptibles.

Cuadro 7. Producción en número de frutos por árbol y porcentaje de ocurrencia de P. palmivora (promedio de cinco años) en nueve híbridos de cacao del Experimento La Lola No. 18.

Híbridos	Producción de frutos por árbol	Porcentaje de ocurrencia de <u>P. palmivora</u>
UF-613 x Catongo	36,4	8,7
UF-29 x Catongo	65,6	5,2
UF-29 x R-2	31,3	8,8
Catongo x Pound 12	87,9	10,1
UF-29 x IMC-67	48,0	11,6
UF-676 x IMC-67	37,6	12,9
UF-667 x IMC-67	34,6	15,5
UF-221 x IMC-67	36,6	16,1
Pound-12 x R-2	58,9	17,1

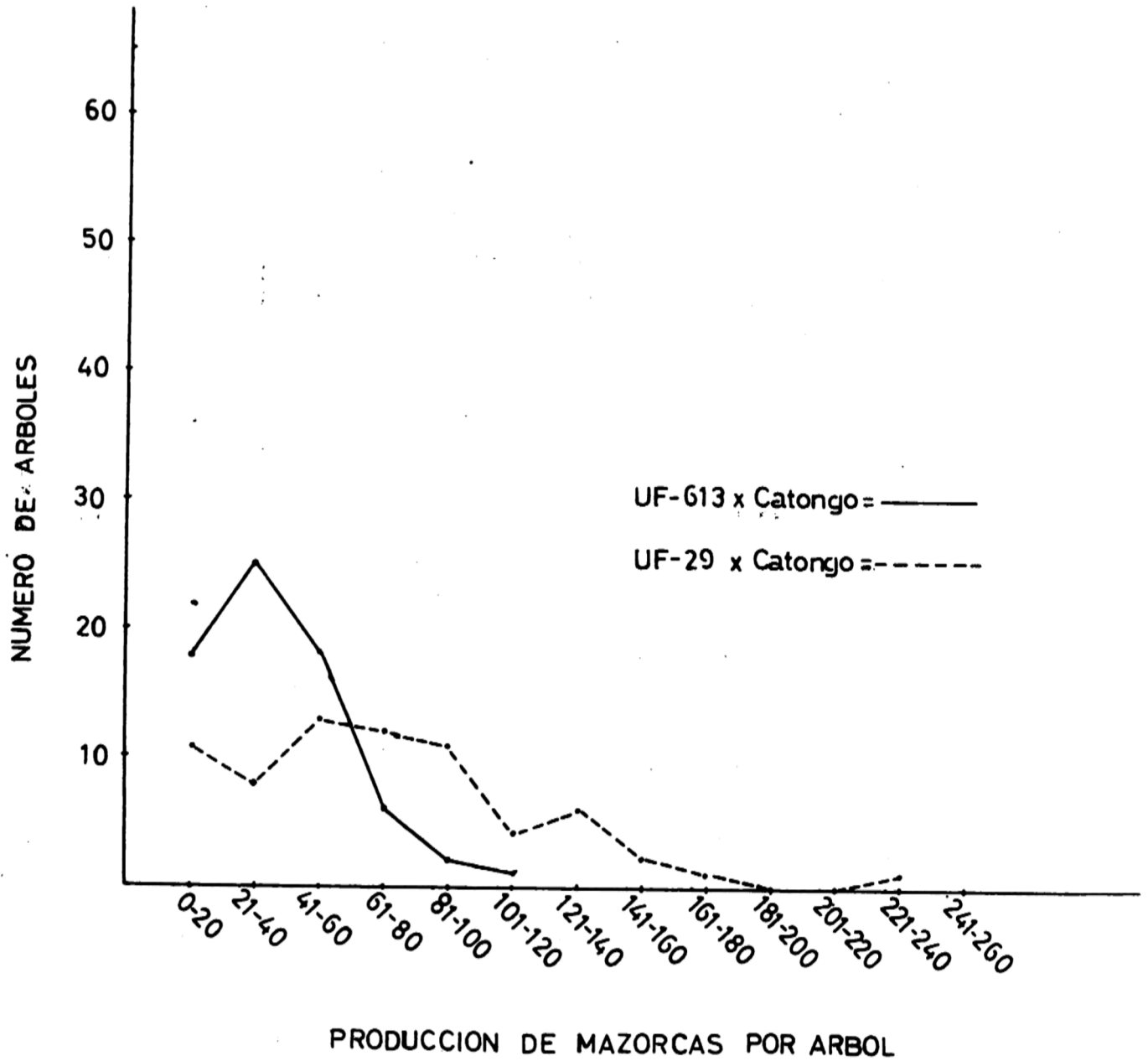


Fig-3 Frecuencia de clases de producción por árbol (totales de cinco años) en dos híbridos, de padres resistentes, del Experimento La Lola N° 18.

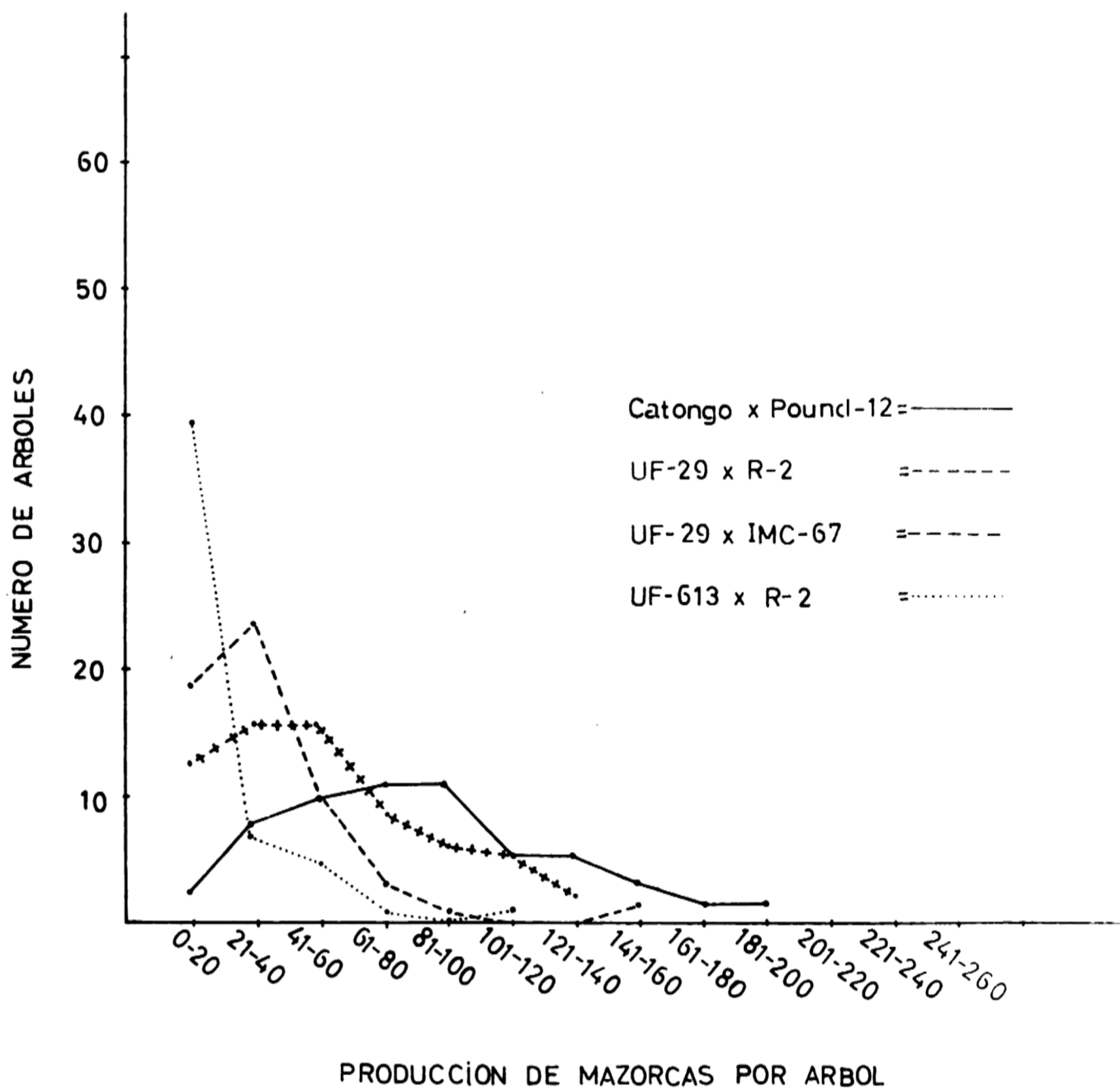


Fig-4 Frecuencia de clases de producción por árbol (totales de cinco años) en cuatro híbridos, de padres resistentes por susceptibles, del Experimento La Lola N° 18.

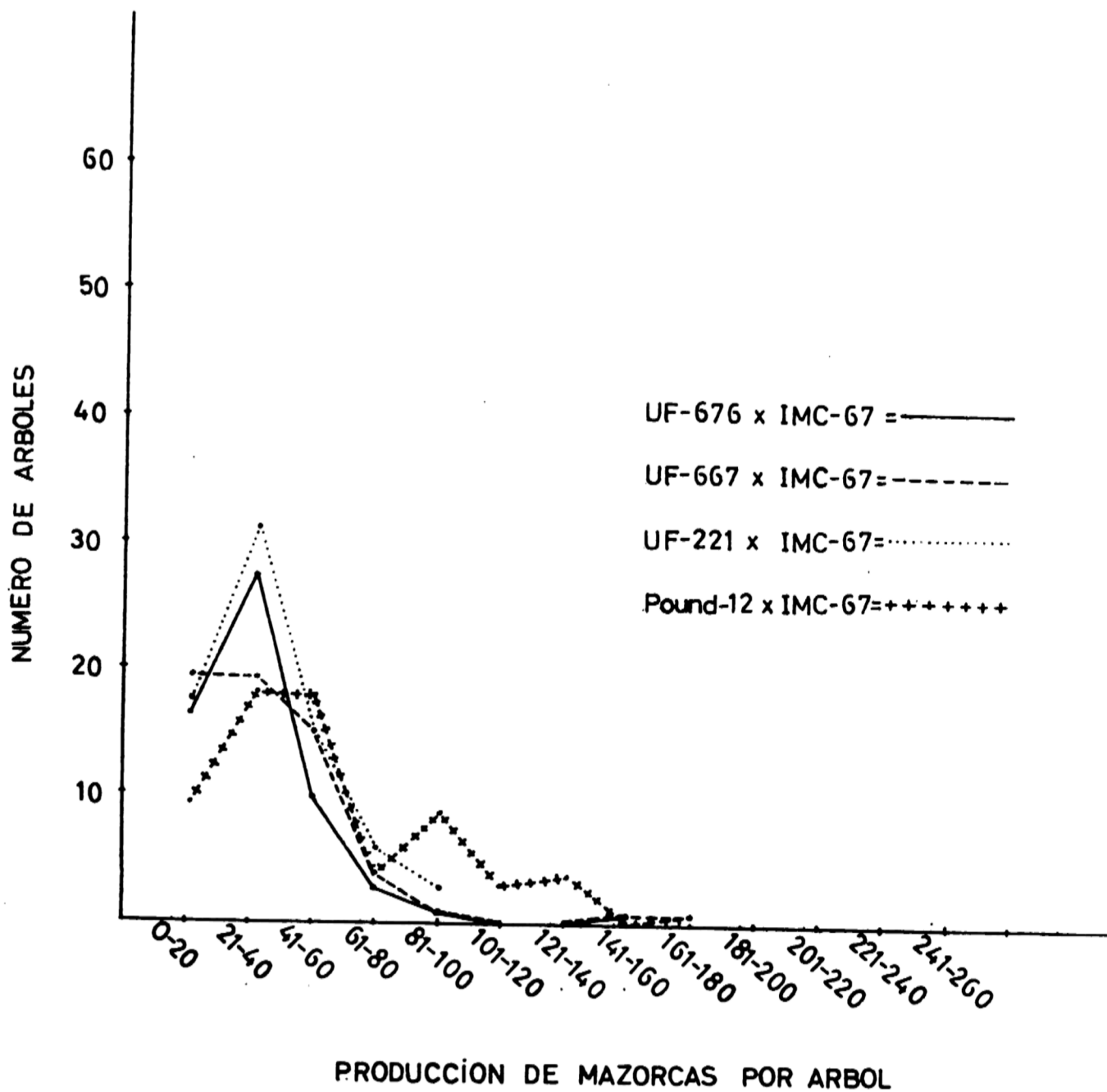


Fig-5 Frecuencia de clases de producción por árbol (totales de cinco años) en cuatro híbridos, de padres susceptibles, del Experimento La Lola N° 18.

