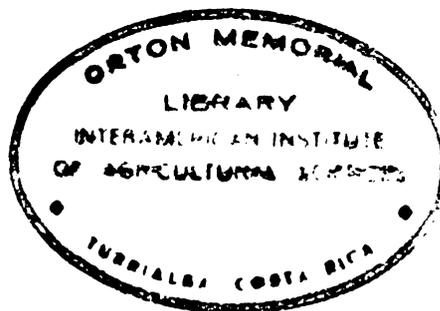


**ESTUDIOS PRELIMINARES SOBRE LA ACCION DEL ACEITE AGRICOLA  
EN EL COMBATE DE LA PHYTOPHTHORA PALMIVORA BUTL.  
DE THEOBROMA CACAO L.**

Por  
GILBERTO OCAÑA GUARDIA



**Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas  
Turrialba, Costa Rica  
Julio, 1959**

**A mis padres**

**a cuyo constante esfuerzo  
debo mi carrera**

**ESTUDIOS PRELIMINARES SOBRE LA ACCION DEL ACEITE AGRICOLA  
EN EL COMBATE DE LA PHYTOPHTHORA PALVIMORA BUTL.  
DE THEOBROMA CACAO L.**

**Tesis**

**Sometida al Consejo de Estudios Graduados  
como requisito parcial para optar al grado**

**de**

**Magister Agriculturae**

**en el**

**Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas**

**APROBADO:**

\_\_\_\_\_

**Consejero**

*J. R. Junta*  
\_\_\_\_\_

**Comité**

\_\_\_\_\_

**Comité**

\_\_\_\_\_

**Comité**

**Julio, 1959**

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar sus más profundos agradecimientos a los miembros de su Comité Consejero, Dr. Russell Desrosier, Dr. Juergen Hansen, Dr. Robert Hunter, Dr. Gordon Havord e Ing. Luis Siller por el asesoramiento y ayuda prestada durante el transcurso de su trabajo de tesis y por sus valiosas sugerencias en la corrección de este trabajo.

Al Lic. Rodrigo Umaña por sus consejos sobre el análisis estadístico de los resultados presentados.

Al Servicio Interamericano de Cooperación Agrícola en Panamá y al International Cooperation Administration de los Estados Unidos de Norteamérica, por haberle brindado la oportunidad de hacer estudios post-graduados.

A la Srta. Angelina Martínez y personal de la Biblioteca por la ayuda en la revisión de la literatura citada.

A la Sra. Cecilia Méndez de Valdés, por su interés y colaboración en el trabajo manuscrito de la tesis.

A aquellas personas del personal del Instituto que prestaron su gentil colaboración para llevar a cabo el presente trabajo.

## B I O G R A F I A

El autor nació en la ciudad de Panamá, República de Panamá, el 22 de febrero de 1931. Inició sus estudios primarios en Londres, Inglaterra y los terminó en el Colegio Miramar de la ciudad de Panamá. Sus estudios secundarios los efectuó en el Colegio de la Salle, Panamá, Colegio Luis Campiño, Santiago de Chile, y se graduó en "The American High School" Paris, Francia en 1947.

En 1949 obtuvo un certificado de Estudios Superiores de Física, Química y Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Marsella, Francia.

En 1954 se graduó de Ingeniero Agrónomo en el Instituto Nacional Agronómico de Argelia, Francia.

De 1954 a 1958 trabajó en el Servicio Interamericano de Cooperación Agrícola en Panamá como Supervisor del Proyecto de Fomento de la Producción de Cacao.

En abril de 1958 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas para realizar estudios post-graduados mediante una beca concedida por el International Cooperation Administration de los Estados Unidos de Norteamérica, egresando en julio de 1959.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
I - LA PHYTOPHTHORA PALMIVORA.....	4
II - METODOS DE CONTROL.....	12
III - ASPERSION A BAJO VOLUMEN.....	26
IV - EL ACEITE AGRICOLA.....	32
PARTE EXPERIMENTAL.....	36
I - ACCION DE DIFERENTES NIVELES DE ACEITE EN LA APARICION Y EVOLUCION DE LAS MANCHAS DE PHY- TOPHTHORA PALMIVORA SOBRE MAZORCAS DE CACAO.....	36
A - Mazorcas suspendidas en posición vertical.....	36
B - Mazorcas colocadas en posición horizontal.....	46
II - COMPORTAMIENTO DE LA PHYTOPHTHORA PALMIVORA EN PRESENCIA DEL ACEITE.....	50
A - Crecimiento vegetativo de la <u>Phytophthora</u> <u>palmivora</u> en medio P.D.A. con aceite a diferentes niveles.....	50
B - Esporulación y patogenicidad de la <u>Phytoph-</u> <u>thora palmivora</u> cultivada en P.D.A. con aceite a diferentes concentraciones.....	62
C - Germinación de zoosporangios de <u>Phytophtho-</u> <u>ra palmivora</u> en P.D.A. con aceite al 100%.....	63

## PARTE EXPERIMENTAL (Continuación)

III - ACCION DEL ACEITE A DIFERENTES NIVELES DE CONCENTRACION Y DEL ACEITE MAS FUNGICIDA EN EL COMBATE DE LA PHYTOPHTHORA PALMIVORA SOBRE LOS FRUTOS DE CACAO.....	64
A - Ensayos sobre mazorcas en el campo sin cortar.....	64
1) Aplicación del tratamiento por inmersión del fruto.....	64
a) Primer Experimento.....	64
b) Segundo Experimento.....	83
2) Aplicación del tratamiento por aspersión del fruto.....	95
B - Ensayos sobre mazorcas en cámara húmeda..	102
1) Aplicación del tratamiento por inmersión del fruto.....	102
2) Aplicación del tratamiento por aspersión del fruto.....	116
IV - EL ESPECTRO DE TAMAÑO DE LA GOTA EN LAS APLICACIONES DE FUNGICIDAS A BAJO VOLUMEN ..	127
A - Método de May para medir el Diámetro de la masa media (D.M.M.).....	127
B - Variación del D.M.M. en función de la distancia al aparato aspersor y del líquido asperjado.....	131
V - EVALUACION DE LA FITOTOXICIDAD DEL ACEITE SOBRE PLANTITAS DE CACAO.....	140
A - Fitotoxicidad del aceite agrícola en función del método de aplicación y del espectro de tamaño de las gotas.....	140

**PARTE EXPERIMENTAL (Continuación)**

<b>B - Fitotoxicidad del aceite en función de la         superficie foliar asperjada (haz o envés)         y de la exposición a la luz solar.....</b>	<b>146</b>
<b>VI - EL ACEITE AGRICOLA SOLO EN EMULSION Y CON         FUNGICIDAS EN EL COMBATE DE LA PHYTOPHTHORA         PALMIVORA SOBRE PLANTITAS DE CACAO .</b>	<b>149</b>
<b>DISCUSION GENERAL.....</b>	<b>153</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>163</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>167</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>170</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>173</b>

## I N T R O D U C C I O N

La Phytophthora palmivora es el agente causal de una de las enfermedades de mayor importancia económica del cacao; en particular en el continente americano donde todavía no se han presentado las enfermedades causadas por virus que tantos estragos ocasionan en el Africa. Este hongo no solo reduce la producción en proporciones considerables sino que afecta también la calidad del producto cosechado.

En los momentos actuales el principal problema que se les plantea a los productores de cacao de la América Latina es el de la producción eficiente a bajo costo. En nuestro mundo de competencia comercial el producto que se impone en el mercado es aquel de alta calidad y bajo precio.

Los recientes adelantos agronómicos en el campo de la producción de cacao conducen a posibilidades de rendimientos cada vez mayores. La selección de clones altamente productivos, el cultivo al sol, las prácticas de abonamiento permiten aumentar la producción de dos a tres veces.

Por sus características biológicas la Phytophthora palmivora se torna tanto más grave y destructiva cuanto mayor es la producción. De estas consideraciones se desprende la importancia que reviste su control.

El método clásico de combate de este organismo ha sido las aspersiones de Caldo Bordelés en ciclos de 30 a 70 días. Se emplean con este propósito de 1.000 a 1.200 litros por hectárea de

la solución fungicida. Los resultados obtenidos han sido enteramente satisfactorios. Sin embargo, el uso del Caldo Bordelés plantea dos problemas fundamentales. En primer lugar es un producto difícil de preparar correctamente en la finca donde sólo existe mano de obra inexperimentada. La cal que es uno de sus principales componentes se consigue y se conserva difícilmente en los trópicos. En segundo lugar es necesario manipular grandes volúmenes de agua cuando se procede a la aplicación lo cual hace subir enormemente el costo de las aplicaciones.

El principal problema que están tratando de resolver los investigadores que se dedican al estudio de la Phytophthora palmivora en el cacao es el de encontrar un sustituto al Caldo Bordelés que sea tan efectivo como él y que pueda ser aplicado a bajo volumen, es decir disuelto a alta concentración en un pequeño volumen de agua u otro líquido cuyo único propósito es el de servir de vehículo de la materia activa.

El propósito del presente trabajo es el de contribuir a estos estudios informando acerca de las posibilidades que ofrece el aceite agrícola, solo y en combinación con algunos fungicidas en el combate de la Phytophthora palmivora sobre cacao.

El aceite agrícola ha tenido un éxito espectacular en el combate de la Sigatoka en el banano. Por sí solo reveló sorprendentes cualidades fungicidas. Sin embargo, al ensayarlo sobre otras enfermedades como el Cercospora del tabaco, la Monilia del cacao, el Ojo de Gallo y la Cercospora del café no reveló ninguna cualidad fungicida y en algunos casos por el contrario demostró ser un

producto excesivamente fitotóxico.

En este trabajo se presenta una revisión de los estudios realizados por otros autores tanto sobre el organismo causal como sobre los métodos de control, los nuevos fungicidas ensayados, el método de aspersión por bajo volumen y el aceite agrícola. La parte experimental constituye un estudio sistemático sobre las cualidades del aceite tanto como material vehículo como material fungicida en el combate de la Phytophthora palmivora en el cacao, complementado por la determinación de los factores que condicionan la fitotoxicidad del aceite sobre el huésped.

## REVISION DE LITERATURA

### I - LA PHYTOPHTHORA PALMIVORA

#### Distribución

El Dr. de Verteuil, citado por Rorer (61) reportó este organismo desde el año 1727 en Trinidad. Ataca a un gran número de plantas que pertenecen a familias y géneros muy diferentes, tales como, caucho, papaya, mango, higo, aguacate, cinchona, berenjena, tomate, piña y gran número de palmeras.

Ha sido reportado sobre plantas cultivadas y silvestres en casi todas las regiones tropicales del mundo y en gran número de regiones sub-tropicales. Es de gran importancia económica sobre caucho, cocoteros y cacao y está ligado a esta última planta en todas las regiones donde se cultiva, Roger <sup>60</sup> (~~55~~).

#### Importancia Económica

Las siguientes cifras citadas por diversos autores ilustran este punto.

Johns 1951 (32) Nigeria, pérdidas del 30%

Thorold 1953 (73) Western Nigeria, mazorcas infectadas  
65.5%

Grimaldi 1953 (22) Camerún francés pérdidas del 20-30%

Orellana 1953 (50) La Lola, Costa Rica pérdidas del 47%

Miranda 1953 (43) Bahía Brasil pérdidas del 18-25%

Hale 1953 (28) Costa de Oro pérdidas del 18-20%

Garcés 1940 (20) Valle del Cauca, Colombia pérdidas del 40%

### Síntomas

Sobre los frutos produce una mancha que va extendiéndose rápidamente. Al principio esta mancha es de color café, a los pocos días va tornándose negra. Al mismo tiempo aparecen en la superficie el micelio y la fructificación del hongo bajo la forma de un moho blanquecino (20) Garcés.

Sobre los chupones y brotes nuevos causa una necrosis apical regresiva.

Las hojas atacadas presentan zonas necróticas que se inician por lo general a lo largo de las nervaduras. La hoja se marchita, se seca y cae, McLaughlin (37).

Los cojines florales se infectan a través de las mazorcas enfermas que quedan suspendidas en el árbol. Se produce entonces una descoloración interna del cojín floral visible en secciones frescas, Dade (14).

Sobre el tronco las lesiones pueden permanecer inaparentes hasta estados avanzados de la enfermedad, se forman entonces llagas o el "chancro" típico de la Phytophthora que compromete la vida del árbol, Garcés (20).

Según las regiones cacaoteras consideradas los ataques a uno u otro de los órganos del árbol revisten mayor o menor importancia. Pero las consecuencias siempre se hacen sentir sobre la producción, Tollenar (76).

## El Organismo Causal

### Taxonomía

La Phytophthora palmivora pertenece a la clase de los Ficomycetes. Este es uno de los grupos más primitivos de los hongos y conserva muchos caracteres de su origen acuático. El orden es el de los Peronosporales, familia de Pitiáceas género Phytophthora. Este género comprende numerosos patógenos de gran importancia económica en particular la Phytophthora infestans de la papa y otras Solanaceas, Rorer (60).

### Fisiología

a) Esporulación. El hongo esporula abundantemente sobre el fruto de cacao bajo condiciones de alta humedad. Según Thorold (74) la producción de zoosporangios empieza entre las 8:00 p.m. y las 6:00 a.m. durante la noche que sigue al segundo día de síntomas visibles. Newhall (45) encontró 935 esporangios sobre 4 mm<sup>2</sup> de mazorca de donde se calcula que un fruto infectado produce de 5 a 10 millones de zoosporangios cada uno capaz de liberar de 20 a 25 zoosporas.

Las fructificaciones del hongo han sido observadas tan solo sobre el fruto. Sin embargo en algunos pocos casos los esporangios han sido vistos sobre los chupones al inocularlos artificialmente, Thorold (70).

Además de zoosporangios el hongo produce clamidosporas que son órganos de resistencia Rorer (61). Estos órganos se forman de preferencia en la oscuridad dentro de los tejidos del fruto

atacado, Orellana (51). Los oosporas han sido observadas en el interior del fruto pero no en cultivo puro, Reinking (57). Su formación está ligada al fenómeno de heterotalismo no siempre constante en este organismo.

b) Germinación de los esporangios. Newhall (45) reporta que los esporangios después de dos días de formados pierden en gran parte su facultad de germinar. Aquellos que se van formando sobre los bordes de la mancha en el fruto son los que tienen mayor vitalidad.

Thorold (74) establece que la germinación indirecta por zoosporas tiene lugar en agua a los 30 minutos. En ausencia de agua pero en condiciones de alta humedad (mínimo 80%) la germinación es directa por medio de tubos germinativos. Mientras más baja es la humedad relativa a que ha estado expuesta la zoospora mayor tiempo demora en germinar cuando se restablecen las condiciones favorables. Expuesta durante una hora a una humedad relativa del 30% demora después, 24 horas en germinar a 100% de humedad relativa.

Según Reinking (57) la temperatura óptima para la germinación se cifra entre 20 y 27.5°C. Este factor ha tomado gran importancia con el trabajo de Lellis (35) quién encontró una correlación altamente significativa entre las bajas temperaturas (20°C) y la incidencia de la enfermedad. Orellana (53) demostró en Ceilán una correlación significativa al 1% entre las temperaturas mínimas y la incidencia de la podredumbre negra con un retraso de un mes. Observaciones parecidas hace Baker (2) en Trinidad,

c) Penetración y período de incubación. No se ha podido determinar si los estomas juegan algún papel en facilitar la penetración del hongo. Orellana (52) observó penetración a través del epidermis, Rorer (61) reporta ambas vías como puertas de entrada del hongo.

Los primeros síntomas sobre el fruto pueden verse entre 18 y 30 horas después de la inoculación si estos se colocan a 100% de humedad relativa, Orellana (51). Ensayos realizados por Thorold (74) condujeron a períodos de incubación entre 2 y 15 días, cuando el fruto no estaba herido y de 3 días y menos cuando se inoculaba sobre la herida. El número de puntos de infección por mazorca sin herir fue de 1 a 8 con un promedio de 1.4. En realidad es difícil obtener más de un punto de infección. Este fenómeno según Wharton (83) parece indicar alguna forma de resistencia desconocida.

En Costa de Oro (79) reportan un fenómeno muy comúnmente observado por nosotros, al ambiente natural y sin herida siempre hay frutos inoculados que no se infectan.

Después de inoculación artificial, el período de incubación en las hojas varía entre 24 y 96 horas. Este período es tanto más largo cuanto mayor es la edad de la hoja hasta el punto que muchas de las hojas adultas no se infectan, Orellana (51). En plantitas cultivadas bajo condiciones de exposición de noche y cobertura de día, las hojas son más succulentas, contienen una menor cantidad de nitrógeno y son más fácilmente penetradas,

Orellana (52).

### Diseminación

Según Dade (13) en Costa de Oro la transmisión de la enfermedad está determinada por varios factores que podemos enumerar según su orden de importancia como sigue:

- 1) Insectos, ellos son capaces de llevar las esporas en sus patas.
- 2) Goteo a partir de mazorcas enfermas
- 3) Morfología y posición del fruto
- 4) Cojines florales infectados
- 5) Contacto con frutos enfermos
- 6) Corrientes de aire
- 7) Heridas en los frutos

Según Salazar (62) el agua es el principal factor de desprendimiento y acarreo de esporangios en forma de corrientes sobre el tronco de los árboles, gotas y salpiques.

Para Thorold (70) la Phytophthora palmivora es una enfermedad típicamente diseminada por el aire.

### Fuentes de inóculo primario

En regiones como Trinidad con una estación seca definida la enfermedad es estacional, Baker (2) y se inicia con el período de lluvias. Cuando las lluvias están distribuidas a través de todo el año como en el Camerún, Thorold (74) siempre se encuentran

frutos sobre los árboles que pueden consituir focos de infección primario cuando se inicia la cosecha principal.

Sin embargo, aún en este último caso otro factores también intervienen y son los que discutiremos a continuación.

Para Dade (16) y Warton(82,83) los cojines florales infectados pueden tener un rol importante en la formación de focos primarios de infección al dar origen a frutos que se infectan a partir del árbol madre.

Orellana (48), Wharton (83), Thorold (74) y Grimaldi (23) demostraron la existencia del hongo en el suelo y señalan que esta también puede ser una importante fuente de inóculo primario. El último autor nota como frecuente la infección de frutos nacidos sobre el tronco y que se encuentran en contacto con el suelo.

Dade (15) señala que un fruto constituye fuente de infección durante 10 días después de la aparición de síntomas. La invasión subsecuente por saprófitos y bacterias desplaza o elimina prácticamente la Phytophthora.

Sin embargo, Thorold (74) demostró la existencia de la Phytophthora palmivora en cáscaras de mazorca de cacao en descomposición por más de dos años. También pudo establecer una gradiente de dispersión del hongo a partir de un punto central en el suelo donde se habían acumulado mazorcas infectadas desde hacía cierto tiempo.

#### Climatología y epidemias

Dade (12) establece que la incidencia de la enfermedad está directamente correlacionada por una parte con la duración de

los períodos de alta humedad relativa durante el cual los frutos permanecen cubiertos con una película de agua y por otra parte con la cantidad de mazorcas infectadas presentes.

Para Thoreld (74) la epidemia de Phytophthora empieza cuando el número total de mazorcas en los árboles alcanza un nivel determinado y la cantidad de lluvia es adecuada. Habrían dos factores principales a considerar en Nigeria: humedad del ambiente en correlación con la cantidad mensual de mazorcas presentes en los árboles.

Orellana (49) indica que en Costa Rica la iniciación de la infección en mazorcas no ocurre necesariamente dentro de un alto período de lluvias. La infección ocurre aún a baja humedad relativa, y se desarrolla luego bajo condiciones de alta humedad relativa y precipitaciones adecuadas. Thorold (73) da una explicación interesante acerca de la correlación negativa que puede existir entre los largos períodos de lluvia y la incidencia de la enfermedad. Se sabe en efecto que a partir de cierto límite, variable según las regiones, el volumen de la cosecha es inversamente proporcional a la pluviometría. La incidencia de la enfermedad depende por otra parte del número de mazorcas presentes, de donde relación inversa entre los dos fenómenos. La misma explicación puede darse a los casos en que bajo condiciones de sombra, virtualmente no se presenta la enfermedad. Bajo esas condiciones en efecto la producción de frutos es muy baja.

Los trabajos ya citados de Lellis (35) y Orellana (53) indican que las bajas temperaturas están también correlacionadas con el desarrollo de epidemias.

## II - METODOS DE CONTROL

### Sanitarios y químicos

Desde 1910 Rorer en Trinidad (61) sugirió las aspersiones con caldo bordelés combinadas con medidas sanitarias para controlar la enfermedad. La recolección de frutos enfermos no le parece ni práctico ni económico en vista del costo de mano de obra y del hecho que el hongo empieza a esporular sobre el fruto dos días después de la aparición de los primeros síntomas.

West 1931 (80) en Nigeria, condujo una serie de experimentos en fincas de pequeños cultivadores y llegó a la conclusión que el costo de las aplicaciones fungicidas estaba fuera de todo alcance para el agricultor en vista de los precios del cacao y de los incrementos de producción obtenidos. Concluye que las medidas sanitarias de poda, drenaje, corte de frutos enfermos combinado con cosecha frecuente a intervalos cortos es el método más prometedor para reducir las pérdidas debidas a la enfermedad.

Lellis 1954 (34) en Bahía reporta un notable aumento en la producción y una sensible disminución en la incidencia de la enfermedad por medio de prácticas sanitarias y cosecha frecuente de frutos. Este fenómeno se acentúa de año en año al reducir el nivel general de infección, Miranda (43). Cuando se combina lo anterior con aspersiones fungicidas se obtienen los mejores resultados en cuanto a control pero no necesariamente en cuanto a rendimiento económico.

Lamb 1958 (33) reporta que en Ghana donde la incidencia de la enfermedad es baja se obtiene buen control por medio de cosecha

semanal de frutos y el corte de aquellos que están enfermos.

Wharton 1954 (81) en West Africa encontró comparando cosecha semanal y cosecha mensual de frutos que la primera conducía a un notable aumento en la producción (4.7 lbs. por árbol, contra 2.4 lbs. por árbol). La diferencia es más marcada en peso de almendra húmeda que en número de frutos por árbol (38 contra 28). Sin embargo, el número de frutos infectados por árbol fue mayor en el primer caso (12 contra 9). Esto tal vez pueda correlacionarse al fenómeno de "a mayor número de frutos mayor infección". Sin embargo, las causas del aumento de la producción permanecieron oscuras.

En 1956 Wharton (82) concluye de sus experimentos que la cosecha semanal de frutos independientemente de cualquier causa desconocida que provoque aumento en la producción, es un medio efectivo para reducir las pérdidas debidas a la Phytophthora. En años subsecuentes encontró que la incidencia de la enfermedad había disminuido al 20% del total de frutos, al cosechar semanalmente contra 35% en cosechas mensuales. Un control más efectivo todavía puede ser obtenido combinando lo anterior con tratamientos a base de Caldo Bordelés o Perenox, pero con un aumento considerable en los costos que con frecuencia no es económico. Debe pensarse en él tan sólo en áreas muy infectadas y de alta productividad.

Broatch (5) 1955 en Gold Coast señala que la campaña de aspersiones iniciadas en Nigeria indujo a establecer programas similares en Costa de Oro con resultados prácticos y experimentales negativos. No se obtuvo ninguna reducción económica de

las pérdidas por Phytophthora. En vista de ello se puso énfasis en los métodos ya comprobados de control consistentes en eliminar las mazorcas enfermas y cosechar a intervalos cortos.

Thorold 1953 (71) en Nigeria comparó el método sanitario y las aspersiones para el control de la enfermedad. El primero no resultó económico en vista de la alta producción y la fuerte incidencia de la enfermedad. Este método, concluye, debe reservarse para los casos en que haya baja producción (menos de 12 mazorcas por árbol) o cuando la incidencia de la enfermedad sea menor del 10%. Con cifras superiores, en cuanto a producción o incidencia de Phytophthora son más eficientes las aspersiones fungicidas. Las cifras de costo fueron £ 17 y £ 21 por acre (4047 metros cuadrados) y por año para aspersión y cosecha de frutos enfermos respectivamente. Las aspersiones se hicieron durante nueve meses cada tres semanas y la cosecha cada tres días durante el mismo período. Debe señalarse que la producción y la incidencia de la enfermedad fue mayor en las parcelas cosechadas a intervalos cortos. Esto concuerda con los resultados ya señalados de Wharton (81).

Hadland (27) 1955 en Nigeria señala que la iniciarse las vastas campañas para el combate del Phytophthora por medio de aspersiones se escogieron las provincias donde se sabía que la producción potencial era alta y la enfermedad severa. Los productos recomendados fueron "Carbide Bordeaux" y Perenox.

En Costa Rica McLaughlin (38) reporta aumentos en la producción debidos al caldo bordelés del 100%, cuando se asperjaba cada 30 días y del 65% cuando se asperjaba cada 60 días.

### Ciclos de Aspersión

El número de aplicaciones fungicidas necesarias en un año para obtener control de la enfermedad varía en función de varios factores, que enumeraremos a continuación:

- 1) Nivel general y tipo de infección
- 2) Climatología, especialmente en lo que se refiere a la temperatura y a la intensidad de las lluvias y su distribución durante el año.
- 3) Cantidad de mazorcas presentes
- 4) Tipo de fungicida utilizado en particular en lo referente a sus cualidades residuales

Thorold (73) 1953 da en un cuadro a doble entrada el número de aspersiones necesarias en función del promedio de mazorcas por árbol, la pluviometría y el tiempo durante el cual se ha estado asperjando la plantación. Para regiones de poca pluviometría (menos de 125 cms. anuales) y baja producción (menos de 12 mazorcas por árbol) recomienda tan solo prácticas sanitarias. (Es de notar que en América Latina, estos rendimientos no son económicos). Orellana (50) 1954 indica que el Ditano Z-78 en ciclos de 7 días es tan efectivo como el Caldo Bordelés en ciclos de 30 días, pero que los gastos adicionales que estas operaciones implican no resultan económicos.

Warton (82) 1956 indica que el Merenox es tan efectivo como el Caldo Bordelés pero a condición de aplicarlo 24 veces al año a intervalos que dependen del número de mazorcas presentes, la pluviosidad y la incidencia de la enfermedad.

Siller (64) 1958 concluye de los experimentos llevados a cabo

en La Lola, Costa Rica donde la precipitación es muy alta y distribuida regularmente a través de todo el año, que es necesario, realizar aspersiones cada 30 días sin interrupción con Caldo Bordelés para controlar la enfermedad.

Thorold (72) 1953 indica que el Carbide Bordeaux aplicado cada tres semanas durante el primer año y cada seis semanas durante el segundo año da un buen control de la Phytophthora. El Perenox en aplicaciones mensuales se reveló escasamente inferior al Carbide Bordeaux utilizado también en ciclos mensuales.

Thorold en estos experimentos realizaba las aspersiones únicamente sobre los frutos. Grimaldi (23) se pronuncia a favor de este sistema y aun restringe más el área asperjada ya que recomienda tratar tan solo la región del tronco. Este procedimiento tiene por objeto reducir los daños mecánicos y químicos causados por la aspersión sobre las flores y disminuir los costos.

Owen (54) 1951 señala que por medio de aspersiones semanales de Perenox obtuvo 2.7% de frutos infectados contra 1.9% con Caldo Bordelés.

Marquez da Cruz (9) señala en Bahía que 4 aspersiones por año con oxiclورو de cobre y óxido cuproso son suficientes para obtener un sensible aumento en la producción (10.3 frutos adicionales por árbol en promedio).

Thorold (75) 1953 señala que como regla general el ciclo de los tratamientos puede irse reduciendo de año en año a medida que va disminuyendo el potencial de inóculo existente.

El ideal parece que se alcanzó en la isla de Fernando Po en donde desde hace muchos años se viene combatiendo la enfermedad con aspersiones de Caldo Bordelés. Actualmente dos aspersiones anuales bastan para controlar la Phytophthora y en algunas fincas se practica tan solo una. Sin embargo, se observa que al dejar de asperjar la enfermedad vuelve a aparecer con carácter epifitótico.

### El Caldo Bordelés

Como veremos más adelante todos los autores están de acuerdo en que ningún fungicida supera al Caldo Bordelés en el combate de la Phytophthora palmivora del cacao. Sin embargo es necesario encontrar un sustituto para el Caldo Bordelés por numerosas razones.

Siller y McLaughlin (68) enumeran las siguientes:

1) Es difícil obtener y almacenar cal de alta calidad en los trópicos. El Caldo Bordelés preparado con cal de baja calidad no tiene buenas cualidades adhesivas y frecuentemente quema las plantas.

2) Resulta difícil mezclar correctamente los ingredientes que componen el Caldo Bordelés. Se requieren tanques especiales de madera porque las soluciones de sulfato de cobre corroen los metales. Se requiere un tiempo considerable para preparar la solución de sulfato de cobre y es difícil de mezclar con la cal en el campo en la forma debida.

3) Los ingredientes que componen el Caldo Bordelés son

voluminosos. Estos ingredientes comprenden soluciones de  $\text{CuSO}_4$  y de cal y no pueden ser concentrados para ser luego diluidos porque pierden prácticamente toda su efectividad.

4) El Caldo Bordelés debe ser usado en seguida después de preparado. En 12 horas se pierden casi todas sus inmejorables cualidades.

5) Los obreros que preparan y usan el Caldo Bordelés tienen que estar sometidos a una supervisión constante porque las tareas envueltas son delicadas y no admiten fallas.

#### Ensayos con Fungicidas Orgánicos y Cúpricos

Numerosos ensayos han sido realizados por diferentes autores en diferentes países con toda la gama de fungicidas modernos actualmente conocidos a fin de determinar cual daba los mejores resultados.

Tan sólo ha sido retenido uno: el óxido cuproso conocido bajo dos nombres comerciales "Perenox" y "Cobre Sandex". Sin embargo no supera al Caldo Bordelés.

Esto resulta de los trabajos de Siller y McLaughlin 1950 (68) Newhall 1948 (45), Siller 1951 (67), 1951 (66), 1954 (65), 1958 (64) realizados en Turrialba, Costa Rica, Lellis 1954 (34), 1956 (36), Lellis y Pexioto 1957(37) en Bahía, Brasil. Thorold 1953 (73) Nigeria, Wharton 1956 (82) West Africa. Galindo 1958, Turrialba Costa Rica (19).

Referencias a estos trabajos se encuentran en Tollenaar (76) 1958, Desrosiers (18) 1958, Oechsli (47) 1957.

Algunos de los fungicidas probados han sido: Caldo Bordelés, Crag 531, Crag 341-C, Zerlate, Karbam black, Fermate, Puratized Agricultural Spray, Dithane Z-78, Copper A, Tribasic copper sulfate, Yellow cuprocide, Orthocide 406, Phygon, Bioquin 1 (66) Parzate, Spergon, Spergonex, Puratized, Tennessee Tribasic (45) SR 406 (68) Perenox, Fermate, Caldo Bordelés (34). Cobre Sandoz, Orthocide 50, Cuprosan, Caldo Bordelés (36) Manzate, Solabar, Cupravit (37) Mercurio flotante de Bayer, Hosta quick, Emmi, Tuzet, Thylate, Korathane, Fermate, Dithane Z-78, Zinc cooper salts, Orthocide, Perenox, Niagara C.O.C.S., Cuproxidul, Oleocuvre, Caldo Bordelés (19). De este conjunto, aquellos a base de cobre dan siempre mejor control (19).

Orellana (49) 1956, informa que de más de 40 fungicidas sometidos a prueba de evaluación resultó que el Caldo Bordelés bien preparado es el material más resistente a las condiciones del trópico húmedo y el más efectivo.

Uno de los inconvenientes ya mencionado del caldo bordelés es el de necesitar para su preparación cal fresca de primera calidad. Esta es muy difícil de obtener y de conservarse en los trópicos. Thorold (75) explica de esa manera el uso del "Carbide Bordeaux" en Nigeria donde la cal es reemplazada por carburo de calcio (1 lb. de  $SO_4$  de Cu + 6 onzas  $CaC_2$  en 10 galones de agua).

Wharton (82) West Africa, 1956, concluye con base a sus ensayos que solo el "Carbide Bordeaux" y el Perenox merecen más

estudio, el primero por su efectividad y persistencia y el segundo porque combina propiedades fungicidas bastante buenas junto con una gran facilidad de preparación. En Bahía Lellis (36) encontró que bajo sus condiciones experimentales el "Cobre Sandoz" fué el mejor fungicida.

Los resultados obtenidos con el Ditano Z-78 reportados por Siller (65) Viado (78) y otros autores son sin embargo notables. Este fungicida se comporta siempre igual al Caldo Bordelés en cuanto a aumento de la producción (38.8% con el primero, 39.5% con el segundo). Pero es muy inferior si se considera el porcentaje de mazorcas sanas ya que a este respecto se presenta sin diferencia estadística con respecto al testigo. Se concluye que no controla al Phytophthora. Su acción consistiría en un efecto estimulante que tal vez pudiera obtenerse con simples aspersiones de sulfato de zinc. Se están realizando estudios a este respecto, Orellana (50).

Oechsli (47) 1957 en un análisis crítico de los trabajos realizados para determinar la efectividad de diversos fungicidas en el control del Phytophthora palmivora concluye que la atención de los investigadores parece haberse centrado en los compuestos a base de cobre sin profundizar todas las potencialidades de los fungicidas orgánicos. Tal vez se estén usando métodos y criterios de evaluación que no permiten a los fungicidas orgánicos mostrar su efectividad. Debería ponerse más atención a los rendimientos obtenidos especialmente en peso de

almendras y profundizar el estudio de los llamados "efectos estimulantes" de este grupo de fungicidas. Efecto tal vez debido a que no tienen efecto fitotóxico como ha sido reportado para los compuestos a base de cobre (44) (21).

#### Cualidades de un buen Fungicida

McLaughlin y Bowman (39) enumeran las propiedades que debe reunir cualquier fungicida que pretenda reemplazar al Caldo Bordelés.

- a) Debe ser tan efectivo como el Caldo Bordelés
- b) Debe adherirse bien bajo condiciones de fuertes y constantes lluvias
- c) Debe ser de fácil preparación y aplicación
- d) Debe venderse bajo forma concentrada y ser estable al almacenarlo
- e) No debe ser tóxico ni a planta ni a animales
- f) Debe permanecer estable y retener su toxicidad por varios días después de preparado y estar listo para ser usado en el campo
- g) Debe ser efectivo en pequeñas cantidades a altas concentraciones y adaptarse a aparatos portables livianos tales como las máquinas de bajo volumen.

