

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DEL GRADO DE RESISTENCIA A LA PUDRICION
NEGRA DEL CACAO PHYTOPHTHORA PALMIVORA BUTL; EN DIEZ
CLONES DE LA SELECCION GUATEMALA

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

EDUARDO LOPEZ OROXOM

En el acto de su Investidura como

INGENIERO AGRONOMO

en el Grado Académico de

Licenciado en Ciencias Agrícolas

Guatemala, marzo de 1987

VL
01
T(978)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR: RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL CUARTO:	Br. Luis Molina Monterroso
VOCAL QUINTO:	T. U. Carlos E. Méndez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO:	Dr. Antonio Sandoval
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Salvador Castillo
	Ing. Agr. Carlos Echeverría
	Ing. Agr. Eduviges Ortuño J.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos Salcedo Z.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....
.....

12 de Marzo de 1987.

Ing. Agr. César Castañeda S.
Decano de la
Facultad de Agronomía.

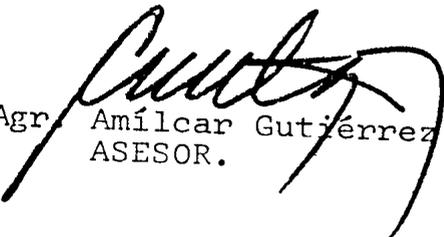
Señor Decano:

Por medio de la presente le comunico que he concluído el asesoramiento y la revisión del escrito del trabajo de investigación "EVALUACION DEL GRADO DE -- RESISTENCIA A LA PUDRICION NEGRA DEL CACAO Phytophthora palmivora Butl. EN DIEZ CIONES DE LA SELECCION GUATEMALA", realizado por el estudiante Eduardo López Oroxóm, Carnet No. 16561.

Este trabajo reúne las cualidades requeridas y constituye además un interesante aporte al mejoramiento del cultivo del cacao, por lo que solicito su aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr.  Amílcar Gutiérrez A.
ASESOR.

cc: Archivo.
AGA:bsc.

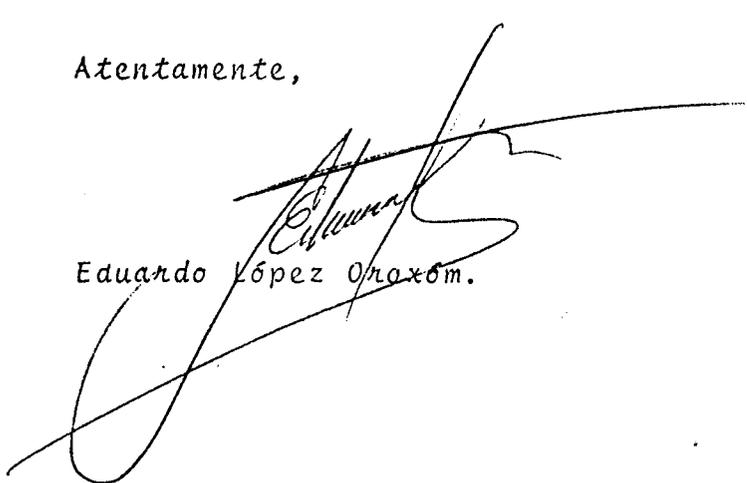
Guatemala, Agosto de 1,986.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo estipulado en los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración, mi trabajo de Tesis titulado "EVALUACION DEL GRADO DE RESISTENCIA A LA PUDRICION NEGRA DEL CACAO Phytophthora palmívora; EN DIEZ CLONES DE LA SELECCION GUATEMALA", previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sin otro particular me es grato suscribirme,

Atentamente,



Eduardo López Ordoñez.

TESIS QUE DEDICO A:

Quetzaltenango
Facultad de Agronomía
Estación de Fomento "Los Brillantes"

ESPECIALMENTE

Ing. Agr. Carlos de León Prera
Ing. Agr. Julio Alfredo Trejo Rodríguez
Ing. Agr. Luis Alberto Barrera del Cid
T.P.A. Leonel Waldemar Velásquez

REGONOCIMIENTO

A mi Asesor Ing. Agr. Amilcar Gutiérrez, por su valiosa dirección y estímulo en la elaboración de la presente tesis.

A el Ing. Agr. Carlos de León Prera

Al personal de campo de la Estación de Fomento "Los Brillantes", en donde se realizó el trabajo para su elaboración.

DEDICO ESTE ACTO A:

DIOS

MIS PADRES:

Guadalupe López Mejía
Berta Oroxóm de López

MI ESPOSA:

Liliana Hurtado de López

MI HIJO:

Eduardo de Jesús

MIS HERMANOS:

Isaias Enrique, Israel
Angelina Graciela y Beatriz

MI ABUELITA:

Margarita V. de Oroxóm

MIS FAMILIARES

MIS AMIGOS

CONTENIDO

Capítulo		Página
	RESUMEN	1
I	INTRODUCCION	3
II	HIPOTESIS	5
III	OBJETIVO	6
IV	REVISION DE LITERATURA	7
V	MATERIALES Y METODOS	14
VI	RESULTADOS	20
VII	DISCUSION	31
VIII	CONCLUSIONES	33
IX	RECOMENDACIONES	34
X	BIBLIOGRAFIA	35
XI	ANEXOS	37

RESUMEN

En Guatemala se ha venido incrementando la siembra del cultivo del Cacao Theobroma cacao L. ya que es un cultivo que se presenta como una alternativa para una extensa mayoría de agricultores.

Es necesario producir plantas que sean resistentes a la enfermedad pudrición negra del fruto incitada por Phytophthora palmivora Butl considerada como una de las principales enfermedades del país.

Actualmente dentro de las alternativas en cuanto al control integrado de la enfermedad, se encuentra la resistencia clonal, ya que la mayoría de cultivares de cacao en el mundo son en mayor o menor grado susceptibles a Phytophthora palmivora Butl, y no se dispone de cultivos inmunes. El presente trabajo se evaluó la resistencia de 10 clones de la Selección Guatemala (SGU), a la enfermedad pudrición negra, en el Jardín Clonal de Cacao.

En el estudio se consideró necesario utilizar clones SGU, dentro de 31 clones, se seleccionaron únicamente 10, tomándose 10 árboles por clón y de cada árbol se consideraron 5 frutos de cuatro meses de edad que sumaron un total de 500 mazorcas.

El diseño que se empleó fue completamente al azar, con sub-muestreos con diez repeticiones y cinco sub-muestreos.

Para la toma de datos, cada dos días realizaron observaciones para ver el desarrollo de la enfermedad, determinándose el diámetro del creci

miento del hongo en forma horizontal, así como vertical en la superficie del fruto.

Los resultados del porcentaje de área necrosada por Phytophthora palmivora Butl; en los frutos se agruparon de acuerdo con las fechas de lectura a partir de los siete días, nueve, once, trece, quince, diez y siete, diez y nueve, veintiuno, veintitres a veinticinco días después de la inoculación, registrándose los porcentajes de la superficie del fruto que había sido afectado por la enfermedad.

Debido a que la severidad observada en todos los clones a los siete días después de la inoculación fue similar, se infiere que no existe resistencia a la penetración de Phytophthora palmivora Butl.

La severidad de la enfermedad se manifestó de diferente manera en los clones hasta los 17 días después de la inoculación, observándose diferencias estadísticamente significativas al desarrollo de la infección de Phytophthora palmivora Butl; pasados los 17 días todos los clones fueron igualmente susceptibles.

Los frutos de los clones: SGU-1, SGU-67, SGU-68, SGU-72, SGU-73 y SGU-85, exhibieron cierto grado de resistencia al desarrollo de la infección. El resto fueron susceptibles al patógeno.

I. INTRODUCCION

Guatemala tiene condiciones apropiadas para el cultivo de cacao -- Theobroma cacao Butl. Las zonas potenciales se encuentran en el Sur Occidente y norte del país.

En los últimos años se ha incrementado la siembra del cultivo y se presenta como alternativa para una gran mayoría de agricultores.

La extensión sembrada en el país es de 4,000 Has; con un rendimiento de 45,000 quintales (9) las cuales se ven afectadas por diferentes causas y entre las cuales tenemos las plagas insectiles y las incitadas por patógenos naturales.

Significativamente económica es la enfermedad, Pudrición Negra del fruto incitada por Phytophthora palmivora Butl; que se considera como la principal enfermedad para las zonas cacaoteras del país.