En casi todos los híbridos estudiados, la distribución de la producción no fue normal, sino de Poisson. Pudo notarse una frecuencia considerable de individuos con producciones iguales o cercanas a 0. Del examen de las curvas correspondientes se puede colegir que en la mayoría de los híbridos, con excepción del UF-29 x Catongo, Catongo x Pound 12 y Pound-12 x R-2, las clases de mayor frecuencia se situaron entre 0 y 60 mazorcas; para la clasificación de los árboles en clases, se utilizó la producción acumulada de cinco años, esto significaría que, en promedio, los árboles que integran estas clases produjeron muy pocas mazorcas (Menos de 12 mazorcas por año).

Los diagramas de frecuencia de clases con los porcentajes promedio de mazorcas enfermas en condiciones de campo, que se obtuvieron en los mismos híbridos, permitieron establecer su distribución también de tipo Poisson (Fig 6, 7 y 8 y Quadro 8) con las frecuencias más altas en las clases de menor infección.

Sin embargo, es evidente que las curvas de los híbridos resistentes x resistentes muestran una gran frecuencia de árboles con porcentajes de mazorcas enfermas bajos, entre el 0 y el 15,9 por ciento y prácticamente concluyen con las clases de 21,0 al 25,9 por ciento. En los híbridos de clones resistentes por susceptibles las clases entre 0 y 15,9 por ciento no son tan frecuentes como en el grupo anterior y las curvas se prolongan más o menos hasta la clase del 31,0 al 35,9 por ciento.

En los híbridos de clones susceptibles x susceptibles, la

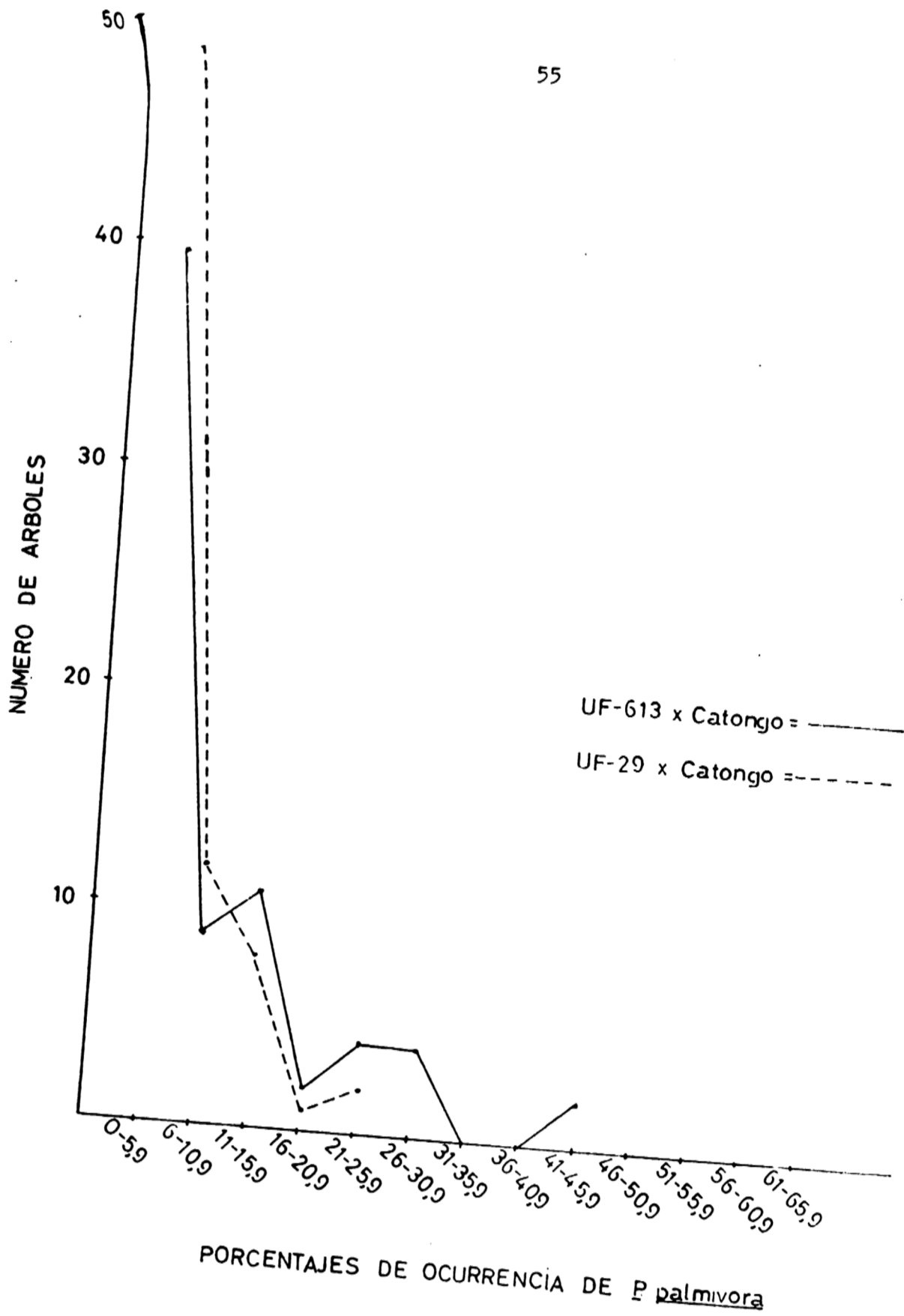


Fig-6 Frecuencia de clases de los porcentajes de ocurrencia de *P. palmivora* en dos híbridos de padres resistentes por resistentes (datos de cinco años de producción por árbol).

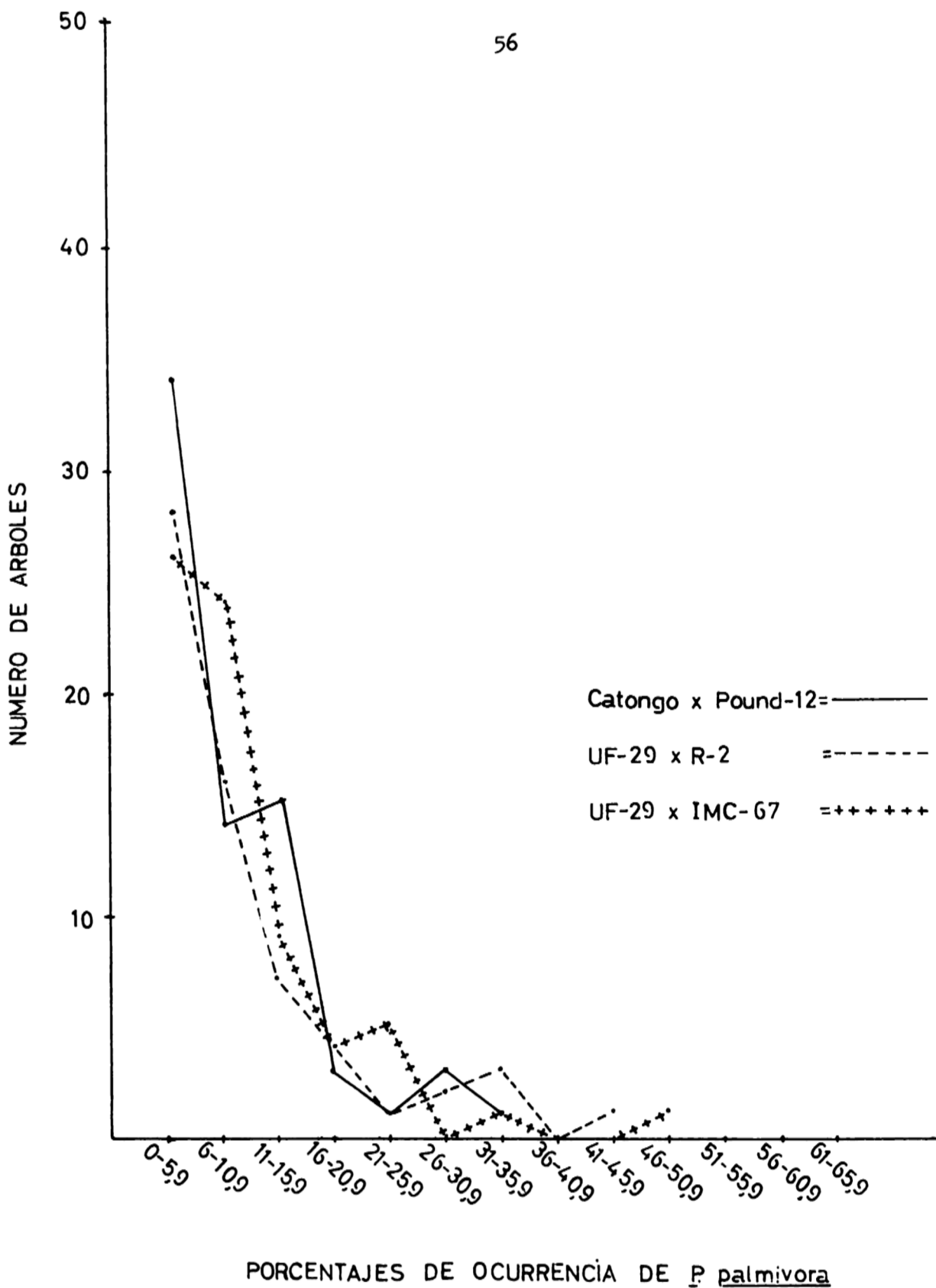


Fig-7 Frecuencia de clases de los porcentajes de ocurrencia de P. palmivora en tres híbridos de padres resistentes por susceptibles (datos de cinco años de producción por árbol).