Las fungicidas orgánicos modernos no han dado aún la prueba definitiva de su efectividad bajo las condiciones del trópico, muchos más severas que la de los climas templados de donde originan y donde son usados con toda confianza, Chaves 1953 (7).

Un fungicida debe en efecto reunir muchas cualidades intrínsecas y debe mantenerlas cualquiera que sea el medio donde le toque actuar. El medio natural del cacao: altas temperaturas, lluvias torrenciales, humedad excesiva y fuerte insolación constituye una de las más duras pruebas a que puede estar sometido un fungicida.

Horsfall (30) detalla las cualidades exigidas: el producto debe ser químicamente activo pero no debe deteriorarse a pesar de permanecer sobre la vegetación expuesto al sol, al viento y a las lluvias por largos días. Debe ser capaz de reaccionar en agua pero no hidrolisarse sobre el huésped ni ser arrastrado con las primeras lluvias. Debe ser capaz de espacirse sobre toda la superficie a proteger pero no demasiado hasta el punto de constituir una capa tan delgada que no sea efectiva. Debe poder depositarse a partir de una aspersion de agua y no perderse al ser arrastrado por excesos de la misma. Además debe poder disolverse con las primeras lluvias a fin de redistribuirse y cubrir las superficies dejadas libres sin por ello ser arrastrado al suelo.

En otras palabras debe ser activo pero no demasiado activo, estable pero no demasiado estable, soluble pero no demasiado soluble, tóxico al hongo pero no tóxico al huésped.

Esta complejidad unida a las severas condiciones tropicales nos hace comprender la dificultad en sustituir un producto tan extraordinario como el Caldo Bordelés.

### Uso de Adhesivos en los Fungicidas Modernos

Numerosos ensayos realizados demuestran que muchos de los fungicidas orgánicos y sobre todo los inorgánicos a base de cobre anteriormente mencionados tienen buena potencialidad para el control del Phytophthora palmivora pero que su actividad es fugaz al compararse con la del Caldo Bordelés.

La principal razón para ello parece ser la falta de propiedades adherentes adecuadas (67) Siller 1951. A este propósito Rich (58) 1954 en un estudio acerca de la dinámica de la deposición y tenacidad de los fungicidas anota diferencias físicas básicas en cuanto a carga eléctrica y caracteres hidrofóbicos del Caldo Bordelés y el ditano (Zineb) que explican la mejor adherencia del primero.

Nitsche y Vegel 1957 (46) anotan que el óxido cuproso es más resistente al lavado que el oxiclорuro de cobre.

Chaves 1953 (7) Befeler 1957 (3), Galindo 1958 (19). Estudiaron el efecto de diferentes adherentes en relación con las propiedades residuales de varios fungicidas.

Los adherentes experimentados fueron: Filmfast, PEPS, Vanacide, Tritón B-1956, Calcium caccinate, Super sticker, Santomerse, G.C. Sticker, National Sticker, Thiokol ZM-234, RDA-156 B-10, Latex VL-600, Goodrite X-750 (3) todos de casas norteamericanas "C-Oils, Multifilm PB, PEPS, Goodrite VL-600, DOW 512 K Latex Paint, Aceite de lino, Aceite de Soja, Bayol 85, Primol B, Armour Sticker (7) Calcio Caseinato, Vanacide, PEPS, Tritón 1956 (19).

Chaves (7) reporta el PEPS y el C-Oil 156 como los más promisorios a la concentración de 180 cc por 100 litros.

Befeler (3) reporta que los mejores adherentes fueron PEPS Vanacide y Calcium Caseinate en la proporción de 5 a 7.5 cc por galón de agua. El perenox utilizado con esos ingredientes no mostró diferencia estadística comparado con el Caldo Bordelés. El Tritón B-1956 fué significativo en relación con el testigo (Perenox sin adherente) al ser usado en la proporción de 2.5-5cc por galón de agua pero actuó negativamente acelerando el lavado a la dosis de 7.5cc por galón(3.785 litros) de agua. En cuanto a cualidades humectantes el Tritón B-1956 y el Supersticker fue ron los mejores.

Galindo (19) reporta que el mejor tratamiento fue el Caldo Bordelés 4-4-50 y 5-5-50 pero que el Perenox ,Oleocuvre y Orthocide en combinación con los adherentes Vanacide y PEPS en la proporción de 5cc por galón no mostraron diferencia estadística con el Caldo Bordelés.

Los tratamientos más fácilmente lavados fueron Oleocuvre más Tritón B 1956 y Oleocuvre solo.

#### Métodos de Uso Reciente

De las consideraciones anteriores se desprende que en la actualidad se conoce la manera de obtener un control casi absoluto del Phytophthora palmivora en cacao. En particular si se combinan las medidas sanitarias con aspersiones frecuentes a base de los fungicidas más efectivos.

El problema envuelto es el de costos y el de la eficiencia. Su solución depende de la adaptación de los métodos a seguir en las condiciones locales.

Sin embargo si se lograra reducir los costos de las aplicaciones fungicidas a un nivel muy bajo estas podrían aumentarse en el curso del año y lograr así por el medio más lógico y sencillo un notable aumento en la producción.

Este enfoque del problema ya ha sido realizado por medio de las aspersiones a bajo volumen. Esencialmente este método consiste en asperjar los árboles con soluciones concentradas de fungicidas adecuados. Una potente corriente de aire reemplaza al agua como agente vehículo de la materia activa que llega a depositarse sobre las superficies a proteger bajo forma de gotitas microscópicas no coalescentes y densamente distribuidas. La principal economía proviene de que no se necesita transportar ni manejar grandes volúmenes de líquido (120 litros por hectárea en vez de 1.200). Además por el tipo de deposición conseguida no hay pérdidas del producto por escurrimiento.

Al adaptar este método al combate de la Sigatoka en bananos se logró reducir el costo de las aspersiones a más del tercio, Guyot y Cuillé (26).

### III - ASPERSION A BAJO VOLUMEN

#### Características principales

Cuatro características fundamentales nos permiten distinguir los métodos clásicos de aspersión fungicida y el que nos ocupa.

**Método clásico**

- Alto volumen
- Alta presión
- Baja concentración
- Aspersión directa a la superficie a proteger

**Método reciente:**

- Bajo volumen
- Baja presión
- Alta concentración
- Aspersión indirecta o directa a la superficie a proteger

Este nuevo enfoque al problema de la protección a los cultivos resulta de los esfuerzos hechos para evitar las pérdidas de tiempo y de dinero y el exceso de mano de obra envuelto en los métodos de aspersión por alto volumen.

La cantidad de materia fungicida activa por unidad de superficie que se utiliza con ambos métodos es aproximadamente la misma. Pero en bajo volumen potentes corrientes de aire emitidas por el aparato aspersor reemplazan los grandes volúmenes de agua en la tarea de esparcir uniformemente el producto empleado.

#### Conceptos básicos

##### El tamaño de la gota y el depósito obtenido

La cantidad de líquido o solución concentrada disponible

es muy limitada (bajo volumen) de donde resulta necesario dividirla en una infinidad de gotitas microscópicas que son llevadas por el aire sobre la superficie a proteger.

Los límites inferiores y superiores del tamaño de la gota condicionan en gran medida el éxito de la aspersión. En efecto las gotas muy grandes no logran esparcir uniformemente pequeñas cantidades de líquido sobre grandes superficies y además queman el follaje por llevar disuelto un producto altamente concentrado. Por otro lado las gotas muy chicas se evaporan en el aire antes de alcanzar su objetivo o permanecen flotando y son arrastradas fuera del área a tratar, aún por leves corrientes de aire, Beskin 1952 (4).

Potts 1946 (54) nos muestra la relación existente entre el diámetro de la gota, su volumen, y el número de gotas por unidad de superficie.

En teoría, al asperjar uniformemente 10 litros de líquido sobre una superficie de una hectárea se obtienen las siguientes cifras:

Diámetro en micrones	Volumen	Gotas por mm <sup>2</sup>
1	0.52	1.780.125
10	525	1.780
100	525.000	1.78
150	1.771.000	0.53
300	14.175.000	0.06

De estas cifras se desprende que a menor tamaño de la gota mejor cobertura y menor concentración del producto sobre un punto

determinado, disminuyendo así las posibilidades de los efectos fitotóxicos.

Por otro lado el tiempo que demoran las gotas en caer de una altura de 15 metros a 23°C, y con una gravedad específica de uno es el siguiente:

Diámetro en micrones	Tiempo
1	5 días
10	75 minutos
100	51 segundos
150	13 segundos

De esto se deduce que las gotas muy pequeñas no se depositan porque se evaporan o son arrastradas por las corrientes de aire.

Los datos aquí presentados son los que imponen el límite inferior y superior al tamaño de la gota. En la determinación de estos límites e íntimamente ligado a las consideraciones expuestas intervienen también el tipo de depósito que se desea realizar, la naturaleza del cultivo a tratar, las condiciones atmosféricas predominantes, la calidad del fungicida por asperjar y su concentración y nivel de fitotoxicidad.

#### El diámetro de la masa media (D.M.M.)

Este es el número que divide el volumen total de la aspersión en dos partes iguales, Ripper (59) una mitad de la masa del líquido está contenido en gotas de diámetro superior al D.M.M., la otra mitad en gotas de diámetro inferior al D.M.M. Este es un número central que refleja el estado de dispersión de la masa utilizada y está directamente correlacionado con la ausencia o presencia de

gotas de gran tamaño. Es decir con el espectro de tamaño de gota emitido por el aparato utilizado.

Factores que determinan el espectro del tamaño de la gota

a) Aparato y líquido utilizado. Brown, citado por Cuillé y Guyot (11) establece una fórmula matemática que da el diámetro de las gotas en función de varios factores que dependen de dos elementos:

1) El aparato utilizado

2) El líquido asperjado

En cuanto al aparato, la relación: volumen de líquido a volumen de aire en el momento de la proyección es lo más importante. Mientras menor es el cociente más chica es la gota.

En cuanto al líquido utilizado el tamaño de la gota aumenta con la viscosidad y la tensión superficial y disminuye con la densidad.

b) Viscosidad. La viscosidad del líquido utilizado condiciona no sólo el tamaño de la gota sino la uniformidad del espectro obtenido. Con productos de baja viscosidad como el agua el espectro del tamaño de la gota presenta una dispersión extrema, las gotas pequeñas se forman al lado de las gotas más grandes.

Por este motivo los aceites presentan gran ventaja como agentes vehículos. Al utilizar el agua se recomienda añadir un agente que dé viscosidad y espesor a la solución. Guyot y Cuillé (24,10).

c) Distancia. El D.M.M. decrece con la distancia al aparato aspersor. En efecto las gotas más pequeñas siendo más livianas son

arrastradas más lejos. Existe por este hecho mayor peligro de fitotoxicidad para las plantas que se encuentran más cerca del aparato aspersor.

### Métodos de aspersión a bajo volumen

Cuillé y Guyot (10) consideran tres categorías:

#### Nebulización

En este sistema se utilizan aparatos llamados "termo aerosols". El D.M.M. de las partículas que emiten es de 15 a 20 micrones. Es muy difícil obtener una deposición adecuada del producto con partículas tan chicas porque debido a su tamaño necesitan más de media hora en ambiente totalmente tranquilo para depositarse. Por ello es frecuente su uso en locales cerrados y en el combate de insectos en movimiento. Consumo: 2 a 5 litros por hectárea.

#### Tratamiento indirecto por neblinas livianas

En este sistema la neblina es proyectada por el aparato aspersor verticalmente o formando un ángulo adecuado con la horizontal. El principio consiste en formar la neblina por encima del cultivo a proteger y permitir que las corrientes de aire que prevalecen en el campo la diseminen. La deposición se hace por gravedad. El diámetro de las partículas debe estar comprendido entre 50 y 200 micrones con un D.M.M. de 85 micrones. Consumo: 15 - 20 litros por hectárea.

#### Tratamiento directo

En este método se dirige el chorro de aire directamente sobre

la superficie a proteger, como no se desea que el producto sea arrastrado por las corrientes de aire se utilizan partículas o gotas más grandes, de 75 a 500 micrones con un D.M.M. de 120 micrones.

Esto implica por lo general el uso de agua y de productos menos concentrados y por consecuencia un mayor consumo de líquido por hectárea. Es recomendable en este tipo de aspersión agregar al agua un producto que dé espesor a la solución. De esta manera se logra una mayor uniformidad del espectro de tamaño de las gotas.

En los métodos anteriores el aceite se considera el mejor agente vehículo.

#### IV - EL ACEITE AGRICOLA

##### Usos del aceite agrícola

Los aceites provenientes de los productos refinados del petróleo han sido utilizados en agricultura para el combate de insectos desde 1787, Smith (69). Muchos adelantos han permitido extender su uso. Martin (40) 1935, cita las especificaciones que permiten su uso sin peligro sobre árboles con follaje permanente (citrus) para el combate de cóccidos.

Actualmente se utilizan en el combate de plagas con tres propósitos principales:

- a) adherentes
- b) material vehículo
- c) agente tóxico

La fitotoxicidad constituye el factor limitante en el uso de los aceites.

Las propiedades fitotóxicas de los aceites han conducido a su uso como herbicidas, Grafts and Reiber (8). Originalmente sirvieron con este propósito, los residuos de la utilización industrial de los aceites. En 1943-1944 productos de refinación especial fueron utilizados como herbicidas selectivos en el cultivo de zanahorias. En los herbicidas modernos a base de hormonas los aceites intervienen como vehículos, solventes y coadyuvantes de la materia activa.

En la literatura se encuentran también algunas referencias a los aceites como posibles agentes fungicidas para ciertas enfermedades específicas. Parker (55) 1933, sugiere emulsiones con productos a base de cobre para aspersiones con doble propósito.

Barker 1914 citado por Calpouzos (6) se refiere a la acción de los aceites sobre el mildew de la grosella, y Horsfall citado por Guyot y Cuillé (24) se refiere a su acción sobre Sphaerotheca pannosa.

#### Cualidades fungicidas del aceite agrícola

Los trabajos de Cuillé y Guyot (11) 1954, (24) 1954, (25) 1955, (26) 1956, (10) 1957, en Guadalupe francesa son los que abren nueva era a los aceites agrícolas como fungicidas, en aplicaciones a bajo volumen.

Estos investigadores iniciaron sus trabajos investigando los métodos de aplicación fungicida a bajo volumen más adecuados para el combate del Cercospora musae en bananos.

El agua es escasa en ciertas regiones bananeras de Guadalupe y además ofrecía dificultades para obtener un tamaño de gota adecuado. Se recurrió entonces a los aceites como agentes vehículos y pronto se descubrió que ofrecían por sí solos excelentes propiedades fungicidas. Actualmente grandes extensiones bananeras en América tropical son asperjadas con aceite para el control de la Sigatoka. En particular en Ecuador donde Desrosiers (12) llevó a cabo estudios cuidadosos para adaptar el método a las condiciones prevalentes en ese país.

#### Fitotoxicidad de los aceites

De los trabajos de Martin (40) y Ivens (31) se desprende que los factores que condicionan la fitotoxicidad de los aceites no

son aún bien conocidos. Sin embargo, de manera general puede decirse que los aceites con un alto contenido de residuos no sulfonados, compuestos principalmente de hidrocarburos parafínicos y cicloparafínicos son los menos tóxicos. Ellos resultan de procesos de refinación muy avanzados. La viscosidad y volatilidad también condicionan las propiedades tóxicas. Estas tienden a acentuarse con la viscosidad hasta cierto nivel para luego decaer.

Guyot y Cuillé (24) señalan que los criterios clásicos para evaluar la fitotoxicidad de los aceites no se aplican en el caso de las aspersiones a bajo volumen. Por este método en efecto las gotas son de tamaño inferior a 150 micrones y realizan sobre las hojas un depósito muy diferente al obtenido con las aspersiones clásicas a alto volumen en que los aceites eran asperjados bajo forma de emulsión. Ellas formaban entonces depósitos espesos e irregulares que actuaban con mucha facilidad sobre los tejidos vivos.

De estas consideraciones se desprende que el tamaño de la gota, el espectro del tamaño de la gota y el D.M.M. constituyen elementos claves que condicionan el éxito en las aspersiones de aceites agrícolas a bajo volumen para el control del Cercospora en banana.

#### Factores que determinan las propiedades fungicidas del aceite

Muchas hipótesis han sido emitidas acerca del modo de actuar de los aceites agrícolas. Guyot y Cuillé (24) señalan que al utilizar compuestos de cobre con los aceites el depósito obtenido no es mojable, es decir no miscible al agua y por lo tanto no son

arrastradas por las lluvias. Además se obtiene una mejor repartición del producto sobre la hoja gracias a los propiedades físicas de los aceites. Pero más tarde al encontrar que los aceites solos, tenían propiedades fungicidas supusieron alguna inhibición en la germinación de las conidias como resultado de la acción de una capa hidrófoba de aceite sobre las hojas.

Desrosiers (17) de acuerdo con Merny (42) señala que el aceite parece actuar como protector y como fungostático, impidiendo el desarrollo de las manchas de Cercospora en las hojas nuevas ya infectadas. También indica cierto efecto antiesporulativo.

Calpouzos (6) 1959 determinó que los aceites no inhibían la germinación ni de conidias ni de ascosporas. Tampoco encontró inhibición significativa en la penetración del organismo en hojas previamente asperjadas. La esporulación del hongo sobre las hojas infectadas tiene lugar de manera normal aún después de la aspersión con aceite. En cultivos artificiales a base de aceite el micelio del hongo crece libremente. Se concluye de estos trabajos que los aceites posiblemente inhiben el parásito una vez que ha penetrado en el huésped y antes de la aparición de los síntomas.

Estudios posteriores de los mismos autores permitieron establecer que los aceites penetran a los tejidos de la hoja y se acumulan en ciertos espacios intercelulares. Los estomas no tuvieron una influencia importante en la absorción del aceite. También pudieron establecer que la efectividad de un aceite aumenta con su viscosidad. Esta cualidad parece ser la que condiciona las propiedades fungicidas. Estudios llevados a cabo sobre el Cercospora del tabaco demostraron que los aceites no tienen acción sobre la enfermedad.

## PARTE EXPERIMENTAL

### I - ACCION DE DIFERENTES NIVELES DE ACEITE EN LA APARICION Y EVOLUCION DE LAS MANCHAS DE PHYTOPHTHORA PALMIVORA SOBRE MAZORCAS DE CACAO

Este experimento comprende dos ensayos que tuvieron por objeto determinar si el aceite solo o en emulsión con agua a tres niveles tenía algún efecto sobre la aparición y el desarrollo de las manchas de Phytophthora palmivora sobre mazorcas de cacao.

Se operó de dos maneras diferentes:

- A) Con las mazorcas suspendidas verticalmente por su pedúnculo.
- B) Con las mazorcas en posición horizontal.

Como veremos más adelante, la posición de la mazorca tuvo gran importancia en la interpretación final de nuestros resultados.

#### A - Mazorcas suspendidas en posición vertical

##### Materiales y métodos

El método utilizado consistió en sumergir los frutos en los tratamientos correspondientes, inocularlos y apreciar visualmente la aparición de síntomas de la enfermedad y el desarrollo ulterior de las manchas de Phytophthora.

Se cosecharon a fecha diferentes cuatro lotes de mazorcas del Clon U.F. 667, cada uno compuesto de 30 frutos aproximadamente del mismo tamaño, forma, color y peso. Al cosechar los frutos se puso mucho cuidado en no lastimarlos ya que las magulladuras accidentales podían ser causa de más fácil penetración del parásito. Cada

mazorca fué envuelta individualmente en papel y transportada en cajas de madera.

Las mazorcas fueron colocadas en cámara húmeda, se utilizaron con este propósito propagadores de cacao tipo Trinidad. Cada fruto fué suspendido perpendicularmente por su pedúnculo a varillas de madera dispuestas horizontalmente dentro del propagador.

La lluvia podía penetrar libremente en el propagador a través de la tela de "manta sucia" fijada a los marcos de cobertura. De manera que el inóculo y los tratamientos estaban sujetos a lavado y redistribución.

Un higrotermógrafo colocado dentro del propagador indicó temperaturas que oscilaban entre 16° y 25° C y una humedad relativa entre 85 % y 100% durante el experimento.

Las fechas en que se realizaron para cada lote las diferentes operaciones de cosecha, tratamiento, inoculación y toma de datos se indica a continuación.

	Fecha de cosecha	Fecha de tratamiento	Fecha de inoculación	Fecha de toma de los datos analizados	Días transcurridos entre 3 y 4
	1	2	3	4	
Bloque 1	Agosto 27 4 pm.	Agosto 28 8 am.	Agosto 29 6 pm.	Septiembre 9 4 pm.	11
Bloque 2	Agosto 30 4 pm.	Agosto 31 7 am.	Sept. 1 5 pm.	Septiembre 9 4 pm.	8
Bloque 3	Agosto 23 10 am.	Agosto 24 4 pm.	Agosto 25 6 pm.	Septiembre 9 4 pm.	15
Bloque 4	Agosto 22 8 am.	Agosto 23 8 am.	Agosto 24 7 pm.	Septiembre 9 4 pm.	16

En el Cuadro anterior puede observarse que el número de días transcurridos entre la inoculación y la fecha en que se tomaron los datos analizados es diferente para cada bloque. Esto fué debido a circunstancias imprevistas que no permitieron continuar el experimento después del 9 de septiembre. Un diseño experimental bajo forma de bloques al azar permite eliminar esta causa de variación.

Cada lote constituyó un bloque de 30 mazorcas con 6 tratamientos. Se consideró como respuesta a un tratamiento el total de 5 mazorcas. Los 4 bloques constituyen 4 repeticiones (Cuadro N<sup>o</sup>1).

El inóculo provenía de cultivos puros de Phytophthora palmivora en P.D.A. aislados a partir de frutos enfermos. Ellos tenían entre 24 y 30 días de edad cuando fueron utilizados. El inóculo se preparó batiendo con agua durante tres minutos en una licuadora la masa constituida por el medio de cultivo y el hongo. La aplicación se hizo con una bombita de aspersion tipo "flit" dirigiendo la suspensión sobre cada fruto individualmente. Cada frasco de cultivo fué examinado microscópicamente antes de ser utilizado y pudo comprobarse de esta manera una abundante fructificación del hongo bajo forma de zoosporangios.

Las inoculaciones se hicieron siempre en las últimas horas de la tarde por considerarse que las bajas temperaturas nocturnas favorecían la infección.

Entre los tratamientos y la inoculación se dejó transcurrir de 14 a 22 horas de manera que los productos utilizados pudieran escurrirse y secarse bien antes de proceder a la inoculación.

Los tratamientos fueron:

- Aceite	100%	(A-100)	:	20	Mazorcas
- Aceite	50%	(A- 50)	:	20	Mazorcas
- Aceite	25%	(A- 25)	:	20	Mazorcas
- Aceite	10%	(A- 10)	:	20	Mazorcas
- Bordelés	4-4-50		:	20	Mazorcas
- Testigo			:	20	Mazorcas
		<b>Total</b>		<b>120</b>	<b>Mazorcas</b>

El aceite utilizado fué el "Esso Orchard Spray Oil" N<sup>o</sup> 35.

Según el fabricante sus características son: viscosidad 72.6<sup>o</sup> SSU a 100<sup>o</sup>F, residuo no sulfonado de 84-85%.

El emulsificante utilizado en la preparación de las diferentes emulsiones de aceite fué el Tritón B-1956 en la proporción de 2 cc. por litro de emulsión. Al tratamiento consistente en aceite puro no se le agregó Tritón.

Datos tomados:

Los datos tomados se refieren al porcentaje de la superficie de cada mazorca cubierta por la mancha típica del Phytophthora palmivora cierto número de días después de la inoculación.

Este porcentaje se estimó visualmente por comparación con un grafico previamente preparado. Ensayos preliminares demostraron que este método daba resultados consistentes.

### Resultados y discusión

Los datos obtenidos se encuentran en el Cuadro N<sup>o</sup> 1 y el gráfico N<sup>o</sup> 1 resume esos resultados.

Del análisis de variancia, Cuadro N<sup>o</sup> 2 y 3 se desprende que hubo diferencia altamente significariva entre el Caldo Bordelés y los otros tratamientos. El aceite 50% se encuentra sin embargo en el límite de significancia al 1%. No hubo diferencia significativa entre los tratamientos a base de aceite. Los tratamientos A-50, A-10, A-25, difieren del testigo al nivel del 5%. El aceite solo no presentó diferencia significativa con respecto al testigo pero la tendencia a retardar el desarrollo de la mancha de Phytophthora es marcada.

Cabe notar que las condiciones bajo las cuales se operó fueron muy severas. De las 30 mazorcas tratadas con Caldo Bordelés sólo tres no resultaron infectadas. Las condiciones de ambiente, temperatura y humedad era óptimas para el parásito. Las lluvias actuaron, también favorablemente al hongo lavando los tratamientos y redistribuyendo el inóculo.

### Conclusiones

- 1) El Caldo Bordelés se comportó como el mejor tratamiento.
- 2) Ninguno de los tratamientos, incluso el Caldo Bordelés actuó como protector eficaz. Aparentemente se requieren condiciones más próximas de las normales para que las cualidades fungicidas puedan manifestarse.
- 3) El aceite independientemente del nivel de concentración tiene algún efecto en retardar ya sea la penetración o el desarrollo del organismo dentro del fruto infectado.

CUADRO Nº 1

Porcentaje del área de cada fruto cubierta por la mancha de  
Phytophthora palmivora al cabo de cierto número de  
días variable para cada bloque

	Testigo	Bordelés	A 10%	A 25%	A 50%	A 100%	Total Bloque
	95	30	100	85	75	65	
A los 11 días	46	0	35	60	60	40	
de la inocu-	75	0	50	50	50	45	
lación	100	30	30	55	60	100	
<u>Bloque 1</u>	95	25	100	80	90	90	
<b>Total repeticiones</b>	411	85	315	330	335	340	1816
	55	30	25	30	45	65	
A los 8 días	35	0	40	50	30	25	
de la inocu-	70	20	20	35	30	30	
lación	40	30	60	40	55	80	
<u>Bloque 2</u>	55	25	70	60	25	40	
<b>Total repeticiones</b>	255	105	215	215	185	240	1215

Cuadro Nº 1 (continuación)

	Testigo	Bordelés	A 10%	A 25%	A 50%	A 100%	Total Bloque
	80	20	40	80	60	80	
A los 15 días	100	100	5	90	25	80	
de la inocu-	100	30	70	90	70	100	
lación	100	60	50	100	70	80	
<u>Bloque 3</u>	100	60	70	100	100	100	
<b>Total repeticiones</b>	<b>480</b>	<b>270</b>	<b>235</b>	<b>460</b>	<b>325</b>	<b>440</b>	<b>2210</b>
	100	5	65	30	100	85	
A los 16 días	100	50	100	35	5	65	
de la inocu-	100	35	65	20	75	45	
lación	100	55	100	90	75	95	
<u>Bloque 4</u>	100	45	100	75	85	70	
<b>Total repeticiones</b>	<b>500</b>	<b>190</b>	<b>430</b>	<b>250</b>	<b>340</b>	<b>360</b>	<b>2070</b>
<b>Total tratamiento</b>	<b>1646</b>	<b>650</b>	<b>1195</b>	<b>1255</b>	<b>1185</b>	<b>1380</b>	<b>7311</b>
<b>Promedio tratamiento</b>	<b>411</b>	<b>162.5</b>	<b>298</b>	<b>313</b>	<b>296</b>	<b>345</b>	
<b>Promedio del área infectada por fruto</b>	<b>82</b>	<b>32</b>	<b>59.75</b>	<b>62.75</b>	<b>59.25</b>	<b>69</b>	

CUADRO Nº 2

Datos Analizados

Suma del porcentaje de la superficie infectada de cada cinco  
frutos por tratamiento y por bloque

Tratamiento	B1	B2	B3	B4	Total	Promedio tratamiento	Promedio por fruto
Testigo	411	255	480	500	1646	411	82
Bordelés	85	105	270	190	650	162.5	32
Aceite 10%	315	215	235	430	1195	298	59.75
Aceite 25%	330	215	460	250	1255	313	62.75
Aceite 50%	335	185	325	340	1185	296	59.25
Aceite 100%	340	240	440	360	1380	345	69
<b>Total</b>	<b>1816</b>	<b>1215</b>	<b>2210</b>	<b>2070</b>	<b>7311</b>		

Análisis de variancia

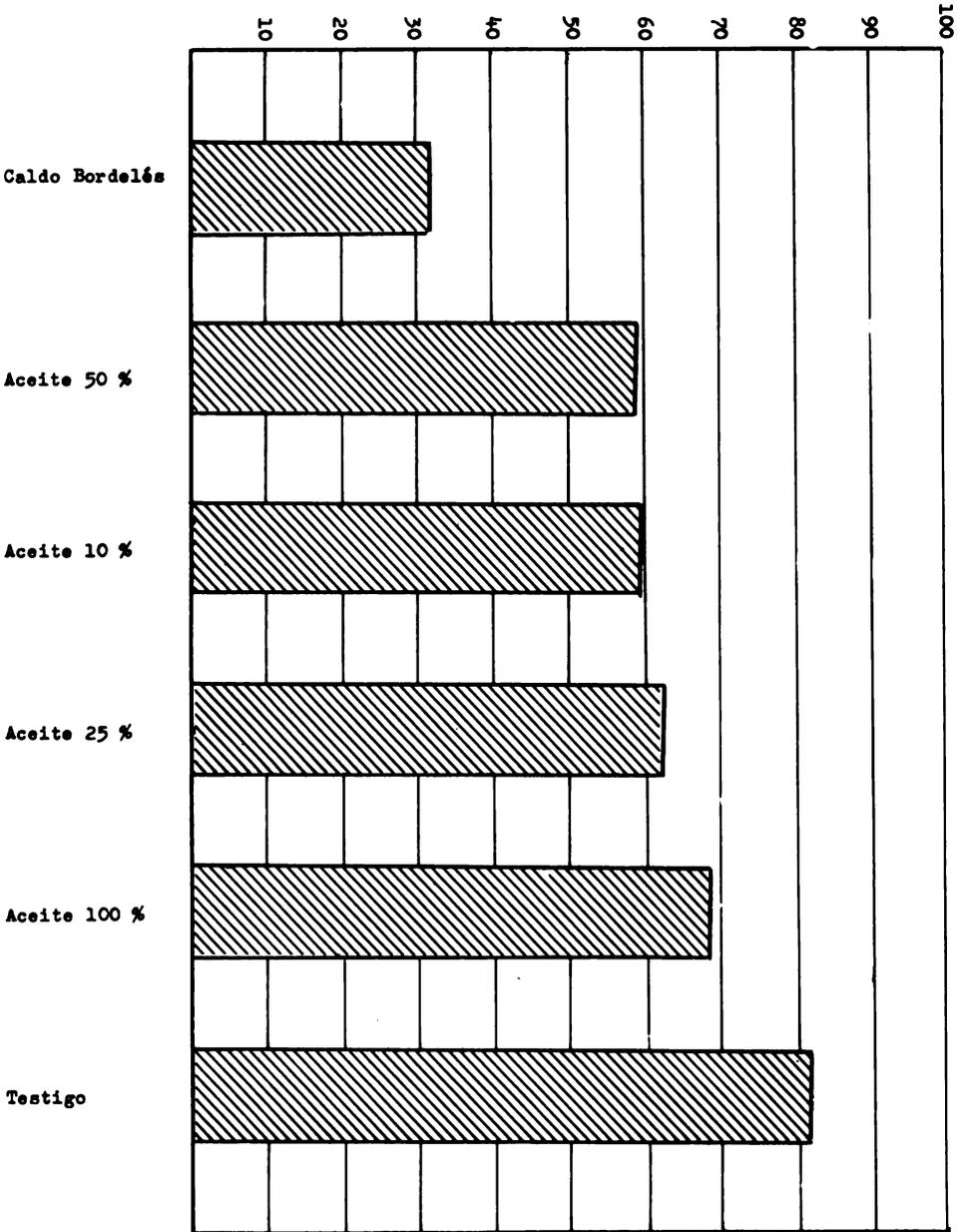
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Bloque	3	96.867	32.289	7.72 <sup>**</sup>	3.29
Tratamiento	5	133.759	26.751	6.39 <sup>**</sup>	2.9
Error	15	62.732	4.182		
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>293.358</b>			

D.M.S. t.(0.01) = 134.6 = 26.9%      D.M.S. t.(0.05) = 97.38 = 19.4%  
**\*\*** Diferencia altamente significativa, nivel del 1%.



GRAFICO No 1

Promedio de infección de cada 20 frutos por tratamiento  
La infección se evalúa en porcentaje de la superficie total  
de cada fruto cubierta por la mancha de la Phytophthora



## **B - Mazorcas Colocadas en Posición Horizontal**

Con el fin de comprobar las conclusiones del experimento anterior se llevó a cabo un pequeño ensayo que tenía por objeto esclarecer los siguientes puntos.

- 1) Si en condiciones ambientales menos severas el Caldo Bordelés se comportaba como protector absoluto.
- 2) Si los aceites actuaban retardando la penetración del hongo en el fruto o bien el desarrollo vegetativo del mismo dentro del fruto infectado.

### **Materiales y Métodos**

El método utilizado fue similar al anterior con dos modificaciones fundamentales.

- 1) Se mantuvo la humedad relativa al 100% hasta la aparición de los síntomas de infección en los testigos. Luego esta se redujo a las condiciones ambientales.
- 2) Las mazorcas permanecieron en posición horizontal en el fondo de la cámara húmeda. El inóculo se colocó bajo forma de una gota grande sobre un punto determinado del fruto. La cámara húmeda consistió en cajones forrados con tela de gangoche. Estos fueron colocados bajo techo de manera que la lluvia no interviniera ni en el lavado ni en la redistribución del inóculo o tratamiento.

Estas modificaciones tenían por objeto:

- 1) Reducir las posibilidades de infección secundaria

una vez que el inóculo primario hubiera logrado producir la infección.

- 2) Obtener sobre el fruto un solo punto de infección cuyo desarrollo pudiera medirse con precisión.
- 3) Asegurar la infección manteniendo sobre un punto dado un inóculo altamente concentrado.

