

# Papel de la *Phytophthora Katsurae*, *p. Palmivora*, *Thielaviopsis Paradoxa* y *Enterobacter sp.* en la pudrición de cogollo de los cocoteros en Jamaica\*

J. STEER, P. L. COATES-BECKFORD\*\*

## RESUMEN

En las coronas de cocoteros afectados por la enfermedad de la pudrición del cogollo en Jamaica, se encontraron más de 15 hongos, pero una sola bacteria. *Phytophthora palmivora*, que es el agente causal conocido de la pudrición del cogollo, se evidenció tan solo en un 10% de las 52 coronas examinadas. Se observa por primera vez que *P. katsurae* viene asociado con la enfermedad y está presente en un 12% de las coronas. Los dos hongos están muy difundidos en Jamaica, pero no se encuentran en un mismo árbol enfermo, y sus aislados muestran características de cultivo distintas. Unas pruebas en invernadero muestran que las dos especies de *Phytophthora*, como también otro

aislado, *Thielaviopsis paradoxa*, sólo producen la pudrición del cogollo en plántulas heridas inoculadas, y además que no todos los aislados de *P. palmivora* tienen la misma virulencia. La bacteria *Enterobacter sp.*, que es el organismo más común en las coronas, produce necrosis de los tejidos, pero las plántulas inoculadas no llegan a ser afectadas por la pudrición del cogollo. Los frutos que muchas veces sufren infestaciones de estos hongos, constituyen una posible fuente, y los macroorganismos evidenciados en las coronas de palmas enfermas constituyen posibles vectores del inóculum de la pudrición del cogollo.

## INTRODUCCION

En Jamaica el amarillamiento letal ha sido el causante de la muerte de millones de cocoteros "Jamaica Tall" (*Cocos nucifera* L), variedad que a principios del siglo XX constituía el cultivar comercial más importante del país. Desde que los cocoteros "Jamaica Tall" fueron reemplazados por los "Malayan Dwarf" y "Maypan", cultivares tolerantes al amarillamiento letal, en el país se ha propagado otra enfermedad letal, llamada pudrición de cogollo, la cual se presenta ocasionalmente en la variedad "Jamaica Tall". La pudrición de cogollo ataca a las palmas de todas las edades y predomina en los bajos o en los sitios donde la precipitación anual supera los 2.300 mm.

Se ha informado que el *Phytophthora palmivora* Butler es el agente causal único de la pudrición de cogollo en Jamaica (Ashby, 1915).

Sin embargo, otros *Phytophthora spp.*, como *P. heveae* Thompson en Costa de Marfil, Vanuatu y Polinesia francesa, *P. parasítica* Dastur en Costa Rica y *P. nicotianae* Tucker en Indonesia están relacionados con el desarrollo de la pudrición de cogollo del cocotero (de Franqueville y Renard, 1989). En Jamaica, el *P. palmivora* también ha sido vinculado con la enfermedad de la hoja mordida del cocotero (Ashby, 1918) y, en el caso del cacao (*Theobroma cacao* L.), que constituye otro cultivo de gran importancia económica, con la marchitez del chupón, el añublo de la hoja, el chancro del tallo y el cojín, y la mancha negra de la mazorca (Purseglove, 1974; Thorold, 1975).

\*.TOMADO DE: OLEAGINEUX, 1990. VOL.45, NO. 12

\*\*. DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA, UNIVERSIDAD DE LAS INDIAS OCCIDENTALES, MONA CAMPUS, KINGSTON 7, JAMAICA.