Actualmente dentro de las alternativas para el control de la enfermedad se encuentra la resistencia varietal, dado a que la mayoría de los cultivares de cacao en el mundo son en mayor o menor grado susceptibles a Phytophthora palmivora y hasta ahora no se dispone de cultivares inmunes.

Guatemala por considerarse un centro de origen del cacao, indudablemente posee una gran variabilidad genética en sus materiales, por lo que se supone existen clones con alto grado de resistencia a Phytophthora palmivora; con la obtención de estos materiales se estaría reduciendo el

uso de fungicidas.

Por carecer de información y estudios, no se ha evaluado seriamente el comportamiento de los clones a la enfermedad.

En el presente trabajo se evaluó la resistencia de 10 clones de la Selección Guatemala (SGU) a la enfermedad Pudrición Negra, en la Estación de Fomento "Los Brillantes", durante el mes de enero de 1985.

II. HIPOTESIS

Los clones de cacao en estudio no presentan resistencia a la enfermedad pudrición Negra de la Mazorca, incitada por el hongo Phytophthora palmivora Butl.

III. OBJETIVO

Determinar la resistencia de los frutos en 10 clones de cacao de la Selección Guatemala (SGU) a Phytophthora palmivora Butl.

IV. REVISION DE LITERATURA

1. BIOLOGIA DEL HONGO. Phytophthora palmivora (Butl)

Pertenece al grupo de los ficomicetes, por lo tanto el micelio es cenocítico o hialino, con hifas ramificadas y crecimiento indeterminado.

Una vez producida la infección en el hospedero, los esporangiosforos surgen de las hojas, así como del tronco y frutos (22).

Los esporangiosforos son hialinos, ramificados e indeterminados, a la vez los zoosporangios son de pared delgada, ovales y hialinos con una papila ápical. Los zoosporangios suelen encontrarse situados en los ápices de cada una de las ramificaciones y al aproximarse la madurez, el ápice de las ramas se hinchan ligeramente. Prolifera y hace girar hacia un lado el zoosporangio a ella ligado mientras continúa el crecimiento en la longitud del esporangiosforo (22).

Una hifa fructífera se caracteriza por los engrosamientos periódicos que indican los puntos en los que se ha verificado la esporulación.

El contenido de un zoosporangio se fragmenta para dar lugar a la formación de 8 ó más zoosporas biciliadas que emergen en grupo o individualmente, los flagelos presentan estructuras de aspecto parecido a las paletas de un remo, en sus extremos uno de los flagelos es ciliado, mientras que el otro no lo es, después de escasos minutos de movilidad las zoosporas quedan inmóviles y germinan por medio de tubos germinativos. (16)

Los zoosporangios una vez formados, se desprenden con facilidad y son transportados por el aire, las condiciones que favorecen la producción de zoosporangios, su diseminación y la infección son las que determinan la extensión e importancia de los brotes epidémicos (18).

Los propágulos activos zoosporangios, germinan directamente en agua libre y a una temperatura superior a 28°C; por debajo de esta temperatura, germinan indirectamente por la formación interna de 12 a 20 zoosporas inmóviles que son liberadas (13).

Los zoosporangios se forman a partir de un mínimo de humedad relativa del 91%, con un óptimo de 100%, y en un intervalo de temperatura de 12° a 26°C, con un óptimo de 18° a 22°C, los zoosporangios formados a 15°C; alcanzan un máximo de formación de zoosporas, en condiciones favorables de temperatura, de una a dos horas; las formadas a 25°C; necesitan de cinco a siete horas para alcanzar este máximo (13).

La temperatura óptima para la formación de zoosporas es de 12°C, y para la formación de tubos germinativos a partir de los zoosporangios es de 25°C. Las zoosporas germinan con mayor rapidez entre los 12° a 15°C. (4).

Después de la germinación, los tubos germinativos de las zoosporas crecen mejor entre los 21° a 24°C; por lo tanto las noches húmedas favorecen la rápida acumulación del inóculo (4).

2. DISEMINACION Y SINTOMAS DE LA ENFERMEDAD

2.1 DISEMINACION:

El progreso de la enfermedad dentro de la plantación se realiza de dos formas:

Diseminación en forma Vertical:

Dentro del árbol individual, la diseminación del patógeno toma lugar

en forma ascendente y descendente por el contacto entre mazorcas enfermas y sanas, movimientos de agua y actividades de insectos especialmente hormigas (6).

2.2 DISEMINACION EN FORMA HORIZONTAL

Entre árboles vecinos o entre parcelas vecinas, es facilitada por el viento, insectos y otros animales (6).

El hongo Phytophthora palmivora Butl: no solamente ocasiona podredumbre en las mazorcas en donde el daño es significativo económicamente, si no también necrosia en el tronco, ramas y follaje, donde en ocasiones la enfermedad no toma importancia a excepción de plantas en vivero (6).

Rorer J. B. fue el primero en demostrar en 1910 que estos tres síntomas son ocasionados por el mismo patógeno.

Phytophthora palmivora Butl; penetra a través de los estomas, heridas naturales o directamente por la epidermis, según Tarjot citado por Frias, el hongo penetra en igual forma, en cultivares resistentes como susceptibles, sin embargo, en los primeros pueden permanecer largos períodos antes de que ocurra la necrosis o definitivamente degenera y muera, la penetración de zoosporangios y posterior liberación de zoosporas, dependen de la naturaleza del sustrato y de factores ambientales como: luz, temperatura, humedad y aireación (6).

2.3 SINTOMAS

La infección de la mazorca puede producirse en cualquier etapa de su desarrollo y en cualquier parte de su superficie, normalmente pueden evidenciarse tres formas de infección del patógeno en la mazorca (8).

a) En el ápice de la mazorca:

Suelen evidenciarse pequeñas manchas color castaño, que avanzan hacia el centro de la misma. Esta infección típica es producto de la suspensión de zoosporangios en la gota de agua que se forman en el ápice de la mazorca durante las horas de mucha humedad o de constantes lluvias. (18).

b) En la depresión del pedúnculo:

En la depresión alrededor del pedúnculo se inician los mismos síntomas, manchas pardo rojizas, que avanzan hacia el centro, debido a la acumulación de zoosporangios, en la depresión de la mazorca en esa parte (18).

c) Zona ecuatorial de la mazorca:

En la parte media de la mazorca suele aparecer una mancha pequeña - irregular de color castaño o pardo rojizo, que paulatinamente va extendiéndose en longitud y profundidad (18).

La mancha al generalizarse en pocos días puede destruir toda la mazorca. Bajo condiciones de humedad alta se puede apreciar un crecimiento débil de esporangioforos del hongo sobre la superficie de las partes afectadas de color blanco y en esos mismos filamentos una serie de "gotitas de agua" que contienen enormes cantidades de zoosporangios (14).

El interior de la mazorca es destruido con el tiempo en forma parcial o total por una podredumbre de colocación negra (14).

La lesión o llaga de Phytophthora palmivora Butl; en la corteza del tronco del árbol de cacao se presenta primeramente como un desquebrajamiento de la corteza, húmedo de color oscuro, de donde emana una exudación de color rojizo pardo; el hongo se extiende rápidamente hasta ocasionar atrofia en los vasos de conducción debido a las toxinas del patógeno (18).

Los síntomas en el follaje:

Se inician ligeramente manchas irregulares de color pardo rojizo con halos rosados en hojas tiernas y chupones, las manchas se inician en el ápice o bordes de la misma, paulatinamente la necrosis se generaliza ocasionando la marchitez y debilitamiento de la planta (10).

3. MEDIDAS DE CONTROL

Los métodos que en la actualidad se recomiendan para el control de la mazorca negra incluyen:

- a) Remoción de mazorcas enfermas y momificadas en el árbol y suelo.
- b) Recolección de frutos a intervalos cortos.
- c) Aspersión de fungicidas cúpricos preferentemente aplicación de Caldo Bordelés (6).

Hardy Frederick cita que las atomizaciones se han llevado a cabo mayormente con Caldo Bordeles aplicado a cierto volumen, a intervalos regulares durante el año, sin tomar en cuenta fluctuaciones con la lluvia. (10).

Una serie de pruebas con fungicidas a cabo en Costa Rica, han indicado que el Caldo Bordeles, es superior a otros fungicidas, cuando se aplica en alto volumen, pero el óxido de cobre aplicado con adherente mostró ser altamente eficaz (10).