Se llevaron a cabo 6 tratamientos con 2 repeticiones. Los resultados no fueron analizados por no comprender un número suficiente de repeticiones.

#### Datos Tomados

Los datos fueron tomados diariamente y se refieren al producto del diámetro menor por el diámetro mayor de la mancha de Phytophthora en desarrollo.

Promedio del Crecimiento Diario en cms. de las Manchas de  
Phytophthora Palmivora sobre 2 frutos por tratamiento

Tratamiento	15	16	17	18	19	20	21
A-100	+	0.6	2.4	8.7	18.2	42.8	110.26
A- 50	+	0.4	1.6	6.2	27.5	54.5	98.12
A- 25	+	0.1	1.0	4.4	12.1	22.1	56.8
A- 10	+	1.8	3.8	9.2	30.5	58.6	124.32
Bordelés	0	0	0	0	0	0	0
Testigo	+	0.8	2.9	10.5	28.2	56.8	138.6

+ = Pequeña descoloración chocolate  
Inoculación: Septiembre 13, 6 pm.  
Cada cifra es el promedio de dos  
observaciones.

En el cuadro anterior puede observarse que al segundo día de la inoculación todos los frutos salvo los tratados con Caldo Bordelés presentaban los síntomas típicos de la enfermedad.

La progresión de la mancha fue bastante uniforme en todos los tratamientos durante los 9 días que duró el experimento. Con excepción del aceite 25% que mostró algún retardo.

Al noveno día de la inoculación ninguno de los frutos tratados con Caldo Bordelés mostró el más leve síntoma de la enfermedad.

Al 29 día de la inoculación (14 de septiembre) las gotas de inóculo ya se habían secado.

No se produjo ningún punto secundario de infección.

### Conclusiones

- 1) Bajo las condiciones experimentales expuestas el Caldo Bardelés se comportó como protector absoluto.
- 2) La penetración del parásito tuvo lugar simultáneamente en todos los frutos infectados independientemente de los tratamientos.
- 3) Ninguno de los tratamientos modificó de manera apreciable la rapidez de progresión del hongo dentro del fruto infectado.
- 4) El retardo observado con el 25% de aceite no es forzosa-mente atribuible al tratamiento. (Los frutos, como indica Thorold (74) poseen individualmente factores intrínsecos que hacen variar su reacción al parásito).
- 5) Los resultados no concordantes de los dos ensayos aquí presentados ponen de relieve la íntima relación que existe entre las condiciones ambientales, el huesped, el parásito y el comportamiento de las substancias con carácter fungicida.

## II - COMPORTAMIENTO DE LA PHYTOPHTHORA PALMIVORA EN PRESENCIA DEL ACEITE

Este experimento comprende tres ensayos que tuvieron por objeto determinar si alguna de las fases del ciclo de vida del patógeno podía ser afectada por el aceite bajo experimentación.

### A - Crecimiento Vegetativo del Phytophthora en Medio

#### P.D.A. con Aceite a Diferentes Niveles

#### Materiales y Métodos

Este ensayo comprendió siete tratamientos con cuatro repeticiones para cada tratamiento.

Se utilizaron frascos Erlenmeyer de 125 cc. donde se vertió el medio de cultivo de manera que se formara en el fondo una capa tan delgada como fuese posible.

La esterilización se hizo manteniendo los frascos durante 45 minutos a la temperatura de  $110^{\circ}\text{C}$ , bajo 20 libras de presión.

Los frascos de prueba se inocularon transfiriendo a su interior una pequeña porción de agar con el micelio del hongo. El inóculo provenía de cultivos puros de Phytophthora palmivora en P.D.A. aislados en tubos de ensayos a partir de frutos enfermos.

Los cultivos se mantuvieron bajo observación durante 12 días.

Los frascos permanecieron en el laboratorio a la temperatura ambiente.

Los tratamientos fueron:

---

		Agua	Aceite	Tritón 1956-B
Testigo	:	P.D.A. 500 cc	-	-
Testigo + emulsificante	:	P.D.A. 500 cc	-	8 cc
Aceite 1%	:	P.D.A. 495 cc	5 cc	8 cc
Aceite 10%	:	P.D.A. 450 cc	50 cc	8 cc
Aceite 25%	:	P.D.A. 375 cc	125 cc	8 cc
Aceite 50%	:	P.D.A. 250 cc	250 cc	8 cc
Aceite 75%	:	P.D.A. 125 cc	375 cc	8 cc
Aceite 90%	:	P.D.A. 50 cc	450 cc	8 cc

---

El medio P.D.A. estaba compuesto por agar 10 grs., dextrosa 10 grs. y el extracto proveniente de 100 grs. de papa, el todo mezclado con 500 cc de líquido. El líquido estaba compuesto de agua pura o agua con aceite en proporciones diferentes según los tratamientos.

Datos Tomados:

Los datos se refieren al tamaño de las colonias. Cada día se medía el diámetro mayor y menor de la colonia en crecimiento y se anotaba el producto de las dos cifras así obtenidas. El cultivo debía ser observado por transparencia pues el aceite en emulsión con los otros constituyentes del medio daba una masa muy opaca. El tratamiento que incluía 90% de aceite tuvo que ser descartado por no poder observarse con precisión el perímetro de la colonia.

Este último tratamiento y el nivel 1% de aceite no difieren entre si.

### Conclusiones

1) Los diferentes niveles de aceite no presentan toxicidad aguda para el hongo que puede con cierto retardo desarrollarse libremente en su medio.

2) El aceite tiene una acción bien definida sobre el hongo que se traduce por inhibición de su rapidez de crecimiento. Esta acción se acentúa con los niveles superiores de aceite sin alcanzar sin embargo significación estadística entre niveles.

3) El tritón por si solo tiene una espectacular influencia en la inhibición del desarrollo del patógeno a niveles sumamente bajos de concentración. Esta propiedad tal vez merezca mayor estudio.

4) No puede desligarse en este experimento la acción del emulscificante de la acción del aceite. No sabemos qué efecto habrían tenido los diferentes niveles de aceite en ausencia del Tritón.

5) Puede señalarse una similitud aparente en la acción del aceite sobre el parásito en medio P.D.A. y en el fruto.

En ambos casos se obtiene un retardo en la rapidez de crecimiento del patógeno significativo estadísticamente con respecto al testigo, pero no entre los diferentes niveles de aceite experimentados.

No pudo determinarse si en ambos casos el aceite actúa de manera similar o por mecanismos diferentes.

CUADRO Nº 4

Promedio (en cms.) del crecimiento diario de cuatro colonias  
de *Phytophthora palmivora* por tratamiento

Ensayo B Curvas correspondientes en Gráfico Nº2

Fecha	Noviembre							Diciembre		
	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3
Testigo	6.08	9.9	16.6	--	29.41	40.6	--	--	--	--
Test. + emulsif.	1.63	3.0	5.4	--	10.74	12.2	15.2	18.9	22.8	29.6
Aceite 1%	1.73	2.87	4.7	--	8.79	11.7	15.1	18.7	23.1	26.5
Aceite 10%	1.41	2.51	1.3	--	6.07	7.4	9.8	11.3	14.1	17.6
Aceite 25%	1.77	2.0	2.3	--	3.68	5.1	7.6	9.2	10.1	12.3
Aceite 50%	.95	1.7	2.15	--	2.62	4.7	5.8	.7	8.4	9.8
Aceite 75%	1.16	1.64	2.35	--	3.4	5.02	6.16	7.6	9.4	10.7

Inoculación en noviembre 22

Cuadro Nº 4 (continuación)

Promedio (en cms.) del crecimiento diario de dos colonias  
de *Phytophthora palmivora* por tratamiento

Ensayo A

Fecha	Noviembre				
	15	16	17	18	19
Testigo	2.43	5.2	11.2	18.3	25.1
Testigo + emulsificante	1.00	2.47	5.54	7.9	11.3
Aceite 1%	.65	1.5	3.54	5.07	7.6
Aceite 10%	.75	1.3	2.25	3.8	5.1
Aceite 25%	.59	1.1	1.67	2.48	3.11
Aceite 50%	.39	.8	1.41	1.86	1.96
Aceite 75%	.43	.6	.84	1.14	1.44

Inoculación en noviembre 13

CUADRO Nº 5

Crecimiento de *Phytophthora palmivora* en P.D.A.  
con aceite a diferentes concentraciones

Tamaño de las colonias a los seis días de la inoculación

Datos analizados

Diseño experimental irrestrictamente al azar

Tratamientos	1	2	3	4	Total	Promedio
Testigo	30.00	40.15	25.0	22.5	117.65	29.41
Emulsificante	13.69	11.88	9.0	8.41	42.98	10.74
Aceite 1%	10.23	8.41	8.7	7.84	35.18	8.79
Aceite 10%	5.5	7.00	6.96	4.84	24.30	6.07
Aceite 25%	3.2	2.88	4.86	3.8	14.74	3.68
Aceite 50%	4.21	1.54	2.64	2.10	10.49	2.62
Aceite 75%	3.96	2.72	5.00	1.92	13.60	3.4
Total	70.79	74.58	62.16	51.41	258.94	

Cuadro N<sup>o</sup> 5 (continuación)

Análisis de variancia

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Tratamiento	6	2112.65	352.18	33.66**	3.81
Error	21	219.75	10.46		
Total	27	2332.40			

\*\* Diferencia altamente significativa, nivel del 1%

Diferencia mínima significativa  $t.(0.01) = 6.48$

$t.(0.05) = 4.76$

En porcentaje con respecto al testigo considerado 100  $t.(0.01) = 22.01$

$t.(0.05) = 16.11$

CUADRO Nº 6

Promedio del tamaño de cuatro colonias de Phytophthora a los seis días de la inoculación transformado a porcentajes con relación al testigo considerado como 100%  
(Gráfico Nº 3)

Testigo	29.41	100%
Testigo + emulsificante	10.74	36.5%
Aceite 1%	8.79	29.8%
Aceite 10%	6.07	20.6%
Aceite 25%	3.68	12.5%
Aceite 50%	2.62	8.9%
Aceite 75%	3.4	11.5%

Tratamientos agrupados por orden de efectividad con relación a la diferencia mínima significativa del 1% (22.01)

Testigo	Testigo + emulsificante	Aceite 1%	Aceite 10%	Aceite 25%	Aceite 75%	Aceite 50%
100	36.5	29.8	20.6	12.5	11.5	8.9

Cuadro N° 6 (continuación)

Tratamientos agrupados por orden de efectividad con diferencia  
mínima significativa del 5% (16.11)

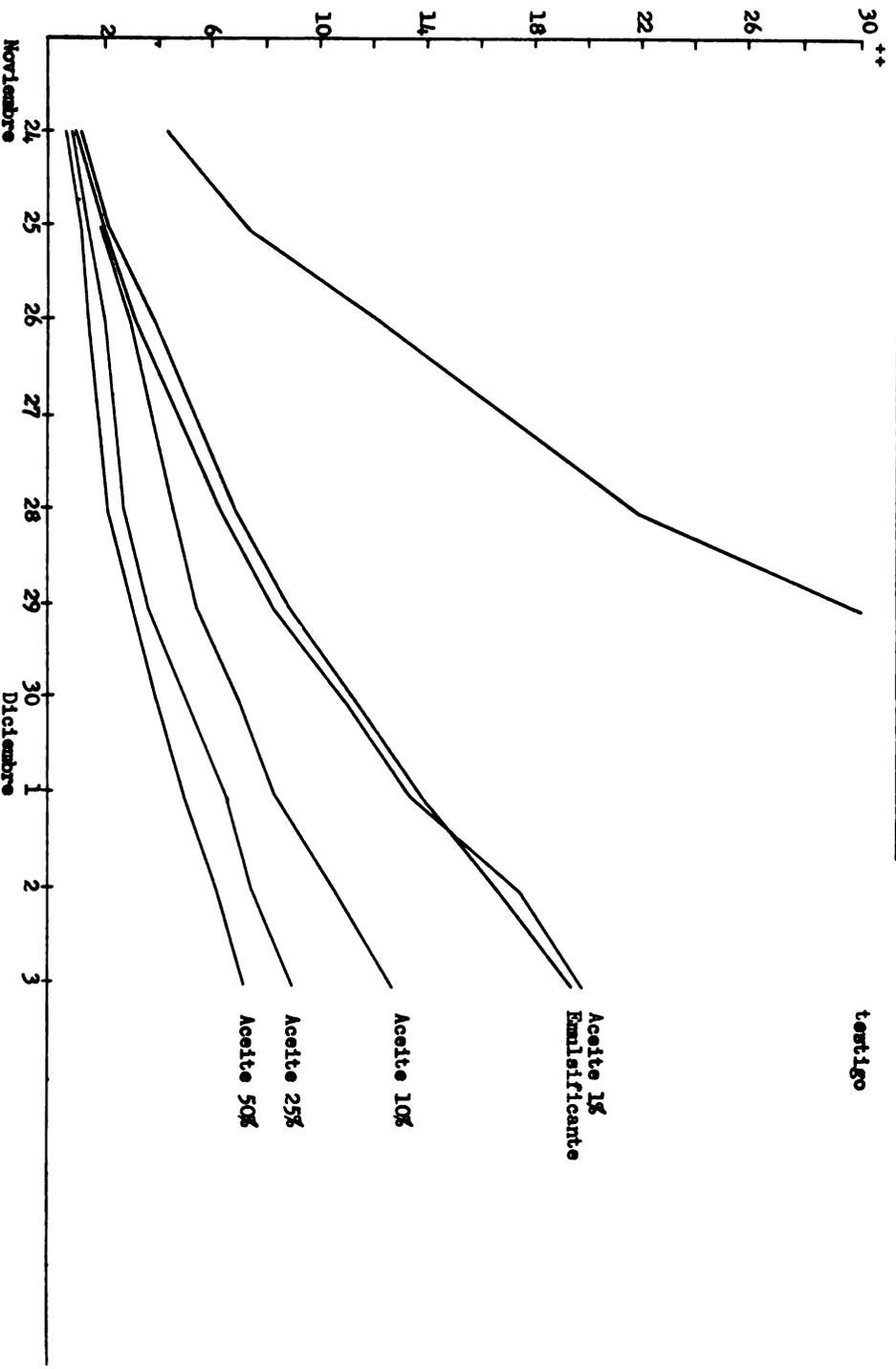
Testigo	Testigo + emulsificante	Aceite 1%	Aceite 10%	Aceite 25%	Aceite 75%	Aceite 50%
100	36.5	29.8	20.6	12.5	11.5	8.9

Diagrama de agrupación de tratamientos:

El diagrama muestra tres líneas horizontales con corchetes que indican agrupaciones de tratamientos. La línea superior abarca los tratamientos Aceite 10%, 25%, 75% y 50%. La línea intermedia abarca los tratamientos Aceite 1% y 10%. La línea inferior abarca los tratamientos Testigo y Testigo + emulsificante.

GRAFICO No 2

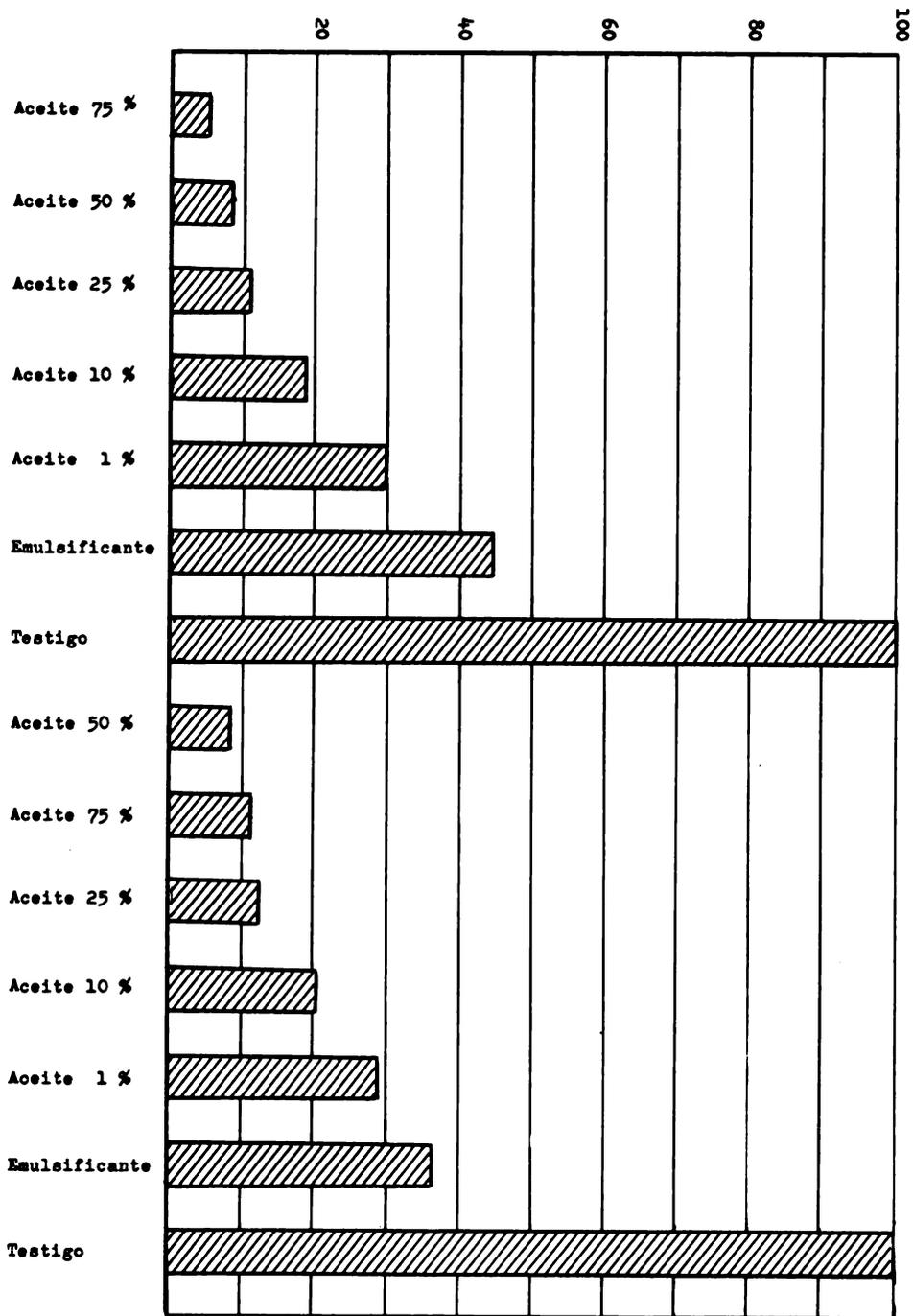
Curvas correspondientes al promedio del crecimiento diario de cuatro colonias de *Phycophthora palmivora* por tratamiento



++ Promedio en cm. del producto del diámetro mayor por el diámetro menor de la colonia en crecimiento.

GRAFICO No 3

Promedio del tamaño de 4 colonias de *Phytophthora palmivora* por tratamiento, transformado a porcentajes con relación al testigo considerado como 100 %



**B - Esporulación y Patogenicidad del Phytophthora palmivora**  
**Cultivado en P.D.A. con Aceites a Diferentes Concentraciones**

**Materiales, Métodos y Resultados**

Los cultivos ya descritos del primer ensayo fueron examinados microscópicamente para determinar si hubo esporulación a los diferentes niveles de concentración del aceite. En todos los casos se encontró fructificación abundante del patógeno 20 días después de la inoculación.

No se trató sin embargo de determinar si hubo diferencias en la intensidad de esporulación en los diferentes medios. En estas observaciones se incluyó el medio con 90% de aceite que presentó los mismos resultados.

Con el fin de determinar si la viabilidad o la patogenicidad de los esporangios había sido afectada al formarse en un medio con aceite se hizo el siguiente ensayo.

Cinco frutos por tratamiento o sea un total de 40 mazorcas fueron heridas e inoculadas sobre la herida con una suspensión de esporangios proveniente de los cultivos bajo experimentación. Los frutos fueron colocados en cámara húmeda y mantenidos a 100% de humedad relativa. El inóculo se obtuvo agitando 5 cc. de agua esterilizada sobre la superficie del medio de cultivo. Se utilizó una gota de la suspensión así obtenida.

Todos los frutos mostraron síntomas típicos de la enfermedad tres días después de la inoculación.

**C - Germinación de Zoosporangios de Phytophthora palmivora**  
**en P.D.A. con Aceite al 100%**

**Materiales, Métodos y Resultados**

Las inseminaciones hechas en los ensayos sobre crecimiento vegetativo del patógeno en medios con diferentes niveles de aceite llevaban micelio del hongo. Con el fin de determinar si los esporangios solos eran capaces de germinar en un medio con un alto nivel de aceite se llevó a cabo el siguiente ensayo.

Se preparó un medio P.D.A. con 90% de aceite tal como fué descrito en la página (51) y se virtió aproximadamente 2 cc. de aceite esterilizado sobre la superficie coagulada.

Se obtuvo una suspensión de esporangios agitando 5 cc. de agua esterilizada sobre la superficie de un frasco Erlenmeyer que contenía la Phytophthora pura en medio P.D.A. Una gota de esta suspensión sirvió por inseminar el medio con aceite. Al cabo de tres días podían verse las colonias del Phytophthora en pleno desarrollo.

**Conclusión**

Se concluye que bajo las condiciones experimentales de este ensayo ninguno de los niveles de concentración de aceite utilizados afecta la esporulación, germinación y poder de penetración de la Phytophthora.

III - ACCION DEL ACEITE A DIFERENTES NIVELES DE CONCENTRACION Y  
DEL ACEITE MAS FUNGICIDAS EN EL COMBATE DE LA PHYTOPHTORA  
PALMIVORA SOBRE FRUTOS DE CACAO

Este experimento comprende una serie de ensayos que tenían por objeto comparar las cualidades fungicidas del aceite solo, del Óxido Cuproso, del Oxidocloruro de Cobre y del Ditano, tanto en agua como en aceite con el Caldo Bordelés y el testigo.

Se operó inmergiendo y asperjando los frutos (aspersión por bajo volumen) con los productos bajo experimentación. Ambas operaciones se hicieron con mazorcas sobre los árboles sin cortar y con mazorcas cortadas de los árboles y colocadas en cámara húmeda.

A - Ensayo Sobre Mazorcas en el Campo Sin Cortar

1) Aplicación del tratamiento por inmersión del fruto.

a - Primer Experimento.

Materiales y Métodos.

Este experimento se llevó a cabo en "La Lola" la finca experimental de cacao del Instituto.

Con el fin de compensar la variación intrínseca en cuanto a susceptibilidad al parásito que se observa en el cacao de fruto a fruto, se puso énfasis en trabajar con el mayor número de repeticiones posibles. Este ensayo comprendió 12 tratamientos con 440 mazorcas. El número de frutos por tratamiento fue variable. Las mazorcas tratadas tenían desde 10 hasta 25 cms. de largo. Se escogieron 12 árboles y cada uno fué objeto de un tratamiento diferente.



**ENSAYO SOBRE MAZORCAS  
EN EL CAMPO SIN CORTAR**

**Primer experimento  
La mazorca infectada co-  
rrespondiente al testigo.**

**ENSAYO SOBRE MAZORCAS  
EN CAMARA HUMEDA**

**Mancha causada por la  
Phytophthora palmivora  
en pleno desarrollo.**



No se tomó por consiguiente en cuenta la variación de susceptibilidad de árbol a árbol. A fin de constatar hasta qué punto esta causa de variación podía influir en los resultados cada tratamiento llevaba en el árbol correspondiente sus propios testigos. La población de testigos fué luego analizada por Chi Cuadrado (Cuadro No. 10) y no demostró diferencia significativa.

En el gráfico No. 5 puede observarse el porcentaje de testigos infectados por árbol y por tratamiento. Esta población es muy uniforme con respecto a la presentada en el gráfico No. 4 en el que figura el porcentaje de infección por tratamiento.

Los tratamientos fueron:

Aceite 100 + Oxido Cuproso (Perenox)	14 mazorcas
Aceite 50 + Oxido Cuproso	21 "
Aceite 10 + Oxido Cuproso	35 "
Aceite 50 + Oxicloruro de Cobre (Cupravit)	47 "
Aceite 50 + Zineb (Ditano Z.78)	14 "
Aceite 100 %	32 "
Aceite 50 %	23 "
Aceite 100 %	13 "
Agua + Oxido Cuproso	11 "
Agua + Oxicloruro de Cobre	26 "
Agua + Ditano	30 "
Caldo Bordelés 4-4-50	34 "
Testigos	140 "
<hr/>	
Total .....	440 mazorcas

Los fungicidas fueron utilizados en la proporción de 4 libras por 100 galones de agua y aceite que se encontraban en proporciones variables según los tratamientos .

El Tritón a la razón de 5 cc. por galón de solución o emulsión.

Los tratamientos se aplicaron sumergiendo los frutos en la solución. Cuando la posición del fruto sobre el árbol no permitía este procedimiento el producto se vertía sobre la mazorca te niendo cuidado de cubrir toda la superficie.

El inóculo se preparó a partir de mazorcas inoculadas. Estas permanecían de 8 a 10 días en cámara húmeda al término de los cuales estaban cubiertas por millones de esporangios. Estos se recogían cepillando 20 mazorcas en 500 cc de agua. El inóculo resultante se encontraba altamente concentrado.

Este inóculo se aplicó mediante un cuenta gotas haciendo correr varias gotas de la suspensión esporangial a lo largo de cada uno de los surcos de la mazorca.

Los tratamientos se hicieron el 19 de marzo y las inoculaciones el 3 de marzo por la noche.

En el Cuadro No. 7 se encuentran consignadas la temperatura, la lluvia y la humedad relativa registradas en La Lola durante el mes de marzo cuando se llevó a cabo este ensayo. Puede notarse que durante los días que siguieron a la inoculación ( 3 de marzo) prevalecieron temperaturas nocturnas bajas (inferiores a 20°C) y alta humedad relativa ( 97%) acompañadas de lluvias intermitentes. Estas condiciones eran eminentemente favorables a la infección.

A pesar de ello 10.78% de los testigos no se infectaron. Esto fue debido probablemente a la interacción huesped, ambiente, parásito que condiciona la infección. Pero la causa debe también buscarse en la resistencia intrínseca que tiene cada mazorca para resistir a la infección. Esta resistencia como ya hemos

apuntado en otro lugar varía de fruto a fruto independientemente de cualquier factor externo.

Con condiciones menos favorables para la penetración del patógeno un porcentaje mucho mayor de frutos testigo habría escapado a la infección y el ensayo habría podido quedar invalidado.

Estas consideraciones resumen el principal inconveniente del método empleado.

Thorold (74) descarta por este motivo el uso de mazorcas para evaluar fungicidas. Varios de nuestros ensayos de campo tuvieron que ser repetidas por las razones indicadas.

#### Datos Tomados

Los datos tomados se refieren al número de mazorcas infectadas y no infectadas por tratamiento. En el Cuadro No. 8 se encuentran las anotaciones hechas durante el período del 3 al 26 de marzo que duró el experimento.

#### Resultados y Discusión

En el Cuadro No. 9 se encuentran los resultados obtenidos 23 días después de la inoculación. Estas cifras fueron las que se utilizaron para el análisis estadístico. La clasificación de los frutos en "infectado" y "no infectado" dió lugar a un análisis en dos categorías por Chi Cuadrado.

El Cuadro No. 8 permite seguir el progreso de la infección por tratamiento. Esto fué anotado en 7 fechas consecutivas: marzo 3, 8, 9, 11, 12, 22, 26.

El Gráfico No. 4 resume los resultados obtenidos e indica por tratamiento el progreso de la infección en los frutos. En este

gráfico los tratamientos están agrupados por orden de efectividad. A este respecto la tendencia general es: 1) Oxido Cuproso, 2) Caldo Bordelés, 3) Oxicloruro de Cobre, 4) Ditano. Esta tendencia se manifiesta independientemente del agua o del aceite utilizado como solvente. El aceite solo al nivel de 50% y de 100% se comportó igual o inferior al testigo. El nivel de 10% de aceite parece constituir una excepción notable.

En el Gráfico No. 6 se ha agrupado los tratamientos en diversas categorías y comparado estadísticamente con el testigo. A izquierda de la columna correspondiente a testigo se encuentran los que son altamente significativos y a la derecha aquellos que no difieren del testigo. En esta categoría encontramos al Ditano y a los aceites solos.

En el Gráfico No. 7 se compara el Caldo Bordelés con varios tratamientos algunos agrupados otros individuales. Ninguno de ellos es estadísticamente superior al Caldo Bordelés. Se observa que los fungicidas cúpricos (Perenox y Oxicloruro de Cobre) se comportan en general sin diferencia estadística con el Caldo Bordelés. Sin embargo el Oxido Cuproso con aceite al 10% y el Oxicloruro de Cobre con aceite al 50% presentan con respecto al Caldo Bordelés una diferencia altamente significativa a favor del primero.

En el Gráfico No. 8, se comparan entre si varias categorías de tratamientos. Es de particular interés anotar que existe diferencia altamente significativa entre los fungicidas cúpricos (Perenox y Cupravit) y el no cúprico (Ditano).

Manifestándose los primeros muy superiores. También existe diferencia altamente significativa entre el Perenox y Cupravit a favor del primero. En cambio no existe diferencia entre los fungicidas con agua y los fungicidas con aceite, ni entre esas dos mismas categorías referidas a los fungicidas cúpricos solos.

### Conclusiones

Bajo las condiciones experimentales de este ensayo pueden sacarse las siguientes conclusiones:

- 1) Ningún tratamiento superó al Caldo Bordelés
- 2) El Perenox manifestó mejores cualidades fungicidas que el Cupravit.
- 3) El Ditano no mostró cualidades fungicidas apreciables. \
- 4) Los aceites no mejoraron las cualidades fungicidas de los productos empleados.
- 5) El aceite solo, a los diferentes niveles de concentración en que fué usado no presentó diferencia estadística con respecto al testigo. Sin embargo el aceite al 10% mostró una fuerte tendencia a disminuir la infección.

CUADRO Nº 7

Centro Interamericano del Cacao  
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas  
Reporte climatológico mensual de la finca "La Lola"  
Marzo 1959

DIA	Lluvia mm.	Temperatura °C			Humedad relativa	
		M.	m.	Promedio	M.	m.
1	0.00	31.2	19.5	25.35	99	54
2	0.00	24.4	21.4	22.9	100	86
3.	8.89	30.0	20.6	25.3	97	50
4	0.76	30.2	19.4	24.8	97	50
5	0.13	30.9	18.0	24.45	98	50
6	10.66	29.8	22.1	25.95	96	53
7	0.00	31.0	20.9	25.95	98	49
8	16.76	29.3	22.0	25.65	99	60
9	0.00	30.1	21.1	25.60	100	55
10	0.00	30.5	18.2	24.35	99.9	46
11	0.00	30.4	17.4	23.90	99	45
12	0.00	31.	18.8	24.90	99.8	47
13	0.00	30.5	22.0	26.25	99.9	59
14	25.90	29.8	20.9	25.35	98	55
15	0.00	30.1	17.9	24.00	97	49
16	0.00	30.0	22.2	26.10	98	54

Cuadro Nº 7 (continuación)

DIA	Lluvia mm.	Temperatura °C			Humedad relativa	
		M.	m.	Promedio	M.	m.
17	0.00	30.0	18.5	24.25	99	59
18	1.27	28.5	22.0	25.25	99.9	60
19	1.52	30.0	21.8	25.9	99.5	47
20	0.00	30.5	16.0	23.25	99.8	47
21	0.00	30.4	17.5	23.95	100	47
22	0.00	29.6	20.5	25.05	98	55
23	6.35	29.5	21.5	25.5	99	56
24	1.27	29.2	20.8	25.	99.8	59
25	3.55	29.5	20.5	25.	99.9	59
26	0.00	29.8	19.1	24.45	98	53
27	0.50	30.1	20.	25.05	98	57
28	0.00	29.8	20.8	25.3	98	60
29	0.00	29.8	21.6	25.7	98	60
30	0.00	30.6	19.3	24.95	98	52
31	0.00	29.1	19.2	24.15	98.5	61
<b>Total 160.27</b>						
<b>Promedio</b>		<b>29.85</b>	<b>20.04</b>	<b>24.95</b>	<b>98.6</b>	<b>54.67</b>

Número de mazorcas infectadas y no infectadas por árbol y por tratamiento en siete fechas consecutivas

Tratamiento	Ditano + Agua		A.50% + Ditano		A.50% + Cupravit		Agua + Cupravit									
Fecha	Tratamiento	Testigo	Tratamiento	Testigo	Tratamiento	Testigo	Tratamiento	Testigo								
	I	S	I	S	I	S	I	S								
Marzo 3	0	30	0	4	0	14	0	6	0	47	0	25	0	26	0	17
Marzo 8	22	8	3	1	5	9	5	1	8	39	18	7	1	25	10	7
Marzo 9	22	8	3	1	6	8	5	1	23	24	19	6	2	24	14	3
Marzo 11	22	8	4	0	8	6	6	0	24	23	19	6	4	22	14	3
Marzo 12	25	5	4	0	9	5	6	0	27	20	21	4	5	21	14	3
Marzo 22	25	5	4	0	10	4	6	0	31	16	22	3	9	17	14	3
Marzo 26	26	4	4	0	10	4	6	0	31	16	22	3	10	16	14	3

Fecha de aplicación de los tratamientos      marzo 1

Fecha de inoculación . . . . . marzo 3

I = infectado

S = sano

Cuadro N<sup>o</sup> 8 (continuación)

Tratamiento	A.100 + Ox.cuproso		A.50 + Ox. cuproso		A.10 + Ox. cuproso		Agua + Ox. cuproso									
Fecha	Tratamiento	Testigo	Tratamiento	Testigo	Tratamiento	Testigo	Tratamiento	Testigo								
	I	S	I	S	I	S	I	S								
Marzo 3	0	14	0	6	0	21	0	8	0	35	0	17	0	11	0	6
Marzo 8	1	13	4	2	0	21	6	2	4	31	9	8	1	10	5	1
Marzo 9	1	13	5	1	0	21	7	1	6	29	13	4	1	10	5	1
Marzo 11	1	13	5	1	0	21	7	1	9	26	14	3	1	10	5	1
Marzo 12	1	13	5	1	0	21	7	1	11	24	14	3	1	10	5	1
Marzo 22	1	13	5	1	0	21	7	1	17	18	17	0	1	10	5	1
Marzo 26	1	13	5	1	0	21	7	1	18	17	17	0	1	10	5	1

Fecha de aplicación de los tratamientos      marzo 1

Fecha de inoculación . . . . . marzo 3

I = infectado

S = sano

Cuadro Nº 8 (continuación)

Tratamiento	Aceite 100%			Aceite 50%			Aceite 10%			C. Bordelés						
Fecha	Tratamiento Testigo			Tratamiento Testigo			Tratamiento Testigo			Tratamiento Testigo						
	I	S	I	I	S	I	I	S	I	I	S	I				
Marzo 3	0	32	0	12	0	23	0	9	0	13	0	8	0	34	0	22
Marzo 8	17	15	8	4	8	15	3	3	10	4	4	4	4	30	14	8
Marzo 9	21	11	9	3	15	8	2	7	6	7	5	3	6	28	15	7
Marzo 11	26	6	9	3	19	4	8	1	7	6	7	1	6	28	16	6
Marzo 12	26	6	9	3	19	4	8	1	7	6	7	1	6	28	16	6
Marzo 22	27	5	9	3	22	1	8	1	7	6	7	1	6	28	16	6
Marzo 26	27	5	9	3	22	1	8	1	7	6	7	1	6	28	16	6

Fecha de aplicación de los tratamientos marzo 1

Fecha de inoculación . . . . . marzo 3

I = infectado

S = sano

CUADRO No 9

Número de mazorcas infectadas y no infectadas por tratamiento

Análisis de la población general

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A.		Caldo	A.	A.	A.10 + A.50 + A.100 + H <sub>2</sub> O + A.50 + H <sub>2</sub> O + A.50 + H <sub>2</sub> O +								
50%		B.	100%	10%	O.C.	O.C.	O.C.	O.C.	Cup.	Cup.	Dit.	Dit.	T.
Tratamiento													
No. infectado	1	28	5	6	17	21	13	10	16	16	4	4	25
Infectado	22	6	27	7	18	0	1	1	31	10	10	26	115
Total	23	34	32	13	35	21	14	11	47	26	14	30	140
													440

Proporción

no infectado 0.0434 0.8235 0.1562 0.4615 0.4857 1.000 0.9285 0.9090 0.3405 0.6153 0.4000 0.1538 0.1078 0.3772

$$\chi^2 = \frac{S \cdot a_i \cdot p_i - \bar{p} \cdot \bar{q} \cdot S \cdot a_i}{\bar{p} \cdot \bar{q}} = 151.39^{**}$$

$$\chi^2_{tabular} (0.01)_{12} = 26.219$$

$$(0.05)_{12} = 21.026$$

S = suma

a<sub>i</sub> = mazorcas no infectadas por tratamiento

p<sub>i</sub> = proporción de mazorcas no infectadas por tratamiento

$\bar{p}$  = proporción promedio de mazorcas no infectadas

$\bar{q}$  = proporción promedio de mazorcas infectadas

\*\* = altamente significativo, nivel del 1%

- 1 - A.50% = Aceite 50%
- 2 - Caldo B. = Caldo Bordelés
- 3 - A.100% = Aceite 100%
- 4 - A.10% = Aceite 10%
- 5 - A.10 + O.C. = Aceite 10% + óxido cuproso
- 6 - A.50 + O.C. = Aceite 50% + óxido cuproso
- 7 - A.100% + O.C. = Aceite 100% + óxido cuproso
- 8 - H<sub>2</sub>O + O.C. = Agua + óxido cuproso
- 9 - A.50 + Cup. = Aceite 50% + cupravit
- 10 - H<sub>2</sub>O + Cup. = Agua + cupravit
- 11 - A.50 + Dit. = Aceite 50% + Ditano
- 12 - H<sub>2</sub>O + Dit. = Agua + Ditano
- 13 - T. = testigo.