El *P. palmivora* penetra en el tejido tierno del extremo distal del tronco del cocotero, donde se encuentra el cogollo meristemático único y terminal. El hongo pudre estos tejidos, lo cual conduce a la muerte del cogollo y por consiguiente del cocotero. El primer síntoma externo, evidente cuando el ojo está entrenado para verlo, es la marchitez de una de las hojas jóvenes abiertas. A medida que la enfermedad avanza, las hojas se van muriendo paulatinamente, desde las más jóvenes hasta las más adultas. El color de estas hojas va cambiando de verde a amarillo y posteriormente a marrón. Luego se doblan y quedan colgando a un lado del tronco. Las raíces de los cocoteritos infectados permanecen sanas durante algún tiempo, después de la aparición de los síntomas de la corona. Por lo tanto, el fruto de los cocoteritos cargados puede madurar y se puede cosechar antes de la muerte de las hojas adultas. En Jamaica a veces transcurren varios meses entre la aparición de los síntomas y la muerte de las hojas.

Los cultivadores de coco del país han venido sufriendo pérdidas económicas cada vez mayores por causa de la pudrición de cogollo. Las investigaciones preliminares indican que los organismos *P. palmivora*, *Phytophthora katusurae* Ko y Chang, *Thielaviopsis paradoxa* Dale y *Enterobacter* sp. a menudo están relacionados con la enfermedad, al igual que con los cocos enfermos, los cuales podrían ser fuente del inoculo de la pudrición de cogollo. Por consiguiente, se ha emprendido un estudio con el fin de identificar todos los organismos relacionados con la pudrición de cogollo y con el fruto enfermo y de determinar con qué frecuencia aparecen. Se han efectuado algunos estudios encaminados a dilucidar el papel que desempeñan el *P. palmivora*, *P. katusurae*, *T. paradoxa* y *Enterobacter* sp. en este síndrome y se han comparado las características culturales de diversos aislamientos de *Phytophthora* spp.

## MATERIALES Y METODOS

### Aislamiento e identificación de micro-organismos

Durante el período comprendido entre 1986 y 1988 se recolectaron 52 coronas de cocotero que presentaban síntomas tempranos de pudrición de cogollo en 22 parcelas de cocoteritos en todo el país. Las coronas se llevaron al laboratorio, donde se abrieron con un ma-

chete esterilizado con calor dentro de las 24 horas siguientes, con el fin de exponer la lesión interna. En condiciones estériles, se extirparon trozos de aproximadamente 1.0 x 0.5 x 0.5 cm., tanto interiores como adyacentes a la lesión, y se colocaron en platos de Petri de 9 cm. de diámetro que contenían agar de dextrosa de papa y zanahoria (CPDA). Este medio se preparó mezclando 20 g. de zanahoria/100 ml. de agua destilada y la suspensión se filtró utilizando un tamiz de 1 mm. de apertura y se añadió una suspensión de 4 g. de agar de dextrosa de papa (PDA)/100 ml.

Se recogieron treinta y cinco cocos de varios cocoteritos de diferentes parcelas, los cuales presentaban zonas necróticas en el exocarpio. Se esterilizaron superficialmente con etanol al 95%, antes de pasar los trozos internos y adyacentes al mesocarpio necrótico, subyacentes al exocarpio descolorido, a los platos con CPDA en condiciones asépticas.

Todos los platos inoculados se incubaron a 28°C en un ciclo de luz y oscuridad de 12/12 horas y se examinaron diariamente. Tan pronto se detectaron los micro-organismos que crecían en el tejido extirpado, se subcultivaron en los platos de CPDA y se dejaron crecer y esporular por varios días. Los cultivos puros de cada organismo fueron almacenados a 4°C hasta utilizarlos. Todos los micro-organismos fueron identificados con la colaboración del Instituto

Micológico de la Commonwealth, en Inglaterra (C.M.I.).