En estudios recientes el óxido de cobre y otros cúpricos aplicados a bajo volumen, han dado resultados promisorios (10,18).

Según Enriquez G. A. y Soria J. (2) puede recomendarse el procedimiento siguiente:

- Cosecha a intervalos cortos y retirar todas las mazorcas infectadas en los árboles y de la plantación.

- No abrir las mazorcas dentro de la plantación y no hacer en ella montones de cáscaras viejas.
- Prácticas de un programa de aspersiones de alto y bajo volumen, según las circunstancias y la preferencia del agricultor.

La elaboración de un programa adecuado de aspersiones para una zona en particular, sólo puede hacerse cuando se le conoce bien.

- a) Bajo condiciones de abundante lluvia y temperatura relativamente baja, hacer aplicaciones frecuentes de fungicidas a diferentes intervalos.
- b) Cuando la temperatura sea de 25°C (77°F) o superior con lluvias contínuas, alargar a 2 meses los intervalos entre aplicaciones.
- c) Durante los períodos secos o calurosos suspender las aspersiones.

RESISTENCIA A LA ENFERMEDAD:

En vista del poco éxito obtenido en el uso de plaguicidas en la mayoría de las enfermedades y alto costo de los mismos, para su uso en el control particularmente de Phytophthora palmivora Butl, entre los pequeños agricultores (particularmente en épocas de precios altos), en varios países se han hecho esfuerzos por seleccionar material resistente a esta enfermedad para usarlos en programas de mejoramiento genético.

Se seleccionan los árboles que muestran resistencia o tolerancia a la enfermedad, bajo condiciones de infección natural o por medios artificiales, en general a la intensidad de esporulación de Phytophthora palmivora Butl. (6)

Las formas de resistencia al patógeno pueden ser:

- a) Resistencia a penetración de patógeno.

- b) Resistencia al desarrollo de la infección, después de establecida - la penetración.

Estas dos formas de resistencia concuerdan con las definiciones de Rodríguez (10).

Hardy (10) informa que mediante pruebas de inoculación artificial - con suspensión de zoosporas, los cultivares: SCA-6, UF-613, EEG-8 y GAS-1, son altamente resistentes a la penetración del patógeno.

Las investigaciones actuales están dirigidas hacia la selección de cultivares altamente resistentes y al estudio posterior de sus descendientes que son producto del cruce con genotipos de alta producción.

V. MATERIALES Y METODOS

1. UBICACION DEL EXPERIMENTO

El experimento se instaló en la Estación de Fomento "Los Brillantes" de la Dirección General de Servicios Agrícolas DIGESA, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Santa Cruz Muluá, Retalhuleu, del 1o. al 30 de enero de 1,985.

COORDENADAS GEOGRAFICAS

Longitud	91° 38'
Latitud	14° 34'
Altitud	345 metros
Temperatura máxima	35° C
Temperatura mínima	20° C'
Clima	Cálido tropical húmedo (Holdridge)
Vientos	10 kms/hora, con dirección dominante NNE/SSO
Hora luz	9.6 horas

SUELOS

Desde el punto de vista de su origen, poco profundos en terrenos inclinados, bien drenados de origen volcánico, clase Samayac (7).

CLASE AGROLOGICA

Bajo el punto de vista de su vocación agrícola, clase I, con 0.05%,

suelo drenado, franco arcilloso, de color negro, con buena cantidad de potasio y nutrientes (7).

USO ACTUAL

Por orden de prioridad: Hule, Cacao, Cítricos, Mango, Jocote Marañón, Papaya, Piña y otros.

HIDROLOGIA

Precipitación anual	3,927.8 mm
Humedad relativa máxima	70.5 %
Humedad relativa mínima	36.5 %

CLIMA

Se caracterizó por tener dos estaciones bien definidas, muy seca de noviembre - abril, y muy húmeda de mayo - octubre.

La temperatura ambiental en el Jardín de multiplicación, promedio de la mínima fue de 14.8°C y promedio de la máxima fue de 28.3°C (7).

2. MATERIAL EXPERIMENTAL

2.1 JARDIN CLONAL

Para el estudio se consideró necesario utilizar clones Guatemaltecos SGU. Dentro de los 31 clones, se seleccionaron únicamente 10, tomándose 10 árboles por clón y de cada árbol se consideraron 5 frutos de cuatro meses de edad que sumaron un total de 500 mazorcas de cacao.

El resto de clones deberán evaluarse en estudios posteriores. El diseño que se empleó fue completamente al azar, con submuestreo, diez tratamientos, diez repeticiones y cinco submuestras.

Los clones que fueron evaluados son los siguientes:

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. SGU - 2 | 6. SGU - 67 |
| 2. SGU - 4 | 7. SGU - 68 |
| 3. SGU - 20 | 8. SGU - 72 |
| 4. SGU - 53 | 9. SGU - 73 |
| 5. SGU - 60 | 10. SGU - 85 |

3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.1 PREPARACION DEL INOCULO DE Phytophthora palmivora Butl:

Con el propósito de obtener inóculo de distintos microclimas, se obtuvieron muestras representativas de frutos o mazorcas enfermas en dos localidades:

Estación de Fomento "Los Brillantes" y San Antonio Suchitepéquez.

Para el aislamiento de Phytophthora palmivora Butl, se procedió a hacer siembras de partes enfermas o donde hubiera iniciado la lesión, en el medio de Jugo de tomate, Agar (Jugo de tomate 200 ml, Agar 18 gr y -- Ca Co₃ 3 gramos por litro de agua).

Para el desarrollo de cuerpos fructíferos del patógeno, las cajas de petri ya sembradas bajo condiciones de asepsia, fueron trasladadas a una incubadora a 28°C. hasta obtener desarrollo de micelio y cuerpos fructíferos; lo cual se comprobó a través del estereoscopio y montajes al microscópio.

Para determinar la concentración del patógeno, se utilizó una cámara de conteo y bajo el microscópio se determinó la presencia de esporangios/ml. de cultivo.

3.2 INOCULACION DE FRUTOS DE PLANTAS ADULTAS EN EL JARDIN CLONAL:

En los 10 árboles escogidos para cada clón, cinco frutos de cuatro meses de edad fueron seleccionados. Debido a que en dos oportunidades - la polinización artificial (manual) no fue exitosa, se usaron frutos obtenidos mediante polinización libre.

Para la inoculación los frutos no fueron separados del árbol ni se les ocasionó lesión alguna.

Se utilizaron anillos de plasticina en tres puntos del ecuador de la mazorca, con el espacio suficiente para recibir gotas del inóculo de Phytophthora palmivora Butl de concentración conocida. Doce horas antes de inocular, los frutos se introdujeron en bolsas plásticas transparentes de 15 x 18 pulgadas de tamaño, conteniéndolo en su fondo 10 ml de agua destilada estéril y con agujeros que permitían la entrada de aire, quedando así el fruto en un microclima adecuado.

La inoculación se realizó colocando con un gotero 0.1 ml de la solución de concentración 2×10^5 esporangios/ml. dentro de los anillos de plasticina, luego se cerraron las bolsas plásticas amarrándolas con cáñamo.

3.3 TOMA DE DATOS PARA EVALUAR LA RESISTENCIA

El ensayo duró 30 días y cada 2 días se realizaron observaciones para ver el desarrollo de la enfermedad.

Se tomaron datos del diámetro del crecimiento del hongo en forma horizontal y vertical en la superficie del fruto.

Estas mediciones se utilizaron para determinar el porcentaje de la superficie del fruto que había sido afectado por Phytophthora palmivora Butl.