CUADRO Nº 10

Análisis de la población general

Mazorcas testigo

Agrupación por árbol en dos categorías: infectadas y no infectadas

Arbol Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
No infectado	3	1	1	2	1	2	1	4	3	0	1	6	25
Infectado	9	8	7	4	7	15	5	21	14	6	3	16	115
Total	12	9	8	6	8	17	6	25	17	6	4	22	140

Proporción infectados	0.75	0.8888	0.876	0.9	0.876	0.8823	0.8333	0.84	0.8235	1.	0.75	0.7272	0.8214
-----------------------	------	--------	-------	-----	-------	--------	--------	------	--------	----	------	--------	--------

$$\chi^2 = \frac{S \cdot a_i p_i - \bar{p} S \cdot a_i}{\bar{p} \bar{q}} = 11.715 \text{ no significativo}$$

$$\chi^2 \text{ tabular } (0.01)_{11} = 24.725$$

$$(0.05)_{11} = 19.675$$

S = suma

a<sub>i</sub> = mazorcas infectadas por tratamiento

p<sub>i</sub> = proporción de mazorcas infectadas por tratamiento

$\bar{p}$  = proporción promedio de mazorcas infectadas

$\bar{q}$  = proporción promedio de mazorcas no infectadas.

GRAFICO No 4

Porcentaje de masorcas infectadas por tratamiento  
23 días después de la inoculación

Fecha de inoculación: Marzo 3, las cifras al lado de las columnas corresponden al día del mes en que se hizo la observación

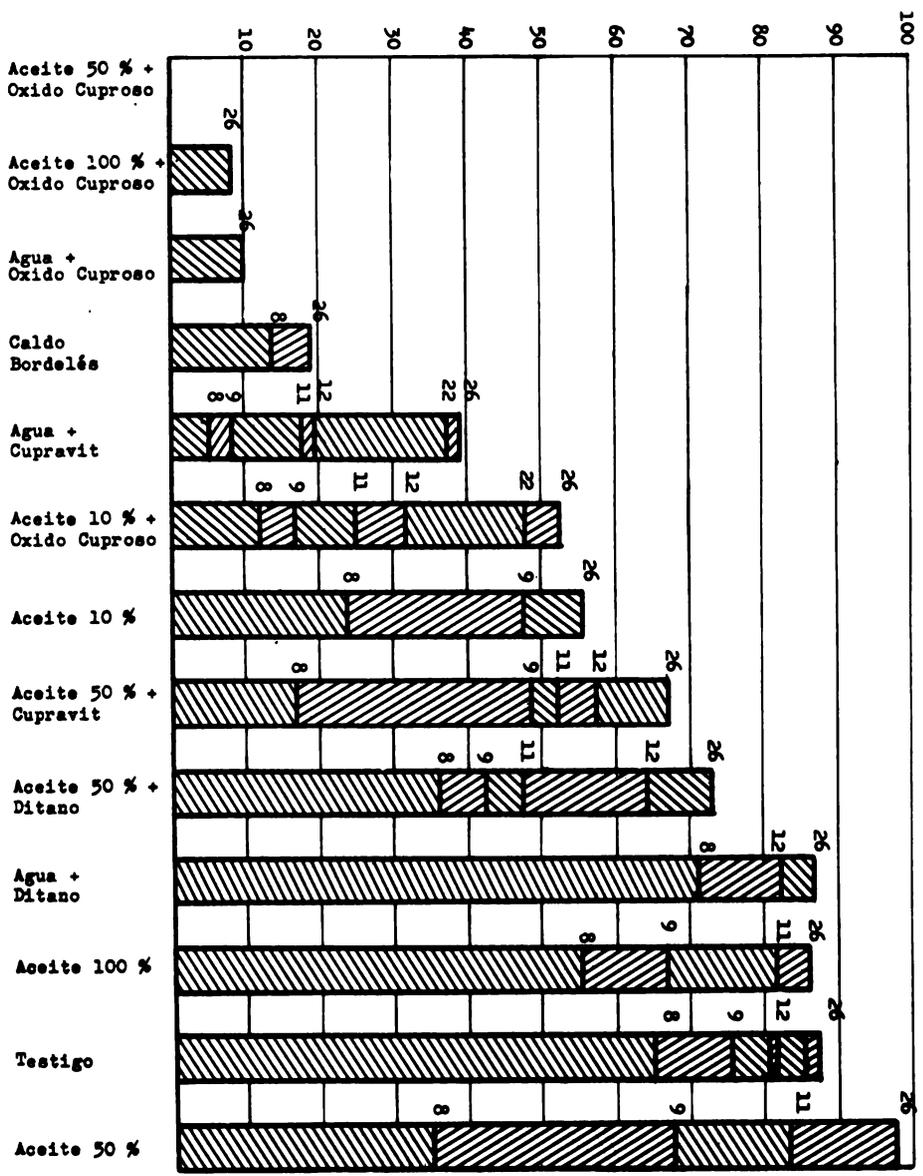


GRAFICO N°5

Porcentaje de masorcas testigo infectadas por árbol  
(a cada árbol correspondió un tratamiento diferente con sus correspondientes testigos)

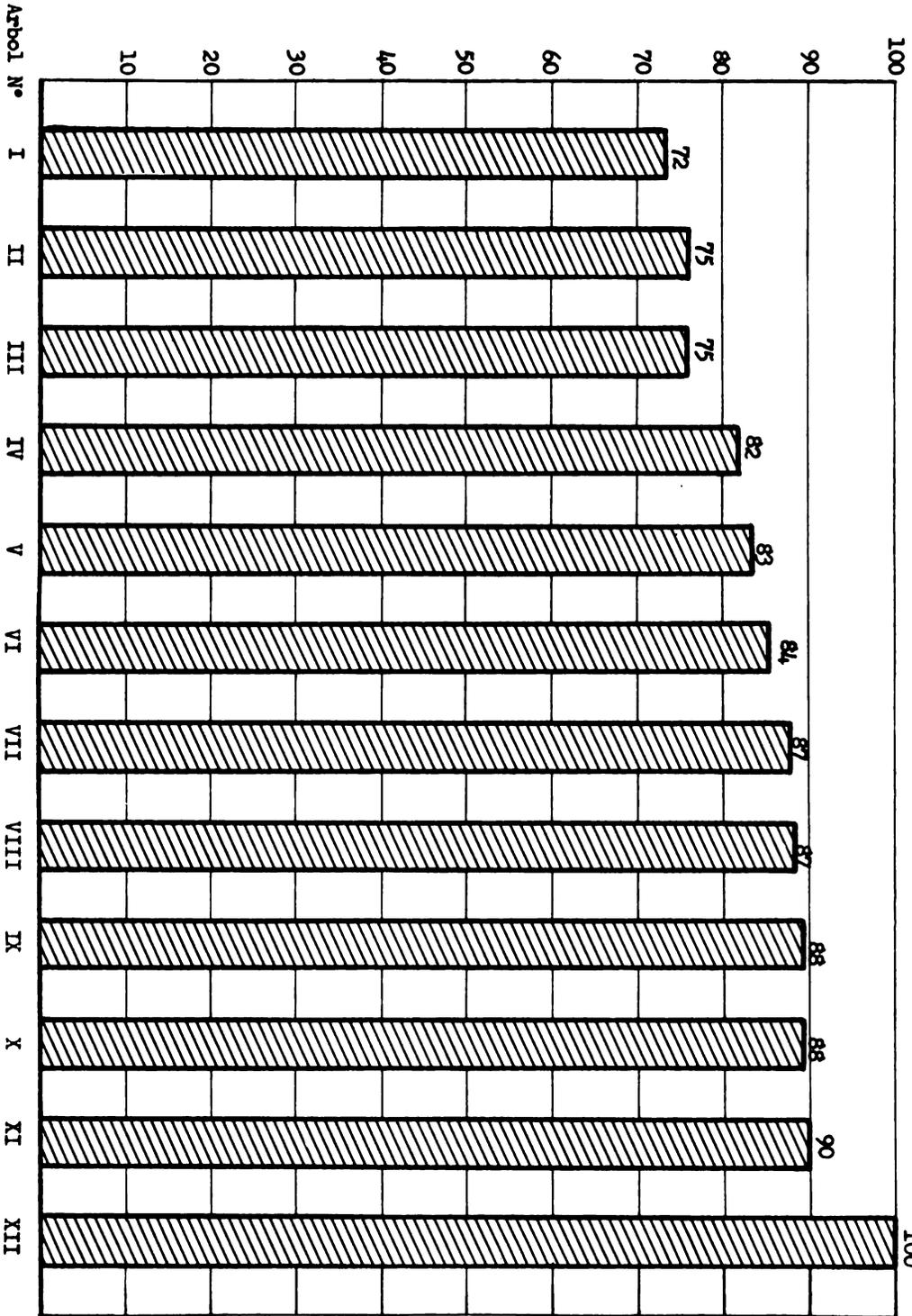


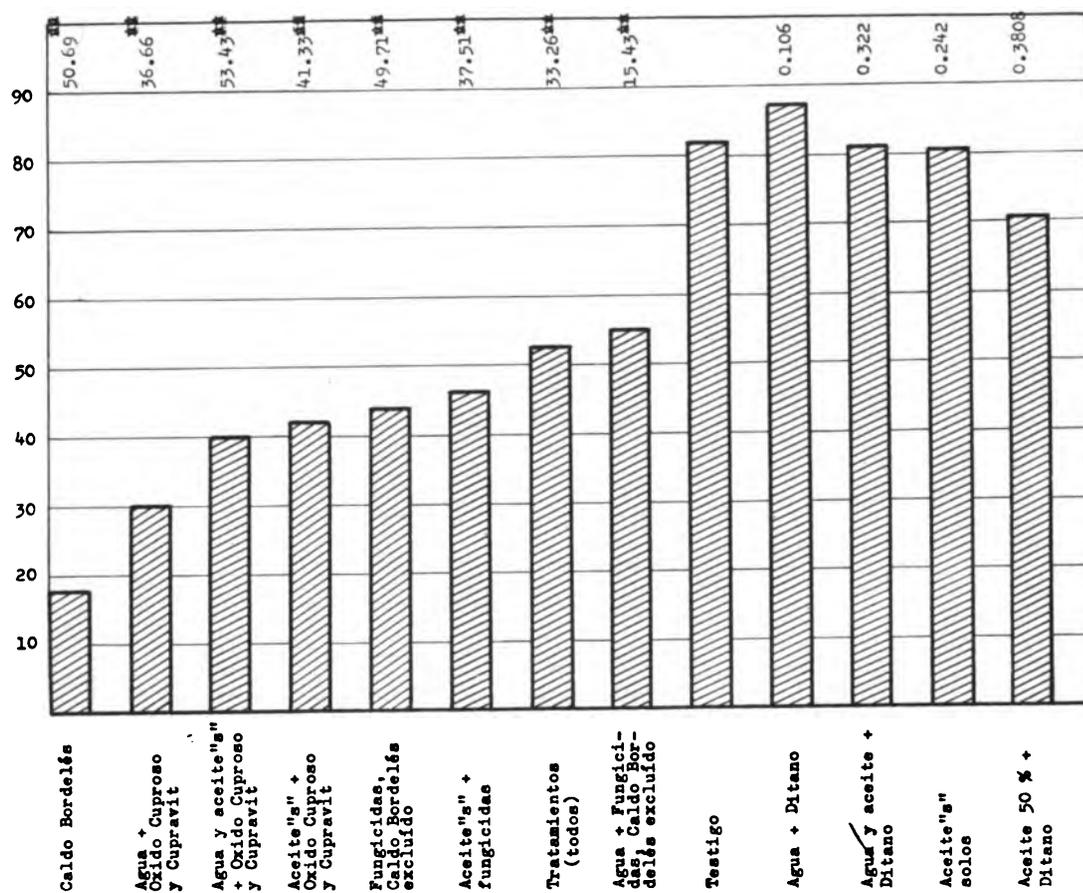
GRAFICO N°6

Porcentaje de frutos infectados por tratamiento y por grupo de tratamientos

Valores de "Chi Cuadrado" correspondientes a cada caso particular

al compararlo con el testigo

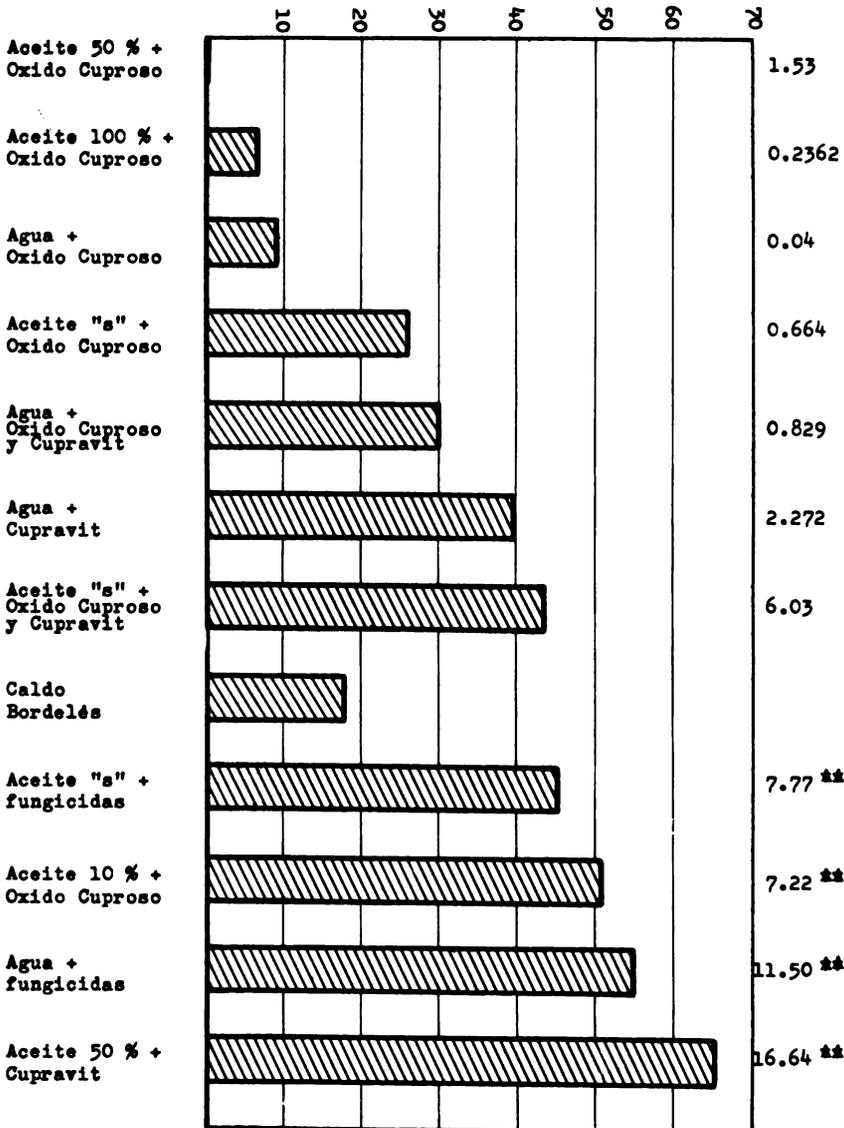
(\*\* Diferencia altamente significativa, nivel del 1 %)



NOTA: Por aceite "s" se entiende el conjunto de tratamientos a base de aceite, a los niveles de 10, 50 y 100 %.

GRAFICO No 7

Porcentaje de frutos infectados por tratamiento y por grupo de tratamientos  
 Valores de "Chi Cuadrado" correspondientes a cada caso particular  
 al compararlo con el Caldo Bordelés  
 (\*\* Diferencia altamente significativa, nivel del 1 %)



NOTA: Por aceite "s" se entiende el conjunto de los tres niveles de concentración a que es usado, o sea 10, 50 y 100 %.

GRAFICO No 8

Porcentaje de mazorcas infectadas por grupos de tratamiento

Valores de "Chi Cuadrado" que resultan al comparar entre sí cada dos grupos

(Se diferencia altamente significativamente, nivel del 1%)

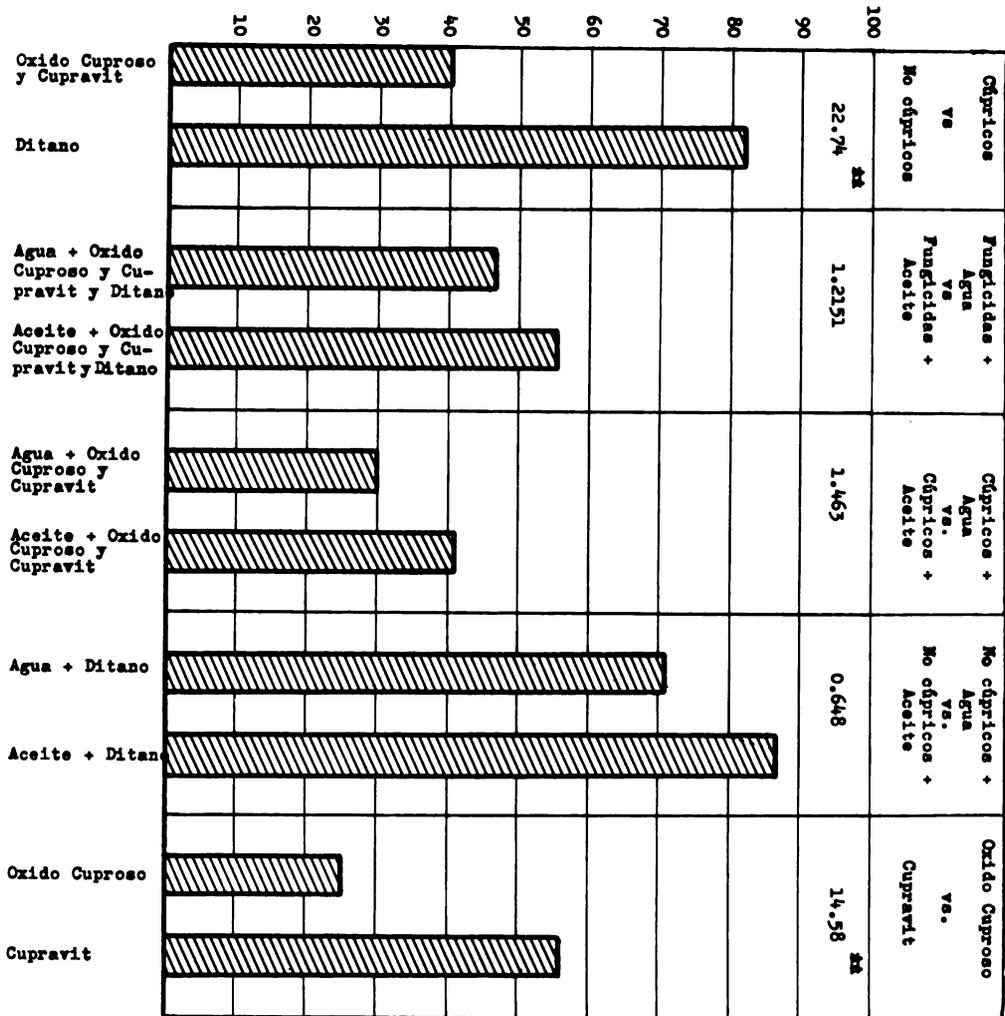
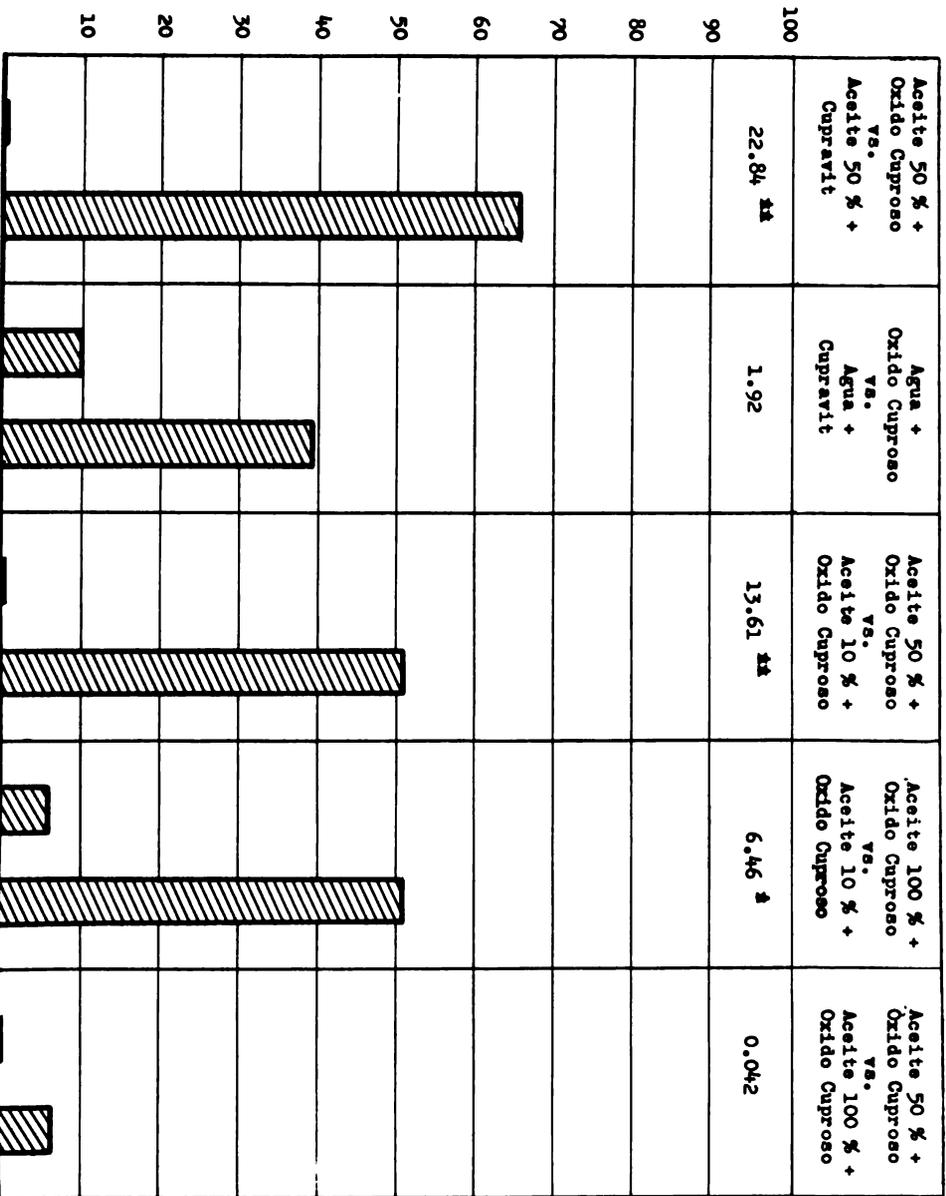


GRAFICO No 9

Porcentaje de mazorcas infectadas por tratamiento

Valores de "Chi Cuadrado" que resultan al comparar entre sí cada dos tratamientos

( $\chi^2$  Diferencia altamente significativa, nivel del 1 %  
 $\chi^2$  Diferencia significativa, nivel del 5 %)



**b - Segundo Experimento**

Este experimento con algunas variantes es una repetición del anterior. Se llevó a cabo con el propósito de confirmar las conclusiones obtenidas en el primer ensayo.

**Materiales y Métodos**

Se utilizaron un total de 280 mazorcas. Los tratamientos fueron 13, cada uno comprendió 20 frutos a excepción del testigo que comprendió 40 mazorcas.

Se seleccionaron 10 árboles y sobre cada árbol 28 mazorcas, aproximadamente del mismo tamaño. Un árbol constituyó un bloque sobre el cual todos los tratamientos se encontraban por duplicado.

El inóculo y los tratamientos se prepararon y se aplicaron de la manera descrita en el experimento anterior.

Los tratamientos se hicieron el 4 de abril y las inoculaciones el 6 de abril, los datos se tomaron el 20 del mismo mes, es decir 16 días después de la inoculación.

En el Cuadro No. 7 se encuentran consignadas, la temperatura, la lluvia y la humedad relativa registradas en La Lola durante el mes de marzo cuando se llevó a cabo este ensayo.

Las condiciones de ambiente durante los días que siguieron a la inoculación fueron muy parecidas a las del ensayo anterior: temperaturas nocturnas bajas (20.2º y 17.1º C) y alta humedad relativa (99.9%). Pero no hubo lluvias durante los tres primeros días que siguieron la inoculación.

Este último factor sumado a otros como el intervalo más corto al cabo del cual se computaron los datos (16 días en vez de 23),

la variación de susceptibilidad de árbol a árbol y de mazorca a mazorca son las causas del relativamente bajo nivel de infección obtenido en este ensayo (35% de mazorcas infectadas contra 63% en el experimento anterior).

Los tratamientos fueron:

Aceite 100% + Oxido Cuproso (Perenox)	20 mazorcas
Aceite 50% + Oxido Cuproso ( " )	20 "
Aceite 10% + Oxido Cuproso ( " )	20 "
Agua + Oxido Cuproso ( " )	20 "
Aceite 100% + Oxicloruro de Cobre (Cupravit)	20 "
Aceite 50% + Oxicloruro de Cobre ( " )	20 "
Aceite 10% + Oxicloruro de Cobre ( " )	20 "
Agua + Oxicloruro de Cobre ( " )	20 "
Caldo Bordelés 4 - 4 - 50	20 "
Aceite 100%	20 "
Aceite 50%	20 "
Aceite 10%	20 "
Testigo	40 "
Total	<hr/> 280 "

### Datos Tomados

Los datos tomados se refieren al número de mazorcas infectadas y no infectadas por tratamiento, 16 días después de la inoculación.

### Resultados y Discusión

En el Cuadro No. 12, se encuentran los resultados obtenidos 16 días después de la inoculación. Estas cifras fueron las que se utilizaron para el análisis estadístico. La clasificación de los frutos en "infectados" y "no infectados" dió lugar a un análisis en dos categorías por Chi Cuadrado.

El gráfico N° 10, resume los resultados obtenidos. En este gráfico los tratamientos se encuentran dispuestos según su orden de efectividad. La tendencia general es:

1) Caldo Bordelés, 2) Oxido Cuproso, 3) Cupravit, 4) Aceite sin fungicida.

En el gráfico N° 11 se han agrupado los tratamientos en diversas categorías y comparado estadísticamente con el testigo. A la izquierda de la columna correspondiente a este tratamiento se encuentran aquellos que presentan diferencia altamente significativa y a la derecha aquellos que no presentan diferencia significativa con respecto al testigo. En esta categoría se incluyó el aceite 10% que presenta sin embargo, diferencia estadística al nivel del 5% de probabilidades con el testigo.

Notamos que de los tratamientos con fungicidas únicamente el aceite 100% más Oxiclورو de Cobre es estadísticamente igual al testigo. En esta categoría entran también todos los niveles de aceite sin fungicida con la salvedad hecha para el aceite 10%.

En el gráfico N° 12, se compara el Caldo Bordelés con varios tratamientos, algunos agrupados, otros individuales. Todos los tratamientos a base de Oxido Cuproso resultan estadísticamente iguales al Caldo Bordelés. Los tratamientos de Oxiclورو de Cobre con niveles de 10% y 50% de aceite se comportan de la misma manera. Sin embargo, hay diferencia altamente significativa entre el Caldo Bordelés y el Oxiclورو de Cobre tanto en agua como en aceite.

En el gráfico N° 13, se comparan entre sí varias categorías de

tratamientos. Es de particular interés anotar que existe diferencia altamente significativa entre el Oxido Cuproso y el Oxicloruro de cobre a favor del primero. Esta diferencia se manifiesta con los fungicidas en suspensión tanto en agua como en aceite.

También hay diferencia estadística al 5% de nivel de probabilidades entre el aceite 10% y el aceite 100%, resultado el primero el más efectivo. No existe diferencia estadística entre los fungicidas con agua y los fungicidas con aceite.

En este ensayo se manifiesta claramente un fenómeno de mucha importancia práctica: la fitotoxicidad del aceite puro sobre la mazorca. Al examinar detenidamente los frutos bajo experimentación se encontraron algunos con manchas sobre la corteza que no correspondían al desarrollo del patógeno. Estas manchas se presentaban de preferencia sobre los frutos expuestos al sol y tratados con el alto nivel de aceite, independientemente de la presencia o ausencia del fungicida y de su naturaleza. Este tipo de lesión se distinguía fácilmente de la causada por la Phytophthora porque no profundizaba dentro de la corteza del fruto. Al raspar la epidermis los tejidos adyacentes tenían color normal.

Sin embargo en gran número de casos la lesión era concomitante con la Phytophthora. Este fenómeno parece indicar que la penetración del patógeno fué estimulada por la quemadura de los tejidos. Esta podría ser la causa del alto porcentaje de infección obtenido con el aceite 100% , solo, o con el Oxicloruro de Cobre (85% y 60% respectivamente). Todo parece indicar que las excelentes propiedades fungicidas del Oxido Cuproso compensan los daños

ocasionados por el aceite ya que el Perenox con aceite al 100% logra buen control ( apenas 20% de frutos infectados). Este porcentaje es sin embargo superior al obtenido con agua y con los niveles inferiores de aceite(0% de infección con el agua y el aceite 10%, 5% con el aceite al 50%).

### Conclusiones

Bajo las condiciones experimentales de este ensayo podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- 1) El Oxido Cuproso, independientemente del solvente utilizado se comporta sin diferencia estadística con el Caldo Bordelés
- 2) El Oxido Cuproso se manifestó muy superior al Oxiclورو de cobre y presenta al compararse con este una diferencia altamente significativa.
- 3) Ninguno de los diferentes niveles de aceite utilizado mejoró las cualidades fungicidas de los productos empleados.
- 4) El aceite 10% sin fungicida difiere estadísticamente del testigo al nivel del 5% de probabilidades. Los otros tratamientos con aceite (sin fungicida) no presentan diferencia estadísticamente significativa al compararse con el testigo.
- 5) El aceite 10% difiere estadísticamente del aceite 100% al nivel del 5% de probabilidades.
- 6) Bajo ciertas condiciones, en particular exposición al sol, los altos niveles de aceite causan quemaduras al fruto. Estos daños parecen favorecer la infección y podrían ser la causa del relativamente alto porcentaje de infección observado con el aceite al 100% , solo o en combinación con el Oxiclورو de cobre y Oxido Cuproso.