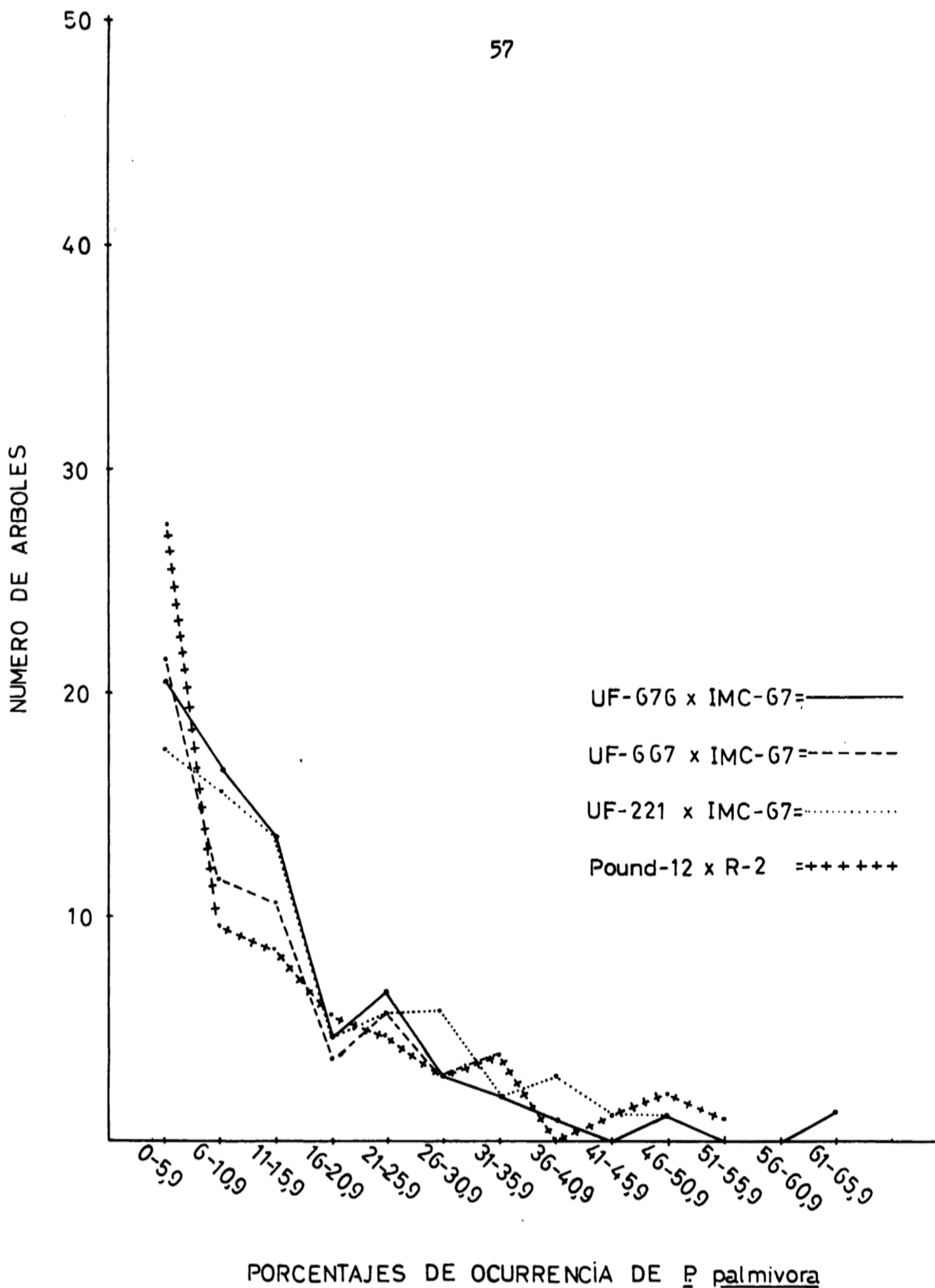


Fig- 8 Frecuencia de clases de los porcentajes de ocurrencia de P. palmivora en cuatro híbridos de padres susceptibles por susceptibles (datos de cinco años de producción por árbol).

Cuadro 6. Determinación de frecuencias de clase de acuerdo al sistema de infección propuesto por Thrower (Datos de campo en el Experimento La Lola No.18).

Híbridos	Muy resistentes 0, 0-5 por ciento de mazorcas enfermas	Resistentes 6-10, 9 por ciento de mazorcas enfermas	Intermedios 11-20, 9 por ciento de mazorcas enfermas	Susceptibles 21-40, 9 por ciento de mazorcas enfermas	Muy susceptibles 41-100 por ciento de mazorcas enfermas
R x S Catongo x Pound 12	33	13	19	5	-
S x S Pound-12 x R-2	28	10	15	12	2
R x S UF-29 x R-2	25	16	11	5	1
S x S UF-676 x IMC-67	20	17	20	10	1
S x S UF-667 x IMC-67	19	12	15	14	-
S x S UF-221 x IMC-67	17	16	19	17	3
R x S UF-29 x IMC-67	25	24	13	5	-
R x R UF-613 x Catongo	37	9	14	8	2
R x R UF-29 x Catongo	47	12	9	1	-
Totales	251	129	135	77	9
Porcentajes	41, 8	21, 5	22, 5	12, 8	15

l = Resistente

i = Susceptible

frecuencia de las tres primeras clases es menor que en los otros híbridos. Además, las colas derechas de las curvas se prolongan hasta la clase más alta de infección entre 46,0 y el 50,9 por ciento.

En el Cuadro 6 del Apéndice se presenta el análisis de variancia y la prueba de Duncan de los valores angulares correspondientes a los porcentajes promedios de ocurrencia de la infección en condición de campo para los nueve híbridos del Experimento No. 18. Puede notarse que hubo diferencias altamente significativas entre híbridos.

Los híbridos UF-29 x Catongo y UF-613 x Catongo fueron significativamente más resistentes que los demás. Los siete híbridos restantes no mostraron diferencias significativas.

Los porcentajes medios de ocurrencia anual de la infección en los nueve híbridos del Experimento No. 18 se resumen en el Cuadro 7. En el Cuadro 8 se presentan las frecuencias de clases de resistencia, según el sistema de Thrower aplicado en cada uno de los híbridos del Experimento No. 18.

El número de individuos en las clases de los muy resistentes y resistentes es muy alto (65,7 al 85,5 por ciento) en los cruces de clones resistentes x resistentes. También resultó relativamente alto el número de individuos de las mismas clases (45,8 al 56,7 por ciento) en los híbridos entre padres susceptibles. El número de individuos en las clases intermedias, susceptibles y muy susceptibles fue mucho más alto en los híbridos de padres susceptibles

que en los híbridos de padres resistentes.

Sin embargo, e independientemente de la resistencia o susceptibilidad de sus padres, los híbridos presentan en general una elevada agrupación de individuos en clases muy resistentes. Esto posiblemente tenga relación con el fenómeno ya anotado de la alta ocurrencia de árboles poco productores y por tanto de baja infección en los primeros años de producción.

4.4 Influencia de los clones padres en la distribución anual de producción de sus híbridos.

La distribución de cosecha marcadamente diferente de los clones UF-29 y R-2 quedó evidenciada por el bajo valor del coeficiente de correlación obtenido al comparar las producciones mensuales de ambos a través de un período de seis años (Cuadro 9). Al comparar la producción del clon UF-29 con el híbrido UF-29 x R-2 se notó que el coeficiente de correlación es apenas significativo al 5 por ciento. Al comparar este mismo híbrido con el clon R-2, se obtuvo un valor de "r" que fue altamente significativo, lo que indicó que el carácter de distribución de cosecha fue heredable y que hay cierto grado de dominancia en ella del clon R-2.

4.5 Infección de P. palmivora en inoculaciones artificiales.

4.5.1 Variación de los promedios de las lesiones de P. palmivora en algunos clones e híbridos.

Los resultados de las pruebas de inoculación en frutos de los clones que participaron como padres de algunos de los híbridos del Experimento La Lola No. 18, se resumen en el Cuadro 10.

Cuadro 9. Correlaciones entre las tendencias de producción de algunos clones y sus híbridos. (Datos de los Experimentos La Lola No. 8 y La Lola No. 18).

Clones	Híbridos	r
UF-29 ^o	UF-29 x Catongo	0,49 ^{***}
UF-29	UF-29 x IMC-67	0,13
UF-29	UF-29 x R-2	0,27 [*]
R-2	UF-29 x R-2	0,37 ^{***}
R-2	UF-613 x R-2	0,39 ^{***}
UF-613	UF-613 x R-2	0,55 ^{***}
UF-676	UF-676 x IMC-67	0,26 [*]
UF-221	UF-221 x IMC-67	0,31 ^{**}

^o La correlación entre los clones UF-29 y R-2 es de 0,25 y la de UF-613 y R-2 es de 0,76^{***}.

^{*} Significativo al 5 por ciento.

^{***} Significativo al 1 por ciento.

Cuadro 10. Diámetros promedios de las lesiones provocadas en las mazorcas por P. palmivora, seis días después de la inoculación.

Clones	Diámetro Promedio de lesiones (cm)	Porcentaje de mazorcas infectadas	Indice de infección
CC-42	1,1	50	0,55
Catongo	1,3	70	0,91
UF-613	3,4	70	2,38
UF-667	3,6	90	3,24
R-2	4,7	70	3,29
UF-29	5,0	70	3,50
UF-221	5,2	70	3,64
UF-676	4,6	80	3,68
IMC-67	4,3	100	4,30
Pound-12	5,5	100	5,50

En el Cuadro 7 del Apéndice se presenta el análisis de variancia y la prueba de Duncan para sus promedios. CC-42, Catongo y UF-613 no mostraron entre sí diferencias significativas al 5 por ciento de probabilidad; CC-42 fue significativamente más resistente que los demás cultivares; Catongo y UF-613 no difirieron de algunos considerados como susceptibles.

Se notó el poco desarrollo de las lesiones en los clones CC-42 y Catongo, en comparación con los otros cultivares inoculados. Solamente el CC-42 tiene un valor comparativamente bajo en el porcentaje de mazorcas enfermas (obtenidas por inoculación artificial). En el Cuadro 10 se usa el concepto de Índice de Infección como el producto del diámetro promedio de las lesiones por el porcentaje de mazorcas infectadas (infección artificial).

Este índice puede considerarse de mayor valor práctico que cualquiera de sus componentes tomados aisladamente, por considerar tanto la resistencia de tejido como la de penetración.

Los análisis de los datos de inoculación artificial en los híbridos de estos clones no mostraron diferencias significativas entre ellos (Cuadro 8 del Apéndice). Sin embargo, al comparar los grupos de resistencia se notó que las diferencias sí fueron significativas, evidenciando un buen ajuste entre los datos de campo y los obtenidos en las inoculaciones artificiales.

En el Cuadro 11 se presentan las lesiones promedias para los distintos grupos de resistencia a los seis días después de la inoculación.

Cuadro II. Diámetros promedios de las lesiones en las mazorcas para los distintos grupos de resistencia seis días después de la inoculación con P. palmivora (6 árboles por grupo y 10 mazorcas por árbol).

Híbridos	Resistentes	Intermedios	Susceptibles	Totales	Promedios
Catongo x P-12	1, 87	2, 87	3, 63	8, 37	2, 79
P-12 x R-2	2, 05	3, 20	4, 26	9, 51	3, 17
UF-29 x R-2	2, 09	2, 99	4, 57	9, 65	3, 22
UF-676 x IMC-67	1, 82	3, 17	4, 84	9, 83	3, 28
UF-667 x IMC-67	2, 12	3, 20	4, 00	9, 32	3, 11
UF-221 x IMC-67	3, 43	3, 04	3, 25	9, 72	3, 24
UF-29 x IMC-67	4, 58	2, 67	3, 69	10, 94	3, 65
UF-613 x Catongo	2, 79	2, 23	3, 80	8, 82	2, 94
UF-29 x Catongo	2, 13	3, 58	2, 99	8, 70	2, 90
Totales	22, 88	26, 95	35, 03		
Promedios	2, 54	2, 99	3, 89		

4.5.2 Frecuencia de cada híbrido en tres grupos de resistencia arbitrariamente seleccionados.

De acuerdo con los promedios de las lesiones de los clones UF-613 y UF-221 (datos transformados) se fijaron límites para clasificar en tres grupos de resistencia los árboles de cada uno de los híbridos probados. En el Cuadro 12 se presentan los datos obtenidos. Se observó que no importa cual sea el origen del híbrido, el número de individuos resistentes en cada uno de ellos fue bastante uniforme; como en el caso de la clasificación basada en los datos de campo, los cruces de resistentes por resistentes agrupan el menor número de individuos susceptibles.