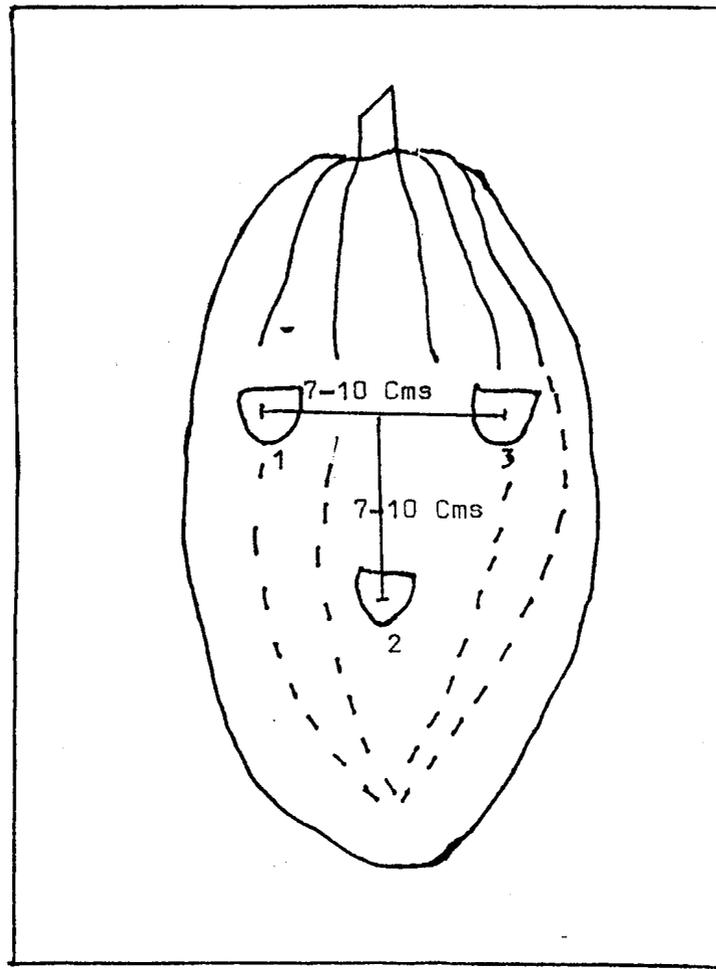


Figura No. 1. Ubicación de los tres puntos de inoculación en la zona ecuatorial de la mazorca de cacao.

3.4 DISEÑO DE LA PRUEBA

El presente trabajo se realizó siguiendo el diseño completamente al azar, con sub-muestreo, diez tratamientos, diez repeticiones y cinco sub muestreos.

Yijk	=	M	+	Ti	+	Eij	+	2	Nijk
L	=			1,2	.	.	.	.	10
J	=			1,2	.	.	.	.	10
K	=			1,2	.	.	.	.	5

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Material T - 1	9
E E X (r - 1)	90
E M (L - 1)	400
Total (rt - 1)	499

- Yijk = Ver respuesta
- M = Media poblacional
- Ti = Efecto tratamiento
- Eij = Error experimental
- Nijk = Error de muestreo

3.5 ANALISIS DE LOS DATOS

Los datos del porcentaje del área necrosada ocasionada por Phytophthora palmivora Butl; en los frutos, se sometieron a un análisis de varianza y posteriormente cuando hubo significancia, se usó la prueba de comparación de medias de TUKEY.

Previo al análisis de varianza los datos fueron transformados mediante $\sqrt{X + 1}$

VI. RESULTADOS

1. PORCENTAJE DE AREA NECROSADA POR PHYTOPHTHORA PALMIVORA BUTL EN LOS FRUTOS

En el cuadro No. 1, se presentan los resultados de las medias de porcentaje de infección de los frutos de los 10 clones de cacao evaluados - se agrupan de acuerdo con las fechas de lectura, a partir de los 7 días después de la inoculación, hasta los 25 días después cuando se efectuó la última lectura.

CUADRO No. 1 = Medias del % de infección de frutos de cacao de 10 clones SGU, evaluados por su resistencia a Phytophthora palmivora, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25 días después de la inoculación

C L O N	% DE INFECCION DIAS DESPUES DE LA INOCULACION									
	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
SGU- 2	2.64	4.05	5.56	7.16	8.51	8.87	9.36	9.53	9.64	9.71
SGU- 4	2.75	4.41	7.36	8.60	9.29	9.65	9.80	9.84	9.87	9.87
SGU-20	2.72	4.58	6.16	7.70	8.76	8.25	9.63	9.65	9.83	9.87
SGU-53	2.71	4.66	6.21	7.63	8.32	8.63	9.38	9.56	9.64	9.68
SGU-60	2.60	4.39	6.10	7.91	8.52	9.24	9.60	9.99	9.87	9.87
SGU-67	9.67	3.91	5.48	7.41	8.30	9.15	9.62	9.85	9.91	9.96
SGU-68	1.96	3.33	4.85	6.05	7.15	8.06	8.73	9.07	9.25	9.29
SGU-72	1.88	3.24	4.80	6.12	7.45	8.26	8.78	9.16	9.33	9.34
SGU-73	2.20	3.37	4.89	6.24	7.56	8.50	9.07	9.47	9.59	9.67
SGU-85	2.58	3.66	4.91	6.22	7.36	8.43	9.15	9.57	9.82	9.87

1.1 AREA DEL FRUTO NECROSADO A LOS 7 DIAS DESPUES DE LA INOCULACION:

Los porcentajes de la superficie del fruto afectado por Phytophthora palmivora Butl, se presentan en el cuadro No. 1. Ver anexo.

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza correspondiente, del cual se incluye un resumen a continuación.

Análisis de varianza de los porcentajes del fruto de cacao afectado por Phytophthora palmivora a los 7 días después de la inoculación.

	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
C L O N E S	9	48.50	5.39	2.03	NS
ERROR MUESTRAL	400	669.32	1.67	0.63	
ERROR EXPERIMENTAL	81	214.85	2.65		
T O T A L	490	932.67			

En el cuadro No. 1, se puede ver las medias de las 50 mazorcas para cada clón evaluado a los siete días.

No existe diferencia significativa en el porcentaje de severidad de la enfermedad a los siete días, es decir que todos los clones se comportan de igual manera.

1.2 AREA DEL FRUTO NECROSADO A LOS NUEVE DIAS DESPUES DE LA INOCULACION

Se registraron los porcentajes de la superficie del fruto que había sido afectado por la enfermedad, los datos transformados por clón se presentan en el cuadro No. 2. Ver anexo.

Los datos transformados fueron sometidos al análisis de varianza correspondiente, del cual se incluye un resumen a continuación.

Análisis de varianza de los porcentajes del fruto de cacao afectado por Phytophthora palmivora a los nueve días después de la inoculación.

	G.L.	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
C L O N E S	9	223	24.78	5.34	+
ERROR MUESTRAL	400	1336.32	3.34	0.72	
ERROR EXPERIMENTAL	81	375.41	4.63		
T O T A L					

En el cuadro No. 1, se puede ver las medias de las 50 mazorcas para cada clón evaluado a los nueve días.

Al efectuar la comparación de medias se detectó que el clón SGU-2, es el que más desarrollo de la enfermedad ha permitido.

Los clones SGU-67, SGU-85, SGU-73, SGU-68 y SGU-72, en su orden se comportan con cierta resistencia a la enfermedad ya que exhiben menor área afectada.

El resumen de la prueba de Tukey, así como la significancia para cada lectura y el coeficiente de variación correspondiente puede verse en el cuadro No. 11. Ver anexo.

1.3 AREA DEL FRUTO NECROSADO A LOS ONCE DIAS DESPUES DE LA INOCULACION:

Se registraron los porcentajes de la superficie del fruto que había sido afectado por la enfermedad, los datos transformados por clón se presentan en el cuadro No. 3.

Los datos transformados fueron sometidos al análisis de varianza correspondiente, del cual se incluye un resumen a continuación:

Análisis de varianza de los porcentajes del fruto de cacao afectado por Phytophthora palmivora a los once días después de la inoculación.

	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
C L O N E S	9	310.24	34.47	4.71	+
ERROR MUESTRAL	400	1910.28	4.78	0.65	
ERROR EXPERIMENTAL	81	593.04	7.32		
T O T A L	490	2813.56			

En el cuadro No. 1, se puede ver las medias de las 50 mazorcas para cada clón evaluado a los once días.

Al efectuar la comparación de medias, se detectó que el clón SGU-2, sigue siendo el que mayor área necrosada presenta.

Los clones que tienen la misma tendencia son SGU-67, SGU-73, SGU-68 y SGU-72, los cuales han permitido menor desarrollo de la enfermedad. Ver cuadro No. 11.

1.4 AREA DEL FRUTO NECROSADO A LOS TRECE DIAS DESPUES DE LA INOCULACION

Se registraron los porcentajes de la superficie del fruto que había sido afectado por la enfermedad, los datos transformados por clón se presentan en el cuadro No. 4. Ver anexo.