CUADRO Nº 11

Centro Interamericano del Cacao  
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas  
Reporte climatológico mensual de la finca "La Lola"  
Abril 1959

DIA	Lluvia mm.	Temperatura °C			Humedad relativa	
		M.	m.	Promedio	M.	m.
1	0.00	29.6	18.7	24.15	99	62
2.	0.00	30.0	22.1	26.05	98	56.9
3.	0.00	29.6	22.2	25.90	98	56.2
4.	1.77	29.9	20.4	25.15	99	54.2
5.	2.03	30.7	21.0	25.85	99	44
6.	0.00	30.8	20.2	25.50	99.9	47
7.	0.00	30.8	17.1	23.95	99	52.2
8.	0.00	30.1	19.-	24.55	99	46.8
9.	0.50	31.5	20.5	26.-	100	52
10.	78.23	29.5	22.3	25.90	100	62
11.	27.68	29.5	23.2	26.35	99.5	63
12.	2.54	30.5	20.5	25.50	99.8	58
13.	1.77	31.5	20.9	26.2	99	52
14.	55.37	28.2	22.4	25.30	98	88
15.	0.25	29.8	19.5	24.65	99	61
16.	17.01	26.5	21.3	23.90	99	76
17.	34.54	28.8	22.4	25.60	100	68
18.	61.21	25.0	22.3	23.65	100	94

Cuadro Nº 11 (continuación)

DIA	Lluvia mm.	Temperatura 9C			Humedad relativa	
		M.	m.	Promedio	M.	m.
19.	10.66	29.4	21.2	25.30	99.8	66.2
20.	0.76	29.4	21.5	25.45	99	68.0
21.	0.00	30.7	22.6	26.65	99	54.8
22.	0.00	31.0	21.0	26.00	98	58.8
23.	0.00	31.6	19.5	25.55	98	54
24.	8.89	31.5	20.5	26.00	99.9	45.8
25.	0.00	31.4	18.7	25.05	98	47.5
26.	6.35	29.5	21.5	25.50	96	63
27.	6.85	30.8	19.6	25.20	98	53.8
28.	0.00	29.0	20.1	24.55	98.5	68.8
29.	4.57	30.5	22.2	26.35	99	58.2
30.	6.35	31.0	21.0	26.00	98	60
<b>Total</b>	<b>12.89</b>					
<b>Promedio</b>		<b>29.93</b>	<b>20.84</b>	<b>25.39</b>	<b>99.88</b>	<b>59.74</b>

Número de mazorcas infectadas y no infectadas por tratamiento  
Análisis de la población general

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
	A.100	A.50	A.10	A.100	A.50	A.10	H <sub>2</sub> O	A.100	A.50	A.10	H <sub>2</sub> O	
				+	+	+	+	+	+	+	+	
				O.C.	O.C.	O.C.	O.C.	Cup.	Cup.	Cup.	Cup.	Caldo Bordenés
No Infect.	3	8	11	16	19	20	20	8	18	17	13	182
Infect.	17	12	9	4	1	0	0	12	2	3	7	98
Total	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	280

Propor-

ción no in

fecteda 0.15 0.4 0.55 0.8 0.95 1 1 0.4 0.9 0.85 0.65 1 0.225 0.650

$$X^2 = \frac{S \cdot a_i p_i - \bar{p} S \cdot a_i}{\bar{p} \bar{q}} = 116.70^{**}$$

$$X^2 = \text{tabular} (0.01)_{12} = 26.219$$

$$(0.05)_{12} = 21.026$$

S = suma

a<sub>i</sub> = mazorcas no infectadas por tratamiento

p<sub>i</sub> = proporción de mazorcas no infectadas por tratamiento

$\bar{p}$  = proporción promedio de mazorcas no infectadas

$\bar{q}$  = proporción promedio de mazorcas infectadas

\*\* = altamente significativo, nivel del 1%

- 1 - A.100 = Aceite 100%
- 2 - A.50 = Aceite 50%
- 3 - A.10 = Aceite 10%
- 4 - A.100 + O.C. = Aceite 100% + óxido cuproso
- 5 - A.50 + O.C. = Aceite 50% + óxido cuproso
- 6 - A.10 + O.C. = Aceite 10% + óxido cuproso
- 7 - H<sub>2</sub>O + O.C. = Agua + óxido cuproso
- 8 - A.100 + Cup. = Aceite 100% + cupravit
- 9 - A.50 + Cup. = Aceite 50% + cupravit
- 10 - A.10 + Cup. = Aceite 10% + cupravit
- 11 - H<sub>2</sub>O + Cup. = Agua + cupravit.

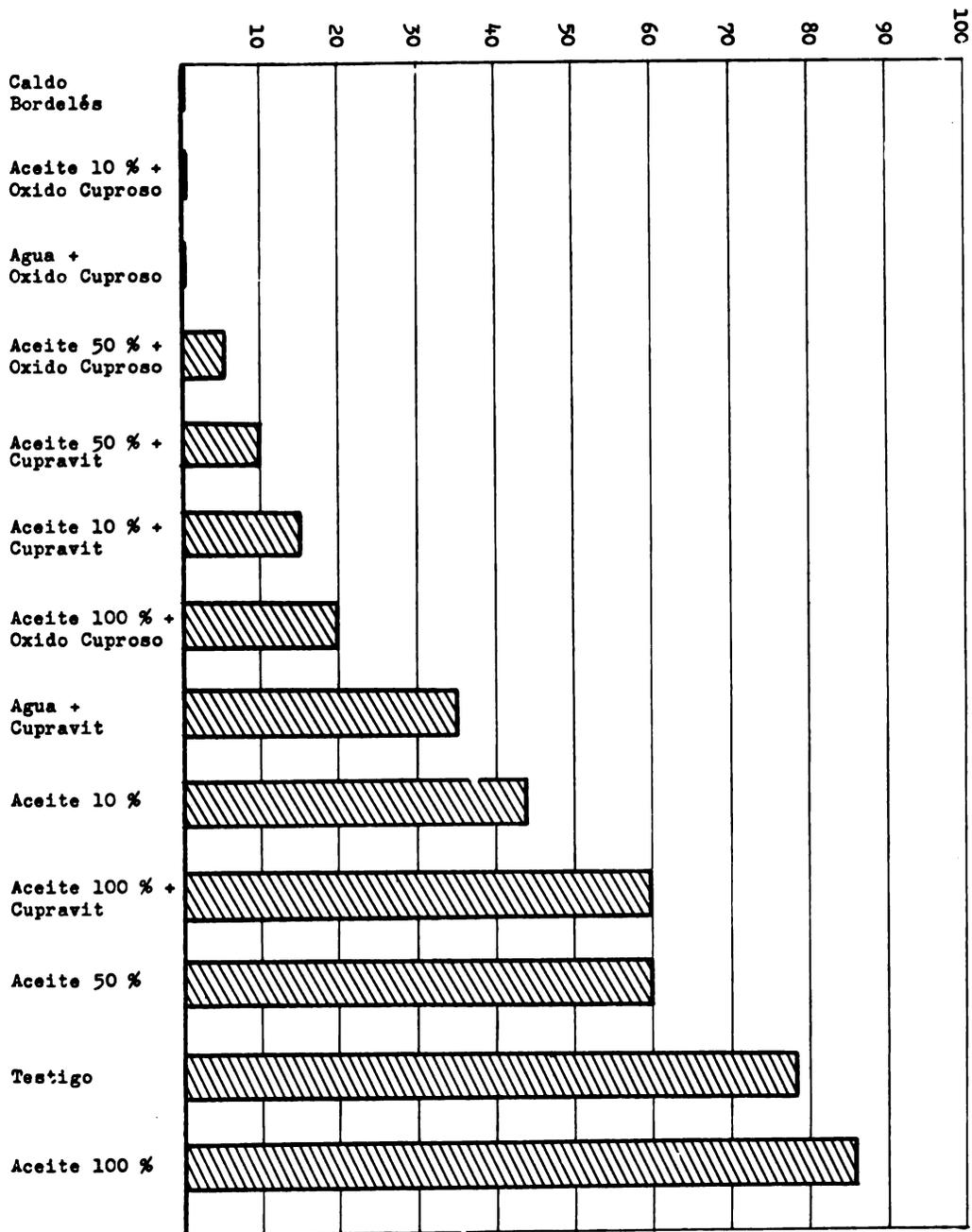


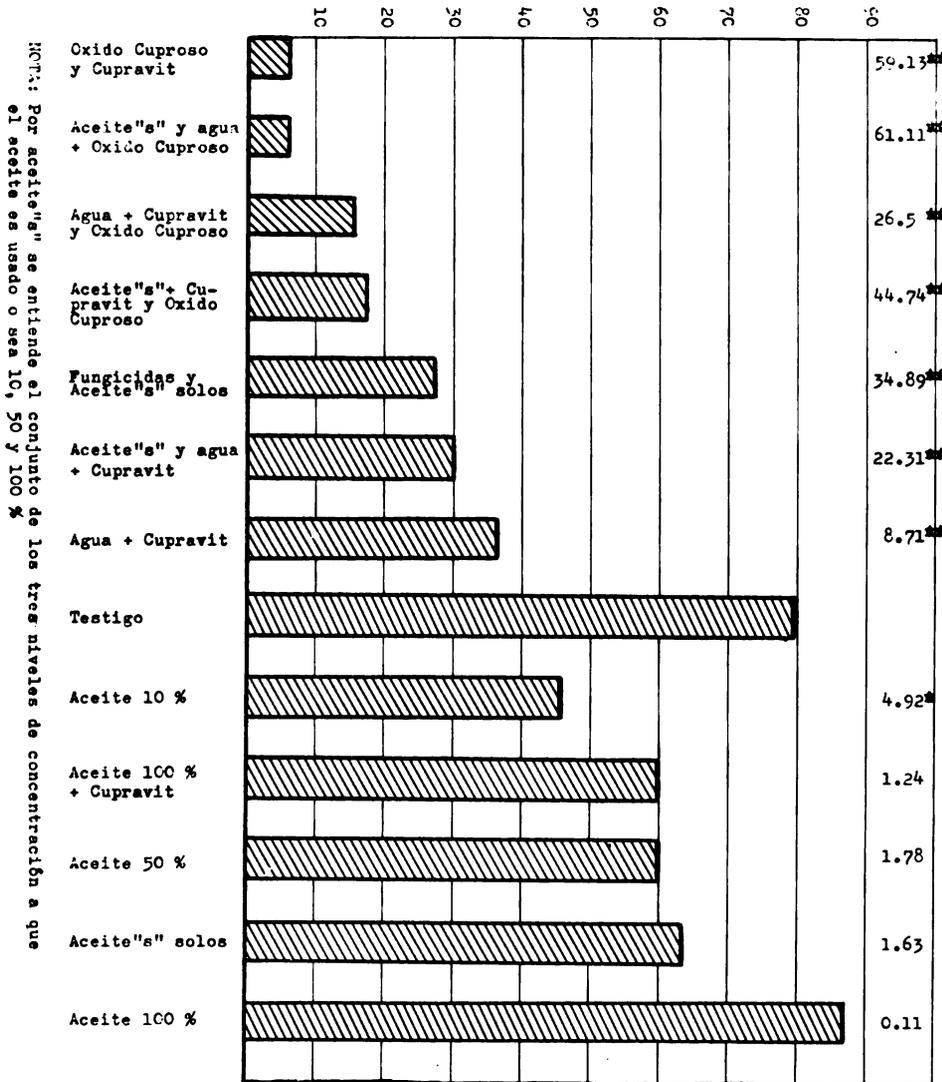
GRAFICO No 10  
Porcentaje de mazorcas infectadas por tratamiento  
16 días después de la inoculación



GRAFICO No 11

Porcentaje de frutos infectados por tratamiento y por grupo de tratamientos  
 Valores de "Chi Cuadrado" correspondientes a cada caso particular  
 al compararlo con el testigo

(\*) Diferencia altamente significativa, nivel del 1 %  
 (\*) Diferencia significativa, nivel del 5 %

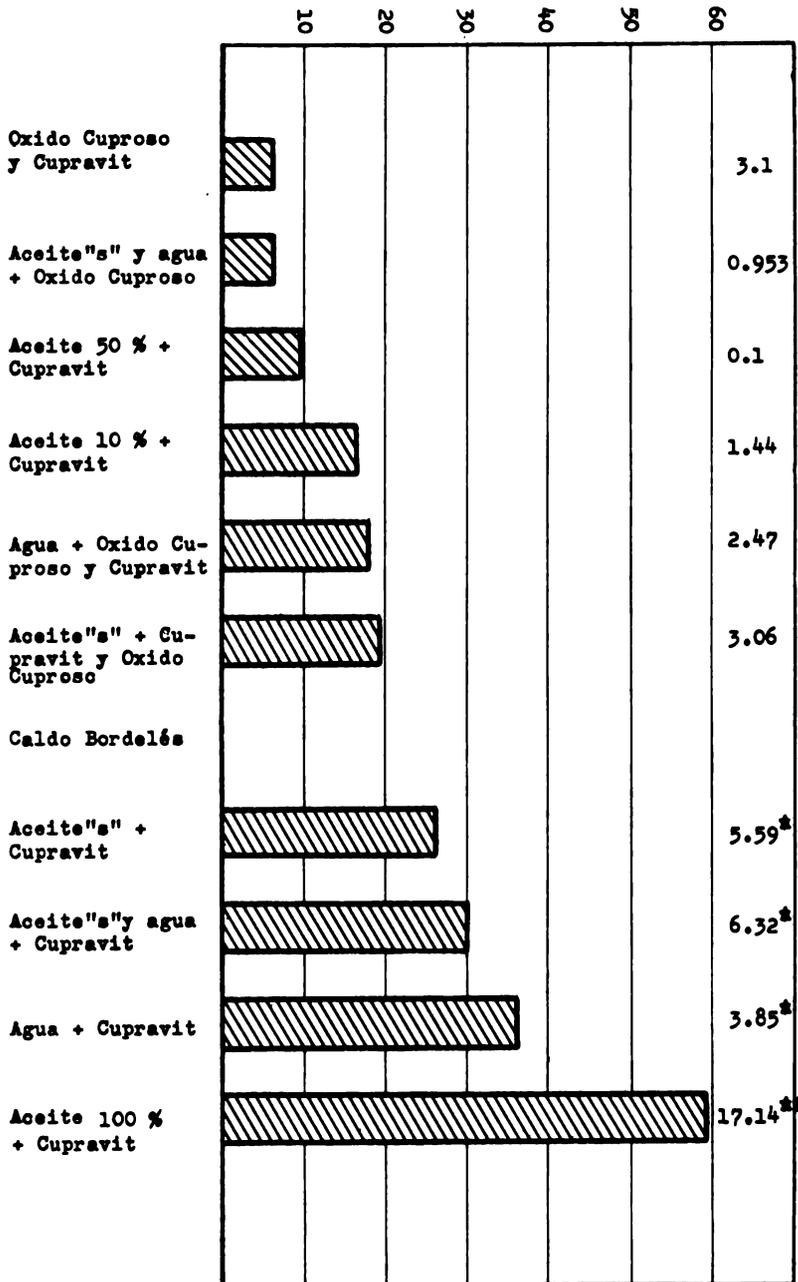


NOTA: Por aceite "s" se entiende el conjunto de los tres niveles de concentración a que el aceite es usado o sea 10, 50 y 100 %

GRAFICO No 12

Porcentaje de frutos infectados por tratamiento y por grupos de tratamientos  
 Valores de "Chi Cuadrado" correspondientes a cada caso particular  
 al compararlo con el Caldo Bordelés

(\*) Diferencia altamente significativa, nivel del 1 %  
 (\*\*) Diferencia significativa, nivel del 5 %



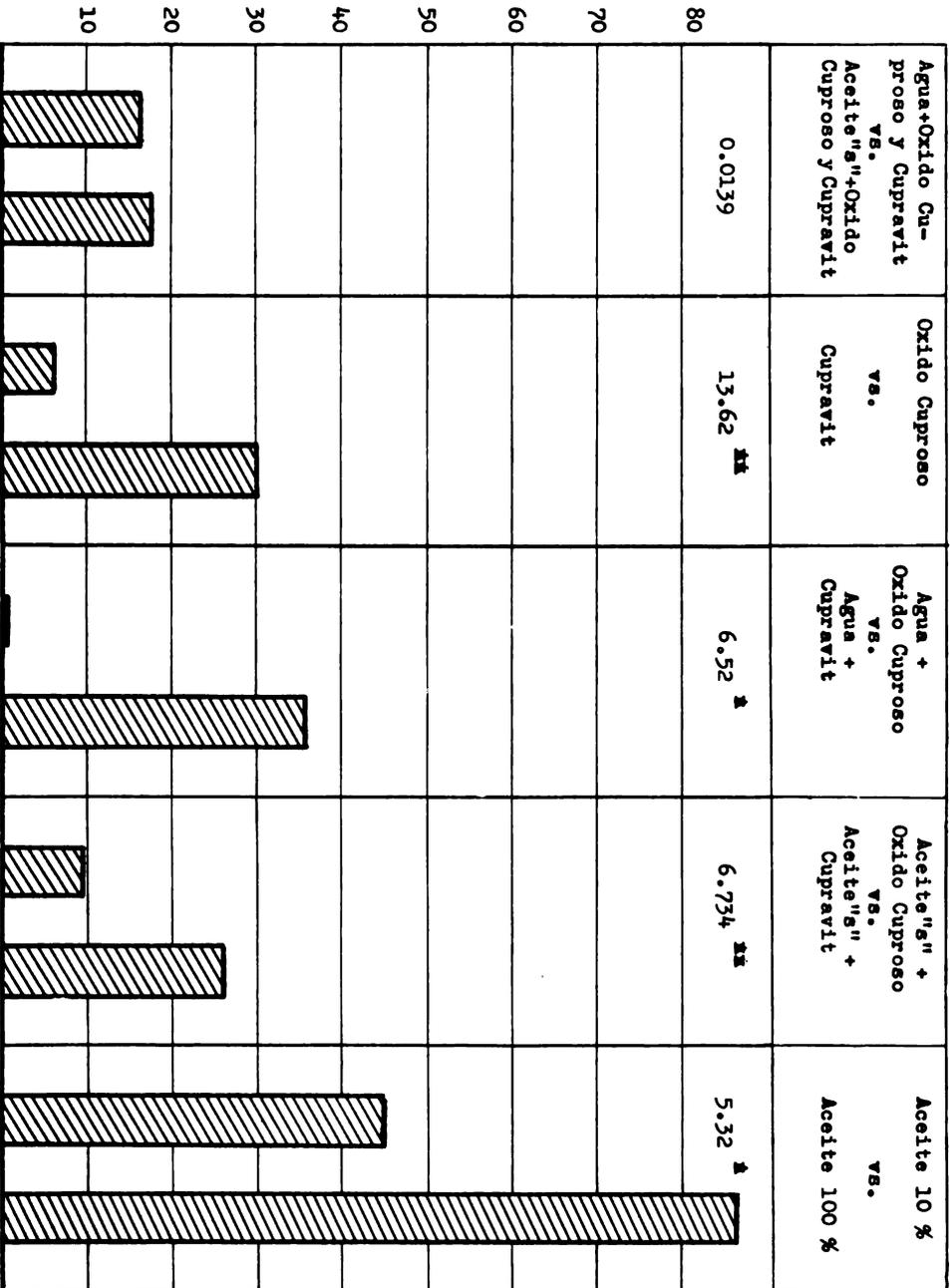
NOTA: Por aceite "s" se entiende el conjunto de niveles en que este producto ha sido utilizado con el fungicida considerado.

GRAFICO No 13

Porcentaje de mazorcas infectadas por tratamiento y por grupos de tratamientos

Valores de "Chi Cuadrado" que resultan al comparar entre sí cada dos grupos

(\*\* Diferencia altamente significativa, nivel del 1 %  
 \* Diferencia significativa, nivel del 5 %)



2) Aplicación del tratamiento por aspersión del fruto.

Materiales y métodos

Este experimento fué llevado a cabo en la plantación clonal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en Turrialba.

Se escogieron 4 árboles del clón 667 y sobre cada uno de ellos un número variable de mazorcas que tenían aproximadamente 20 cms. de largo. Los frutos de un mismo árbol fueron objeto de un solo tratamiento,dejándose en cada caso algunas mazorcas como testigos. Por tratarse de un mismo clon no debía esperarse variación de susceptibilidad debida al árbol.

Los tratamientos fueron:

Oxido Cuproso + agua	12	mazorcas
Aceite 100 %	15	"
Aceite 50 %	13	"
Aceite 10 %	18	"
Testigo	13	"
	<hr/>	
Total	71	"

Los diversos productos fueron aplicados por aspersión a "bajo volumen" por medio de una bombita "Flit" a presión constante, de la manera descrita más adelante a propósito del ensayo con mazorcas en cámara húmeda, solamente pudo apserjarse la cara libre de la mazorca, es decir aquella que no estaba apoyada contra el tronco o la rama de donde adhería.

El óxido cuproso en agua de utilizó a la concentración de una

libra por galón.

El inóculo se preparó y las inoculaciones se hicieron de la misma manera que en el ensayo anterior. Sin embargo, se inocularon tan sólo los surcos del fruto opuestos a la rama o el tronco de donde la mazorca adhería por ser los que mejor habían sido cubiertos por los tratamientos.

Los tratamientos se aplicaron el 8 de mayo y la inoculación al día siguiente a las 8 de la noche. Los datos se tomaron el 19 del mismo mes, 11 días después de la inoculación. En el Cuadro Nº 13 puede verse que las condiciones ambientales nocturnas después de la inoculación fueron óptimas para la infección, prevalecieron en efecto temperaturas bajas (14.40 y 17°C) y alta humedad relativa (100%). Sin embargo, de día la situación fué inversa, con temperaturas altas (29° y 30°C) y baja humedad relativa (51% y 50%). Además al día 9 de mayo siguieron dos días sin lluvia.

Aparentemente estos dos últimos factores fueron las causas del bajo nivel general de infección (46.5%) y del bajo porcentaje de mazorcas testigo que resultaron infectadas (61.6%) Cuadro Nº 14.

Es interesante considerar a este respecto los resultados obtenidos en los otros ensayos.

Durante el primer experimento efectuado en la finca "La Lola" el 12 de marzo, las condiciones ambientales fueron más o menos parecidas a las que prevalecieron durante este ensayo, con la diferencia de que después de la inoculación siguieron 4 días consecutivos de lluvia. Bajo esas condiciones se presentó un alto nivel general de infección y el porcentaje de infección de las

mazorcas testigo fué elevado (89.22%).

Originalmente el presente ensayo se llevó a cabo el 20 de abril con 240 mazorcas y 12 tratamientos pero el nivel general de infección 12 días después de la inoculación, fué muy bajo (23.2% de mazorcas infectadas) y tan sólo 38% de los frutos testigos se infectaron. En el Cuadro Nº 13 puede observarse que las condiciones ambientales en esa fecha se distinguen de las anteriormente citadas tan sólo por un largo período (de 5 días) sin lluvia, después de la inoculación.

Aunque sabemos que los factores que determinan la infección son complejos y variados parece resultar de estas consideraciones que si a la noche de la inoculación, siguen días sin lluvia, con baja humedad relativa y altas temperaturas el porcentaje de frutos infectados independientemente de los tratamientos, resulta siempre muy bajo.

Se concluye claramente de los anterior que bajo condiciones de campo la validez del método empleado, en todos estos ensayos, depende de los factores climatológicos que intervienen favoreciendo o dificultando la efectividad de las inoculaciones u posiblemente también el lavado y la redistribución del inóculo y de los productos químicos empleados.

#### Datos tomados

Los datos tomados se refieren al número de mazorcas infectadas y no infectadas por tratamiento 11 días después de la inoculación.

### Resultados y discusión

En el Cuadro Nº 14 figura el número de mazorcas infectadas y no infectadas por tratamiento 11 días después de la inoculación. Puede notarse que ninguna de las mazorcas tratadas con Oxido Cuproso resultó infectada. Los otros tratamientos a base de aceite presentaron porcentajes de infección comparables a los del testigo.

El análisis estadístico confirma estas observaciones. Al analizar por chi cuadrado a la población general de mazorcas obtenemos una cifra altamente significativa, lo cual indica que los tratamientos actuaron de manera diferente.

Al comparar estadísticamente el testigo con cada uno de los tratamientos, tan sólo el Oxido Cuproso más agua resulta significativo al 1% de nivel de probabilidades. Todas las otras comparaciones carecen de significación.

### Conclusiones

Bajo las condiciones experimentales de este ensayo podemos sacar los siguientes conclusiones:

- 1) El Oxido Cuproso en agua actuó como protector efectivo.
- 2) El aceite a los diferentes niveles de concentración a que fué usado, no presentó diferencia estadística con el testigo.

CUADRO Nº 13

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas  
Reporte climatológico mensual de Turrialba  
Segunda quincena de abril 1959

DIA	Lluvia mm.	Temperatura °C		Humedad relativa	
		M.	m.	M.	m.
16.	0.5	24.3	16.6	99	89
17.	7.0	23.8	17.9	100	90
18.	9.3	24.4	16.9	100	95
19.	102.0	29.4	18.9	100	69
20.	0.0	30.5	18.8	100	55
21.	0.0	30.0	18.0	98	59
22.	0.0	29.9	16.5	99	55
23.	0.0	30.1	16.5	100	52
24.	0.0	29.5	16.7	100	57
25.	3.0	29.0	16.7	100	54
26.	0.0	29.7	13.6	100	45
27.	3.5	29.2	13.7	100	60
28.	0.0	29.0	15.7	100	57
29.	3.5	29.7	15.8	100	69
30.	2.0	29.2	18.7	100	67

Cuadro Nº 13 (continuación)

Primera quincena de mayo

DIA	Lluvia mm.	Temperatura °C		Humedad relativa	
		M.	m.	M.	m.
1	0.0	29.2	17.9	100	65
2	3.0	25.8	17.0	100	84
3.	11.7	28.0	15.8	100	61
4.	0.0	29.0	14.2	100	49
5.	0.0	29.2	14.5	100	59
6.	0.0	26.2	17.8	100	74
7.	0.0	27.9	13.5	100	57
8.	5.0	28.0	15.2	100	51
9.	0.0	29.0	14.4	100	51
10.	0.0	30.0	17.0	100	50
11.	0.0	30.2	15.4	100	50
12.	3.0	29.5	18.5	100	61
13.	8.0	28.8	17.1	100	59
14.	0.0	30.5	16.7	100	54
15.	7.0	29.6	17.3	100	70

CUADRO Nº 14

Número de mazorcas infectadas y no infectadas por tratamiento  
Análisis de la población general

Tratamiento	Ox.cuproso + agua	Aceite 100%	Aceite 50%	Aceite 10%	Testigo	Total
No infectado	12	5	6	10	5	38
Infectado	0	10	7	8	8	33
Total	12	15	13	18	13	71
Proporción no infectado	1.000	0.333	0.461	0.550	0.384	0.535

$$X^2 = \frac{S \cdot a_i p_i - \bar{p} S a_i}{\bar{p} \bar{q}} = 14.19^{**}$$

Chi cuadrado tabular 0.01(4) = 13.277

S = suma

a<sub>i</sub> = mazorcas no infectadas por tratamiento

p<sub>i</sub> = proporción de mazorcas no infectadas por tratamiento

$\bar{p}$  = proporción promedio de mazorcas no infectadas

$\bar{q}$  = proporción promedio de mazorcas infectadas

\*\* = altamente significativo, nivel del 1% de probabilidades.



**B - Ensayos sobre mazorcas en cámara húmeda**

**1) Aplicación del tratamiento por inmersión del fruto**

**Materiales y métodos**

Este ensayo comprendió 240 mazorcas agrupadas en 12 tratamientos con 10 repeticiones. El diseño experimental usado fué el de bloques al azar. Cada bloque comprendió 2 mazorcas por tratamiento o sea un total de 24 mazorcas todas provenientes de un solo árbol. Al utilizar árbol como bloque se trató de eliminar las diferencias debidas al árbol.

La cosecha de frutos se hizo el 22 de marzo, los tratamientos se aplicaron al día siguiente por la tarde y la inoculación se hizo el 24 del mismo mes a las 9 de la noche. Los datos analizados se tomaron el 3 de abril, 11 días después de la inoculación.

Para albergar en cámara húmeda un número tan elevado de mazorcas se adaptó una caseta que había sido utilizada anteriormente en experimentos de secado de conchas de cacao al sol. Esta caseta comprende una plataforma de concreto de 6 x 10 metros sobre la cual se alza una estructura simple de marcos de madera que presenta 2 vertientes y es triangular en sección transversal. La altura máxima es de 2 metros. Esta armazón fué forrada con tela plástica y cubierta con sacos de gangoche.

Con el fin de evitar en el interior temperaturas demasiado elevadas se colocó en el vértice superior de la caseta y al exterior de la misma una manguera perforada. Esta manguera corría a todo lo largo de la arista superior de la estructura y mantenía

**ENSAYO SOBRE MAZORCAS EN CAMARA HUMEDA**



**Secador de conchas de cacao transformado en cámara húmeda "La Lola"**



**Mazorcas de cacao en cámara húmeda, listas para recibir los tratamientos correspondientes**

permanentemente mojadas las 2 vertientes de agua del techo.

De esta manera se logró disminuir de 50°C la temperatura máxima registrada al interior de la caseta y se mantuvo la humedad relativa al más alto nivel posible.

Por medio de un higrómetro se mantuvo registro permanente de las condiciones de humedad y temperatura prevalecientes durante el ensayo. De día se presentaron las máximas de temperatura que variaron entre 30°C y 33°C y de noche las mínimas entre 17.6°C y 21.1°C. La humedad relativa se mantuvo de noche al 100% y de día varió entre 60% y 90%.

Bajo estas condiciones ambientales, el organismo disponía durante las horas de la noche de factores óptimos para asegurar la infección.

De día sin embargo las condiciones no eran tan buenas y la infección seguramente se dificultó durante ese período a consecuencia del relativamente bajo porcentaje de humedad y la alta temperatura.

Podemos observar en el Cuadro No. 16, que una de las mazorcas del bloque No. 7 correspondiente al testigo no se infectó. Las condiciones ambientales fueron sin embargo muy rigurosas para los tratamientos puesto que el Bordelés dió un porcentaje muy bajo de control (75% de mazorcas infectadas).

El que algunas mazorcas correspondientes al testigo no se infecten después de la inoculación constituye una anomalía observada y citada en Costa de Oro (80) este fenómeno parece deber atribuirse a causas intrínsecas de variación de mazorca a mazorca.

Los tratamientos fueron:

1) Aceite 100% + Oxido Cuproso (Perenox)	20	mazorcas
2) Aceite 50% + Oxido Cuproso	20	"
3) Aceite 10% + Oxido Cuproso	20	"
4) Agua + Oxido Cuproso	20	"
5) Aceite 100% + Oxicloruro de Cobre (Cupravit)	20	"
6) Aceite 50% + Oxicloruro de Cobre (Cupravit)	20	"
7) Aceite 10% + Oxicloruro de Cobre (Cupravit)	20	"
8) Agua + Oxicloruro de Cobre (Cupravit)	20	"
9) Caldo bordelés 4-4-50	20	"
10) Aceite 100%	20	"
11) Aceite 10%	20	"
12) Testigo	20	"
<hr/>		
Total	240	"

Las mazorcas fueron suspendidas perpendicularmente por su pedúnculo a varillas de madera dispuestas horizontalmente dentro de la cámara húmeda. Los fungicidas se utilizaron en la proporción de 4 libras por 100 galones y el tritón (emulsificante) a la razón de 5 cc por galón de solución o emulsión. El inóculo se preparó y se aplicó de la manera descrita en el experimento anterior.

#### Datos tomados

Los datos tomados se refieren al porcentaje de la superficie de cada fruto cubierto por la mancha de Phytophthora palmivora 11 días después de la inoculación.

#### Resultados y discusión

En el Cuadro Nº 16 pueden verse las cifras obtenidas en cuanto

a porcentaje de la superficie de cada fruto cubierta por la mancha 11 días después de la inoculación.

Los resultados obtenidos pueden ser interpretados según 2 criterios diferentes:

- 1) Porcentaje de la superficie de los frutos infectada por tratamiento (análisis de variancia, cuadro N<sup>o</sup> 18).
- 2) Proporción de frutos infectados y no infectados (análisis de datos clasificados en 2 categorías: chi cuadrado, cuadro N<sup>o</sup> 15).

Se puede esperar que estos 2 criterios arrojen resultados muy diferentes.

En el cuadro N<sup>o</sup> 17 se encuentra la suma de las áreas infectadas, expresadas en porcentaje, de cada 2 mazorcas que corresponden a una repetición. Estas son las cifras que fueron objeto del análisis de variancia.

El gráfico N<sup>o</sup> 14 resume los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de la superficie de las mazorcas infectadas por tratamiento.

En este gráfico los tratamientos se encuentran dispuestos según el orden aparente de efectividad. Pueden hacerse a partir de él 2 observaciones de carácter general:

- a) Los tratamientos con aceite, independientemente del fungicida, tienden a ser más efectivos que aquéllos sin aceite. Esta tendencia parece ser tanto más marcada cuanto mayor es la proporción de aceite en el tratamiento considerado.

b) El Perenox tiende a comportarse mejor que el Cupravit.

El análisis de variancia, cuadro N<sup>o</sup> 18, confirma estas tendencias. De este análisis sobresalen los siguientes hechos:

a) Los tratamientos alcanzaron nivel altamente significativo.

b) Los bloques resultaron altamente significativos.

c) El Oxido Cuproso alcanzó nivel altamente significativo con respecto al Oxicloruro de Cobre (Cupravit).

d) Los niveles de aceite más fungicida fueron altamente significativos con respecto a los fungicidas en agua.

e) No hay diferencia significativa entre los diferentes niveles de aceite sin fungicida y los fungicidas más agua.

Al reunir los tratamientos en los grupos correspondientes de acuerdo con la diferencia mínima significativa del 1% (cuadro N<sup>o</sup> 19) se observa una notable homogeneidad en las características de los tratamientos que constituyen cada grupo.

Distinguimos 4 grupos en orden de efectividad con las siguientes características:

a) Un primer grupo sin diferencia estadística entre sí que comprende todos los tratamientos con 100% o 50% de aceite, independientemente del fungicida utilizado e incluso de la presencia misma del fungicida.

b) Un segundo grupo sin diferencia estadística entre sí que abarca todos los tratamientos con aceite salvo el aceite 100% más Oxido Cuproso que sobresale como el mejor tratamiento y en el otro extremo el aceite 10% sin fungicida.

El aceite 10% con Oxido Cuproso se encuentra en el límite

de significancia.