4.5.3 Variación de la ocurrencia de P. palmivora en las inoculaciones realizadas.

En el caso de los híbridos, debido a que el número de mazorcas necesarias para establecer confiablemente el nivel de resistencia se fijó en 10, fue necesario realizar varias inoculaciones en aquellos árboles de baja producción.

En el Cuadro 13 se dan los porcentajes de mazorcas enfermas obtenidos en las seis diferentes inoculaciones realizadas. Mediante una prueba χ^2 , similar a la empleada en la determinación de la distribución del inóculo en las parcelas del Experimento No. 8, se rechazó la hipótesis de igualdad de condiciones entre las distintas fechas de inoculación; esto indicaría la necesidad de realizar pruebas de campo en una sola fecha, aun con un número reducido de mazorcas, para obtener resultados comparables.

Cuadro 12 Número de individuos resistentes, intermedios y susceptibles en los nueve híbridos probados en el Experimento La Lola No. 18 (De acuerdo al tamaño de las lesiones seis días después de la inoculación).

Híbridos	Resistentes ^x (Entre 0 y 0,357).	Intermedios (0,357 - 0,456)	Susceptibles ^{xx} >0,456
Catongo x Pound-12	9	2	6
Pound-12 x R-2	6	3	9
UF-29 x R-2	7	1	8
UF-676 x IMC-67	5	3	10
UF-667 x IMC-67	4	3	11
UF-221 x IMC-67	6	2	9
UF-29 x IMC-67	4	5	9
UF-613 x Catongo	8	3	6
UF-29 x Catongo	6	4	6

^x = con promedio inferior a la lesión en el UF-613 (0,357).

^{xx} = con promedio superior a la lesión en el UF-221 (0,456).

Cuadro 13. Porcentajes de ocurrencia de P. palmivora en las inoculaciones efectuadas en el Experimento La Lola No. 18.

Fecha de inoculación	30-XI-70	2-VII-71	3-VIII-71	27-X-71	8-XII-71	9-II-72
Mazorcas inoculadas	853	560	175	106	101	48
Mazorcas infectadas	474	388	128	83	83	19
Porcentaje de mazorcas enfermas	55,6	69,3	73,1	78,3	82,1	81,3

DISCUSION

Los resultados obtenidos en este trabajo confirmaron, con base en los datos de incidencia anual promedio en el campo, los bajos porcentajes de infección de los clones CC-42, CC-41, UF-29, CC-38, y UF-613 reportados anteriormente (9, 36, 37). Estos clones, de acuerdo con la escala de resistencia propuesta en este trabajo (escala local), se consideraron como resistentes o intermedios. Se consideraron como susceptibles los clones UF-296, CC-45, UF-668, UF-221, UF-168, UF-10, CC-10, UF-12, UF-654, UF-650, UF-667, R-2, R-52, UF-676, R-30, UF-677, R-48, R-56, R-13 y R-10.

No se confirmó plenamente la resistencia del UF-613 encontrada inicialmente por Rocha (26) y por Soria y Esquivel (33). Según la escala local este clon apenas clasificó como intermedio, con un porcentaje de ocurrencia en el campo del 11,7 por ciento. Sin embargo, de acuerdo con los datos obtenidos en la inoculación artificial, UF-613 no fue significativamente diferente del clon CC-42, que en todas las pruebas fue el más resistente.

La clasificación de resistencia por la escala local, además de su simplicidad, parece ser más realista que la propuesta por Thrower (45), sobre todo para agrupar los clones intermedios y susceptibles. Los clones susceptibles de la escala local tendrían que ser considerados en su mayoría como intermedios en la escala de Thrower, lo que prácticamente resultaría inaceptable, ya que el valor máximo de ocurrencia obtenido no excedió del 27,9 por ciento sin aparecer clones que se clasifiquen como muy susceptibles en la escala de Thrower

(valores superiores a 41 por ciento).

La estimación de la resistencia a P. palmivora en cacao puede ser variable, dependiendo del tipo de evaluación usada para medirla. El clon UF-29 considerado como resistente según los datos de infección natural, resulta tan susceptible como el UF-221 cuando se les compara con base en pruebas de infección artificial en el campo. Esta falta de concordancia entre la infección de campo y la infección artificial, en UF-29, puede explicarse por la particular distribución de su producción a través del año, que le permite escapar a la infección y que se refleja en sus bajos valores de infección anual. Al comparar los puntos máximos de producción del UF-29 con los correspondientes a los demás clones UF, R o 'Matina', la variedad local más extensamente cultivada en la zona atlántica de Costa Rica, se notan grandes diferencias en su distribución a lo largo del año.

El escape de este clon parece estar determinado por su gran producción (31,5 por ciento) en los meses de agosto, setiembre y octubre, época que no coincide con la de mayor infección en el resto de la población. Por otro lado, las máximas producciones e infecciones para la mayoría de los clones, y en la variedad local 'Matina', ocurren casi simultáneamente en noviembre, diciembre y enero, meses en que las condiciones de alta y continua precipitación favorecen la multiplicación y propagación del hongo y el desarrollo de la enfermedad.

El clon UF-29 tiene coeficientes de correlación muy altos

cuando se comparan sus producciones mensuales de frutos con las correspondientes a los clones CC-38, CC-41 y CC-42 ($r = 0,82^{XX}$ a $0,83^{XX}$); esto indicaría tendencias similares de producción para los cuatro clones. Obviamente esta distribución de la cosecha parece favorecer el escape a la infección, pues estos mismos clones son los de mayor resistencia de campo.

Estos resultados concuerdan con las observaciones de Lockwood (20), en Ghana, quien encontró en los clones ACU-85 y Y-44 bajos niveles de infección a través del año a causa de escapar a la infección por producir más del 70 por ciento de su producción después de mediados de octubre, lo que les permite eludir el período epifítico de P. palmivora, que ocurre de junio a octubre.

El clon UF-613 tiene tendencias de producción casi similares a las del resto de los clones UF y a la de los clones R, sin embargo, al igual que el CC-10 y UF-221, tiene una pequeña diferencia, que consiste en producir casi un 50 por ciento de la cosecha en los meses de marzo, abril y mayo. Los clones CC-41 y CC-42, a pesar de ser descendiente del UF-676, tienen con estos valores de correlación muy bajos cuando se comparan sus tendencias de producción mensual ($r = 0,151$ a $0,195$).

Al comparar la ocurrencia promedia de infección de campo con el tamaño promedio de las lesiones originadas en las inoculaciones artificiales en el campo con P. palmivora, se evidenció una buena correlación entre los dos tipos de información en cinco de los siete clones comparados. Solamente los clones UF-29 y UF-667 no mostraron

un buen ajuste al comparar los porcentajes de mazorcas enfermas, en condición natural, y el tamaño promedio de las lesiones obtenidas en las inoculaciones artificiales. (Cuadro 9 del Apéndice).

CC-42 es el único clon entre los estudiados que tiene resistencia real (a infección de campo e infección artificial); desafortunadamente tiene índice de semilla pequeño (menos de 1 g), pero puede servir de fuente de mejoramiento posterior.

Estos resultados vienen a confirmar la alta correlación encontrada por Adebayo (1) al comparar el promedio de crecimiento del diámetro de la lesión con la susceptibilidad a la infección natural en el campo; a las mismas conclusiones llegó Friend (11), quien encontró que el incremento de las lesiones y la densidad de los esporangios, formados seis días después de la inoculación, están relacionados con los datos obtenidos en el campo. Sin embargo, Wharton (52), encontró apenas una limitada correlación entre los rangos de tolerancia en el campo y el crecimiento de la lesión por inoculación en mazorcas a través de heridas.

Zentmeyer (54), utilizando una técnica diferente, encontró gran relación entre el grado de resistencia a la infección natural de las mazorcas y el desarrollo de lesiones en los tallos de plántulas de cacao inoculadas con P. palmivora.

La utilización del índice de infección parece ser útil para medir conjuntamente la resistencia de tejido con base en el desarrollo de las lesiones obtenidas por inoculación artificial y la resistencia a la penetración en base al porcentaje de mazorcas enfermas obtenido

en las mismas inoculaciones. Con excepción de los clones UF-29 y UF-221 (escapes) existe buena concordancia entre los índices de infección y el porcentaje de mazorcas enfermas en condición natural.

La resistencia de campo de cualquier cultivar debe ser comprobada por pruebas de infección artificial para asegurar su comportamiento bajo condiciones ecológicas diferentes. Los resultados contradictorios obtenidos en diversas estaciones experimentales pueden haber tenido origen en informes de resistencia basados exclusivamente en el comportamiento de campo de alguna selección o variedad de cacao en particular.

En las condiciones actuales, en que no existe un clon resistente con buenas características agronómicas, la solución inmediata para ciertas zonas de cultivo, con problemas de alta infección con P. palmivora, es el uso de cultivares que presenten escapes a la infección. El escape del UF-29 podría utilizarse con gran ventaja económica en zonas con condiciones de clima similares a las que prevalecen en la zona atlántica de Costa Rica. Aunque el escape no resuelve el problema general, constituye un medio bastante práctico para lograr a corto plazo, una reducción de las pérdidas ocasionadas por la pudrición parda de las mazorcas del cacao, mediante un costo proporcionalmente bajo. Este escape, más una o dos atomizaciones con cobre (aplicadas uno o dos meses antes de los períodos máximos de producción) y el uso de prácticas culturales de sanidad dentro de la plantación garantizaría producciones de cacao aceptablemente buenas año tras año.

La distribución de cosecha, según Toxopeus (46), es un carácter heredable. Esto pareciera confirmarse en este trabajo al comparar la distribución de cosecha de dos clones de caracteres bien contrastados, como el UF-29 y el R-2. Al comparar los híbridos con los clones padres se puede observar cierto grado de dominancia de R-2 sobre UF-29 en relación con ese carácter.

Los híbridos utilizados en el Experimento No. 18 constituyen combinaciones de clones considerados como resistentes o susceptibles con base en la ocurrencia de campo de P. palmivora; sin embargo, en el curso de la presente investigación se comprobó que con excepción del 'Catongo', los clones UF-613 y UF-29 no son tan resistentes como habían sido reportados. Esto dificultó el análisis de los híbridos por carecer de las combinaciones de clones realmente resistentes x resistentes.

Cuando la comparación de los híbridos se hizo en base a la infección de campo promedia, aparentemente la resistencia se heredó y los híbridos UF-613 x Catongo y UF-29 x Catongo resultaron más resistentes que los demás. Sin embargo cuando se compararon los promedios de las lesiones, originadas por inoculación artificial, no se notaron diferencias entre los nueve híbridos comparados, no importando la resistencia o susceptibilidad de sus padres. Estos resultados podrían indicar alguna herencia del escape en los híbridos con UF-613 y UF-29.