Los datos transformados fueron sometidos al análisis de varianza correspondiente, del cual se incluye un resumen a continuación.

Análisis de varianza de los porcentajes del fruto de cacao afectado por Phytophthora palmivora a los trece días después de la inoculación

	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
C L O N E S	9	361.11	40.12	4.54	+
ERROR MUESTRAL	400	1982.70	4.96	0.56	
ERROR EXPERIMENTAL	81	715.87	8.84		
T O T A L	490	3059.68			

En el cuadro No. 1, se puede ver las medias de las 50 mazorcas, para cada clón evaluado a los trece días. Al efectuar la comparación de medias se detectó que el clón SGU-2, continúa siendo el de mayor desarrollo de la enfermedad, expresado como área necrosado en el fruto. El coeficiente de variación continúa disminuyendo.

Los clones que tienen la misma tendencia de menor desarrollo de la enfermedad son SGU-73, SGU-85, SGU-72 y SGU-68, pero el clón SGU-67, ha dejado de pertenecer al grupo con menor desarrollo.

1.5 AREA DEL FRUTO NECROSADO A LOS QUINCE DIAS DESPUES DE LA INOCULACION

Se registraron los porcentajes de la superficie del fruto que había sido afectado por la enfermedad, los datos transformados por clón se presentan en el cuadro No. 5. Ver anexo.

Los datos transformados fueron sometidos al análisis de varianza correspondiente, del cual se incluye un resumen a continuación.

Análisis de varianza de los porcentajes del fruto de cacao afectado por Phytophthora palmivora a los quince días después de la inoculación.

	G.L.	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
C L O N E S	9	221.35	24.59	3.85	+
ERROR MUESTRAL	400	1803.54	4.51	0.71	
ERROR EXPERIMENTAL	81	516.79	6.38		
T O T A L	490	2541.68			

En el cuadro No. 1, se puede ver las medias de las 50 mazorcas, para cada clón evaluado a los quince días.

Al efectuar la comparación de medias, se detectó que clón SGU-2, es el de mayor susceptibilidad. El coeficiente de variación a los quince días disminuye. Los clones SGU-73, SGU-72, SGU-85 y SGU-68, son los que presentan menor desarrollo de la enfermedad. Ver cuadro No. 11.

1.6 AREA DEL FRUTO NECROSADO A LOS DIEZ Y SIETE DIAS DESPUES DE LA INOCULACION:

Se registraron los porcentajes de la superficie del fruto que había sido afectado por la enfermedad, los datos transformados por clón se presentan en el cuadro No. 6. Ver anexo.

Los datos transformados fueron sometidos al análisis de varianza correspondiente, del cual se incluye un resumen a continuación.

Análisis de varianza de los porcentajes del fruto de cacao afectados por Phytophthora palmivora a los diez y siete días después de la inoculación.

	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
C L O N E S	9	117.78	13.09	2.49	+
ERROR MUESTRAL	400	1650.32	4.13	0.79	
ERROR EXPERIMENTAL	81	425.54	5.25		
T O T A L	490	2193.64			

En el cuadro No. 1 se puede ver las medias de las 50 mazorcas, para cada clón evaluado a los diez y siete días.

Al efectuar la comparación de medias, las diferencias en este momento son debidas únicamente al clón SGU-68, el cual ha sido el único de área necrosada significativamente inferior al resto de clones. El clón - SGU-2, es el de mayor área necrosada.

Los demás clones están en un comportamiento intermedio, al coeficiente de variación sigue con la misma tendencia de bajar. Ver cuadro No. 11.

1.7 AREA DEL FRUTO NECROSADO A LOS DIEZ Y NUEVE DIAS DESPUES DE LA INOCULACION:

Se registraron los porcentajes de la superficie del fruto que había sido afectado por la enfermedad, los datos transformados por clón se presentan en el cuadro No. 7. Ver anexo.

Los datos transformados fueron sometidos al análisis de varianza correspondiente, al cual se incluye un resumen a continuación.

Análisis de varianza de los porcentajes del fruto de cacao afectado por Phytophthora palmivora a los diez y nueve días después de la inoculación

	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
C L O N E S	9	61.74	6.86	1.90	+
ERROR MUESTRAL	400	1304.23	3.26	0.90	
ERROR EXPERIMENTAL	81	292.85	3.62		
T O T A L	490	1658.82			

En el cuadro No. 1, se puede ver las medias de las 50 mazorcas, para cada clón evaluado a los diez y nueve días.

No existe diferencia significativa en el porcentaje de severidad de la enfermedad a los diez y nueve días, es decir que todos los clones son igualmente susceptibles. Ver cuadro No. 11.

1.8 AREA DEL FRUTO NECROSADO A LOS VEINTIUN DIAS DESPUES DE LA INOCULACION:

Se registraron los porcentajes de la superficie del fruto que había sido afectado por la enfermedad, los datos transformados por clón se presentan en el cuadro No. 8. Ver anexo.

Los datos fueron transformados y sometidos al análisis de varianza correspondiente, del cual se incluye un resumen a continuación.

Análisis de varianza de los porcentajes del fruto de cacao afectado por Phytophthora palmivora a los veintiun días después de la inoculación.

	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
C L O N E S	9	39.54	4.39	1.56	NS
ERROR MUESTRAL	400	1111.04	2.78	0.98	
ERROR EXPERIMENTAL	81	228.86	2.83		
T O T A L	490	1379.44			

En el cuadro No. 1, se puede ver las medias de las 50 mazorcas para cada clón evaluado a los veintiun días.

No existe diferencia significativa en el porcentaje de severidad de la enfermedad a los veintiun días. Todos los clones tienen el mismo comportamiento. Ver cuadro No. 11.

1.9 AREA DEL FRUTO NECROSADO A LOS VEINTITRES DIAS DESPUES DE LA INOCULACION:

Se registraron los porcentajes de la superficie del fruto que había sido afectado por la enfermedad, los datos transformados por clón se presentan en el cuadro No. 9. Ver anexo.

Los datos transformados fueron sometidos al análisis de varianza correspondiente, del cual se incluye un resumen a continuación.

Análisis de varianza de los porcentajes del fruto de cacao afectado por Phytophthora palmivora a los veintitres días después de la inoculación.

	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
C L O N E S	9	24.56	2.73	0.92	+
ERROR MUESTRAL	400	1128.06	2.82	0.95	
ERROR EXPERIMENTAL	81	239.45	2.96		
T O T A L	490	1392.01			

En el cuadro No. 1, se puede ver las medias de las 50 mazorcas, para cada clón evaluado a los veintitres días.

No existe diferencia significativa, por lo cual no se realizó la prueba de comparación de medias.

A los veintitres días después de la inoculación, los frutos de todos los clones presentan similar comportamiento en cuanto a severidad de Phytophthora palmivora Butl. Ver cuadro No. 11.

1.10 AREA DEL FRUTO NECROSADO A LOS VEINTICINCO DIAS DESPUES DE LA INOCULACION:

Se registraron los porcentajes de la superficie del fruto que había sido afectado por la enfermedad. Los datos transformados por el clón se presentan en el cuadro No. 10. Ver anexo.

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza correspondiente, del cual se incluye un resumen a continuación.

Análisis de varianza de los porcentajes del fruto de cacao afectado por Phytophthora palmivora Butl; a los veinticinco días después de la inoculación.

	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
C L O N E S	9	23.81	2.65	0.92	NS
ERROR MUESTRAL	400	1117.85	2.79	0.97	
ERROR EXPERIMENTAL	81	234.00	2.89		
T O T A L	490	1375.66			

En el cuadro No. 1, se puede ver las medias de las 50 mazorcas para cada clón evaluado a los veinticinco días después de la inoculación, no existe diferencia significativa en la resistencia mostrada por los frutos de todos los clones a la enfermedad. Ver cuadro No. 11.

VII. DISCUSION

En base a los resultados obtenidos en este trabajo se puede expresar que hubo diferencia en la resistencia al desarrollo de la infección, en los diez clones que se evaluaron.

De acuerdo con anteriores investigaciones (4, 6, 18), en que se mide el desarrollo de las lesiones al séptimo día, después de la inoculación se puede observar que a partir del séptimo día hasta el diez y siete día después de la inoculación hubo diferencias estadísticamente, pero al transcurrir los días se pierde la mazorca, necrosándose completamente por el hongo que colonizó los tejidos externos o superficiales.