Se observaron las características culturales, la tasa de crecimiento del micelio y la esporulación de cuatro, tres y un aislamiento de *P. palmivora*, obtenidos de la corona del cocotero, del fruto del coco y de la mazorca del cacao, respectivamente, y de tres y cinco aislamientos de *P. katusurae* obtenidos de la corona y el fruto, respectivamente. Se colocó un solo tapón de agar de 5 mm. de diámetro de cada aislamiento de *Phytophthora* en el centro de cada uno de cuatro platos de Petri de 9 mm. de diámetro que contenían 20 ml. de CPDA. Los platos se incubaron a 25°C en un ciclo de luz y oscuridad de 12/12 horas. El diámetro de cada colonia se midió diariamente durante los tres días siguientes. Diez días después de la inoculación, se midió el largo y ancho de 30 esporangios para cada aislamiento de *P. palmivora*. Para cada aislamiento de *P. katusurae*, se midieron las dimensiones de 30 estructuras reproductivas masculi-

*El organismo más frecuente en el fruto enfermo del cocotero es el P. katusurae. De los otros siete organismos detectados durante la investigación, la Enterobacter sp. fue aislada con mayor frecuencia.*

nas y 30 femeninas pero no las asexuales. Se calcularon las medias y sus errores estándar.

Al concluir las mediciones, se agregaron 15 ml. de agua destilada estéril a cada plato y la colonia se frotó suavemente con una varilla de vidrio esterilizada para ayudar a desalojar los esporangios y las esporas. Se recogió la suspensión resultante y se ajustó a 15 ml. o al volumen adecuado para facilitar la determinación de la densidad. Posteriormente, se calculó la media los propágulos de cada aislamiento de *Phytophthora*.

Los tipos de apareamiento de los aislamientos de *P. palmivora* se determinaron cultivando un tipo A2, identificado por el C.M.I. en los mismos platos que los desconocidos con el fin de facilitar el apareamiento. Después de un período de incubación de 10 días a 25°C, en un ciclo de luz y oscuridad, se examinaron los cultivos para identificar la presencia de oogonios, anteridios y oosporas.

### Pruebas de patogenicidad

La capacidad de algunos aislamientos de los microorganismos relacionados con la enfermedad de las coronas y los cocos y del fruto del cacao de producir pudrición de cogollo fue sometida a prueba en los cultivares "Malayan Dwarf" de color rojo y amarillo y "Maypan" de color bronce y verde en tres ensayos de invernadero. Se sembraron plántulas de cocotero de cuatro meses de edad para cada color en bolsas de polietileno negras de 25 x 25 x 40 cm. llenas de una mezcla de 1:1 de tierra:fibra de coco y luego se colocaron en una cámara húmeda. Después de transcurridos cuatro meses, se registró la altura y el número de hojas de cada plántula y posteriormente se lavaron las plántulas con agua corriente y se dejaron secar durante la noche. En cada ensayo, al día siguiente se inocularon las plántulas con microorganismos de prueba.

Cada ensayo contenía cinco grupos de 12 plantas de cada color de los dos cultivares. Se inocularon cuatro grupos de cada color con un microorganismo. El quinto grupo se inoculó con agua destilada estéril.

En el primer ensayo, los organismos de prueba eran aislamientos de *P. palmivora*, obtenidos de coronas de cocotero en las Islas Barton, de *P. katsurae* y *T. paradoxa* de Caenwood y un aislamiento de *P. palmivora*,

obtenido de un coco de Hart Hill. Se arrancaron pares de hojas de cada planta y se hicieron heridas de 4-5 cm. de profundidad y de 5 de ancho en las axilas foliares y pecíolos con un bisturí estéril, con el fin de que se asemejaran a las heridas naturales causadas por animales o por vientos fuertes. Se inoculó cada planta vertiendo en las axilas 20 ml. de una suspensión de 2.000 esporangios o esporas/ml. de agua destilada estéril. El segundo ensayo se condujo en forma similar al primero, pero los inóculos se vertieron en las axilas foliares de plantas sin heridas. En el tercer ensayo, los inóculos eran de 2.000 propágulos/ml. de un aislamiento de mazorca de cacao de *P. palmivora*, proveniente de Spring Garden, y los aislamientos de coronas de cocotero de *P. Palmivora*, obtenidos en Barton Isles, y de *T. paradoxa* y *Enterobacter sp.*, obtenidos en Caenwood. Se inocularon las plántulas inyectando 1 ml. de inóculo con una aguja esterilizada a la base de la tercera hoja más antigua, cerca del cogollo.