Otro aspecto que dificulta la evaluación de los híbridos es la gran variación de producción de árbol a árbol. Como se demostró,

existe una alta correlación entre producción e infección. En esta base, si se considera solamente la infección de campo, aquellos híbridos con altas producciones estarían en desventaja en cualquier comparación que se hiciera, con tipos de resistencia o susceptibilidad similares que tengan bajas producciones.

La posibilidad de combinar resistencia con escape sería realizable si realmente se demostrara que la resistencia es heredable. Prácticamente esta combinación de resistencia con escape ocurrió solamente en el clon CC-42. Si se considera únicamente el porcentaje de mazorcas enfermas, obtenido en condición de campo, como índice de resistencia, y de no existir escapes, se podría considerar que la resistencia es heredable; dada la gama de infección observada, se podría concluir que su naturaleza es poligénica. Por otro lado, si se considera únicamente el desarrollo de las lesiones, como medida exclusiva de resistencia, se llegaría a la conclusión que ésta no es heredable.

Si se considera la infección natural, los resultados estarían de acuerdo con la opinión de Blaha (6), quien afirmó que no hay clones totalmente resistentes sino que existe una gradiente neta de sensibilidad a la infección por P. palmivora.

El estudio de algunos factores ambientales relacionados con la infección con P. palmivora reveló que únicamente la precipitación del mes anterior a la fecha de recolección de los datos y la temperatura máxima del mismo mes estuvieron, respectivamente, positiva y negativamente relacionados con ella. Estos resultados son bastante

lógicos pues es necesario un período de multiplicación del inóculo antes de que se presente uno de los puntos máximos de infección. Las condiciones favorables para que eso ocurra, se presentan después de un largo período lluvioso. El efecto de la relación negativa de las temperaturas máximas puede relacionarse con períodos sin lluvias, o con un rápido secado de las mazorcas que impiden su fácil infección. Dentro de los límites de temperatura estudiados, la temperatura mínima no tuvo una correlación significativa con los porcentajes de mazorcas enfermas.

Al estudiar la distribución de las fuentes de inóculo dentro de las plantaciones, se encontró que este fue más abundante alrededor de las acumulaciones de cáscaras y placentas que ocurrían en los sitios de quiebra del cacao. Se concluyó que el movimiento del inóculo dentro de esas áreas foco, fue más rápido hacia arriba que horizontalmente.

Las diferencias observadas entre fechas de inoculación parecerían indicar la necesidad de efectuar tales pruebas en una sola fecha para obtener resultados comparables.

6. CONCLUSIONES

1. El clon CC-42 posee alta resistencia a la infección, tanto en condición natural como artificial; Catongo también manifiesta resistencia aceptable en las inoculaciones artificiales.
2. Los clones UF-29 y UF-613 poseen resistencia de campo aparente, ya que escapan a la enfermedad por fructificar en épocas de poca infección. En inoculaciones artificiales, UF-29 es tan susceptible como los clones susceptibles UF-667 o UF-676.
3. La distribución de cosecha a través del año es una característica particular a cada clon; este carácter aparentemente es hereditario.
4. Aunque se encontró que existe una alta correlación entre producción y ocurrencia de P. palmivora, se determinó un porcentaje de asociación más alto en el caso de los clones susceptibles que en los resistentes o intermedios.
5. Los coeficientes de correlación entre producción y ocurrencia de P. palmivora mensuales pueden servir para identificar clones resistentes, susceptibles o con escapes.
6. Existe gran variación en producción entre híbridos y dentro de híbridos, lo que dificulta cualquier comparación de resistencia cuando se utilizan datos de infección de campo.
7. Dentro de cada híbrido pueden distinguirse individuos que van desde muy resistentes a muy susceptibles, independientemente de que sus padres sean resistentes o susceptibles.
8. Existe una gradiente de resistencia (o susceptibilidad) en los

diferentes clones e híbridos probados.

9. Existe gran ajuste entre los datos de infección de campo y de inoculaciones artificiales en el caso de árboles o clones resistentes o susceptibles, pero no en aquéllos que presentan escapes.
10. En las parcelas experimentales en que se trabajó no se obtuvo uniformidad en cuanto a la infección de campo porque el inóculo estuvo desigualmente distribuido, al quedar los restos de las cosechas de cacao afectando más a los árboles cercanos a los centros de las parcelas.
11. Aunque no se demostró concluyentemente que el carácter de grado de resistencia sea heredable, en caso de serlo, es muy posible que sea de naturaleza poligénica.

Las conclusiones que aquí se presentan están basadas en suposición de la existencia de una cepa uniforme de P. palmivora, representativa de la región en donde se asienta la Finca La Lola, que es causante tanto de la infección artificial como la natural. Cualquier cambio de patogenicidad, por mutación, recombinación o introducción, de esta cepa típica, podría alterar los resultados obtenidos en esta investigación.

7. RESUMEN

Este trabajo se realizó con el propósito de analizar el comportamiento de algunos clones de cacao en su reacción de resistencia a Phytophthora palmivora (Butl) Butl tanto en condiciones de infección natural como artificial. Mediante el estudio de algunos de sus híbridos, se trató de determinar si este carácter de resistencia era o no heredable.

La información utilizada provino de tres experimentos situados en la finca La Lola (Matina, Limón, Costa Rica), de los cuales se obtuvieron datos de producción y porcentajes de mazorcas enfermas durante un período de seis años. Las inoculaciones artificiales se realizaron en los mismos experimentos, utilizando mazorcas que no se removieron de los árboles escogidos para las pruebas.

Cuando se compararon con base en la infección natural, los clones CC-42, UF-29, CC-41, CC-38 y UF-613 fueron mas resistentes que los demás pero no difirieron significativamente entre si según la prueba de Duncan.

Se determinó que los porcentajes de asociación entre producción y mazorcas enfermas eran mayores conforme aumentaba la susceptibilidad de los clones.

Correlacionando algunos datos del clima de La Lola con la ocurrencia de la enfermedad se concluyó que únicamente la precipitación del mes anterior tenía significación estadística en cuanto a la presencia de P. palmivora.

Al estudiar la producción por árbol en los híbridos, se determinó, que la distribución no fue normal sino de Poisson, con preva-

lencia de las clases de baja producción. La misma distribución se obtuvo con los porcentajes de mazorcas infectadas, en donde la frecuencia de las clases con poca ocurrencia de P. palmivora (en condición de campo) fueron las más altas. Aparentemente, en los híbridos de clones resistentes por resistentes las frecuencias máximas estuvieron en las clases correspondientes a los porcentajes más bajos de mazorcas infectadas. Mediante el análisis de varianza de los porcentajes promedios de mazorcas infectadas en el campo, transformados a valores angulares, se determinó que, los híbridos UF-29 x Catongo y UF-613 x Catongo fueron significativamente más resistentes que los demás. En general, los híbridos, independientemente de la resistencia o susceptibilidad de sus padres presentan una elevada proporción de individuos en las clases más resistentes, situación que podría explicarse por la gran agrupación de árboles en las clases de baja producción.

Al estudiar la distribución mensual de cosechas de clones e híbridos se encontró que este es un carácter genético transmitido a los híbridos y que en algunos casos es posible distinguir cierto grado de dominancia de algunos clones sobre otros.

En las inoculaciones artificiales, CC-42, Catongo y UF-613 no presentaron diferencias significativas al cinco por ciento de probabilidad cuando se les comparó en la prueba de Duncan, CC-42 fue significativamente más resistente que los demás clones comparados; Catongo y UF-613 no difirieron estadísticamente de algunos clones considerados como susceptibles.

El clon UF-29, considerado resistente en base a los datos de campo, resultó tan susceptible como el UF-221 cuando se les comparó con base en inoculaciones artificiales.

Estudiando la distribución mensual de cosecha de los clones, se determinó que UF-29 y CC-42 tienen ciclos de producción máxima distintos a casi todos los demás y que la baja infección de campo del UF-29 está determinada por un escape a la enfermedad por cuanto sus máximas producciones ocurren fuera de los períodos de máxima infección.

Utilizando un índice de mazorcas infectadas, obtenido por multiplicación del promedio del diámetro de las lesiones, obtenidas seis días después de la inoculación artificial, por el porcentaje de mazorcas infectadas obtenido en las mismas inoculaciones, se encontró que los clones CC-42 y Catongo tenían comparativamente los valores más bajos.

Al analizar los datos de inoculación artificial en los híbridos, no se determinaron diferencias significativas al cinco por ciento de probabilidad en cuanto al diámetro promedio de las lesiones obtenidas. Sin embargo, al comparar los datos correspondientes a los grupos de resistencia (arbitrariamente escogidos), se encontró diferencias significativas entre ellos, evidenciando un buen ajuste entre los datos de campo y los obtenidos en las inoculaciones artificiales.

SUMMARY

The present work was made to analyze the behavior of some cacao clones in their reaction of resistance to Phytophthora palmivora (Butl) Butl in connection with natural and artificial infection. By studying some of their hybrids an attempt was made to determine if this character was inherited. Data were taken from three experiments planted in La Lcla (Matina, Limón, Costa Rica). The information obtained was pod production and percentage of diseased fruits during a period of six years. The artificial inoculations were made in the same experiments, using fruits that were not removed from selected trees.

On basis of natural infection, clones CC-42, UF-29, CC-41, CC-38 and UF-613 were more resistant than others, but they were not significantly different between them, according to Duncan's test.

It was determined that the percentage of association between production and diseased fruits was higher as the susceptibility of the clones increased.

Correlating some climatic data with the occurrency of the disease it was determined that only the precipitation of the previous month to harvest was statistically significant.

In the study of the production by tree in the hybrids, it was determined by a frequency diagram, that the distribution was not normal but Poisson's, prevailing the classes of low production. The same distribution was obtained with the percentages of infected fruits, where the frequency of the classes with little occurrency of P. palmivora (in field

condition) was the highest. Apparently in the hybrids of resistant by resistant clones the higher frequencies were in the classes corresponding to the lower percentage of infected fruits. The analysis of variance of the average percentage of infected fruits in field conditions, transformed to angular values, indicated that the hybrids UF-29 x Catongo and UF-613 x Catongo were significantly more resistant than the others. In general, the hybrids, independently of the resistance or susceptibility of their parents, had a high proportion of individuals in the highly resistant classes. This situation can be explained by the greatest concentration of trees in the classes of low production.

Studying the monthly distribution of production in the clones and hybrids, it was found that this is a genetic character transmitted to the hybrids and in some cases it is possible to distinguish certain degree of dominance of some clones.

In the artificial inoculation, CC-42, Catongo and UF-613 did not present significant differences to the 5% of probability when they were compared by Duncan's test; CC-42 was significantly more resistant than the other clones; Catongo and UF-613 did not differ statistically from some clones considered as susceptible.

Clone UF-29 was considered resistant on the basis of field data, but it was as susceptible as the UF-221 when it was compared on the basis of artificial inoculations.

Studying monthly distribution of harvest, it was determined that UF-29 and CC-42 have cycles of maximum production different from almost all the rest; the low field infection of UF-29 was determined by an escape of the disease, because its maximum production happened to be out of the periods of maximum infection.

Using an index of infected fruits obtained by multiplying the average diameter of the lesion, six days after the artificial inoculation, by the percentage of infected fruits in the same inoculation, it was found that clones CC-42 and Catongo had comparatively the lowest values.

When analyzing the data of the artificial inoculation in the hybrids, there were not significant differences to the 5% of probability. Nevertheless, when comparing the data corresponding to the groups of resistance significant differences were found between them, giving a good adjustment between field data and the ones obtained by the artificial inoculations.