Aunque no se pudo evaluar el daño interno se supone que éste ocurrió con mayor intensidad a medida que el necrosamiento externo fue incrementándose, la diferencia en la resistencia durante esos diez días, puede aprovecharse para elaborar un programa adecuado de manejo que incluya aspersiones con productos cúpricos y eliminación de frutos enfermos para el control de Phytophthora palmivora, para que la pérdida se reduzca a porcentajes bajos y como consecuencia el cultivo sea más rentable.

No hubo resistencia a la penetración de Phytophthora palmivora, en la inoculación artificial de mazorcas de cuatro meses de edad, obtenidas de polinización cruzada.

Aunque hubo mazorcas que no se enfermaron, la mayoría fueron totalmente susceptibles, en un mismo árbol, esto puede deberse a una reacción

a la penetración a la infección del hongo, posiblemente por algún mecanismo propio de los tejidos de la mazorca.

En el presente trabajo se demostró similitud, en la susceptibilidad entre clones, que tradicionalmente habían sido considerados resistentes en el campo, según los registros de la Estación, lo que se atribuye al proceso de infección artificial a que fueron sometidos ya que todas las mazorcas de los clones estuvieron en condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la infección y con concentraciones de inóculo suficiente.

En condiciones naturales la resistencia observada en algunos clones puede atribuirse entonces a un escape. Por otro lado tampoco se puede atribuir tales diferencias a una alta variabilidad del patógeno puesto que el inóculo que se usó, fue el mismo en todos los casos.

Las condiciones ambientales en donde está situada la Estación favorecen el desarrollo de la enfermedad, ya que el hongo encuentra las condiciones naturales adecuadas para su reproducción, esto debe considerarse para seguir realizando evaluaciones de otros clones que se encuentran cultivados en la Estación.

VIII. CONCLUSIONES

1. No existió resistencia a la penetración de Phytophthora palmivora, en todos los clones, siete días después de la inoculación artificial.
2. La severidad de la enfermedad se manifestó de diferente manera en los clones hasta los 17 días después de la inoculación, observándose diferencia estadísticamente significativas al desarrollo de la infección de Phytophthora palmivora. Pasados los 17 días todos los clones fueron igualmente susceptibles.
3. Los frutos del clón SGU-68, fueron los menos afectados hasta los 17 días después de la inoculación artificial. Los de los clones SGU-72 y SGU-85 fueron los menos afectados hasta los 15 días después de la inoculación.
4. Los frutos de los clones SGU-2, SGU-67, SGU-68, SGU-72, SGU-73 y SGU-85, exhibieron diferentes grados de resistencia al desarrollo de la infección.
5. Los frutos de los clones SGU-2, SGU-4, SGU-20, SGU-53 y SGU-60, fueron susceptibles al patógeno, siendo más susceptible el SGU-2.

IX. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar los estudios, sobre la resistencia de estos y otros clones, para posteriormente hacer cruza con genotipos altamente productivos.
2. Evaluar la resistencia o susceptibilidad de clones con alto rendimiento adaptados a la zona, sometiéndolos a la inoculación con Phytophthora palmivora Butl.
3. Tomando en cuenta la resistencia mostrada por los clones SGU-2, -- SGU-67, SGU-68, SGU-72, SGU-73 y SGU-85, al desarrollo de la enfermedad, éstos deberán de considerarse en un programa de manejo, incorporando otras medidas de control como el químico y el cultural.

X. BIBLIOGRAFIA

1. BRAUDEAU, J. El cacao, técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, Blume, 1970. pp. 9-24, 130.
2. ENRIQUEZ, G. A. y SORIA, V. J. Mejoramiento genético para resistencia a cinco enfermedades de cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. p. 35.
3. ENRIQUEZ, G. C. El cultivo de cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Departamento de Producción Vegetal, 1983. pp. 114-116.
4. ESQUIVEL, J. D. Estudios sobre la reacción de algunos cultivares de cacao Theobroma cacao L. a la pudrición de frutos causados por Phytophthora palmivora Butl; en la región Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973. pp. 1-78.
5. FRENCH, L. R. y HERBERT. T. T. Método de investigaciones de fitopatología. San José, Costa Rica, IICA, 1982. pp. 1-32, 47-55, 142-152.
6. FRIAS TREVIÑO, G. A. Importancia del suelo como fuente de inóculo y su relación con la epidemia de la pudrición negra de la mazorca de cacao, causada por Phytophthora palmivora (Butl) Butl. Tesis Mag. Sc. Especialista en Fitopatología. Tabasco, México, Colegio de Agricultura Tropical, 1981. pp. 1-44.
7. GUATEMALA, DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. Algunos datos sobre la producción agrícola y factores ecológicos de los departamentos de la República de Guatemala. Guatemala, 1964. pp. 1-6.
8. _____. INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD. Seminario sobre el cultivo racional y beneficiado del cacao. Guatemala, 1978. pp. 1-3.
9. HANSEN, A. J. Phytophthora palmivora, ensayo habilidad de formar esporas, cacao, Costa Rica, CATIE, 1963. p. 5.
10. HARDY, F. Manual de cacao. 2a. ed. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1961 pp. 253-262.

11. MEDEIROS, A. G. Método para inducir esporulacao de Phytophthora palmivora (Butl) Butl. en placas de petrí. Cacau Actualidades (Brasil) 1(2):7. 1964.
12. _____. Método para estimular a esporulacao de Phytophthora palmivora (Butl) Butl. en placas de petrí. Revista Theobroma (Brasil) 22(1):73-77. 1965.
13. _____. Método standard para producao de zoosporas de Phytophthora palmivora (Butl) Butl. Revista Theobroma (Brasil) 7(3):107-111. 1977.
14. MONTES, B. R., RAM, A. y MEDEIROS, A. G. Comportamiento de Phytophthora palmivora (Butl) Butl. provenientes de frutos de cacao y P. cactorum (Labert y Cohn) shoeter obtenidos en suelos y raíces de plantas de cacao. Revista Theobroma (Brasil) 7(4):133-144. 1977.
15. NEWHALL, A. G. y DIAZ, F. El papel de las clamidosporas de Phytophthora en la supervivencia del hongo en el suelo. Cacau (Costa Rica) 11(3):20-21. 1961.
16. PHYTOPHTORA PALMIVORA: Habilidad formación esporas. San José, Costa Rica, IICA, 1964. pp. 96-97.
17. ROCHA, N. M. Método para inducir a esporulacao de Phytophthora palmivora (Butl) Butl. en frutos de cacao. Revista Theobroma (Brasil) 1(2):11-16. 1971.
18. RODRIGUEZ, G. R. Herencia de la reacción de cacao Theobroma cacao L. a la pudrición de la mazorca causada por Phytophthora palmivora (Butl). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, CATIE, 1983. pp. 1-72.
19. ROJAS GARCIDUEÑAS, M. Fisiología vegetal aplicada. Monterrey, México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores, 1970. pp. 152, 231-236.
20. SILLER, L. R. El uso de plantitas jóvenes de cacao inoculadas con Phytophthora palmivora Theobroma para determinar la eficacia de fungicidas. In Conferencia Interamericana de Cacao. Brasil, 1977. Brasil, Instituto de Cacau, 1977. pp. 26-276.
21. ULLOA, M. y HANLIN, R. Atlas de micología básica. Cuauhtemoc, México, Concepto, 1978. pp. 41-43.
22. WALKER, J.C. Patología vegetal. Barcelona, Omega, 1975. pp. 205-208.