- c) Un tercer grupo sin diferencia entre sí que comprende tan sólo tratamientos con niveles de 10% de aceite, tratamientos en agua y tratamientos con Oxidocloruro de Cobre a excepción del Oxidocloruro con 100% de aceite.
- d) Un cuarto grupo, con un solo tratamiento, el testigo, que difiere a un nivel altamente significativo de todos los demás.

Esta secuencia se ajusta a las observaciones generales hechas al comienzo de esta discusión.

#### Análisis por chi cuadrado

El análisis general de la población por chi cuadrado, cuadro Nº 15, resulta altamente significativo. De ello se deduce que la población no es uniforme, es decir que los tratamientos actuaron de manera diferente.

Al comparar los tratamientos con el testigo encontramos que tan sólo el 100% de aceite, con Oxido Cuproso u Oxidocloruro de cobre, resulta altamente significativo. Todas las otras comparaciones carecen de significación.

Las tendencias generales anotadas cuando considerábamos el porcentaje de la superficie infectada no se manifiestan al agrupar los frutos en 2 categorías: "infectados" y "no infectados". Si consideramos por ejemplo el caso del Caldo Bordelés y del aceite 50% con Oxido Cuproso notaremos que según el primer criterio, el tratamiento con aceite era superior al Caldo Bordelés a un nivel altamente significativo. Según el segundo criterio no hay diferencia

significativa entre ambos y aún más, el Bordelés manifiesta claramente mejor control.

Estos resultados discordantes según los criterios empleados parecen indicar una acción diferente del aceite y de los fungicidas sobre el parásito. Además indican claramente que no podemos señalar al aceite como un producto sin ninguna acción sobre el parásito.

### Conclusiones

Bajo las condiciones experimentales de este ensayo podemos sacar las siguientes conclusiones:

- 1) Utilizando el porcentaje de la superficie de los frutos infectados como criterio de evaluación de los tratamientos, encontramos que todos alcanzan un nivel altamente significativo con respecto al testigo. Al contrario si consideramos el porcentaje de frutos infectados, tan sólo el Oxido Cuproso y el Oxiclорuro de Cobre con 100% de aceite alcanzan nivel de significancia al compararlos con el testigo.
- 2) No hay correlación aparente entre el porcentaje de la superficie de los frutos cubierta por la mancha de Phytophthora y la infección o no infección de los mismo considerados individualmente.
- 3) El primer criterio (porcentaje de superficie infectada) pone de manifiesto una acción muy clara del aceite sobre el parásito. Esta acción alcanza según hemos visto un alto nivel de significancia.

El segundo criterio (porcentaje de frutos infectados) no .  
señala por el contrario ninguna diferencia estadística en-  
tre los tratamientos a base de agua y de aceite, estén és-  
tos combinados con fungicidas o no.

- 4) El Bordelés se comportó deficientemente. Al considerar el porcentaje de la superficie infectada ocupó el penúltimo lugar. A pesar de ello al considerar el porcentaje de frutos infectados ningún tratamiento le fué estadísticamente superior.
- 5) El Oxido Cuproso se manifestó estadísticamente superior al Oxiclورو de Cobre al considerar el porcentaje de la superficie infectada. La misma tendencia se manifiesta al considerar el % de frutos infectados pero no alcanza nivel de significación.

Análisis por Chi Cuadrado

Mazorcas clasificadas por tratamiento en dos categorías: infectadas y no infectadas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tratamiento	A.100 + O.C.	A.100 + Cup.	B.	A.100%	Agua + O.C.	A.10 + Cup.	A.50 + O.C.	A.10%	A.50 + Cup.	Agua + Cup.	A.10 + O.C.	T. Total
No infectada	14	13	5	5	5	4	3	4	1	1	0	1
Infectada	6	7	15	15	15	16	17	16	19	19	20	19
Total	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Proporción no infectada	0.70	0.65	0.25	0.25	0.25	0.20	0.15	0.20	0.05	0.05	0.00	0.05
Proporción infectada	0.30	0.35	0.75	0.75	0.75	0.80	0.85	0.80	0.95	0.95	1.00	0.95

$$X^2 = \frac{S \cdot a_i \cdot p_i - \bar{p} \cdot S \cdot a_i}{\bar{p} \cdot \bar{q}} = 62.40^{**}$$

$$X^2 = \text{tabular} (0.01)_{11} = 24.725$$

S = suma

a<sub>i</sub> = mazorcas no infectadas por tratamiento

p<sub>i</sub> = proporción de mazorcas no infectadas por tratamiento

$\bar{p}$  = proporción promedio de mazorcas no infectadas

$\bar{q}$  = proporción promedio de mazorcas infectadas

\*\* = altamente significativo, nivel del 1%

- 1 - A.100 + O.C. = Aceite 100% + óxido cuproso
- 2 - A.100 + C. = Aceite 100% + cupravit
- 3 - B. = Caldo Bordelés
- 4 - A.100% = Aceite 100%
- 5 - Agua + O. C. = Agua + óxido cuproso
- 6 - A.10 + Cup. = Aceite 10% + cupravit
- 7 - A.50 + O. C. = Aceite 50% + óxido cuproso
- 8 - A.10% = Aceite 10%
- 9 - A.50 + Cup. = Aceite 50% + cupravit
- 10 - Agua + Cup. = Agua + cupravit
- 11 - A.10 + O. C. = Aceite 10% + óxido cuproso
- 12 - T. = testigo.

Porcentaje de la superficie infectada por fruto once días después de la inoculación

Tratamientos	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	Total Promedio bloque	
A.100 + Ox. cup.	0	0	10	50	0	0	0	5	0	0	0	80
A.100 + cupravit	0	30	0	40	0	0	100	0	0	25	0	250
Caldo Bordelés	30	25	0	100	100	60	70	30	60	0	30	905
Aceite 100%	25	10	25	10	60	10	10	0	0	5	30	365
Agua + Ox. cup.	35	0	40	60	100	30	60	80	70	100	5	875
A.10 + cupravit	40	80	10	10	90	80	20	20	70	40	5	665
A.50 + Ox. cup.	20	30	15	10	40	40	20	30	0	10	30	345
Aceite 10%	50	80	10	100	40	80	70	90	20	30	20	865
A.50 + cupravit	10	1	5	10	70	70	60	70	40	10	40	501
Agua + cupravit	0	40	45	80	60	100	20	80	70	90	5	950
Testigo	100	100	100	70	100	100	90	100	100	50	60	1720
A.10 + Ox. cup.	35	80	15	10	70	70	30	30	50	5	20	725
<b>Total</b>	<b>821</b>	<b>615</b>	<b>1520</b>	<b>1000</b>	<b>930</b>	<b>545</b>	<b>630</b>	<b>865</b>	<b>650</b>	<b>670</b>	<b>8246</b>	

Datos analizados

Suma del porcentaje de la superficie infectada de cada dos frutos por tratamiento y por bloque

Tratamientos	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	Total	Promedio por bloque	Promedio por fruto
A.100 + Ox. cuproso	0	10	50	0	0	5	5	0	10	0	80	8	4
A.100 + cupravit	30	0	40	40	0	0	100	5	10	25	250	25	12
A.50 + Ox. cuproso	50	25	80	50	10	55	10	30	20	15	345	34.5	17
Aceite 100%	35	35	70	10	0	5	5	50	70	85	365	36.5	18
A.50 + cupravit	11	15	140	130	50	45	30	45	20	15	501	50.1	25
A.10 + cupravit	120	20	170	40	90	40	80	45	0	60	665	66.5	33
A.10 + Ox. cuproso	115	25	140	60	60	55	40	120	85	25	725	72.5	36
Agua + Ox. cuproso	35	100	130	120	150	105	100	100	20	15	875	87.5	43.75
Aceite 10%	130	90	140	150	110	50	0	70	20	105	865	86.5	43
Caldo Bordelés	55	0	200	120	100	60	60	110	200	0	905	90.5	45
Agua + cupravit	40	125	160	100	160	15	100	90	35	125	950	95	47
Testigo	200	170	200	180	200	110	100	200	160	200	1720	172	86
<b>Total</b>	<b>821</b>	<b>615</b>	<b>1520</b>	<b>1000</b>	<b>930</b>	<b>545</b>	<b>630</b>	<b>865</b>	<b>650</b>	<b>670</b>	<b>8246</b>	<b>82.46</b>	<b>41.23</b>

Análisis de variancia

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Bloques	9	61789	6865	4.66 <del>xx</del>	2.59
Tratamiento	11	206740	18794	12.85 <del>xx</del>	2.43
Ox. cuproso /vs/ cupravit	1	14535	14535	9.94 <del>xx</del>	6.9
Aceites más fungicidas /vs/ agua más fungicidas	1	35372	35372	24.19 <del>xx</del>	6.9
Oxido cuproso más aceite /vs/ cupravit más aceite	1	11792	11792	8.06 <del>xx</del>	6.9
Aceite 100% ) ) solos /vs/ Aceite 10% ) ) más fungicidas	1	4563	4563	3.21	3.94 (0.05)
Error	99	144809	1462		
<b>Total</b>	<b>119</b>	<b>413338</b>			

~~xx~~ Altamente significativo, nivel del 1%

D.M.S. t .01(100) = 44.90 en % = 22.45

t .05(100) = 33.96 en % = 16.98

Tratamientos agrupados por orden de efectividad con relación a la diferencia mínima significativa del 1% (22.45)

(Las cifras representan el promedio de infección por fruto y por tratamiento)

A.100% + Ox.cup.	A.50% + Ox. cup.	Aceite 100%	A.50% + Cupravit	A.10% + Cupravit	A.10% + Ox. cup.	Agua + Ox. cup.	Aceite 10%	Caldo Bordelés	Agua + Cupravit	Testigo
4	12	17	18	25	33	36	43	45	47	86

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tratamientos agrupados por orden de efectividad con relación a la diferencia mínima significativa del 5% (16.98)

(Las cifras representan el promedio de infección por fruto y por tratamiento)

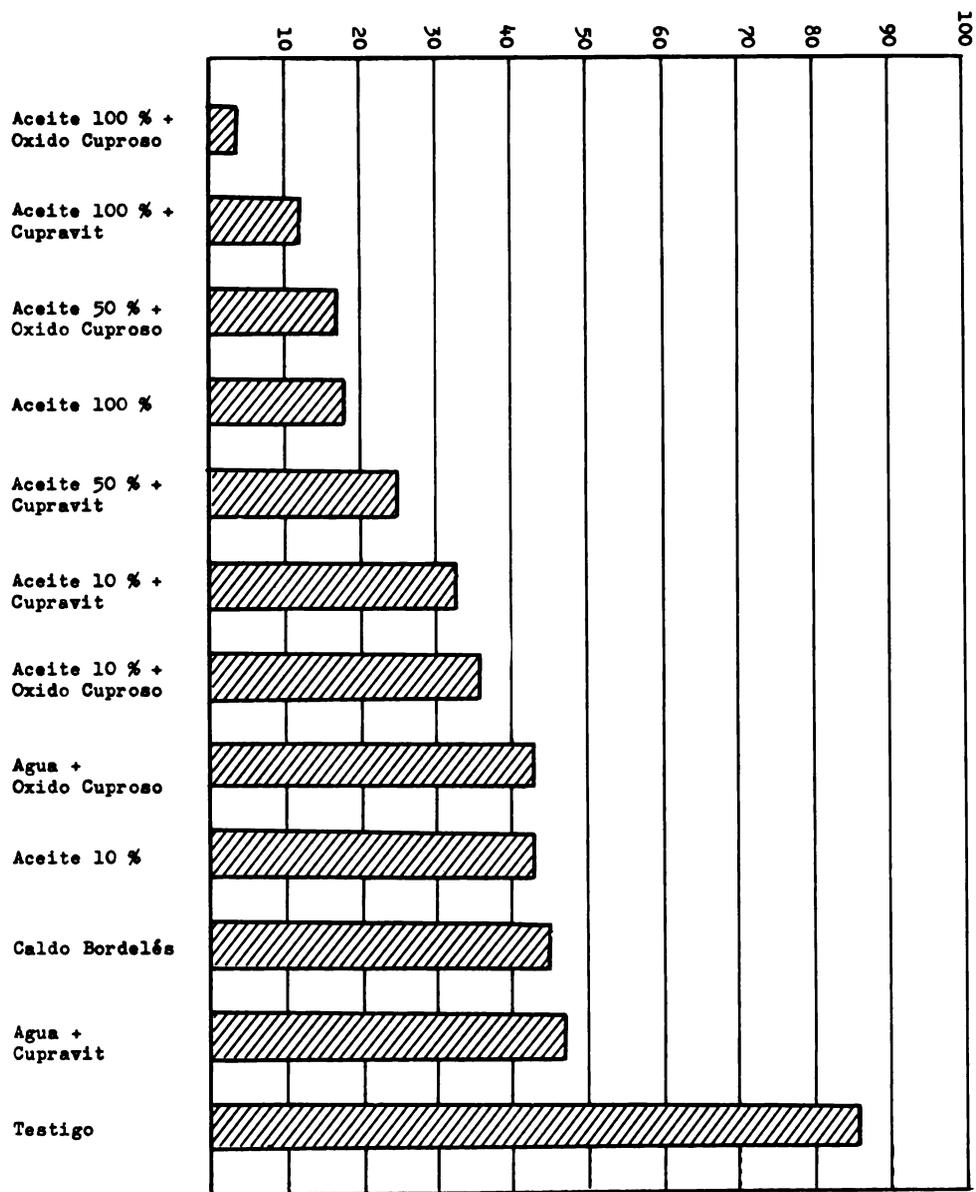
A.100% + Ox. cup.	A.50% + Ox. cup.	Aceite 100%	A.50% + Cupravit	A.10% + Cupravit	A.10% + Ox. cup.	Agua + Ox. cup.	Aceite 10%	Caldo Bordelés	Agua + Cupravit	Testigo
4	12	17	18	25	33	36	43	45	47	86

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

GRAFICO No 14

Promedio de infección de cada 20 frutos por tratamiento  
La infección se evalúa en porcentaje de la superficie total  
de cada fruto cubierta por la mancha de la Phytophthora



## 2) Aplicación del tratamiento por aspersión del fruto

### Materiales y métodos

Este ensayo comprendió 180 mazorcas agrupadas en nueve tratamientos con cuatro repeticiones. El diseño experimental usado fué el de bloques al azar. Cada bloque comprendió 5 mazorcas por tratamiento o sea un total de 45 mazorcas todas provenientes de un solo árbol. Al utilizar árbol como bloque se trató de eliminar las diferencias debidas a árbol.

La cosecha de frutos se hizo el 25 de marzo, los tratamientos se aplicaron el mismo día por la tarde y la inoculación se hizo al día siguiente a las 8:00 de la noche. Los datos analizados se tomaron el 5 de abril, 10 días después de la inoculación.

La fecha en que se realizó este experimento correspondió a una época de gran producción de los árboles de cacao de manera que fué posible seleccionar 4 que tuvieran un gran número de frutos, aproximadamente del mismo tamaño. Cada uno de los árboles escogidos rindió 45 frutos con las características señaladas.

Los frutos fueron colocados de la misma manera y en la misma caseta transformada en cámara húmeda descrita en el experimento anterior.

De hecho los dos experimentos fueron conducidos simultáneamente y estuvieron por consiguiente sujetos a las condiciones ambientales ya descritas a propósito del ensayo anterior. Los tratamientos se aplicaron individualmente a cada mazorca con una bombita de aspersión tipo "flit" de presión constante.

Se procedió de la siguiente manera:

Los frutos eran sacados uno a uno de la caseta y suspendidos al exterior, en pleno campo, de una varilla de madera. Cada fruto estaba sujeto por su pedúnculo a un gancho de alambre por medio de un hilo de manila. Sujeto de esta manera se le podía hacer fácilmente girar imprimiéndole con la mano un movimiento de rotación lento. Mientras giraba se le aplicaba el tratamiento dirigiendo la aspersión perpendicularmente a la dirección de la brisa que corría en el campo. De manera que eran las corrientes de aire prevalcientes al momento de la aspersión las que llevaban el producto sobre la mazorca. En ningún caso se dirigió el líquido directamente sobre la superficie a tratar. Siempre se mantuvo el aparato aspersor a dos metros del fruto bajo tratamiento. Se trató de uniformizar la cantidad de líquido por mazorca dando en cada caso 20 golpes de émbolo.

Todas estas precauciones tenían por objeto imitar las condiciones de aspersión por bajo volumen. El Caldo Bordelés fué el único tratamiento que se aplicó por inmersión del fruto en la solución fungicida.

Los tratamientos fueron:

Aceite 100% + Perenox . . . . .	20 mazorcas
Aceite 50% + Perenox . . . . .	20 "
Aceite 10% + Perenox . . . . .	20 "
Agua + Perenox . . . . .	20 "
Caldo Bordelés 4-4-50 . . . . .	20 "
Aceite 100% . . . . .	20 "

Aceite 50% . . . . .	20 mazorcas
Aceite 10% . . . . .	20 "
Testigo . . . . .	20 "
	<hr/>
Total	180 "

Siguiendo el criterio utilizado en las aspersiones a bajo volumen el fungicida fué altamente concentrado. Se usó en la proporción de una libra por galón. El tritón al igual que en los experimentos anteriores se mantuvo a razón de 5 cc. por galón.

El inóculo se preparó y se aplicó de la misma manera que en el experimento anterior.

### Resultados y discusión

En el Cuadro N<sup>o</sup> 21 pueden verse las cifras obtenidas en cuanto a porcentaje de la superficie de cada fruto cubierta por la mancha 10 días después de la inoculación. En el Cuadro N<sup>o</sup> 22 se encuentra la suma de las áreas infectadas, expresadas en porcentaje, de cada cinco mazorcas que corresponden a una repetición. El análisis de variancia se hizo con base en estas cifras.

En el Cuadro N<sup>o</sup> 20 se encuentra el número de mazorcas infectadas y no infectadas por tratamiento. Estos datos se analizaron por chi cuadrado.

Del análisis de variancia Cuadro N<sup>o</sup> 22 resulta que los bloques fueron significativos al nivel del 5% de probabilidad y los tratamientos altamente significativos.

Al agrupar los tratamientos por orden de tamaño de acuerdo a la diferencia mínima significativa (nivel del 1%) Cuadro N<sup>o</sup> 23 obtenemos 5 grupos. El primero comprende los tratamientos de Oxido

Cuproso más aceite a los diferentes niveles y el Caldo Bordelés. El penúltimo está constituido por los niveles de 10 y 100% de aceite sin fungicida y el último por el testigo.

Esta secuencia puede también ser observada en el gráfico N<sup>o</sup> 15. El orden en que se encuentran dispuestos los resultados sugiere una interacción positiva muy marcada entre los diferentes niveles de aceite y el Oxido Cuproso. Podemos observar en efecto que el aceite sin fungicida se cataloga en penúltimo lugar entre los tratamientos menos efectivos, al igual que el Oxido Cuproso más agua, con el cual no presenta diferencia estadística. La acción conjunta sin embargo es notable. Si consideramos el aceite 50% más Oxido Cuproso observamos que no presenta diferencia estadística con el Caldo Bordelés, e incluso que lo supera, aunque por escaso margen.

Se puede notar también que todos los tratamientos fueron altamente significativos con respecto al testigo. Esto indica claramente que el aceite sin fungicida al igual que el Oxido Cuproso más agua tienen una acción muy marcada sobre la rapidez con que se desarrolla la infección sobre los frutos.

El análisis general de la población por Chi Cuadrado, Cuadro N<sup>o</sup> 20, resulta altamente significativo. De ello se deduce que la población no es uniforme, es decir que los tratamientos actuaron de manera diferente.

Al comparar el testigo con los otros tratamientos resulta altamente significativo, tan sólo el Caldo Bordelés; el Oxido Cuproso más aceite resulta significativo al nivel del 5% de probabilidades.

Al comparar este último grupo de tratamientos con el Oxido Cuproso más agua se encuentra una diferencia significativa al 5% a favor del primero. Todas las otras comparaciones carecen de significación. Este análisis confirma las tendencias generales ya señaladas a propósito del análisis de variancia. Es decir aparece una interacción positiva muy marcada entre el Oxido Cuproso y el aceite independientemente del nivel de concentración a que es usado.

### Conclusiones

- 1) El Caldo Bordelés junto con el aceite 50% más Oxido Cuproso fueron los mejores tratamientos.
- 2) Parece haber una interacción positiva muy marcada entre el Oxido Cuproso y el aceite, independientemente del nivel de concentración en que este último es usado. Esta interacción se manifiesta tanto al considerar el % de la superficie de los frutos infectados como al considerar el % de los frutos infectados y no infectados.
- 3) El aceite solo, independientemente del nivel de concentración a que fué usado, mostró una acción altamente significativa con respecto al testigo al considerar el porcentaje de la superficie infectada. Por el contrario al considerar los frutos infectados y no infectados no presentó ninguna diferencia estadística con respecto al testigo.
- 4) El Oxido Cuproso más agua se comportó estadísticamente igual al aceite sin fungicida al utilizar cualquiera de los dos criterios de evaluación.

CUADRO Nº 20

Número de mazorcas infectadas y no infectadas por tratamiento

Análisis de la población general

	A.50% + Ox.cup.	A.100% + Ox.cup.	A.10% + Ox.cup.	Caldo Bordenés	H <sub>2</sub> O + Ox.cup.	A.100% A.100%	A.50% A.50%	A.10% A.10%	Testigo	Total
No infectado	12	6	12	14	4	4	4	6	4	66
Infectado	8	14	8	6	16	16	16	14	16	114
Total	20	20	20	20	20	20	20	20	20	180
Proporción no infectada	0.600	0.300	0.600	0.700	0.200	0.200	0.200	0.300	0.200	0.3666

$$X^2 = \frac{S \cdot a_i \cdot p_i - S \cdot a_i}{\bar{p} \cdot \bar{q}} = 29.32^{**}$$

$$X^2 = \text{tabular } 0.01 (8) = 20.09$$

$$0.05 (8) = 15.5$$

S = suma

a<sub>i</sub> = mazorcas no infectadas por tratamiento

p<sub>i</sub> = proporción de mazorcas no infectadas por tratamiento

$\bar{p}$  = proporción promedio de mazorcas no infectadas

$\bar{q}$  = proporción promedio de mazorcas infectadas

\*\* = altamente significativo, nivel del 1%.

CUADRO Nº 21

Porcentaje de la superficie infectada por fruto, diez días después de la inoculación

Tratamientos	Bloque 1	Suma por trat.	Bloque 2	Suma por trat.	Bloque 3	Suma por trat.	Bloque 4	Suma por trat.
A.50 + Ox. cup.	10 0 5 0 10	25	10 0 0 0 0	10	5 0 0 10 0	15	10 0 0 10 0	20
A.100 + Ox.cup.	20 0 0 20 10	50	20 0 25 15 5	65	10 0 30 0 5	45	20 5 0 30 15	70
A.10 + Ox.cup.	0 0 50 10 5	65	0 0 0 10 0	10	35 0 0 0 10	45	0 0 20 0 10	30
Caldo Bordelés	0 10 0 0 0	10	0 25 0 10 0	35	5 0 0 15 0	20	25 0 0 0 0	25
H <sub>2</sub> O + Ox.cup.	0 60 10 0 30	100	5 80 5 10 15	115	20 0 5 45 25	95	60 30 0 20 10	120
Aceite 100%	0 5 80 1 0	86	70 90 40 30 80	310	70 80 60 30 10	250	50 0 70 0 30	150
Aceite 50%	40 20 0 0 10	70	10 30 50 20 15	125	20 30 45 0 5	100	0 55 15 25 15	110
Aceite 10%	5 20 30 0 10	65	0 80 0 80 20	180	0 30 0 45 25	100	45 50 0 45 5	145
Testigo	0 90 100 5 75	270	100 0 100 80 95	375	0 100 100 0 100	300	80 75 100 85 5	345
<b>TOTAL BLOQUE</b>		<b>741</b>		<b>1225</b>		<b>970</b>		<b>1015</b>

CUADRO Nº 22

Datos analizados

Suma del porcentaje de la superficie infectada de cada  
cinco frutos por tratamiento y por bloque

Tratamientos	B1	B2	B3	B4	Total	Promedio por tra- tamiento	Promedio por fruto
A 50 + ox. cuproso	25	10	15	20	70	17.5	3.5
A 100 + ox. cuproso	50	65	45	70	230	57.5	11.5
A 10 + ox. cuproso	65	10	45	30	150	37.5	7.5
Caldo Bordelés	10	35	20	25	90	22.5	4.5
Agua + ox. cuproso	100	115	95	120	430	107.5	21.5
A 100%	86	310	250	150	796	199.0	38.8
A 50%	70	125	100	110	405	101.2	20.2
A 10%	65	180	100	145	490	122.5	24.5
Testigo	270	375	300	345	1290	322.5	64.5
<b>Total</b>	<b>741</b>	<b>1225</b>	<b>970</b>	<b>1015</b>	<b>3950</b>		

Cuadro N<sup>o</sup> 22 (continuación)

Análisis de variancia

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Bloques	3	13.357	4.452	3.01 <sup>*</sup>	3.01
Tratamientos	8	310.383	38.797	26.28 <sup>**</sup>	3.36
Error	24	35.429	1.476		
Total	35	359.169			

D.M.S. t.(0.01) 76.07 - t.(0.05) 56.03

\*\* = altamente significativo, nivel del 1%

\* = significativo, nivel del 5%.

CUADRO Nº 23

Tratamientos agrupados por orden de efectividad con relación a la diferencia mínima significativa del 1% (76.07)

(Se considera el promedio por tratamiento)

---

A.50 ox. cup.	Caldo Bordelés	A.10 ox.cup.	A.100 ox. cup.	A. 50%	Agua ox. cup.	A. 10%	A. 100%	Testigo
17.5	22.5	37.5	57.5	101.2	107.5	122.5	199.0	322.5

---

---

Tratamientos agrupados por orden de efectividad con relación a la diferencia mínima significativa del 5% (56.03)

(Se considera el promedio por tratamiento)

---

A.50 ox. cup.	Caldo Bordelés	A.10 ox. cup.	A.100 ox. cup.	A. 50%	Agua ox. cup.	A. 10%	A. 100%	Testi go
17.5	22.5	37.5	57.5	101.2	107.5	122.5	199.	322.5

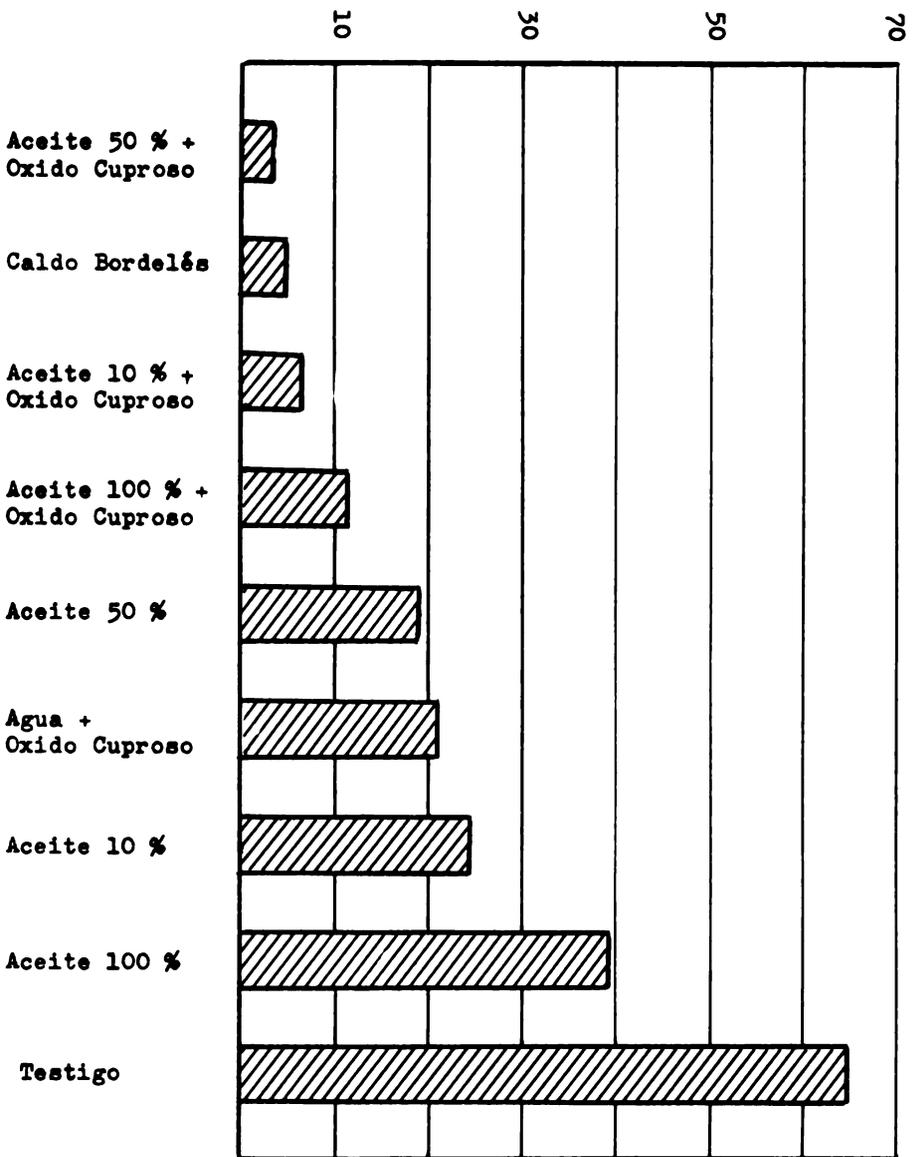
---

---

---

GRAFICO No 15

Promedio de infección de cada 20 frutos por tratamiento  
La infección se evalúa en porcentaje de la superficie total  
de cada fruto cubierta por la mancha de la Phytophthora



#### IV - EL ESPECTRO DE TAMAÑO DE LA GOTA EN LAS APLICACIONES DE FUNGICIDAS CON ACEITE A BAJO VOLUMEN

Los objetivos de estos ensayos fueron:

1) Aplicar bajo condiciones de campo el método de May (41) para medir el tamaño de la gota y comprobar mediante los resultados obtenidos la consistencia de este método.

2) Hacer variar los factores que determinan el espectro de tamaño de la gota con el fin de verificar los hechos presentados en la literatura.

3) Correlacionar, de ser posible, el espectro de tamaño de la gota con la fitotoxicidad sobre el huésped y el control sobre el parásito.

##### A - Método de May para Medir el Espectro de Tamaño de la Gota

##### Descripción del Método

Este método ilustrado por Amsden (1) consiste esencialmente en recoger las gotas emitidas por el aparato aspersor sobre una placa de vidrio cubierta por una delgada capa de Oxido de Magnesio. Las gotas al caer sobre esta superficie dejan una impresión semejante a un pequeño crater que se mide por medio del microscopio. Las placas de vidrio utilizadas en este ensayo fueron porta-objetos de microscopio. Para cubrir el porta-objeto con el Oxido de Magnesio se quema una cinta de este elemento de 4 cms. de largo por 0.5 cms. de ancho justo debajo de la placa. Esta

operación se realiza dentro de un recipiente de zinc de los comúnmente utilizados para la conservación de vegetales. La placa de vidrio se ajusta perfectamente a una ventana rectangular practicada sobre el recipiente. La mecha de magnesio se introduce por otra apertura y se la mueve lentamente de un lado para el otro debajo del porta-objeto.

Se obtiene de esta manera una superficie lisa y blanca como talco que adhiere perfectamente al vidrio.

Las gotas al caer hacen un orificio ligeramente más grande que ellas mismas. Por este motivo se introduce un factor de corrección multiplicando el diámetro medido por el factor 0.86. Las ventajas de este método son:

- a) Se le puede utilizar para gotas de cualquier líquido independientemente de su naturaleza y de su velocidad de impacto.
- b) Las muestras pueden guardarse indefinidamente.
- c) Las placas se preparan en unos pocos segundos y su uso es muy sencillo.

Los inconvenientes son:

- a) No se pueden medir gotas de diámetro inferior de 10 micrones.
- b) Se nota a veces una ligera tendencia de las gotas a rebotar fuera de la superficie.
- c) La superficie es algo frágil y puede resquebrajarse si se coloca muy cerca de la corriente de aire emitida por el aparato aspersor.

Por medio de este método se pretende medir el diámetro de la masa media (D.M.M.) llamado en inglés "mass medium diameter" o M.M.D. Este concepto fué definido en la página No. 28 . En la práctica se procede de la siguiente manera:

- 1) Se calibra una regla graduada que se aloja en el ocular del microscopio.
- 2) Se transforman las medidas obtenidas a los valores del tamaño de la gota multiplicando por el factor de corrección 0.86.
- 3) Se establece un cuadro de 8 columnas que comprenden respectivamente:

- a) Los valores del rango de las diferentes clases dentro las cuales se catalogarán los tamaños de gota medidos. Estos valores corresponden a la graduación de la regla del ocular que es la que se usa directamente para medir las gotas.
- b) Los valores reales correspondientes a las diferentes clases.
- c) El promedio de los valores reales del rango de clase (D).
- d) El promedio al cubo  $D^3$
- e) El número de gotas correspondiente a cada clase (N)
- f) El producto  $ND^3$
- g) El porcentaje por clase del producto  $ND^3$
- h) El porcentaje acumulativo por clase del producto  $ND^3$  (figurado simbólicamente por S.%  $ND^3$ ).

Cálculo del diámetro de la masa media (D.M.M.)

Método de May

Clase (medidas del ocular)	Clase real correspon. (micrones)	Promedio (D) de clase (micrones)	Promedio al cubo (D <sup>3</sup> )	Número de gotas medidas (N)	ND <sup>3</sup>	%ND <sup>3</sup>	S%ND <sup>3</sup>
2-5	15.48-36.12	25.8	17.173	48	824.304	.81	
5-7	36.12-51.6	43.86	84.373	59	4.978.007	4.93	5.74
7-10	51.6 -75.68	63.64	257.742	96	24.743.232	24.51	30.25
10-12	75.68-90.30	83	571.787	24	13.722.888	13.59	43.84
12-15	90.30-111.8	105.5	1.045.678	15	15.685.170	15.53	59.37
15-18	111.8-133.3	122.5	1.838.235	5	9.191.175	9.10	68.47
18-20	133.3-147.9	140.6	2.779.380	10	27.793.800	27.52	95.99
20-23	147.9-170.2	159	4.019.679	1	4.019.679	3.98	99.97
<b>Total</b>				<b>258</b>	<b>100.958.255</b>	<b>99.97</b>	

D.M.M. entre 43.84% y 59.37%, promedios de clase correspondientes: 83-105.5 micrones

Aparato aspersor: Micronette Sprayer

Líquido asperjado: Esso Orchard Oil Nº 35

Distancia: 14 metros.