8. LITERATURA CITADA

1. ADEBAYO, A. A. A technique of inoculation of fixed cocoa pods with Phytophthora palmivora (Butl) Butl. Turrialba. (Costa Rica) 21(3):280-282. 1971.
2. AMPONSAH, J. D. y DAKWA, J. T. Preliminary genetic assessment of a black-pod resistance trial in Ghana. In Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau, 2a., Salvador e Itabuna, 1967. Memórias. Bahia, CEPLAC, 1969. pp. 162-164.
3. ASOMANING, E. J. A. y WHARTON, A. L. Black pod disease: Study on varietal resistance to root infection. Annual Report West African Cocoa Research Institute. 1961-1962. 1963. pp. 27-28.
4. _____ Varietal resistance of young clones and seedlings of cacao (Theobroma cacao L.) to root infection by Phytophthora palmivora. Tropical Agriculture 41(3):251-256. 1964.
5. _____. Root infection of cocoa by Phytophthora palmivora Butl. Studies on varietal resistance. In Cocoa Research Institute, Tafo, Ghana. Report for the period 1st. April 1962 - 30th. September 1963. Tafo, Ghana, 1964. pp. 23-25.
6. BLAHA, G. Recherche de cultivars résistants a Phytophthora palmivora. Etude comparative des réactions aux infections expérimentales effectuées sur cabosses. In International Cocoa Conference, 4th., St. Augustine, Trinidad, 1972. (En prensa).
7. _____. Première approche au Cameroun de l'étude des facteurs de la sensibilité du cacaoyer a Phytophthora palmivora sur cabosses par l'analyse biochimique du cortex. In International Cocoa Conference, 4th., St. Augustine, Trinidad, 1972. (En prensa).
8. BLENCOWE, J. W. Planes futuros para mejoramiento genético en Ghana. Cacao (Costa Rica) 7(1):11-12. 1962.
9. ESQUIVEL, O. y SORIA, J. Mejoramiento genético. Informe anual del programa de cacao 1966-1967. Cacao (Costa Rica) 12(3):14-20. 1968.
10. FINCA de Cacao La Lola; sus principales características, programa experimental y suelos. Cacao (Costa Rica) 8(2):1-40. 1963.

11. FRIEND, D. Seasonal variation in black pod disease in British Solomon Islands Protectorate. In International Cocoa Conference, 4th., St. Augustine, Trinidad, 1972 (En prensa).
- ✓ 12. GALLEGLY, M. E. Genetics of Phytophthora. Phytopathology 60(7):1135-1141. 1970.
13. GLENDINNING, D. R. Plant breeding and selection. In Cocoa Research Institute, Tafo, Ghana. Report for the period 1st. April 1960 - 30th. September 1961. Tafo, Ghana, 1962. pp. 56-62.
14. _____ . Plant breeding and selection. In Cocoa Research Institute, Tafo, Ghana. Report for the period 1st. April 1962 - 30th. September 1963. Tafo, Ghana, 1964. pp. 37-59.
15. GREGORY, P. M. Further thoughts on black pod research. In International Cacao Research Conference, 4th., St. Augustine, Trinidad, 1972. (En prensa).
16. HOLDRIDGE, L. R. Diagrama para la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1965. s. p.
17. HOLLIDAY, P. Notes on the control of black pod and witches broom diseases in Trinidad. In Reunión del Comité Técnico Interamericano del Cacao. 5a. Turrialba, Costa Rica, 1954 Trabajos presentados. IICA, 1954. 5 p.
18. KELLY, W. H. Selection of the Lafi 7 cocoa for Western Samoa Trust Estates Corporation. South Pacific Bulletin. 18(3):29-31. 1968.
- ✓ 19. LEATHER, R. L. Studies on the reaction of some cacao varieties to Phytophthora palmivora (Butl.) Butl. in Jamaica. Experimental Agriculture. 2(2):107-112. 1966.
- ✓ 20. LOCKWOOD, G. Incidence of cacao black pod disease (Phytophthora palmivora) in relation to time of crop maturity in the Eastern Region of Ghana. Journal of Horticulture Science. 46:185-193. 1971.
21. MEDEIROS, A. G. y ROCHA, H. M. Ensaio de resistência do cacau "Maracujá" a "podridão parda". In Centro de Pesquisas do Cacau. Itabuna, Bahia, Brasil. Relatório Anual. 1964. Itabuna, Bahia, Brasil, 1965. p.30.

22. MEDEIROS, A. G. y MELO, W. J. Seleção de cacauzeiros resistentes à "podridão parda". CEPEC. In Centro de Pesquisas do Cacau. Itabuna, Bahia, Brasil. Informe técnico. 1966. Itabuna, Bahia, Brasil, 1966. pp. 45-50.
23. _____. Methodology of research to study resistance of cacao to Phytophthora palmivora (Butl.) Butl. In Conference Internationale sur les Recherches Agronomiques Cacaoyeres, Abidjan, Nigeria, 1965. Paris, 1967. pp. 205-211.
24. MULLER, R. A. Propos de l'epidemiologie de Phytophthora palmivora. International Cocoa Conference, 4th., St. Augustine, Trinidad, 1972. (En prensa).
25. PRENDERGAST, W. N. E. y SPENCE, J. A. A contribution to the study of the resistance of Theobroma cacao L. to Phytophthora palmivora (Butl.) Butl. In Conference Internationale sur les Recherches Agronomiques Cacaoyeres, Abidjan, Nigeria, 1965. Paris, 1967. pp. 212-216.
26. ROCHA, H. 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.
27. _____ y JIMENEZ, E. Importancia de las sustancias polifenólicas en el mecanismo fisiológico de la resistencia de cacao (Theobroma cacao L.) a Phytophthora palmivora (Butl.) Butl. Turrialba (Costa Rica) 16(4):319-329. 1966.
28. _____ y MARIANO, A. H. Metodologia para seleção da cacauzeiros resistentes a Phytophthora palmivora. In Itabuna, Bahia, Brasil. Centro de pesquisas do Cacau. Informe Técnico 1967. Itabuna, 1968. pp. 56-59.
29. _____ y MEDEIROS, A. G. Bases para seleção de cultivares de cacau resistentes a Phytophthora palmivora (Butl.) Butl. In Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau, 2a. Salvador e Itabuna, 1967. Memorias. Bahia, CEPLAC, 1969. pp. 150-155.
30. _____ y MACHADO, A. D. Pesquisas sobre "podridão parda" na Bahia, Brasil. International Cocoa Research Conference, 4th., St. Augustine, Trinidad, 1972. (En prensa).
31. SAVAGE, E. J. et al. Homothallism, heterothallism, and interspecific hybridization in the genus Phytophthora. Phytopathology 58(7):1004-1021. 1968.

- ✓ 32. SORIA J. y ESQUIVEL, O. Resistencia a Phytophthora, calidad y producción. Cacao (Costa Rica) 7(3):7-8. 1962
33. _____ y ESQUIVEL, O. Capacidad de rendimiento de clones de cacao UF y su rango de resistencia a Phytophthora palmivora en condiciones de campo. In Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, 5a. Buenos Aires, Actas. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1963. v. 1, p. 154.
34. _____ y ESQUIVEL, O. Niveles de infección de Phytophthora palmivora sobre cultivares de cacao en condiciones de campo. Fitotecnia Latinoamericana 3(1,2):119-124. 1966.
- ✓ 35. _____ y ESQUIVEL, O. Observaciones sobre resistencia a Phytophthora, Ceratocystis, buba floral y "die-back" de cacao en Costa Rica. Cacao (Costa Rica) 13(3):11-13. 1968.
36. _____ y ESQUIVEL, O. Programa de Cacao. Informe anual 1968-1969. Cacao (Costa Rica) 14(3):4. 1969
37. _____ y ESQUIVEL, O. Programa de Cacao. Informe anual 1969-1970. Cacao (Costa Rica) 15(3):7. 1970.
38. SPENCE, J. A. Black-pod disease of cacao. II A study of host-parasite relations. Annals of Applied Biology 49(4):723-734. 1961.
- ✓ 39. _____. Probable mechanism of resistance of varieties of cocoa to black pod disease caused by Phytophthora palmivora. Butl. Nature 192(4799):278. 1961.
40. STEEL, R. y TORRIE J. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.
41. TARJOT, M. Variations de sensibilité des cabosses de cacaoyer envers le Phytophthora palmivora suivant la période de l'année. Conferência Internacional de Pesquisas em Cacao, 2a. Salvador e Itabuna, 1967. Memórias. Bahia, CEPLAC, 1969. pp. 213-217.
42. _____. Etude d'un facteur de sensibilité des cabosses de cacaoyer envers le Phytophthora palmivora: La teneur en eau des tissus du pericarpe. International Cocoa Conference, 4th., St. Augustine, Trinidad, 1972. (En prensa).
43. _____. Etude ecologique de la cacaoyere en relation avec la sensibilité envers le Phytophthora palmivora et la teneur en eau des tissus du pericarpe des cabosses. International Cocoa Conference, 4th., St. Augustine, Trinidad, 1972. (En prensa).

44. THOROLD, C. A. Black-pod disease of Theobroma cacao. Review of Applied Mycology 46(5):225-237. 1967.
45. THROWER, L. B. Observations on the disease of cacao pods in Papua-New Guinea. Tropical Agriculture 37(2):111-120. 1960.
46. TOKOPEUS, H. The Second Nigerian Cacao Breeding Programme. In Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau, 2a. Salvador e Itabuna, 1967. Memórias. Bahia, CEPLAC, 1969. pp. 129-132.
47. TROJER, H. El clima y el desarrollo de la producción de cacao en la Finca La Lola. Cacao (Costa Rica) 13(4):1-9. 1958.
48. TURNER, P. D. Distribution of strains of Phytophthora palmivora from Theobroma cacao in West Africa. FAO. Plant Protection Bulletin 8(5):53-54. 1960.
49. _____. Black pod disease. Resistance and tolerance. Laboratory studies. Annual report for the West African Cocoa Research Institute. 1961-1962. Tafo, Ghana, 1963. pp. 21-25.
50. _____. Comparative sporulation as an indication of resistance by cacao to Phytophthora pod rot. Tropical Agriculture 42(4):305-309. 1965.
51. WESTSTELJN, G. Methods of screening Theobroma cacao L. for resistance to Phytophthora pod disease. In Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau, 2a. Salvador e Itabuna, 1967. Memórias. Bahia, CEPLAC, 1969. pp. 157-160.
52. WHARTON, A. L. Black pod disease. Resistance and tolerance. Field investigations. Annual report of West African Cocoa Research Institute. 1958-1959. Tafo, Ghana, 1960. pp. 26-27.
53. ZENTMYER, G. A., MIRCETICH, S. M. y MITCHELL, D. M. Tests for resistance of cacao to Phytophthora palmivora. Plant Disease Reporter 52(10):790-791. 1968.
54. _____. Resistance of cacao to Phytophthora palmivora. International Cocoa Conference, 4th., St. Augustine, Trinidad, 1972. (En prensa).
55. _____. Variation in Phytophthora palmivora. International Cocoa Conference, 4th., St. Augustine, Trinidad, 1972. (En prensa).

APENDICE

Cuadro 1. Análisis de variancia de los porcentajes de mazorcas enfermas, transformados a valores angulares, obtenidos durante seis años en el Experimento La Lola No. 8 (Junio 1965-Mayo 1971).