En cada ensayo se replicaron 20 tratamientos tres veces y cada tratamiento incluía cuatro plántulas. Los tratamientos fueron diseñados en bloques completos al azar en la cámara húmeda. Las plántulas fueron examinadas cada seis días durante 42 días, en busca de síntomas de

pudrición de cogollo. A los 42 días de la inoculación, se registró la altura de las plantas y el número de hojas y se seleccionó al azar una plántula de cada replicación de cada tratamiento, para efectos del reaislamiento del inóculo. Las plántulas restantes se incubaron durante tres meses más con el fin de determinar si los inóculos eran letales.

Se realizó un análisis de desviación sobre los datos, utilizando una distribución binómica de error y una función logit link (Anónimo, 1985). Las diferencias en el crecimiento de las plantas entre los diferentes tratamientos se analizaron mediante la Prueba de Mínima Diferencia Significativa (LSD) (Snedecor y Cochran, 1980).

*En Jamaica el amarillamiento letal ha sido el causante de la muerte de millones de cocoteros "Jamaica Tall", variedad que a principios del siglo XX era el cultivo comercial más importante del país.*

## RESULTADOS

### Microorganismos relacionados con los tejidos enfermos del cocotero

Se relacionaron más de 15 especies de hongos y una sola especie de bacteria con los tejidos necróticos internos de las coronas examinadas (Tabla 1). La bacteria,

*Enterobacter* sp., apareció en el 69% de las coronas y fue el organismo que se detectó con mayor frecuencia en ese sitio. El *P. palmivora*, agente causal primario comprobado de la pudrición de cogollo (Ashby, 1915) se registró en el 10% de las coronas, mientras el *P.*

*katsurae*, aislado por primera vez en Jamaica en las coronas del cocotero, se detectó en un 12%. Diversas especies de levaduras, *T. paradoxa*, un basidiomiceto no identificado, *Cylindrocarpon musae* Boot y Stover, *Curvularia verruculosa* Tsuda y Veyama, y *Cephalosporium* sp. fueron aislados con más frecuencia en las coronas que las dos especies de *Phytophthora* (Tabla 1). El *Penicillium citrinum* Thom y *Aspergillus amstelodami* Thom y Church aparecían con la misma frecuencia que el *P. katsurae* y *P. palmivora*, respectivamente. Rara vez aparecían *Rhizopus* sp., *Sporotrichum pruinosum* Gilman, *Pestalotiopsis versicolor* Steyaert, *Mucor circinelloides* van Tieghem y *Aspergillus niger*.

El organismo más frecuente en el fruto enfermo del cocotero es el *P. katsurae* (Tabla 1). De los otros siete organismos detectados, la *Enterobacter* sp. fue aislada con mayor frecuencia, seguida por las levaduras, *P. versicolor*, *P. palmivora* y *C. verruculosa*, y después por *T. paradoxa* y *Rhizopus* sp. Tanto el *P. katsurae* como el *P. palmivora* aparecían ampliamente distribuidos en las zonas de cultivo de coco en Jamaica (Tabla 2).