### Resultados y Discusión

En el cuadro No. 24, se encuentran todas las operaciones descritas que corresponden a una de las mediciones del D.M.M. que se efectuaron. En la última columna de este cuadro puede verse que el 50% del volumen de las gotas se encuentra entre las clases cuyo promedio es de 83 - 105.5 micrones. En los ensayos realizados hemos admitido que el diámetro de la masa media se encuentra entre estos dos límites. Algunos refinamientos matemáticos citados en la literatura permiten acercarse más al D.M.M. real con límites probables de error conocidos.

Es interesante notar que del total de 258 gotas medidas en este ensayo, 31 gotas, o sea tan solo el 12% representan 59.37% del volumen total y 227 gotas, o sea el 88%, tan solo el 43% del volumen total.

De aquí se deducé la gran importancia que tienen las gotas grandes en la determinación del D.M.M del líquido asperjado. Una gota de más de 300 micrones, en la muestra, puede abarcar por sí sola más del 50% del volumen total.

#### B - Variación del D.M.M. en Función de la Distancia al Aparato Aspersor y del Líquido Asperjado

En este experimento se procedió en primer lugar a verificar la consistencia de los resultados obtenidos al medir el D.M.M. en repetidas ocasiones bajo las mismas condiciones y en segundo lugar a constatar como variaba en D.M.M. en función de la distancia al aparato aspersor y de la naturaleza del líquido asperjado.

### Materiales y Métodos

El primer ensayo se efectuó con la máquina de aspersión por bajo volumen "Micronette Sprayer" de fabricación inglesa.

La máquina se encontraba sobre una mesa a 1.20 metros del suelo con la boca de emisión en posición vertical de manera que el líquido asperjado siguiera una línea horizontal. El motor funcionaba a su velocidad máxima. Las gotas fueron recogidas a 14 m. de distancia del aparato. El líquido asperjado fué el "Eso Orchard Spray Oil No. 35".

Los ensayos se hicieron con tiempo perfectamente calmo, sin brisas que pudieran alterar el espectro de tamaño de gota emitido por el aparato aspersor. Estas operaciones se repitieron siete veces consecutivas contándose en cada ocasión un número variable de gotas y observando un número variable de placas. El fin perseguido era determinar hasta qué punto estos dos factores podían influir en los resultados obtenidos.

El segundo ensayo se realizó con el mismo aparato y bajo las mismas condiciones variando tan sólo la distancia entre las placas (sobre las cuales se recogían las gotas) y el aparato aspersor. Se operó a ocho distancias diferentes: 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 metros, haciéndose para cada distancia por lo menos 2 observaciones. El número de placas observadas y de gotas contadas en cada observación fué variable.

El tercer ensayo se realizó con una bombita de aspersión tipo "flit" de presión constante. En este ensayo se varió tanto la distancia al aparato aspersor como la naturaleza del

líquido asperjado.

Las distancias fueron dos: 1.50 y 2.50 metros. El líquido asperjado fué: Aceite al 100% , Aceite al 50%, Aceite al 10%, Agua, Aceite 50% más Oxido Cuproso ( 1 lb. por galón) y Aceite 100% más Oxido Cuproso a la misma concentración. La aspersion se realizó en un local cerrado en ausencia de corrientes de aire.

### Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos en el primer ensayo se encuentran en el Cuadro No. 25. Puede observarse que en 5 de las 7 repeticiones efectuadas el D.M.M. se situa de una manera consistente entre 83-105.5 micrones. En las repeticiones 6 y 7 el D.M.M. fué respectivamente de 105.5 - 122.5 micrones y de 63.64 - 83 micrones. En esos dos casos se contó deliberadamente un número reducido de gotas a fin de determinar cual debía ser el tamaño mínimo de la muestra para que esta fuera representativa de la población general. Según estos resultados el número mínimo es de 200 gotas.

Los resultados del segundo ensayo se encuentran en el Cuadro No. 26. Puede observarse que en todos los casos los resultados obtenidos fueron consistentes. Es decir que el D.M.M. medido fué el mismo en todas las repeticiones hecha a una misma distancia. Se nota una disminucion continua del D.M.M. a medida que aumenta la distancia al aparato aspersor.

Sin embargo, a los 10 y 12 metros el D.M.M. permaneci6 constante entre 110 y 135 micrones.

Los resultados del tercer ensayo se encuentran consignados en el Cuadro No. 27. En este caso podemos hacer la misma observación que en el ensayo anterior: el D.M.M. disminuye al aumentar la distancia al aparato aspersor. Para una misma distancia el D.M.M. aumenta al aumentar la viscosidad del producto empleado. Esta regla tiene sin embargo sus excepciones así por ejemplo el aceite al 50% presentó a 1.5 metros un D.M.M. superior ( 63- 83 micrones) que el aceite al 100% a la misma distancia (43 - 63 micrones).

Estas excepciones seguramente están en relación con el límite de precisión que se logra con este método especialmente al medir gotas muy pequeñas.

En uno de los ensayos en que la aspersión se hizo con agua se obtuvieron un gran número de gotas macroscópicas. Este resultado que fué confirmado posteriormente en varios ensayos está de acuerdo con lo que indica la literatura. Es decir que con un líquido de baja viscosidad no se obtiene un espectro de tamaño de gotas uniforme , gotas grandes tienden en ese caso a formarse al lado de gotas más chicas.

### Conclusiones

Bajo las condiciones en que se efectuaron estos ensayos podemos llegar a las siguientes conclusiones.

- 1) El método de May para medir el tamaño de las gotas es de aplicación sencilla y conduce a resultados consistentes.
- 2) El D.M.M. disminuye de una manera progresiva a medida

que aumenta la distancia al aparato aspersor. Una planta puede ser asperjada con un D.M.M. determinado, por el simple método de colocarla a distancia adecuada del aparato aspersor.

3) El D.M.M. aumenta con la viscosidad del producto asperjado.

4) La viscosidad determina dentro de ciertos límites la uniformidad del espectro de tamaño de las gotas.

CUADRO Nº 25

Determinación del diámetro de la masa media (D.M.M.)

Método de May

Ensayo realizado para verificar la consistencia de  
los resultados obtenidos

Medición Nº	Número de gotas medidas	Número de placas observadas	D.D.M. calculado
1	348	2	83 - 105.5
2	250	2	83 - 105.5
3	480	3	83 - 105.5
4	2547	5	83 - 105.5
5	200	2	83 - 105.5
6	100	1	105.5 - 122.5
7	50	1	63.64 - 83

Aparato aspersor: Micronette Sprayer

Líquido asperjado: Esso Orchard Spray Oil Nº 35

Distancia al aparato aspersor: 14 metros

Tiempo: calmado sin brisas.

CUADRO Nº 26

Determinación del diámetro de la masa media (D.M.M.)

Método de May

Ensayo destinado a verificar la variación del D.M.M.

con la distancia al aparato aspersor

Medición Nº	Distancia (metros)	Número de gotas medidas	Número de placas observadas	D.M.M. calculado (micrones)
1	4	250	1	177-204
2	4	180	1	177-204
3	4	400	2	177-204
4	6	356	2	147-170
5	6	425	2	147-170
6	6	580	2	147-170
7	8	250	1	122-140
8	8	150	1	122-140
9	8	305	2	122-140
10	10	248	2	110-135
11	10	308	2	110-135
12	12	450	2	110-135
13	12	585	3	110-135
14	14	2547	5	83-105
15	14	480	3	83-105

Cuadro N<sup>o</sup> 26 (continuación)

Medición N <sup>o</sup>	Distancia (metros)	Número de gotas medidas	Número de placas observadas	D.M.M. calculado (micrones)
16	14	348	2	83-105
17	16	250	1	83-105
18	16	182	1	83-105
19	18	325	2	63- 83
20	18	450	2	63- 83

Aparato utilizado: Micronette Sprayer

Líquido asperjado: Esso Orchard Oil N<sup>o</sup> 35.

CUADRO Nº 27

Determinación del diámetro de la masa media (D.M.M.)

Método de May

Ensayo realizado con una bombita de aspersión tipo "flit"  
de presión constante

Variación del D.M.M. con la distancia y el líquido asperjado

Líquido asperjado	Distancia (metros)	Número de gotas medidas	D. M. M. calculado (micrones)
Aceite 100%	1.50	885	43 - 63
Aceite 100%	2.50	858	36 - 43
Aceite 50%	1.50	845	63 - 83
Aceite 50%	2.50	745	36
Aceite 10%	1.50	552	43 - 63
Aceite 10%	2.50	480	15 - 36
Agua	1.50	-	gotas grandes
Agua	2.50	355	43 - 63
Aceite 50 + ox. cup.	1.50	357	83 - 90
Aceite 50 + ox. cup.	2.50	455	36 - 43
Aceite 100 + ox. cup.	1.50	533	60 - 80
Aceite 100 + ox. cup.	2.50	810	43 - 63

V - EVALUACION DE LA FITOTOXICIDAD DEL ACEITE SOBRE  
PLANTITAS DE CACAO

A - Fitotoxicidad del Aceite Agrícola en Función del  
Método de Aplicación y del Espectro de Tamaño de  
las Gotas

Materiales y Métodos

En este ensayo se emplearon 160 plantas de 4 meses de edad que tenían entre 8 y 14 hojas. El producto ensayado fué el "Esso Orchard Oil No. 35" a cuatro niveles diferentes: 1, 10, 50 y 100%. Se emplearon tres métodos de aplicación: inmersión de la planta dentro del aceite, aspersión a alto y bajo volumen por medio de una bombita "flit" de presión constante, y aspersión a bajo volumen por medio de la "Micronette Sprayer". En las aspersiones por bajo volumen se hizo variar el D.M.M. entre 43 y 204 micrones. Las plantas se conservaron a media sombra con aproximadamente 50% de luz.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos se encuentran en el Cuadro No. 28. La última columna de este cuadro corresponde a los síntomas observados sobre la planta. Estos se encuentran numerados por orden de gravedad desde el No. 1 (muerte de la planta) hasta el No. 8 (ausencia de síntomas tóxicos).

Puede observarse que en los ensayos por inmersión se presentaron efectos tóxicos sumamente severos con los niveles de 100

y 50% de aceite. Con el 1% no hubo ningún síntoma visible de toxicidad.

Al aplicar el aceite por alto volumen los efectos fitotóxicos fueron también muy marcados con los niveles del 100 y 50%. Al 10% sin embargo los efectos tóxicos fueron muy leves.

Al aplicar el aceite por bajo volumen se obtienen efectos tóxicos tanto menos marcados cuanto menor es el D.M.M. y menor es la concentración de la emulsión empleada. Con un D.M.M. de 117-204 micrones usando aceite al 100% se obtienen zonas necróticas sobre las hojas tratadas. Sin embargo con el mismo D.M.M. pero con aceite al 50% no se observaron síntomas necróticos sobre la hoja madura. El Cuadro No. 28 permite seguir de cerca la variación de los síntomas tóxicos en función del D.M.M. y de la concentración del aceite.

Al aplicar el aceite a la planta ya sea por inmersión o por alto volumen se logra cubrir la totalidad de la superficie foliar pero en el primer caso la cantidad de aceite por unidad de superficie es mayor que en el segundo. Esta diferencia tiene un efecto marcado en la reacción de la planta al aceite.

Al tratar por inmersión, los síntomas son mucho más graves y conducen hasta a la muerte de la planta.

El mismo fenómeno tiene lugar al aplicar el aceite por bajo volumen, mientras mayor es el D.M.M. mayor es la cantidad de aceite por unidad de superficie foliar y mayor gravedad revisiten los síntomas que se presentan sobre la planta. Con un D.M.M. de 83-105 micrones empleando aceite al 10% no hay síntomas

fitotóxicos.

### Conclusiones

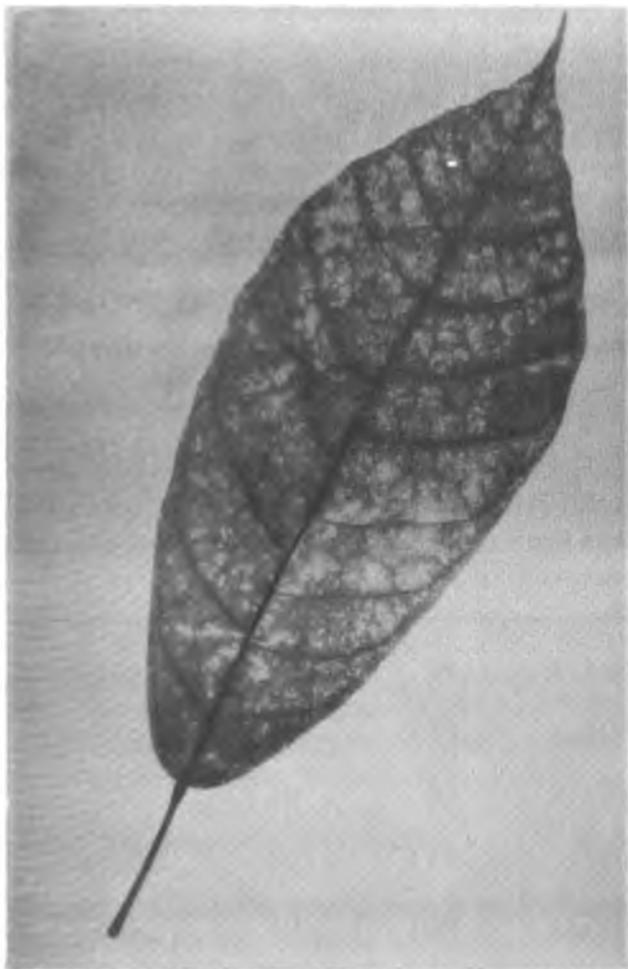
Bajo las condiciones del presente experimento podemos llegar a los siguientes conclusiones :

- 1) El Aceite Agrícola Esso Orchard Oil No. 35 es un producto altamente fitotóxico para la plantita de cacao.
- 2) La gravedad de los síntomas tóxicos sobre la planta está determinada por la cantidad de aceite aplicado por unidad de superficie foliar. Esta cantidad varía en función del método de aplicación y del D.M.M. cuando la aspersion se hace por bajo volumen.
- 3) El aceite al 10% de concentración aplicado a bajo volumen con un D.M.M. que varíe entre 83-105 micrones o menor no causa síntomas fitotóxicos.

## SINTOMAS DE FITOTOXICIDAD

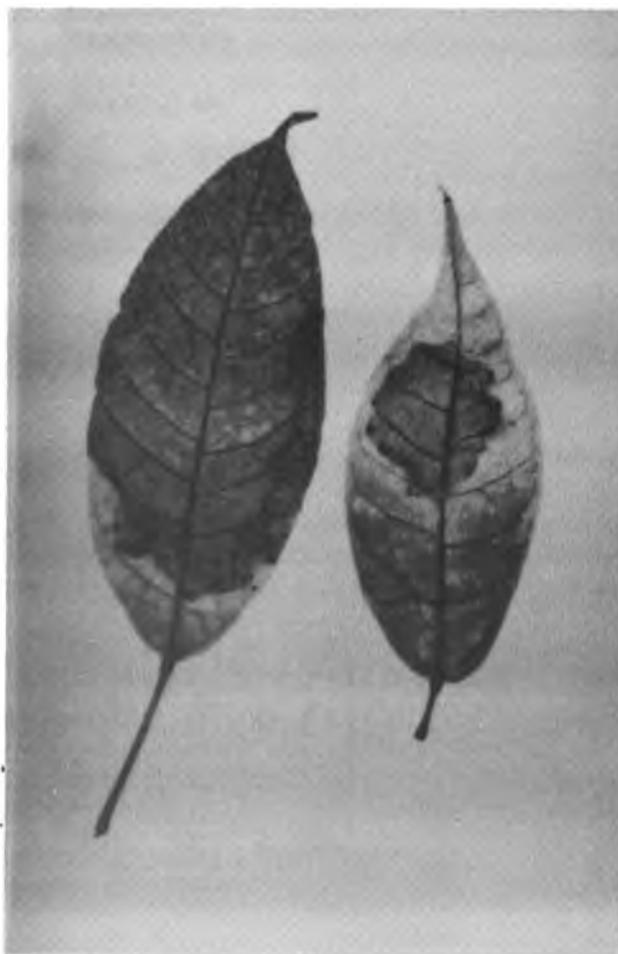
Clorosis parcial de la hoja de una plantita joven de cacao producida por aspersión de aceite al 50% en la superficie inferior.

D. M. M. de 204 micrones.



## SINTOMAS DE FITOTOXICIDAD

Necrosis y clorosis avanzados de hojas nuevas de plantitas de cacao causado por inmersión en aceite al 10%.



CUADRO Nº 28

Fitotoxicidad del aceite agrícola en función del método de aplicación y del espectro del tamaño de las gotas

Plantitas de 4 meses de edad en potes, con 50% de luz

Aparato utilizado	Nº de plantas	Nº de hojas	Producto aplicado	Método de aplicación	Tamaño de gota (D.M.M.) micrones	Efecto <sup>*</sup> sobre la planta
-	10	84	A.100%	inmersión	-	1
-	10	136	A.50%	inmersión	-	1
-	10	93	A.10%	inmersión	-	2
-	10	112	A.1%	inmersión	-	8
B. "Flit"	10	128	A.100%	A.V.	-	2
B. "Flit"	10	106	A.50%	A.V.	-	3
B. "Flit"	10	123	A.10%	A.V.	-	6
B. "Flit"	10	122	A.100%	B.V.	43-63	7
B. "Flit"	10	131	A.50%	B.V.	63-83	7
B. "Flit"	10	93	A.10%	B.V.	43-63	8
Micronette	10	108	A.100%	B.V.	83-105	7
Micronette	10	81	A.100%	B.V.	117-204	4
Micronette	10	108	A.100%	B.V.	122-140	6
Micronette	10	98	A.50%	B.V.	83-105	6
Micronette	10	112	A.50%	B.V.	117-204	5
Micronette	10	121	A.10%	B.V.	83-105	8

\* Los números corresponden a los síntomas que son descritos en la página siguiente.

A.V. = alto volumen

B.V. = bajo volumen

A = aceite

Síntomas Producidos por el Aceite Agrícola Sobre  
Plantas Jóvenes de Cacao

Complemento del Cuadro No. 28

- 1) Necrosis general de todas las hojas, defoliación total al cabo de cuatro semanas, muerte de la yema apical, en algunos casos muerte de la planta.
- 2) Necrosis general de la mitad distal de la hoja, clorosis acentuada del resto de la lámina foliar, destrucción de hojas tiernas, defoliación parcial al cabo de cuatro semanas, necrosis de la yema apical frecuente, la planta rebrota al cabo de uno o dos meses.
- 3) Zonas necróticas no coalescentes sobre las hojas, clorosis acentuada de zonas adyacentes, destrucción de hojas tiernas, defoliación leve. La yema apical no es afectada y la planta continúa con retardo su desarrollo normal.
- 4) Pequeñas zonas necróticas rodeadas de manchas cloróticas más grandes sobre la hojas. No hay defoliación. Encrespamiento y deformación de las hojas tiernas. La planta continúa su crecimiento apical.
- 5) Manchas cloróticas sin síntomas de necrosis en la hoja madura. Las hojas tiernas a veces se encrespan.
- 6) Puntos cloróticos, más o menos abundantes, visibles tan sólo por transparencia. El aspecto general de la planta no es alterado.

7) **Finísima puntuación clorótica, repartida de manera más o menos uniforme sobre toda la superficie de la hoja. Para poder detectarla hay que buscar el ángulo adecuado de incidencia de la luz.**

8) **Ningún síntoma visible.**

**B - Fitotoxicidad del Aceite Agrícola en Función de la Superficie Foliar Asperjada (Haz o Envés) y de la Exposición a la Luz Solar**

Las plantitas de cacao asperjadas con aceite parecían presentar síntomas fitotóxicos tan solo cuando el envés de la hoja recibía el tratamiento y esta se exponía a la luz solar directa.

Para confirmar esta observación se llevó a cabo el siguiente ensayo en que se asperjó alternativamente el haz y el envés de las hojas.

**Materiales y Métodos**

Cuarenta plantitas de cacao fueron asperjadas por bajo volumen con aceite hasta el punto de escurrimiento. Esta operación se hizo en un local cerrado sin corrientes de aire. Bajo estas condiciones las gotas caían verticalmente y se depositaban sobre el haz o el envés de las hojas según la posición (normal o invertida) en que se colocaron las plantas.

Una vez realizada esta operación las plantas se dividieron en dos grupos iguales. Uno de ellos se expuso al sol y el otro se conservó a media sombra.

Cada uno comprendía 10 plantas asperjadas por el envés y 10 plantas asperjadas por el haz de las hojas.

Esta misma operación se repitió en la plantación con ramas a fin de determinar el efecto del aceite sobre hojas maduras en árboles adultos de cacao en función de los dos factores aquí

estudiados: intensidad de la luz solar y superficie foliar asperjada.

### Resultados y Discusión

#### 1) Plantas a media sombra

Aquellas plantas cuyas hojas fueron asperjadas por el haz no presentaron ningún síntoma de fitotoxicidad. Por el contrario aquellas que fueron asperjadas por el envés presentaron una fuerte clorosis.

#### 2) Plantas al sol

La aspersión en el haz de las hojas no causó ningún daño aparente, por el contrario la aspersión al envés causó una fuerte necrosis y a los 10 días una defoliación total.

Se obtuvieron los mismos resultados con las hojas maduras sobre árboles adultos. Sin embargo en este caso se pudo correlacionar la ausencia de síntomas tóxicos con la presencia de musgos y materias inertes tanto sobre el haz como sobre el envés de las hojas.

### Conclusiones

Bajo las condiciones que prevalecieron en este ensayo podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1) El aceite tiene propiedades fitotóxicas aparentes únicamente cuando actúa sobre el envés de la hoja.

2) La toxicidad del aceite se traduce por el desarrollo de zonas necróticas sobre las hojas y la defoliación de la planta, únicamente cuando ésta se encuentra expuesta a la luz solar directa.

3) Un árbol de cacao asperjado con aceite puede no presentar síntomas fitotóxicos cuando:

- a) La aspersión se restringe al haz de la hoja
- b) La hoja no recibe la luz solar directa
- c) La cantidad de aceite asperjado por unidad de superficie foliar se encuentra debajo de cierto mínimo.
- d) Musgos, líquenes y otras materias extrañas cubren las hojas.

VI - EL ACEITE AGRICOLA SOLO EN EMULSION Y CON FUNGICIDAS EN  
EL COMBATE DE LA PHYTOPHTHORA PALMIVORA SOBRE PLANTITAS DE  
CACAO

Materiales Metodos

Este ensayo fué realizado sobre plantitas de cacao en pote de dos meses de edad en "La Lola", la finca experimental de cacao del Instituto. Las plantas permanecieron bajo media sombra.

La aspersión de los productos experimentados se hizo por medio de una bombita "flit" de presión constante, de la misma manera que fué descrita a propósito de las aspersiones de mazorcas de cacao por bajo volumen. El D.M.M. utilizado fué de 45 a 63 micrones. Esta operación se llevó a cabo el 2 de marzo y la inoculación al día siguiente a las ocho de la noche. El inóculo se aplicó con un cuenta gotas dejando correr varias gotas sobre el haz de la hoja. La suspensión esporangial se obtuvo a partir de mazorcas infectadas de la misma manera que fue descrita en los ensayos anteriores.

Los tratamientos fueron:

Aceite 100%	10 plantas
Aceite 50%	10 "
Aceite 10%	10 "
Aceite 100% + Oxido Cuproso	10 "
Aceite 50% + Oxido Cuproso	10 "
Aceite 10% + Oxido Cuproso	10 "
Agua + Oxido Cuproso	15 "
Caldo Bordelés	15 "
Testigo (sin tratamiento)	15 "
Total	105 "

## ENSAYO SOBRE PLANTITAS DE CACAO



Hoja correspondiente al tratamiento de aceite al 50% mostrando los síntomas típicos causados por la Phytophthora palmivora.

El Oxido Cuproso se utilizó en la proporción de una libra por galón. El tritón a razón de 5cc. por galón.

#### Datos Tomados

Los datos tomados se refieren al número de hojas infectadas y no infectadas por tratamiento 22 días después de la inoculación (25 de marzo).

#### Resultados Obtenidos

Los resultados obtenidos se encuentran en el Cuadro No. 29. Puede observarse que todas las hojas correspondientes al testigo resultaron infectadas. La inoculación fue por consiguiente efectiva. En el Cuadro No. 13 se encuentran consignados la temperatura, humedad relativa, y cantidad de lluvia registrados durante los días que siguieron a la inoculación. Puede observarse que todos estos factores se encontraban al óptimo necesario para asegurar la infección. En particular la lluvia que cayó de manera intermitente desde el 3 hasta el 6 de marzo.

El aceite solo, a los tres niveles de concentración utilizado se comportó igual al testigo. Todas sus hojas resultaron infectadas.

El aceite con Oxido Cuproso se comportó de manera parecida al Oxido Cuproso con agua. En algunos casos el porcentaje de infección es mayor en otros menor, según el nivel de concentración de aceite que consideremos. Pero no estimamos que el número de repeticiones fué suficiente para poder distinguir en detalle las variaciones debidas al azar y las debidas a tratamiento.

Con el Caldo Bordelés se obtuvo un 100% de control

### Conclusión

Bajo las condiciones de este ensayo podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- 1) El aceite solo, independientemente del nivel de concentración, no tuvo ningún efecto de control sobre el patógeno.
- 2) El aceite en combinación con el Oxido Cuproso no mejoró las cualidades fungicidas de este producto.
- 3) El Caldo Bordelés se comportó como protector absoluto, el Oxido Cuproso tuvo tan solo un efecto parcial.

CUADRO Nº 29

Hojas infectadas y no infectadas por tratamiento 22 días  
después de la inoculación

Tratamiento	Nº de plantas	Nº de hojas	Hojas infectadas	Hojas no infectadas	Porcentaje de hojas infectadas
Aceite 100%	10	21	21	0	100
Aceite 50%	10	20	20	0	100
Aceite 10%	10	20	20	0	100
Aceite 100% + ox. cup.	10	23	17	6	74
Aceite 50% + ox. cup.	10	26	10	16	38.5
Aceite 10% + ox. cup.	10	23	18	5	78
Agua + óxido cuproso	15	44	23	21	52
Caldo Bordelés	15	52	0	52	0
Testigo	15	48	48	0	100

## DISCUSION GENERAL

Los experimentos discutidos en los capítulos anteriores dejan entrever un panorama muy complejo en lo que se refiere al modo de actuar del aceite sobre el huésped y el patógeno. El estudio de este problema requiere considerar las posibles interacciones entre los cinco principales factores planteados: el huésped, el organismo causal, el ambiente, el aceite, el fungicida y el método de aplicación.

En estos experimentos se ha procurado estudiar en primer término las interacciones simples, tomando por pares aislados los factores ya enumerados. Al considerar en un solo ensayo varios de estos factores, los resultados se han presentado complejos, en algunos casos contradictorios y difíciles de interpretar. El mayor problema concierne a la acción del aceite sobre el patógeno y el huésped a los niveles de concentración en que fué ensayado. A continuación se discuten algunos hechos que provienen de la literatura consultada y de los resultados experimentales ya consignados.

a) Retardo en el desarrollo de las manchas ocasionadas por la *Phytophthora palmivora* sobre los frutos de cacao tratados con aceite

Los experimentos efectuados con mazorcas de cacao han demostrado una acción altamente significativa del aceite sobre el patógeno cuando se le compara con el testigo. Sin embargo fué necesario para poner en evidencia este fenómeno considerar el porcentaje

de la superficie del fruto infectada por tratamiento. En efecto al utilizar como criterio de evaluación el porcentaje de los frutos infectados, no se presentó diferencia estadística al 5% entre el tratamiento con aceite y el testigo aunque sí hubo cierta tendencia a obtener un número mayor de frutos infectados en el testigo que en los tratamientos con aceite. Para interpretar este fenómeno hay que tener presente tres hechos bien establecidos:

1) El aceite no tiene acción notable sobre ninguna de las fases de vida del organismo. Esto se desprende de los experimentos realizados en medio P.D.A. (Agar-Papa-Dextrosa).

2) El aceite asperjado sobre la superficie del fruto no impide ni retarda la penetración del patógeno ni el desarrollo ulterior de las manchas sobre el fruto. Esto resulta del ensayo en que se colocó a las mazorcas en posición horizontal.

3) En el caso del Cercospora del banano, el patógeno es controlado por el aceite después de la penetración en los tejidos del huésped, Calpouzos (16). Este fenómeno no se presenta en el cacao pues las manchas que se forman sobre el fruto después de la penetración siempre se desarrollan.

En resumen la evidencia experimental demuestra que el aceite no tiene ninguna acción directa sobre la Phytophthora. Sin embargo de tres ensayos que comprendieron un total de 540 mazorcas (colocadas en posición vertical) resulta que las manchas ocasionadas por el patógeno sobre el fruto se desarrollaban más lentamente en aquellos que habían sido tratados con

aceite. Estos hechos contradictorios deben tener alguna explicación. A este respecto se presentan las siguientes consideraciones:

1) Dade (13) señala que la penetración del patógeno en el fruto se efectúa en presencia de gotas de agua. Estas gotas se forman de manera continua a consecuencia de la lluvia o del rocío y ellas se encuentran en constante movimiento debido a la acción de la gravedad, unas siendo arrastradas por las otras. De manera que el fruto está sometido a un lavado continuo. Cuando cesan las causas que originan las gotas, la humedad atmosférica interviene retardando la evaporación y por consiguiente determinando el tiempo durante el cual las gotas permanecen estáticas sobre un punto dado de la superficie del fruto. Es entonces cuando la penetración se puede efectuar si el patógeno no ha sido lavado y todavía se encuentra presente en alguna gota de agua, de manera que la presencia de agua sobre el fruto y su persistencia sobre un punto determinado son factores esenciales para la penetración del patógeno.

A este respecto nuestros resultados experimentales nos indujeron a opinar que si a la noche que sigue a la inoculación, se presenta un día sin lluvia y con baja humedad relativa, el porcentaje de frutos infectados es muy bajo.

Por otro lado Orellana (49) indica que los primeros síntomas visibles de la infección aparecen entre las 18 y 30 horas de la inoculación y Thorold (71) prolonga este período de 2 a 15 días.

De manera que la gota de agua portadora del patógeno no sólo debe permanecer sobre un punto determinado del fruto, sino además persistir durante varias horas debido a que la penetración no es instantánea. Si la humedad relativa es alta, la gota no se evapora, pero debe oponerse a las fuerzas de arrastre desarrolladas por otras gotas que se están formando a consecuencia del rocío y que provocan un lavado constante del fruto. Bajo estas condiciones las características hidrofóbicas de la epidermis del fruto juegan un papel muy importante porque ellas son las que determinan la fuerza con que la gota se adhiere a la superficie. La posición del fruto adquiere también una importancia primordial ya que al ser suspendido verticalmente, el escurrimiento es máximo y al ser colocado en posición horizontal el efecto de escurrimiento es mínimo.

2) Al aplicar aceite al fruto obtenemos una superficie altamente hidrofóbica que facilita el escurrimiento del agua.

3) En todos los experimentos en que se puso de manifiesto que en los frutos tratados con aceite se provocaba un retardo en el desarrollo de las manchas de Phytophthora estos se encontraban en posición vertical suspendidos por su pedúnculo. Por el contrario en el ensayo en que se determinó que la penetración se realizaba de manera simultánea en todas las mazorcas sin influencia alguna del tratamiento con aceite, estas habían sido colocadas en posición horizontal y en condiciones tales que no podía haber escurrimiento del inóculo.

Estos hechos nos conducen a opinar que el retardo en el desarrollo de las manchas de Phytophthora sobre el fruto de cacao tratado con aceite puede ser debido a que la penetración del patógeno se realiza con unas horas de retraso como consecuencia de la naturaleza altamente hidrofóbica de la epidermis del fruto cuando ésta es asperjada con aceite. En pocos casos la protección obtenida por este medio es total. De allí que los frutos tratados con aceite muestren un porcentaje de infección ligeramente inferior al testigo. Pero esto no es constante ya que depende de las condiciones de lluvia y de humedad atmosférica. La regla general parece ser que la infección se realiza al cabo de corto tiempo porque alguna gota portadora del inóculo llega a estabilizarse sobre la superficie del fruto permitiendo la penetración.

Por el momento parece ser esta la explicación que mejor se ajusta a nuestros resultados experimentales.

b) La toxicidad del aceite, su concentración y la penetración del patógeno

Los experimentos realizados sobre plantas de cacao demostraron que el aceite tiene un efecto altamente fitotóxico. Se comprobó que la fitotoxicidad dependía de la cantidad de aceite asperjado por unidad de superficie, del tamaño de la gota, de la superficie foliar asperjada (haz o envés) y de la exposición a la luz solar.

Sobre el fruto también se presentaron efectos tóxicos y

pudo establecerse en algunos casos una correlación estrecha entre la toxicidad y la penetración del patógeno. En general, los altos niveles de aceite (sin fungicida) tuvieron un número mayor de frutos infectados que el nivel de 10% de aceite. Incluso en algunos experimentos hubo diferencia estadística significativa al 5% de probabilidades a favor del 10% de aceite cuando se le comparaba con el 50% o el 100% de aceite. El método de aplicación no tuvo ninguna influencia a este respecto ya que en los dos ensayos de aspersión por bajo volumen sobre mazorcas, el aceite al 10% se comportó mejor que el Aceite 100%. Es interesante señalar en este caso que el Aceite al 50% conduce a resultados muy variables no pudiéndose definir su comportamiento.

El experimento realizado con frutos en cámara húmeda, con tratamiento por inmersión nos demuestra que no se puede establecer en todos los casos una correlación sencilla entre el alto nivel de aceite, la fitotóxicidad y la penetración del patógeno. En este ensayo el aceite 100% se comportó mejor que el aceite 10%, a pesar de que el tratamiento se aplicó por inmersión del fruto lo que lógicamente conduce a efectos fitotóxicos más acentuados. Sin embargo la diferencia en efectividad entre los dos tratamientos fue altamente significativa a favor del 100% de aceite cuando se consideró el porcentaje de la superficie del fruto infectada y no cuando se consideró el porcentaje de frutos infectados.