Fuente de variación	G. de L.	S. C.	C. M.	F. calc.	F. tab.	F. tab.
					0,05	0,01
Repeticiones	3	2430,77	810,26	21,19 ^{xx}	2,74	4,08
Clones	24	18270,77	761,28	19,91 ^{xx}	1,67	2,07
Error (a)	72	2753,28	38,24			
Años	5	7938,15	1587,63	17,20 ^{xx}	2,90	4,56
Error (b)	15	1384,17	92,28			
Clones x años	120	7119,85	59,33	3,74 ^{xx}	1,29	1,40
Error (c)	360	5717,08	15,88			
Totales	599	45614,07				

Cuadro 1. Continuación. Prueba de Duncan (5 por ciento) para los promedios de los porcentajes de mazorcas enfermas, transformados a valores angulares, obtenidos en el Experimento La Lola No. 8.

CC-42 = 9,43 a ^x	UF-654 = 26,06 cdef
UF-29 = 14,61 ab	UF-650 = 26,56 cdef
CC-41 = 14,73 ab	UF-667 = 26,57 cdef
CC-38 = 17,68 abc	R-2 = 26,67 cdef
UF-613 = 18,11 abcd	R-52 = 27,63 cdef
UF-296 = 20,76 bcde	UF-676 = 28,53 def
CC-45 = 21,17 bcdef	R-30 = 28,80 ef
UF-668 = 23,71 bcdef	UF-677 = 28,99 ef
UF-221 = 24,47 bcdef	R-48 = 29,09 ef
UF-168 = 24,50 bcdef	R-56 = 30,12 ef
UF-10 = 24,53 bcdef	R-13 = 30,81 ef
CC-10 = 25,78 cdef	R-10 = 31,77 f
UF-12 = 25,80 cdef	

^xPromedios con letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5% de problemas.

Cuadro 2. Valores de correlación (r) y de asociación (r^2) entre la producción y las mazorcas enfermas con Phytophthora palmivora en siete clones de cacao. (Datos mensuales registrados durante seis años).

Clones	Valor de r	Valor de r^2
CC-42 (Resist) *	0,24 ^{XX}	0,06
UF-613 (Interm)	0,27 ^{XX}	0,07
UF-29 (Interm)	0,31 ^{XX}	0,10
UF-221 (Suscept)	0,47 ^{XX}	0,22
UF-676 (Suscept)	0,65 ^{XX}	0,42
UF-667 (Suscept)	0,69 ^{XX}	0,48
R-2 (Suscept)	0,71 ^{XX}	0,50

* De acuerdo con la clasificación local de resistencia.

Cuadro 3 Correlaciones de las producciones mensuales en los 25 olivos del Experimento La Lota No. 6.

OC-10	1	OC-10	OC-36	OC-A1	OC-A2	OC-A5	E-2	E-10	E-13	E-30	E-48	UP-10	UP-12	UP-29	UP-168	UP-221	UP-296	UP-613	UP-650	UP-654	UP-667	UP-668	UP-676	UP-677	
OC-36	2	0,482**																							
OC-A1	3	0,259**	0,859**																						
OC-A2	4	0,294**	0,741**	0,841**																					
OC-A5	5	0,790**	0,572**	0,706**	0,689**																				
E-2	6	0,276**	0,254**	0,385**	0,410**	0,551**																			
E-10	7	0,650**	0,417**	0,532**	0,462**	0,626**	0,905**																		
E-13	8	0,653**	0,426**	0,340**	0,315**	0,599**	0,884**	0,952**																	
E-30	9	0,650**	0,381**	0,514**	0,466**	0,565**	0,855**	0,948**	0,950**																
E-48	10	0,643**	0,441**	0,569**	0,489**	0,585**	0,882**	0,946**	0,921**	0,916**															
UP-10	11	0,768**	0,587**	0,656**	0,550**	0,790**	0,806**	0,855**	0,855**	0,837**	0,847**														
UP-12	12	0,297**	0,586**	0,650**	0,708**	0,583**	0,474**	0,447**	0,489**	0,446**	0,461**	0,529**													
UP-29	13	0,659**	0,307**	0,565**	0,442**	0,556**	0,896**	0,895**	0,897**	0,862**	0,835**	0,783**	0,465**												
UP-168	14	0,617**	0,359**	0,388**	0,448**	0,527**	0,887**	0,872**	0,869**	0,820**	0,830**	0,785**	0,389**	0,922**											
UP-221	15	0,450**	0,830**	0,826**	0,820**	0,568**	0,229**	0,319**	0,333**	0,270**	0,368**	0,458**	0,555**	0,268**	0,314**										
UP-296	16	0,591**	0,271**	0,341**	0,372**	0,534**	0,896**	0,881**	0,883**	0,858**	0,828**	0,811**	0,444**	0,935**	0,933**	0,221									
UP-613	17	0,928**	0,508**	0,551**	0,582**	0,797**	0,647**	0,699**	0,714**	0,682**	0,676**	0,629**	0,485**	0,688**	0,718**	0,465**	0,680**								
UP-650	18	0,671**	0,631**	0,736**	0,640**	0,751**	0,621**	0,747**	0,734**	0,747**	0,693**	0,797**	0,529**	0,614**	0,600**	0,512**	0,560**	0,732**							
UP-654	19	0,776**	0,525**	0,492**	0,542**	0,723**	0,763**	0,751**	0,788**	0,763**	0,702**	0,818**	0,592**	0,788**	0,723**	0,393**	0,735**	0,829**	0,766**						
UP-667	20	0,627**	0,305**	0,321**	0,400**	0,569**	0,920**	0,859**	0,865**	0,824**	0,831**	0,785**	0,449**	0,955**	0,908**	0,252**	0,929**	0,674**	0,534**	0,779**					
UP-668	21	0,715**	0,278**	0,321**	0,403**	0,616**	0,903**	0,864**	0,864**	0,841**	0,834**	0,816**	0,401**	0,920**	0,880**	0,247**	0,899**	0,748**	0,577**	0,799**	0,942**				
UP-676	22	0,605**	0,225**	0,281**	0,264**	0,530**	0,909**	0,838**	0,830**	0,797**	0,831**	0,755**	0,365**	0,922**	0,912**	0,216**	0,907**	0,670**	0,527**	0,711**	0,945**	0,880**			
UP-677	23	0,511**	0,188**	0,228**	0,300**	0,475**	0,869**	0,804**	0,797**	0,776**	0,755**	0,753**	0,384**	0,913**	0,891**	0,173**	0,923**	0,593**	0,476**	0,699**	0,920**	0,898**	0,895**		
UP-676	24	0,448**	0,116**	0,151**	0,195**	0,363**	0,551**	0,520**	0,520**	0,474**	0,490**	0,507**	0,269**	0,634**	0,640**	0,084**	0,650**	0,483**	0,350**	0,492**	0,658**	0,611**	0,646**	0,637**	
UP-677	25	0,625**	0,315**	0,366**	0,385**	0,591**	0,864**	0,834**	0,814**	0,594**	0,704**	0,789**	0,425**	0,887**	0,859**	0,290**	0,884**	0,654**	0,545**	0,717**	0,909**	0,893**	0,901**	0,668**	1,000

Cuadro 4. Análisis de variancia de la producción promedio de mazorcas por árbol (cinco años) en el Experimento La Lola No. 18. (Nueve híbridos).

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. calc.	F. tab. 1%
Híbridos	8	11411,11	1426,39	5,16 ^{MX}	3,36
Repeticiones	3	62,52	20,84	0,08	4,72
Error	24	6632,93	276,37		
Total	35	18106,56			

Prueba de Duncan

Catongo x Pound-12	= 87,9	a ^x
UF-29 x Catongo	= 65,6	ab
Pound-12 x R-2	= 58,9	bc
UF-29 x IMC-67	= 48,0	bcd
UF-676 x IMC-67	= 37,6	cd
UF-221 x IMC-67	= 36,6	cd
UF-613 x Catongo	= 36,4	cd
UF-667 x IMC-67	= 34,6	cd
UF-29 x R-2	= 31,3	d

^x Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5 por ciento de probabilidad.

Quadro 5. Producción acumulada de mazorcas por árbol, durante cinco años, en nueve híbridos del Experimento La Lola No. 18.

Arbol	Híbridos Catongo x Pound-12											
	Rep. I			Rep. II			Rep. III			Rep. IV		
	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales
1	164	8	172	101	2	103	58	3	61	182	11	193
2	90	39	129	144	0	144	39	0	39	113	3	116
3	31	3	34	82	4	86	76	3	79	148	12	160
4	20	3	23	115	6	121	42	12	54	175	29	204
5	85	21	106	84	5	89	55	2	57	70	2	72
6	76	5	81	10	1	11	92	5	97	43	7	50
7	47	7	54	53	4	57	82	4	86	1	0	1
8	86	12	98	83	3	86	98	8	106	104	18	122
9	63	5	68	80	12	92	70	11	81	--	--	--
10	50	1	51	103	13	116	85	30	115	154	5	159
11	152	25	177	97	10	107	48	1	49	35	8	43
12	8	1	9	123	16	139	111	3	114	61	3	64
13	39	0	39	105	3	108	52	19	71	18	0	18
14	25	4	29	149	11	160	102	5	107	141	5	146
15	94	15	109	52	6	58	74	2	76	90	16	106
16	59	6	65	91	3	94	39	1	40	118	10	128

Cuadro 5. Continuación

		Híbridos UF-29 x Gatongo														
		Rep. I				Rep. II				Rep. III				Rep. IV		
Arbol	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales
1	34	1	0	35	8	0	8	7	0	7	131	1	132			
2	74	0	6	74	46	6	52	27	0	27	160	2	162			
3	95	10	8	105	140	8	148	13	2	15	124	3	127			
4	79	5	3	84	83	3	86	20	2	22	77	0	77			
5	122	3	4	125	94	4	98	6	0	6	89	0	89			
6	206	15	2	221	134	2	136	5	0	5	74	2	76			
7	72	1	11	73	128	11	139	24	0	24	88	2	90			
8	46	4	0	50	27	0	27	22	6	28	47	0	47			
9	70	9	8	79	95	8	103	19	5	24	56	2	58			
10	97	11	1	108	35	1	36	3	1	4	47	1	48			
11	41	7	3	48	43	3	46	12	0	12	75	7	82			
12	83	12	6	95	103	6	109	16	1	17	83	0	83			
13	56	1	0	57	96	0	96	1	0	1	39	3	42			
14	72	4	2	76	78	2	80	19	0	19	59	1	60			
15	134	2	0	146	52	0	52	3	0	3	118	3	121			
16	40	7	7	47	54	7	61	5	0	5	93	1	94			
17	81	11	0	92	45	0	45	10	0	10	68	3	91			
18	60	1	0	61	62	0	62	10	0	10	62	1	63			

Cuadro 5. Continuación

		Híbridos Pound-12 x R-2														
		Rep. I				Rep. II				Rep. III				Rep. IV		
		Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales
Arbol 1	4	1	5	1	1	2	133	7	140	65	29	94				
2	64	7	71	5	4	9	52	7	59	41	8	49				
3	43	5	48	15	8	23	46	5	51	80	2	82				
4	68	38	106	47	7	54	128	11	139	16	1	17				
5	35	2	37	52	18	70	141	20	161	46	1	47				
6	38	35	73	--	--	--	23	4	27	37	6	43				
7	49	0	49	57	2	59	114	4	118	22	6	28				
8	75	21	96	6	0	6	81	1	82	9	11	20				
9	36	17	53	53	15	68	37	30	37	45	6	51				
10	30	3	33	13	3	16	42	5	47	18	2	20				
11	48	2	50	25	1	26	57	2	59	100	3	103				
12	61	25	86	9	4	13	34	1	35	29	0	29				
13	19	2	21	--	--	--	100	0	100	18	1	19				
14	34	9	43	--	--	--	59	0	59	44	2	46				
15	2	1	3	26	5	31	119	6	125	27	1	28				
16	27	4	31	113	11	124	82	5	87	36	1	37				
17	50	10	60	22	1	23	70	11	81	27	0	27				
18	19	3	22	201	88	379	92	4	96	24	2	26				

Cuadro 5. Continuación.