40-00
Petru alle



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Centro de
Documentación
& Información
Agrícola
FACULTAD DE AGRONOMIA

XI. ANEXOS

CUADRO No. 1

Datos transformados ($Y = \sqrt{X + 1}$) del porcentaje de la superficie del fruto afectado por Phytophthora palmivora a los 7 días después de la inoculación (promedio por clon)

No. de Arbol										
CLON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SGU- 2	2.4838	3.2857	2.6243	1.7613	2.8896	3.7440	1.7777	2.8676	2.8107	2.1234
SGU- 4	2.7478	3.7025	3.1367	4.1569	2.3058	1.8335	2.0883	1.9908	3.3923	2.1200
SGU-20	1.6363	1.6156	3.4774	2.7283	1.4878	2.7728	2.7557	3.2042	3.3855	4.0426
SGU-53	3.2975	1.7607	1.4256	1.1641	1.8579	2.7903	2.1643	2.1736	2.8616	2.7711
SGU-60	2.4311	3.7377	2.3784	1.9284	2.5414	2.6148	3.4459	2.8456	2.4200	2.7666
SGU-67	3.3533	1.8665	1.5257	1.9249	2.2750	2.5981	2.5091	2.8467	3.9131	3.5941
SGU-68	1.7557	3.3753	1.7206	3.8817	1.9310	1.7851	3.2981	2.4324	2.8861	2.7348
SGU-72	2.5995	3.2124	2.3004	2.3257	2.0165	3.8667	3.5051	2.1549	1.5000	2.5371
SGU-73	2.4767	2.4888	3.0790	1.3051	1.5465	1.9928	1.0078	2.0352	1.6994	1.6339
SGU-85	2.0324	1.0669	1.2252	1.5491	1.4030	1.553	2.2847	1.8531	2.1595	3.6355

CUADRO No. 2

Datos transformados ($Y = \sqrt{X + 1}$) del porcentaje de la superficie del fruto afectado por Phytophthora palmivora a los 9 días después de la inoculación (promedio por clon)

No. de Arbol										
CLON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SGU- 2	3.9580	5.2168	3.7816	3.0983	5.3062	4.9872	3.3007	3.8012	3.9882	3.0262
SGU- 4	4.9945	6.5841	5.9095	7.3146	4.5689	3.9434	5.2633	4.7278	5.9970	4.9398
SGU-20	2.8509	3.1599	6.0262	4.9471	2.9039	5.0225	4.7677	4.4408	5.1068	5.9459
SGU-53	4.2351	3.1399	2.6913	2.0329	2.5577	4.0325	3.3633	3.2725	4.5416	3.9152
SGU-60	5.6973	5.6462	4.9399	3.5955	3.7275	4.7588	5.5778	4.4135	4.1011	4.4442
SGU-67	4.7450	2.7496	3.0581	3.5585	3.0911	4.0116	4.1611	3.7895	4.9598	5.035
SGU-68	3.2124	5.1373	2.1844	5.2725	2.1389	2.8372	4.1070	3.6731	4.1759	3.8435
SGU-72	4.475	5.2287	4.0252	3.9759	3.7813	5.3212	6.0339	3.8665	3.1365	4.0994
SGU-73	3.9858	5.0455	4.5207	1.6390	2.6212	3.3896	1.2507	4.2385	2.5798	3.7632
SGU-85	2.8103	1.6113	3.8672	2.887	1.8679	3.4466	3.4669	3.6677	3.6740	5.0142

CUADRO No. 3

Datos transformados ($Y = \sqrt{X + 1}$) del porcentaje de la superficie del fruto afectado por Phytophthora palmivora a los 11 días después de la inoculación (promedio por clon)

No. de Arbol										
CLON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SGU- 2	5.4753	6.9580	5.5622	4.4467	7.4821	6.4669	4.5952	4.7802	5.4744	4.3544
SGU- 4	6.7954	8.4581	7.9834	9.1355	6.8186	5.7407	7.3099	6.1368	7.8431	7.3187
SGU-20	4.1122	4.4850	7.8816	7.2193	4.2464	6.5335	6.9865	6.0626	6.8232	7.2905
SGU-53	6.0009	6.0394	3.7135	2.8993	3.1426	5.2656	5.1522	3.9122	6.9630	5.8308
SGU-60	7.1051	6.6115	6.1738	5.2881	4.7868	6.3422	7.456	5.8989	5.8792	6.6009
SGU-67	6.714	3.8797	4.9790	4.7579	4.8628	6.0138	5.8682	4.9573	6.5445	6.2183
SGU-68	4.2123	6.4402	3.6339	7.1334	2.7306	3.2852	4.8617	4.8749	5.7399	5.6315
SGU-72	6.0634	7.2045	5.4914	5.6388	4.8115	7.4039	7.6650	5.4816	5.0173	6.2119
SGU-73	6.231	7.4487	6.2101	2.3116	4.0781	3.9725	2.2767	6.1028	4.5342	5.3726
SGU-85	4.8736	2.4557	6.0210	4.3009	2.0038	3.8542	5.8588	5.5447	5.2610	6.5574

CUADRO No. 4

Datos transformados ($Y = \sqrt{X + 1}$) del porcentaje de la superficie del fruto afectado por Phytophthora palmivora a los 13 días después de la inoculación (promedio por clon)

No. de Arbol										
CLON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SGU- 2	5.4441	8.8135	7.3432	5.8328	9.4415	7.6544	5.8534	5.9163	7.3771	6.4930
SGU- 4	8.103	9.3363	8.9433	9.7366	8.3164	7.3989	9.1455	7.1047	8.9808	8.9214
SGU-20	5.5830	6.4495	8.8033	9.0217	5.9467	7.8120	8.8566	7.7914	8.0638	8.6281
SGU-53	7.3466	7.7915	4.6258	4.4881	4.059	6.6081	6.7923	4.5975	8.4206	7.6212
SGU-60	8.7599	7.5220	7.2994	6.8862	6.5481	7.4269	8.8984	7.4806	7.8219	7.608
SGU-67	9.1946	4.6938	6.9576	6.5260	6.9324	8.3951	8.1974	7.2698	8.9074	7.0439
SGU-68	5.7491	7.8026	4.2855	8.8583	3.8166	4.0626	5.7305	7.0157	7.3392	7.5006
SGU-72	8.1096	9.3305	7.3626	7.2316	6.5050	9.1750	9.4380	7.6508	6.6836	7.5815
SGU-73	7.3548	8.4629	7.3674	3.7561	5.5743	5.6446	3.2532	7.3882	5.8003	5.8512
SGU-85	5.9762	3.5082	7.9473	5.8774	4.2428	5.6863	6.9039	7.1369	6.5392	7.3652

CUADRO No. 5

Datos transformados ($Y = \sqrt{X + 1}$) del porcentaje de la superficie del fruto afectado por Phytophthora palmivora, a los 15 días después de la inoculación (promedio por clon)

No. de Arbol										
CLON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SGU- 2	7.6878	9.6039	8.7582	7.7510	9.8572	8.7554	7.7962	7.6543	8.9688	8.2273
SGU- 4	9.2502	9.8383	9.5814	9.9561	9.0360	8.7425	9.5375	7.8742	9.6211	9.4497
SGU-20	6.9545	7.9504	9.5682	9.6899	7.4411	8.9479	9.3790	9.0594	9.1671	9.4511
SGU-53	9.2055	9.1342	9.1242	6.0945	5.5423	7.7547	8.2103	5.6873	8.3667	8.4388
SGU-60	9.0233	8.2788	7.8891	7.2922	7.6455	7.8240	9.4367	8.4622	8.7582	8.5648
SGU-67	9.5899	5.6919	7.8257	8.1476	8.2296	9.2880	9.0992	8.6513	9.4384	7.2876
SGU-68	7.0263	8.8261	5.4446	9.6946	5.4942	5.1966	7.1831	8.2689	8.0957	8.4403
SGU-72	8.7226	9.8068	8.5434	7.8384	7.0289	9.4191	9.5688	8.5258	7.3918	8.3264
SGU-73	8.1842	9.3559	8.5003	5.0511	6.8373	7.3891	4.5661	8.3855	7.1180	6.145
SGU-85	7.9020	5.9359	8.5685	7.6909	5.5426	7.1497	7.6747	7.9475	8.0146	8.1049

CUADRO No. 6

Datos transformados ($Y = \sqrt{X + 1}$) del porcentaje de la superficie del fruto afectado por Phytophthora palmivora, a los 17 días después de la inoculación (promedio por clon)