En resumen los efectos fitotóxicos del aceite son tanto más

marcados cuanto mayor es su concentración y en ningún caso pudo establecerse que este fenómeno se compensaba con un mejor control del patógeno al usarse como criterio de evaluación el porcentaje de frutos infectados.

De estas consideraciones se desprende que el aceite podría presentar mayor interés a cierto nivel comprendido entre el 10 y el 50%.

### c) Interacción Fungicida-Aceite

Los resultados experimentales de tres de los ensayos aquí presentados fueron analizados según dos criterios diferentes:

- 1 - Porcentaje de la superficie del fruto infectada por tratamiento.
- 2 - Porcentaje de frutos infectados por tratamiento

En los tres ensayos ambos criterios arrojaron resultados diferentes pero consistentes. Según el primer criterio el aceite presentaba una diferencia altamente significativa al compararlo con el testigo. De acuerdo al segundo criterio por el contrario no había diferencia estadística entre ambos tratamientos.

Estos resultados diferentes según el criterio empleado parecen traducir en el primer caso el modo de actuar del aceite y en el segundo caso el modo de actuar del fungicida. Hemos visto al principio de esta discusión como puede el aceite retardar la penetración del patógeno pero sin llegar por ello a impedirla. Del simple retraso de unas horas en la penetración del hongo

resulta un notable retardo en el desarrollo de la mancha. Por otro lado la penetración no es impedida y por consiguiente no puede haber diferencia entre el testigo y los tratamientos con aceite al considerar el porcentaje de frutos infectados. El fungicida por el contrario actúa directamente sobre las esporas intoxicándolas al germinar y por lo tanto impidiendo la penetración. De esto resulta la diferencia entre el testigo y los tratamientos con fungicida al usar el segundo criterio o sea el porcentaje de frutos infectados. Bajo estas condiciones es lógico esperar que al combinar ambos productos, su acción respectiva sobre el patógeno se sume o se incremente, favoreciendo así el control. Esta interacción se manifiesta claramente en los experimentos realizados en cámara húmeda con los frutos suspendidos verticalmente por su pedúnculo. En los gráficos correspondientes No. 14 y No. 15, los tratamientos se encuentran dispuestos por orden de efectividad y podemos constatar que los tratamientos de fungicida más aceite se sitúan en primer lugar. Sin embargo en los ensayos de campo esta tendencia no es tan clara. En los gráficos correspondientes No. 4 y No. 10 podemos constatar que no hay ningún orden definido a este respecto.

Esta diferencia en el orden de efectividad de los tratamientos con aceite según hayan sido llevados a cabo en cámara húmeda o en el campo puede tener su explicación en los dos puntos que citamos a continuación:

- 1) En condiciones de campo se encontró una alta correlación entre la infección y las quemaduras provocada por el aceite sobre

las mazorcas cuando estas se encontraban sobre el árbol expuestas al sol. En los experimentos hechos en cámara húmeda este fenómeno desfavorable al aceite no podía manifestarse ya que todas las mazorcas se encontraban a la sombra.

2) En condiciones de campo las mazorcas ocupan todas las posiciones posibles con respecto a la horizontal, de manera que el efecto de escurrimiento debido al aceite es muy variable ya que este depende en gran medida de la posición del fruto. En cámara húmeda por el contrario, todas las mazorcas se encontraban suspendidas por su pedúnculo en posición perfectamente vertical.

Si aceptamos que estos dos puntos son suficientes para explicar el comportamiento diferente del aceite en el campo y en cámara húmeda, podemos concluir que existe una interacción positiva entre el aceite y el fungicida. Esta interacción pudo ser comprobada experimentalmente pero únicamente operando bajo condiciones artificiales (frutos en posición vertical, ausencia de efectos fitotóxicos, ausencia de luz solar) que se presentan muy pocas veces en el campo.

#### d) Selección del Mejor Fungicida

Los métodos de evaluación de fungicidas citados en la literatura consisten en ensayos sobre plantitas de cacao en almácigo (67) o sobre árboles adultos en plantaciones ya establecidas (64, 36, 37). Este parece ser el primer ensayo de evaluación de fungicidas sobre mazorcas de cacao.

Es interesante señalar que los resultados obtenidos en cuanto al orden de efectividad de los cuatro fungicidas experimentados o sea el Caldo Bordelés, el Oxido Cuproso, el Oxidocloruro de Cobre y el Ditano Z-78 son los mismos que se encuentran citados en la literatura (36, 37, 64, 81).

De nuestros ensayos resulta de una manera consistente que ningún fungicida supera al Caldo Bordelés. El Oxido Cuproso con frecuencia se presentó sin diferencia estadística con respecto al primero y en todos los casos superó al Oxidocloruro de Cobre, (Cupravit). El Ditano no manifestó cualidades fungicidas bajo las condiciones en que fué ensayado.

Estas conclusiones provienen de los análisis estadísticos ya sea considerando el porcentaje de la superficie del fruto infectada por tratamiento, o el porcentaje de frutos infectados.

Este último hecho, de por si, puede tener gran importancia, pues al considerar el porcentaje de la superficie del fruto infectada por tratamiento, se requiere un número relativamente pequeño de mazorcas y de repeticiones para obtener resultados significativos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los experimentos llevados a cabo con el fin de determinar la acción del aceite solo y en combinación con algunos fungicidas sobre el control de la Phytophthora palmivora en cacao nos permiten establecer los siguientes hechos:

1) El aceite por si solo no tiene ninguna influencia directa sobre el patógeno.

2) Las manchas ocasionadas por la Phytophthora sobre el fruto de cacao se desarrollan más lentamente cuando estos son tratados con aceite. Este retardo en el desarrollo de las manchas tiene lugar únicamente cuando la mazorca se encuentra en posición vertical y parece poder atribuirse a que la penetración del patógeno demora en producirse. Este retraso estaría ligado al escurreimiento continuo o intermitente del inóculo a lo largo del fruto, fenómeno que sería debido a que se acentúa la naturaleza hidrofóbica de la superficie del fruto al tratarla con aceite.

3) El aceite tiene propiedades altamente fitotóxicas que se manifiestan tanto sobre las hojas como sobre el fruto. Se comprobó que la fitotoxicidad dependía de la cantidad de aceite asperjado por unidad de superficie foliar, del tamaño de la gota, de la superficie foliar asperjada (haz o envés) y de la exposición a la luz solar. Si la aspersion con aceite se restringe al haz de la hoja, empleando un D.M.M. (diámetro de la masa media) muy pequeño y en ausencia de luz solar, no hay aparición de síntomas de fitotoxicidad. Pudo correlacionarse en ciertos

casos la presencia de síntomas de toxicidad sobre el fruto con un alto porcentaje de infección de los mismos.

4) El efecto físico del aceite sobre la superficie del fruto puede sumarse a las cualidades fungicidas de los productos ensayados para asegurar mejor control del patógeno. Esta interacción pudo ser comprobada experimentalmente, pero solo bajo condiciones artificiales: frutos en posición vertical, ausencia de efectos tóxicos, ausencia de luz solar.

5) El uso de mazorcas para evaluar los fungicidas demostró ser un método eficiente. Por medio de este método pudo establecerse que el orden de efectividad de los productos fungicidas ensayados es: Caldo Bordelés, Perenox o Oxido Cuproso y Cupravit o Oxicloruro de Cobre. El Ditano Z-78 no manifestó cualidades fungicidas. Los autores en la literatura consultada llegan con otros métodos a la misma conclusión.

6) Para fijar las potencialidades que ofrece el aceite en el combate de la Phytophthora del cacao es útil hacer algunas comparaciones con lo que sucede en el cultivo del banano.

a) En el cultivo mencionado el aceite correctamente aplicado no provoca la aparición de síntomas de fitotoxicidad. En cacao por el contrario estos síntomas son bien marcados.

b) En el banano las flores no necesitan ser polinizadas ya que se desarrollan partenogenéticamente y no son tan delicadas como las del cacao. Las aspersiones con aceite en bananos no alteran estos órganos que constituyen los factores básicos de la producción. En el cacao por el contrario las flores necesitan ser

polinizadas para desarrollarse y formar el fruto, el aceite por sus características físicas podría muy bien interferir con este proceso, además estos son órganos muy delicados que fácilmente pueden ser afectados por aspersiones con productos tóxicos. Esta parece ser la causa de la reducción de los rendimientos citada por Venning (77) cuando asperjó arboles de cacao en producción con aceite.

c) El aceite logra un control absoluto del Cercospora en bananos a través de un fenómeno desconocido que tiene lugar después de la penetración del patógeno en el huésped. En el cacao el aceite no tiene ninguna influencia directa sobre el patógeno y podría actuar tan sólo de manera indirecta modificando las cualidades físicas de la superficie del fruto y dificultando de esta manera la adherencia de las gotas de agua portadoras del inóculo. El control que se podría obtener de esta manera es muy relativo debido a la gran variación de las condiciones de campo.

Estas consideraciones son suficientes para establecer que las aspersiones de aceite en cacao no tienen las magníficas posibilidades que manifestaron sobre el banano.

Sin embargo estos experimentos fueron conducidos bajo condiciones artificiales. El inóculo siempre se utilizó de manera muy concentrada y cada mazorca recibió miles de zoosporangios. Esto colocó el aceite en posición desventajosa. Por otro lado el aceite al 10% no causó sobre el huésped síntomas de fitotoxicidad al ser asperjado por bajo volumen y este tratamiento por si solo presentó una fuerte tendencia a disminuir el porcentaje de frutos

infectados. Este último hecho adquiere mayor significación si consideramos que bajo ciertas condiciones se manifestó una interacción positiva muy clara entre el aceite y el Oxido Cuproso. De lo anterior podemos concluir que los niveles inferiores de aceite en combinación con el fungicida mencionado ofrecen posibilidades que convendrían ser más ampliamente estudiadas. Por estos motivos se recomienda efectuar ensayos bajo condiciones de campo, utilizando el aceite agrícola a concentraciones que varíen entre el 10 y el 50% en combinación con el Oxido Cuproso. Estos tratamientos deberían aplicarse por bajo volumen de dos maneras: asperjando todo el árbol y asperjando tan solo el tronco y las ramas principales. De este modo podría compararse el control y el efecto fitotóxico con la producción obtenida.

## R E S U M E N

La revisión de la literatura nos presenta los siguientes hechos:

1) El Caldo Bordelés es el mejor fungicida para el control de la Phytophthora palmivora del cacao.

2) De los fungicidas modernos el Oxido Cuproso es el que mejores resultados ha dado.

3) Las aspersiones a bajo volumen reducen el costo de las aplicaciones de fungicidas.

4) Las aspersiones de "Aceite Agrícola" a bajo volumen logran un control eficaz de la Cercospora en el banano. Sin embargo, en esta planta y en otras el aceite se ha revelado como altamente fitotóxico. Del método de aplicación de este producto depende en gran parte el grado de toxicidad.

La parte experimental de este trabajo comprendió en primer lugar el estudio del comportamiento de la Phytophthora palmivora en P.D.A. con aceite a diferentes concentraciones. Pudo comprobarse que el hongo se desarrolla normalmente, aunque con retardo, en el medio con un alto nivel de aceite. La esporulación, la germinación y la penetración del patógeno no son afectadas por el aceite.

El estudio de la acción del aceite solo y con tres fungicidas: Oxido Cuproso, Cupravit, y Ditano Z-78 sobre mazorcas de cacao inoculadas permitió establecer los siguientes puntos:

1) Ningún tratamiento superó al Caldo Bordelés

2) El Oxido Cuproso fué, después del Caldo Bordelés, el

mejor fungicida. El Ditano Z-78 no tuvo ninguna acción sobre el patógeno.

3) Cuando se consideró el porcentaje de frutos infectados de cada tratamiento, el aceite solo no mostró ninguna acción sobre el desarrollo de la enfermedad.

4) La rapidez de crecimiento de las manchas ocasionadas por la Phytophthora palmivora en el fruto fue mayor en el testigo que en las mazorcas tratadas con aceite. Este fenómeno podría explicarse por la siguiente hipótesis.

El aceite actuaría retardando la penetración del patógeno en el fruto. Las propiedades hidrofóbicas de la epidermis de la mazorca se acentúan con el aceite y las gotas de agua portadoras del inóculo se adhieren con dificultad a la superficie de la misma. El deslizamiento continuo ó intermitente de las gotas de agua que llevan las esporas del patógeno retardaría lo suficiente la penetración del organismo como para dar lugar a una diferencia estadística altamente significativa entre el tamaño de las manchas en el testigo y en los frutos tratados con aceite. La protección que se lograría de esta manera sería de poca duración pues al cabo de corto tiempo alguna gota de agua se estabiliza sobre un punto determinado de la superficie del fruto y la penetración tiene lugar.

5) Los tratamientos de fungicidas en aceite no mostraron en general ninguna diferencia con los tratamientos de fungicidas en agua cuando el criterio de evaluación fué el número de mazorcas infectadas y no infectadas. Sin embargo, se presentó una diferencia

estadística altamente significativa entre estos dos grupos de tratamientos cuando el criterio de evaluación fué el porcentaje de la superficie del fruto infectada cierto número de días después de la inoculación. Este fenómeno está en relación con lo expuesto en el punto anterior.

6) De manera general el nivel del 10% de aceite, solo o con fungicidas, dió mejores resultados que los otros niveles.

El estudio de la acción del aceite sobre plantitas de cacao demostró que este producto es altamente fitotóxico. Se estableció que la fitotoxicidad es tanto más marcada cuanto mayor es la cantidad de aceite aplicado por unidad de superficie foliar lo cual depende del método de aplicación y del D.M.M. (dia'metro de la masa media) cuando la aspersion se hace a bajo volumen. El haz y el envés de la hoja presentan una gran diferencia de susceptibilidad al aceite siendo esta última superficie la más sensible. Las hojas presentan síntomas de necrosis y las plantas experimentan una defoliación total o parcial únicamente cuando se les expone a la luz solar directa.

De este estudio se concluyó que el aceite a algún nivel entre el 10 y el 50% en combinación con el Oxido Cuproso, puede ser de valor en el combate de la Phytophthora palmivora del cacao. Se recomiendan ensayos de campo con estos productos.

S U M M A R Y

The revision of literature permits us to point out the following facts:

- 1) Bordeaux Mixture is the best fungicide for the control of Phytophthora palmivora in cacao.
- 2) Cuprous Oxide comes second after Bordeaux Mixture as the most effective fungicide.
- 3) Low volume spraying reduces the costs of fungicide applications.
- 4) Low volume spraying of Orchard Oils gives good control of the Sigatoka disease in bananas. Nevertheless this product has shown phytotoxic properties on bananas and other plants. The grade of phytotoxicity depends largely on the method of application of the oil.

The experimental part of this work deals in first place with the action of the oil at different levels of concentration on the fungus in P.D.A. media. The fungus grew freely in all the treatments but the rate of growth was significantly reduced when compared with the check. Sporulation was not inhibited by the oil. Sporangia taken from the cultures always infected injured pods. Spores were found to germinate freely in P.D.A. with 90% oil.

The trials in which pods were sprayed by high and low-volume methods, both in humid chambers and in the field using three levels of oil concentration and three fungicides: Cuprous Oxide,

Cupravit and Dithane Z-78 showed the following results:

- 1) No treatment was superior to Bordeaux Mixture.
- 2) Cuprous Oxide rated second in effectivity. Dithane Z-78 showed no fungicidal properties.
- 3) No difference was found between the oil treatments without fungicides and the check when the number of infected and non infected pods was considered.
- 4) The rate of growth of the spots caused by Phytophthora palmivora on the fruits was greatly reduced when oil treatments whether with fungicides or alone were applied. The following hypothesis is presented to explain this finding:

The oil could act by retarding the penetration of the pathogen in the fruit through a physical action on the pod surface. The hydrophobic properties of the epidermis of the pods are increased by the oil, and water drops carrying the inoculum cling rather uneasily to the surface. The continuous slipping of the spore-carrying-water-drops could retard sufficiently the penetration of the pathogen to show a statistically significant difference between the size of the Black Pod Rot Spots in the check and in the oil treated pod. Some protection is afforded by this mean but for a short while, since drops carrying spores finally stabilize on the pod surface and the infection takes place.

- 5) Fungicides applied in oil showed in general no difference with fungicides applied in water when the number of infected and non infected pods was considered. Nevertheless there was

a highly significant statistical difference between these two treatments when the criteria of evaluation was the percentage of the surface of the pod covered by the Black Pod Rot Spots. This fact is directly related to what was exposed in point 4.

6) Oil at 10% concentration resulted generally in a better treatment than the other levels of oil concentration.

Trials conducted with young cacao plants showed the following results: Phytotoxicity appeared only when the lower surface of the leaf was sprayed. Only the plants exposed to sunlight showed necrotic spots and defoliation. The severity of the toxic symptoms was closely correlated to drop size, oil concentration and the amount of oil per surface unit. Oil at 10% concentration applied by low volume did not induce phytotoxic symptoms.

It was concluded from this studies that the oil in concentrations ranging from 10 to 50% combined with Cuprous Oxide can be of great value in the control of Phytophthora palmivora on cacao. Further field studies are recommended.

LITERATURA CITADA

1. AMSDEN, R. C. Oil spray droplet - size study. Unpublished report. n. d. 3 p. (Thermofax copy)
2. BAKER, R. E. D. Black pod disease in Trinidad. In Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, Ltd. Report of the Cocoa Conference, 1953. London, 1954? pp. 115-116.
3. BEFELER F., P. E. Investigaciones sobre el uso de adherentes en el control de Phytophthora palmivora Butl. en plantitas de almácigo de cacao. Tesis sin publicar. San José, C. R., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1957. 91 p. (mecanografiado)
4. BESKINE, J. M. The use of the low-volume mist blower. World Crops 4(10):338-343. 1952.
5. BROATCH, J. D. Notes on disease and pest control and plans for the rehabilitation of the cocoa industry in the Gold Coast. In Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, Ltd. Report of the Cocoa Conference, 1955. London, 1956? pp. 90-95.
6. CALPOUZOS, L. & OTHERS. Studies on the action of oil in the control of Mycosphaerella musicola on banana leaves. Phytopathology 49(3):119-121. 1959.
7. CHAVES, G. M. Estudios sobre el uso de adherentes en funcidas orgánicas, bajo condiciones tropicales. Tesis sin publicar. Turrialba, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1953. 46 p. (mecanografiado)
8. CRAFTS, A. S. & REIBER, H. G. Herbicidal uses of oils. In American Chemical Society. Division of Agricultural and Food Chemistry. Agricultural applications of petroleum products. Washington, D. C., 1952. pp. 70-75. (Advances in Chemistry Series, no. 7)
9. CRUZ, HERMENEGILDO M. DA. Resultados de tres años de controle da "podridao parda" e pragas do cacauero na Bahia. En Conferencia Interamericana de Cacao, 7a, Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, 1959. Sección Patología, Doc. 15. 18 p. (En prensa)
10. CUILLE, J. & GUYOT, H. Le matériel de traitement, son utilisation. Fruits 12(11):461-475. 1957.

11. CUILLE, J. & GUYOT, H. Les traitements fongicides des banane-raies: utilisation des appareils de traitements en banane-raie. *Fruits* 9(7):269-288. 1954.
12. DADE, H. A. The determination of incidence of black pod disease of cacao. In Gold Coast Department of Agriculture. Yearbook, 1930. Accra, Government Printer, 1931? pp. 122-128, 4 plates. (Bulletin no. 23)
13. \_\_\_\_\_ Economic significance of cacao pod diseases and factors determining their incidence and control. Gold Coast Department of Agriculture Bulletin no. 6. 1927. 59 p.
14. \_\_\_\_\_ Further notes on cushion canker of cacao. In Gold Coast Department of Agriculture. Yearbook, 1928. Accra, Government Printer, 1929. pp. 135-318. (Bulletin no. 16)
15. \_\_\_\_\_ Further observations on cacao pod diseases in the Gold Coast. In Gold Coast Department of Agriculture. Yearbook, 1930. Accra, Government Printer, 1931? pp. 109-121. (Bulletin no. 23)
16. \_\_\_\_\_ The relation between diseased cushions and the seasonal outbreak of "black pod" disease of cacao. In Gold Coast Department of Agriculture. Yearbook, 1927. Accra, Government Printer, 1928. pp. 85-88, 3 plates. (Bulletin no. 13)
17. DESROSIERS, RUSSELL. The control of Sigatoka disease on the Gros Michel banana by low volume spraying in Ecuador. Quito, Asociación Nacional de Bananeros & Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura, 1958. 58 p. (Ecuador, Dirección General de Agricultura, Technical Bulletin no. 1)
18. \_\_\_\_\_ Ultimos avances en el control de enfermedades del cacao en el campo. En Conferencia Interamericana de Cacao, 7a, Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, 1959. Sección Patología, Doc. 58. 6 p. (En prensa)
19. GALINDO, J. R. Pruebas selectivas de fungicidas adherentes para el control de Phytophthora palmivora Butl. sobre almácigos de Theobroma cacao L. Tesis sin publicar. San José, C. R., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1958. 77 p. (mecanografiado)
20. GARCES OREJUELA, C. Enfermedades del cacao en Colombia. Bogotá, Ministerio de Economía Nacional, 1940. 61 p.

21. GARCIA, CELSO. Resultados de las investigaciones sobre represión de enfermedades del fruto del cacao. En Reunión del Comité Técnico Interamericano del Cacao, 5a, Turrialba, C. R., 1954. Recomendaciones y trabajos adicionales presentados. Turrialba, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. vol. 2, Sección "Fitopatología", Doc. 44. 6 p. (mimeografiado)
22. GRIMALDI, J. Cryptogames observés principalement sur ou á l'intérieur des cabosses. In West African International Cacao Research Conference, Tafo, Gold Coast, 1953. Proceedings. Tafo, Gold Coast, West African Cocoa Research Institute, 1954? p. 71.
23. \_\_\_\_\_ The present position of research on black pod disease of cocoa in the French Cameroons. In Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, Ltd. Report of the Cocoa Conference, 1957. London, 1958. pp. 90-99.
24. GUYOT, H. & CUILLE, J. Les formules fongicides huileuses pour le traitement des bananeraies. Fruits 9(7):289-292. 1954.
25. \_\_\_\_\_ & CUILLE, J. Les traitements fongicides des bananeraies. II. Efficacités des différents modes de traitements; role de l'huile. Fruits 10(3):101-107. 1955.
26. \_\_\_\_\_ & CUILLE, J. Les traitements fongicides des bananeraies. III. Résultats pratiques obtenus en Guadeloupe lors des applications par brouillards légers huileux. Fruits 11(4):141-150. 1956.
27. HADLAND, J. R. G. & REEVES, H. W. The development of fungicidal spraying in Nigeria against black pod disease in cocoa. In Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, Ltd. Report of the Cocoa Conference, 1955. London, 1956? pp. 96-99.
28. HALE, S. L. World production and consumption, 1951-1953. In Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, Ltd. Report of the Cocoa Conference, 1953. London, 1954? pp. 3-11.
29. HERRERA VASCONEZ, C., GUYOT, H. & CUILLE, J. Les traitements pesticides a débit réduit en culture fruitiere tropicale; Cercospora en Equateur. Fruits 13(6):235-242. 1958.
30. HORSFALL, JAMES G. Principles of fungicidal action. Waltham, Mass., Chronica Botanica Co., 1956. 279 p.
31. IVENS, G. W. The phytotoxicity of mineral oils and hydrocarbons. Annals of Applied Biology 39(3):418-422. 1952.

32. JOHNS, R. & GIBBERD, A. V. A review of the cocoa industry of Nigeria, with special reference to the control of swollen shoot disease and the maintenance of production by rehabilitation and new planting. In Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, Ltd. A report of the Cocoa Conference, 1951. London, 1952? pp. 135-143.
33. LAMB, J. The programme and progress of research in Ghana. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7a, Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, 1959. Sección General, Doc. 10. 12 p. (En prensa)
34. LELLIS, WALDEMAR T. A "podridao parda" dos frutos do cacau-eiro na Bahia, e alguns trabalhos, executados para o seu controle. En Reunión del Comité Técnico Interamericano del Cacao, 5a, Turrialba, C. R., 1954. Recomendaciones y trabajos adicionales presentados. Turrialba, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. vol. 2, Sección "Fitopatología", Doc. 45. 7 p. (mimeografiado)
35. \_\_\_\_\_ A temperatura como fator limitante da "podridao parda" dos frutos do cacau-eiro. Salvador, Bahia, Brasil, Instituto de Cacau da Bahia, Departamento Técnico Agrícola, 1952. 23 p. (Boletim Técnico)
36. \_\_\_\_\_ & MATTA, EURICO AMERICO F. DE. Competicao de fungicidas no controle da podridao parda dos frutos do cacau-eiro. En Conferencia Interamericana de Cacau, 6a, Salvador, Bahia, Brasil, 1956. Bahia, Brasil, Instituto de Cacau da Bahia, 1957? pp. 301-309.
37. \_\_\_\_\_ & PEIXOTO FILHO, O. Comparisons between fungicides in the control of cocoa brown pod rot (black pod disease). In Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, Ltd. Report of the Cocoa Conference, 1957. London, 1958. pp. 78-79.
38. McLAUGHLIN, J. H. Some symptoms of Phytophthora palmivora Butl. infection on Theobroma cacao L. in Costa Rica. Inter-American Cacao Center (Turrialba, Costa Rica) Cacao 2(10):3-5. 1950.
39. \_\_\_\_\_ & BOWMAN, G. F. Fungicidal control of Phytophthora palmivora Butl. on Theobroma cacao L. in Costa Rica. Inter-American Cacao Center (Turrialba, Costa Rica) Cacao 2(25-27):1-2. 1952.
40. MARTIN, H. The standardisation of petroleum and tar oils and preparations as insecticides. Annals of Applied Biology 22(2):334-414. 1935.

41. MAY, K. R. The measurement of airborne droplets by the magnesium oxide method. *Journal of Scientific Instruments* 27:128-130. 1950.
42. MERNY, G. Micro-essais de traitements contre Cercospora musae. *Fruits* 10(6):225-235. 1955.
43. MIRANDA, S. & CRUZ, H. M. DA. Fighting brown pod rot disease in Bahia. In Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, Ltd. Report of the Cocoa Conference, 1953. London, 1954? pp. 120-122.
44. NAUNDORF, G. Influencia de algunos fungicidas sobre fecundación y fructificación en el cacao. *Cacao en Colombia* 1:71-82. 1952.
45. NEWHALL, A. G. Research at Turrialba on cacao diseases. *Inter-American Cacao Center (Turrialba, Costa Rica) Cacao Information Bulletin* 1(7):1-4. 1948.
46. NITSCHKE, G. R. & VOGEL, J. High-and low-volume spraying in potatoes and pine plantations. (Abstract) *World Crops* 9(2):78. 1957.
47. OECHSLI, L. P. Recent developments in the control of cocoa pests and diseases in Latin America. In Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, Ltd. Report of the Cocoa Conference, 1957. London, 1958. pp. 71-77.
48. ORELLANA, R. G. Contribution to the study of survival, dissemination and control of Phytophthora of cacao. In Reunión del Comité Técnico Interamericano del Cacao, 5a, Turrialba, C. R., 1954. Trabajos presentados. Turrialba, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. vol. 1, Sección "Fitopatología", Doc. 14. 10 p. (mimeografiado)
49. \_\_\_\_\_ Estado de las investigaciones sobre la enfermedad del cacao causada por Phytophthora. En Conferencia Interamericana de Cacao, 6a, Salvador, Bahia, Brasil, 1956. Bahia, Brasil, Instituto de Cacao da Bahia, 1957. pp. 45-58.
50. \_\_\_\_\_ Estudios sobre la podredumbre de la fruta del cacao causada por Phytophthora en Costa Rica. *Turrialba* 4(1):35-38. 1954.
51. \_\_\_\_\_ Infection and tissue changes of Theobroma cacao L. by Phytophthora palmivora Butl. *Turrialba* 3(4):167-172. 1953.
52. \_\_\_\_\_ Influencia de la radiación solar y del contenido de nitrógeno total sobre la incidencia de Phytophthora palmivora theobromae en hojas de plantas jóvenes de cacao. En Conferencia Interamericana de Cacao, 6a, Salvador, Bahia, Brasil, 1956. Bahia, Brasil, Instituto de Cacao da Bahia, 1957. pp. 291-294.

53. ORELLANA, R. G. & SOM, R. K. Correlación entre las bajas temperaturas y la incidencia de la podredumbre negra de las bellotas del cacao en Ceilán. FAO - Boletín Fitosanitario 6(1):6-8. 1957.
54. OWEN, HAROLD. Cacao pod diseases in West Africa. Annals of Applied Biology 38(3):715-718. 1951.
55. PARKER, W. B. Vapo dust - a development in scientific pest control. Journal of Economic Entomology 26(3):718-720. 1933.
56. POTTS, S. F. Particle size of insecticides and its relation to application, distribution, and deposit. Journal of Economic Entomology 39(6):716-720. 1946.
57. REINKING, OTTO A. Comparative study of Phytophthora faberi on coconut and cacao in the Philippine Islands. Journal of Agricultural Research 25(6):267-284, 12 plates. 1923.
58. RICH, SAUL. Dynamics of deposition and tenacity of fungicides. Phytopathology 44(4):203-213. 1954.
59. RIPPER, W. E. Application methods for crop protection chemicals. Annals of Applied Biology 42:288-324. 1955.
60. ROGER, L. Phytopathologie des pays chauds. Paris, Paul Lechevalier, 1951. t. 1, 1126 p.
61. RORER, JAMES B. Pod-rot, canker, and chupon-wilt of cacao caused by Phytophthora sp. Trinidad Department of Agriculture Bulletin 9(65):79-120. 1910.
62. SALAZAR, M. Efecto de la lluvia y la humedad del aire en la transmisión del Phytophthora palmivora. Tesis sin publicar. Turrialba, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1949. 35 p. (mecanografiado)
63. SANDERS, L. A. Low-volume spraying of cocoa for the control of Phytophthora (Black pod) in the British Cameroons. Caribbean Commission (Trinidad, B. W. I.) Publications Exchange Service no. 16. 1956. 3 p. (mimeographed)
64. SILLER, LUIS R. Aplicación de fungicidas a árboles de cacao en producción. En Conferencia Interamericana de Cacao, 7a, Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, 1959. Sección "Patología", Doc. 52. 14 p. (En prensa)

65. SILLER, LUIS R. Efecto de tres fungicidas en el combate del Phytophthora palmivora en árboles de cacao. En Reunión del Comité Técnico Interamericano del Cacao, 5a, Turrialba, C. R. Trabajos presentados. Turrialba, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. vol. 1, Sección "Fitopatología", Doc. 20. 10 p. (mimeografiado)
66. \_\_\_\_\_ The efficacy of fungicides against Phytophthora palmivora Butl. Comunicaciones de Turrialba no. 17. 1952. 6 p. (mimeographed)
67. \_\_\_\_\_ Evaluación de fungicidas, por medio de pruebas selectivas, en el control del Phytophthora palmivora Butl. sobre Theobroma cacao L. Tesis sin publicar. Turrialba, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1951. 63 p. (mecanografiado)
68. \_\_\_\_\_ & McLAUGHLIN, J. H. A method of evaluating fungicides for the control of Phytophthora palmivora Butl. on Theobroma cacao L. Inter-American Cacao Center (Turrialba, Costa Rica) Cacao 2(10):1-3. 1950.
69. SMITH, E. H. Tree spray oils. In American Chemical Society. Division of Agricultural and Food Chemistry. Agricultural applications of petroleum products. Washington, D. C., 1952. pp. 3-11. (Advances in Chemistry Series no. 7)
70. THOROLD, C. A. Airborne dispersal of Phytophthora palmivora, causing black-pod disease of Theobroma cacao. Nature 170(4330):718-719. 1952.
71. \_\_\_\_\_ Black-pod disease of cocoa. In Nigeria. Department of Agriculture. Annual report, 1952-53. Lagos, Federal Government Printer, 1955. pt. 2, pp. 34-35.
72. \_\_\_\_\_ Control of black-pod disease of cacao in Nigeria. In West African International Cacao Research Conference, 1953. Proceedings. Tafo, Gold Coast, West African Cacao Research Institute, 1953. pp. 53-56.
73. \_\_\_\_\_ The control of black pod disease of cacao in the Western Region of Nigeria. In Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, Ltd. Report of the Cocoa Conference, 1953. London, 1954? pp. 108-115, 12 plates.
74. \_\_\_\_\_ Observations on black-pod disease (Phytophthora palmivora) of cacao in Nigeria. British Mycological Society. Transaction 38(4):435-452. 1955.

75. THOROLD, C. A. Observations on fungicide control of witches broom, black pod and pink disease of Theobroma cacao. Annals of Applied Biology 40(2):362-376. 1953.
76. TOLLENAAR, D. Phytophthora palmivora of cocoa and its control. Netherlands Journal of Agricultural Science 6(1):24-38. 1958.
77. VENNING, F. D. & GERTSCH, M. E. Pruebas de campo con fungicidas a bajo volumen y alta concentración, en aceite y en agua, en plantaciones de cacao en Cuba. Inter-American Cacao Center (Turrialba, Costa Rica) Cacao 3(14):6-8. 1958.
78. VIADO, G. B. & OTHERS. Six combination sprays in the control of insect pests and disease of cacao. Philippine Agriculturist 40(3):129-134. 1956.
79. WEST AFRICAN CACAO RESEARCH INSTITUTE. Annual report, April 1948 to March 1949. Tafo, Gold Coast, 1950. p. 50.
80. WEST, J. Black pod of cacao; experimental control on native farms. Nigeria Agricultural Department Bulletin 11:55-65. 1936.
81. WHARTON, A. L. Black pod disease; spraying and harvesting trials. In West African Cocoa Research Institute. Annual report, 1954-55. Tafo, Gold Coast, 1955. pp. 49-55.
82. \_\_\_\_\_ Black pod disease; spraying and harvesting trials. In West African Cocoa Research Institute. Annual report, 1955-56. Tafo, Gold Coast, 1957. pp. 42-47.
83. \_\_\_\_\_ Black pod disease; survival of the causal fungus during the dry season. In West African Cacao Research Institute. Annual report, 1953-54. Tafo, Gold Coast, 1954. pp. 27-28.