Híbridos UF-29 x IMC-67

	Rep. I		Rep. II		Rep. III		Rep. IV					
	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales			
Arbol 1	53	14	67	79	5	84	51	2	53	86	11	97
2	100	8	108	48	1	49	25	1	26	69	7	76
3	21	2	23	18	0	18	65	1	66	37	0	37
4	22	3	25	54	1	55	96	5	101	53	6	59
5	70	8	78	74	15	89	2	2	4	36	1	37
6	35	3	38	7	0	7	56	4	60	45	0	45
7	78	4	82	18	2	20	30	31	31	39	2	41
8	5	0	5	21	0	21	125	10	135	28	2	30
9	33	3	36	--	--	--	2	0	2	15	1	16
10	42	4	46	2	1	3	66	5	71	31	3	34
11	28	4	32	9	3	12	103	7	110	47	5	52
12	11	2	13	6	0	6	52	1	53	89	15	104
13	70	9	79	71	2	73	33	3	36	44	1	45
14	27	2	29	--	--	--	7	0	7	30	0	30
15	18	3	21	72	9	81	100	26	126	8	0	8
16	45	14	59	37	6	43	90	11	101	41	3	44
17	4	0	4	7	2	9	64	17	81	47	2	49
18	5	1	6	50	15	65	76	6	82	39	3	42

Cuadro 5. Continuación

Híbridos UF-676 x IMC-67

	Rep. I		Rep. II		Rep. III		Rep. IV					
	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales			
Arbol 1	50	5	55	49	29	78	45	2	47	37	3	40
2	20	1	21	25	7	32	22	2	24	10	0	10
3	7	1	8	22	4	26	13	2	15	11	2	13
4	18	9	27	51	5	56	23	2	25	3	1	4
5	48	4	52	54	3	57	1	0	1	4	1	5
6	45	3	48	59	2	61	26	3	29	22	2	24
7	9	1	10	31	3	34	38	10	48	34	0	34
8	30	3	33	51	9	60	35	0	35	2	2	4
9	32	1	33	97	23	120	88	7	95	58	9	67
10	49	14	63	30	3	33	49	12	61	5	2	7
11	30	3	33	26	0	26	43	1	44	9	2	11
12	27	10	37	65	1	66	5	8	13	11	2	13
13	90	30	120	29	1	30	32	11	43	15	0	15
14	58	10	68	22	3	25	44	7	51	42	3	45
15	24	4	28	33	1	34	7	3	10	36	17	53
16	66	11	77	81	22	103	5	0	5	22	3	25
17	20	0	20	50	0	50	25	8	33	28	4	32
18	30	2	32	35	1	36	12	0	12	17	1	18

Cuadro 5. Continuación.

Híbridos UF-221 x IMC-67

	Rep. I		Rep. II		Rep. III		Rep. IV					
	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales			
Arbol 1	39	5	44	36	3	39	27	4	31	62	22	84
2	32	4	36	54	5	59	11	0	11	49	5	54
3	5	0	5	32	3	35	20	2	22	45	3	48
4	40	29	69	46	4	50	57	10	67	64	15	79
5	64	8	72	28	6	34	68	4	72	17	7	24
6	25	10	35	20	13	33	86	8	94	25	2	27
7	39	13	52	22	1	23	14	6	20	5	0	5
8	28	9	37	16	1	17	4	2	6	20	3	23
9	18	1	19	13	4	17	48	3	51	19	9	28
10	15	13	28	48	3	51	70	20	90	16	9	25
11	14	10	24	13	2	15	41	5	46	55	1	56
12	46	3	49	24	0	24	37	0	37	12	2	14
13	12	0	12	55	4	59	19	3	22	29	2	31
14	34	5	39	18	2	20	24	6	30	11	0	11
15	31	12	43	31	3	34	12	2	14	5	3	8
16	44	12	56	24	5	29	22	3	25	20	1	21
17	34	5	39	74	5	79	12	0	12	35	5	40
18	35	11	46	26	5	31	25	11	36	17	0	17

Cuadro 5. Continuación.

Híbridos UF-613 x Catongó

Arbol	Rep. I		Rep. II		Rep. III		Rep. IV		Totales		
	Sanas	Enfermas	Sanas	Enfermas	Sanas	Enfermas	Sanas	Enfermas			
1	1	0	18	0	18	35	2	37	99	8	107
2	17	0	20	0	20	24	1	25	16	0	16
3	4	0	26	4	30	50	8	58	29	9	38
4	19	8	27	7	25	36	1	37	16	2	18
5	15	5	47	6	53	41	5	46	36	3	39
6	22	1	23	1	22	20	1	21	30	0	30
7	5	0	59	8	67	2	0	2	43	2	45
8	10	1	39	5	44	59	2	61	49	0	49
9	46	8	23	10	33	46	7	53	55	2	57
10	29	10	7	5	12	77	13	90	22	5	27
11	30	5	41	3	44	74	3	77	25	0	25
12	13	0	22	0	24	56	0	56	26	0	26
13	20	0	27	8	35	12	2	14	17	2	19
14	12	0	14	10	24	40	0	40	39	2	41
15	11	4	49	2	51	24	1	25	74	3	77
16	48	3	38	2	40	67	1	68	59	7	66
17	15	0	40	1	41	29	0	29	47	0	47
18	30	6	59	0	59	98	2	100	9	1	10

Cuadro 5. Continuación.

Híbridos UF-667 x IMC-67

	Rep. I			Rep. II			Rep. III			Rep. IV		
	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales
Arbol 1	28	11	39	24	0	24	39	3	42	50	5	55
2	60	5	65	53	15	68	40	7	47	20	1	21
3	71	21	92	19	2	21	30	12	42	7	1	8
4	117	29	146	41	5	46	17	1	18	18	9	27
5	9	1	10	6	0	6	33	2	35	48	4	52
6	9	4	13	33	5	38	39	11	50	45	3	48
7	41	11	52	23	0	23	0	2	2	9	1	10
8	29	0	29	---	---	---	31	0	31	30	3	33
9	49	11	60	8	4	12	18	2	20	32	1	33
10	18	9	27	10	0	10	9	1	10	49	14	63
11	2	0	2	14	0	14	29	5	34	30	3	33
12	31	14	45	2	0	2	32	6	38	27	10	37
13	56	9	65	44	1	45	162	13	175	90	30	120
14	11	6	17	6	2	8	---	---	---	58	10	68
15	15	6	21	1	0	1	34	8	42	24	4	28
16	23	2	25	38	2	40	40	12	52	66	11	77
17	8	0	8	45	5	50	4	0	4	20	0	20
18	16	0	16	9	0	9	25	5	30	30	2	32

Cuadro 5. Continuación.

Árbol	Híbridos UF-29 x R-2											
	Rep. I			Rep. II			Rep. III			Rep. IV		
	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales	Sanas	Enfermas	Totales
1	31	1	32	139	2	141	26	1	27	50	5	55
2	34	4	38	22	11	33	24	0	24	34	0	34
3	24	6	30	46	6	52	25	2	27	54	1	55
4	47	5	52	14	2	16	19	0	19	3	1	4
5	28	2	30	18	2	20	--	--	--	11	0	11
6	34	1	35	5	0	5	15	0	15	91	2	93
7	54	5	59	11	0	11	3	0	3	51	0	51
8	8	6	14	9	0	9	8	2	10	7	1	8
9	--	--	--	20	2	22	16	1	17	50	0	50
10	7	1	8	22	4	26	5	1	6	53	6	59
11	36	4	40	--	--	--	3	0	3	25	3	28
12	71	2	73	26	1	27	66	12	78	--	--	--
13	10	4	14	9	5	14	9	0	9	21	1	22
14	53	4	57	14	7	21	30	3	33	--	--	--
15	--	--	--	6	1	7	17	4	21	49	2	51
16	15	1	16	--	--	--	1	0	1	31	1	32
17	24	1	25	--	--	--	--	--	--	29	3	32
18	28	3	31	--	--	--	36	1	37	52	19	71

Cuadro 6. Análisis de variancia de los valores angulares correspondientes a los porcentajes de mazorcas enfermas (promedios de cinco años) de nueve híbridos del Experimento La Lola No. 18.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. calc.	F. tab.
Híbridos	8	342,03	42,75	4,37 ^{xx}	3,36
Repeticiones	3	118,83	39,61	4,05 ^x	3,01
Error	24	234,82	9,78		

Prueba de Duncan

UF-221 x IMC-67 (S x S)	=	19,87 a ^x
Pound 12 x R-2 (S x S)	=	19,33 a
UF-676 x IMC-67 (S x S)	=	18,65 ab
UF-667 x IMC-67 (S x S)	=	17,71 ab
Catongo x Pound-12 (R x S)	=	15,30 ab
UF-29 x IMC-67 (R x S)	=	15,02 ab
UF-29 x R-2 (R x S)	=	14,87 ab
UF-613 x Catongo (R x R)	=	13,63 bc
UF-29 x Catongo (R x R)	=	9,58 c

^xPromedios con letras iguales no son significativamente diferentes al nivel del 5 por ciento de probabilidad.

S = Susceptible R = resistente.

Cuadro 7. Análisis de variancia de los diámetros promedios (transformados a logaritmos de $X + 1$), al sexto día de la inoculación, en los diez clones probados.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma cuadrados	Cuadrados medios	F. calc.	F. tab. 0,01
Clones	9	33,58	3,73	3,52 ^{NR}	2,62
Error	90	95,48	1,06		
Total	99	129,06			

Prueba de Duncan

Pound-12 = 0,805 a ⁺	R-2 = 0,478 bc
IMC-67 = 0,680 ab	UF-221 = 0,456 bc
UF-667 = 0,541 abc	UF-613 = 0,357 bcd
UF-676 = 0,528 abc	Catongo = 0,244 cd
UF-29 = 0,509 abc	CC-42 = 0,145 d

⁺ Promedios con letras similares no difieren significativamente al nivel del 5 por ciento de probabilidad.

Cuadro 8. Análisis de variancia de los promedios del tamaño de lesión, seis días después de la inoculación de las mazorcas con *P. palmivora*, con datos transformados a $\log. (X + 1)$, en los nueve híbridos y tres grupos de resistencia utilizados en el Experimento No. 18.

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F. calc.	F. tab. 5%
Híbridos	8	0,0419	0,0052	0,47	3,20
Grupos de resistencia	2	0,1232	0,0616	5,55*	3,63
Error	16	0,1770	0,0111		
Total	26	0,3421			

Cuadro 9. Comparación de la resistencia de campo promedio y el tamaño promedio de las lesiones a los seis días de inoculadas las mazorcas (datos transformados) en siete clones del Experimento La Lola No. 8.

Clones	Resistencia de campo (Porcentaje de mazorcas enfermas anual).	Tamaño promedio de lesiones (Inoculación artificial).
CC-42	3,3	0,145
UF-29	6,8	0,509
UF-613.	10,0	0,357
UF-221	15,6	0,456
R-2	19,2	0,478
UF-676	20,3	0,528
UF-667	18,2	0,541