No. de Arbol										
CLON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SGU- 2	8.0472	10.0090	9.4656	8.3390	10.0499	9.6142	8.8191	8.2468	9.4182	8.6865
SGU- 4	9.7469	9.9887	9.9598	10.0499	9.4583	9.6053	9.923	8.1168	9.8972	9.8819
SGU-20	7.5244	8.7676	9.9292	9.8387	8.4205	9.5604	9.7458	9.5510	9.5959	9.6054
SGU-53	9.7554	9.8398	7.6008	7.5426	6.6243	9.1609	8.9375	6.5208	9.8797	9.1763
SGU-60	9.8427	9.3091	8.5827	7.7092	8.8519	8.1889	9.7995	9.2111	9.3112	9.4529
SGU-67	10.0499	6.9935	8.2703	9.2446	8.9916	9.7396	9.6028	9.3596	9.8283	9.4452
SGU-68	8.2386	9.4617	6.9699	9.9922	7.1439	6.4031	8.5871	9.1665	8.9990	9.3538
SGU-72	9.2105	10.0499	8.9504	8.2399	8.5951	9.8034	10.0346	9.4708	8.6206	9.4148
SGU-73	9.0624	9.8520	9.1585	6.5772	8.2007	9.0571	5.4810	9.0862	7.7448	6.3538
SGU-85	8.9793	7.6805	9.2401	8.4519	6.5561	8.0390	7.8459	8.3255	8.9641	8.5016

CUADRO No. 7

Datos transformados ($Y = \sqrt{X + 1}$) del porcentaje de la superficie del fruto afectado por Phytophthora palmivora, a los 19 días después de la inoculación (promedio por clon)

No. de Arbol										
CLON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SGU- 2	8.1398	10.0499	9.7714	8.6112	10.0499	10.0047	9.5170	8.6103	9.6139	9.2683
SGU- 4	9.8516	10.0499	10.0067	10.0499	9.7372	9.8869	10.0499	8.2399	10.0499	10.0499
SGU-20	7.9779	9.5031	10.0315	10.0030	9.19030	9.8478	10.0055	9.9286	9.9295	9.8829
SGU-53	9.9528	10.0360	8.9434	8.6016	7.0955	9.3500	9.5169	7.4953	10.0248	9.6462
SGU-60	9.8691	9.7559	9.0617	8.056	9.2589	8.2399	9.8908	9.7492	9.9887	9.8849
SGU-67	10.0499	7.8739	8.8266	9.7420	9.6714	10.0499	10.0499	9.4920	10.0186	9.9715
SGU-68	9.5065	9.9568	9.1170	10.0499	8.4947	7.2944	9.0676	9.6042	9.7601	9.8393
SGU-72	9.7963	10.0499	9.4599	8.2399	9.1939	10.0499	10.0499	9.8543	9.4401	9.9106
SGU-73	9.5936	10.0104	9.9501	8.3202	9.2651	9.8228	6.2747	9.5522	8.0445	6.4299
SGU-85	9.6234	8.5655	9.4818	9.0345	7.481	8.2148	8.1114	8.3911	9.7136	9.2288

CUADRO No. 8

Datos transformados ($Y = \sqrt{X + 1}$) del porcentaje de la superficie del fruto afectado por Phytophthora palmivora a los 21 días después de la inoculación (promedio por clon)

No. de Arbol										
CLON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SGU- 2	8.2399	10.0499	9.9946	8.7148	10.0499	10.0499	9.7467	8.9651	9.8118	9.7419
SGU- 4	10.0196	10.0499	10.0499	10.0499	9.8547	10.0068	10.0499	8.2399	10.0499	10.0499
SGU-20	8.0567	9.7529	10.0499	10.0265	9.4848	9.9755	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499
SGU-53	10.0260	10.0499	9.7435	9.3509	7.8586	9.4944	9.8071	8.2399	10.0499	10.0499
SGU-60	10.0140	9.8642	9.6514	8.1716	9.6668	8.2399	9.9535	9.9340	10.0377	10.0499
SGU-67	10.0499	9.0563	9.1070	9.9386	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499
SGU-68	9.8922	10.0499	9.1776	10.0499	9.3962	7.8578	9.5380	9.9192	9.8448	10.0190
SGU-72	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	9.7481	10.0499	10.0499	9.7374	10.0499	10.0499
SGU-73	9.8824	10.0499	10.0499	9.4174	9.8004	10.0499	6.9858	9.8181	8.2177	6.4299
SGU-85	10.0242	9.3325	9.9440	9.4817	8.1812	8.2399	8.2399	8.3931	9.907	9.8264

CUADRO No. 9

Datos transformados ($Y = \sqrt{X + 1}$) del porcentaje de la superficie del fruto afectado por Phytophthora palmivora; a los 23 días después de la inoculación (promedio por clon)

No. de Arbol										
CLON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SGU- 2	8.2399	10.0499	10.0254	8.7476	10.0499	10.0499	10.0194	9.3123	9.8194	9.9694
SGU- 4	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0335	10.0499	10.0499	8.2399	10.0499	10.0499
SGU-20	8.2228	10.0214	10.0499	10.0499	9.6742	10.0265	10.0499	10.0499	10.0499	10.0254
SGU-53	10.0499	10.0499	10.0499	9.6403	8.0919	9.7961	9.9250	8.2399	10.0499	10.0499
SGU-60	10.0192	9.8905	9.9088	8.2195	9.9094	8.2399	10.0342	4.0124	10.0499	10.0499
SGU-67	10.0499	9.5890	9.1278	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499
SGU-68	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	8.0902	9.8140	10.0499	9.9775	10.0499
SGU-72	10.0499	10.0499	10.0499	8.2399	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499
SGU-73	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0303	10.0499	7.4666	10.0499	8.2399	6.4299
SGU-85	10.0499	9.9395	10.0499	10.0499	8.2399	8.2399	8.2399	8.3931	10.0499	10.0195

CUADRO No. 10

Datos transformados ($Y = \sqrt{X + 1}$) del porcentaje de la superficie del fruto afectado por Phytophthora palmivora, a los 25 días después de la inoculación (promedio por clon)

No. de Arbol										
CLON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SGU- 2	8.2399	10.0499	10.0499	8.7470	10.0499	10.0499	10.0499	9.7919	10.0372	10.0499
SGU- 4	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	8.2399	10.0499	10.0499
SGU-20	8.2399	8.2399	10.0499	10.0499	10.0256	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499
SGU-53	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	8.1969	9.9229	10.0499	8.2399	10.0499	10.0499
SGU-60	10.0499	10.0354	9.9977	8.2399	10.0286	9.2399	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499
SGU-67	10.0499	10.0041	9.1278	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499
SGU-68	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	8.206	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499
SGU-72	10.0499	10.0499	10.0499	8.2399	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499
SGU-73	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	7.8489	10.0499	8.2399	6.4299
SGU-85	10.0499	10.0499	10.0499	10.0499	8.2399	8.2399	8.2399	8.3931	10.0499	10.0499

CUADRO No. 11. Comparación de las medias de porcentaje de infección de *Phytophthora palmivora* en frutos en 10 clones de cacao. Significancia y coeficiente de variación en diferentes épocas - después de la inoculación artificial.

DIAS DESPUES DE LA INOCULACION	F	CV	SGU	T U K E Y									
				2	3	4	1	6	5	10	9	7	8
7	2.03 ns	65.08	SGU	2.75,	2.72,	2.71,	2.64,	2.64,	2.60,	2.58,	2.20,	1.96,	1.88
9	5.34 *	53.08	SGU	5.41,	4.68,	4.58,	4.39,	4.05,	3.91,	3.66,	3.37,	3.33,	3.24
11	4.53 *	48.98	SGU	7.36,	6.21,	6.16,	6.10,	5.56,	5.48,	4.91,	4.89,	4.85,	4.80
13	4.54 *	41.86	SGU	8.60,	7.91,	7.70,	7.63,	7.41,	7.16,	6.24,	6.22,	6.12,	6.05
15	3.84 *	31.15	SGU	9.29,	8.76,	8.52,	8.51,	8.32,	8.30,	7.56,	7.45,	7.36,	7.15
17	2.56 *	25.70	SGU	9.65,	9.29,	9.25,	9.15,	8.87,	8.63,	8.50,	8.43,	8.26,	8.05
19	1.96 ns	20.09	SGU	9.80,	9.63,	9.62,	9.60,	9.38,	9.36,	9.15,	9.07,	8.78,	8.73
21	1.62 ns	17.18	SGU	9.99,	9.85,	9.84,	9.75,	9.57,	9.56,	9.53,	9.47,	9.16,	9.07
23	0.96 ns	17.42	SGU	9.91,	9.87,	9.87,	9.83,	9.82,	9.64,	9.64,	9.59,	9.33,	9.25
25	0.95 ns	17.16	SGU	9.95,	9.87,	9.87,	9.87,	9.87,	9.71,	9.68,	9.67,	9.34,	9.29



Referencia _____
Asunto _____

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"

ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.
D E C A N O