De las 52 coronas de cocotero examinadas, 18 presentaban cogollos sanos. No obstante, en algunos casos,

Tabla 1. Frecuencia de la presencia de micro-organismos relacionados con 52 coronas con pudrición interna y 35 frutos enfermos de cocoteros.

| Micro-organismo                  | Frecuencia (%) |       |
|----------------------------------|----------------|-------|
|                                  | Corona         | Fruto |
| <i>Enterobacter</i> sp.          | 69             | 20    |
| Various yeasts                   | 31             | 17    |
| <i>Thielaviopsis paradoxa</i>    | 17             | 6     |
| Basidiomycete (Inidentificada)   | 15             | 0     |
| <i>Cylindrocarpon musae</i>      | 15             | 0     |
| <i>Curvularia verruculosa</i>    | 14             | 8     |
| <i>Cephalosporium</i> sp.        | 14             | 0     |
| <i>Penicillium citrinum</i>      | 12             | 0     |
| <i>Phytophthora katsurae</i>     | 12             | 34    |
| <i>Phytophthora palmivora</i>    | 10             | 11    |
| <i>Aspergillus amstelodami</i>   | 10             | 0     |
| <i>Rhizopus</i> sp.              | 4              | 6     |
| <i>Sporotrichum pruinosum</i>    | 4              | 0     |
| <i>Pestalotiopsis versicolor</i> | 4              | 17    |
| <i>Mucor circinelloides</i>      | 2              | 0     |
| <i>Aspergillus niger</i>         | 2              | 0     |

Tabla 2. Localidades en Jamaica donde se aisló el *Phytophthora* spp. de los tejidos del cocotero y el cacao.

| Hongo               | Fuente  | Localidad        |               | No. de aislamientos |
|---------------------|---------|------------------|---------------|---------------------|
|                     |         | Lugar            | Parroquia     |                     |
|                     |         | Coco             |               |                     |
| <i>P. palmivora</i> | corona  | Barton Isles     | St. Elizabeth | 1                   |
| "                   | "       | Azan's Property  | St. Catherine | 1                   |
| "                   | "       | Hart Hill        | Portland      | 2                   |
| "                   | "       | Mamee Bay        | St. Ann       | 1                   |
| <i>P. Katsurae</i>  | "       | Plantain Garden  | St. Thomas    | 2                   |
| "                   | "       | Caenwood         | Portland      | 1                   |
| "                   | "       | Tulloch Estate   | St. Catherine | 1                   |
| "                   | "       | Orange River     | St. Mary      | 1                   |
| "                   | "       | Fair Prospect    | Portland      | 1                   |
| <i>P. palmivora</i> | fruto   | Spring Garden    | St. Mary      | 1                   |
| "                   | "       | Hart Hill        | Portland      | 1                   |
| "                   | "       | Bachelor's Hall  | St. Thomas    | 1                   |
| <i>P. katsurae</i>  | "       | Moneague         | St. Ann       | 1                   |
| "                   | "       | Plantain Garden  | St. Thomas    | 3                   |
| "                   | "       | Spring Garden    | St. Mary      | 1                   |
| "                   | "       | Flynn's Property | Portland      | 1                   |
| "                   | "       | Barton Isles     | St. Elizabeth | 1                   |
| "                   | "       | Caenwood         | Portland      | 1                   |
| "                   | "       | Mount Stewart    | St. Mary      | 2                   |
| "                   | "       | Paradise Farm    | St. Mary      | 1                   |
| "                   | "       | Fair Prospect    | Portland      | 2                   |
|                     |         | Cocoa            |               |                     |
| <i>P. palmivora</i> | mazorca | Spring Garden    | Hanover       | 1                   |

Tabla 3. Diámetro de la colonia y esporulación de ocho aislamientos de *Phytophthora palmivora* cultivada en agar de dextrosa de papa y zanahoria durante 72 horas a 25°C en un ciclo de luz y oscuridad de 12/12 horas.

| Localidad       | Fuente             | Media<br>diámetro<br>±ES (1) (mm) | Media Número/colonia (1) |                       |                        |
|-----------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|
|                 |                    |                                   | Esporangios (S)          | Clamidoesporas (C)    | S + C                  |
| Barton Isles    | Cocotero<br>corona | 52 ± 0.6                          | 1.8 x 10 <sup>6</sup>    | 8.1 x 10 <sup>5</sup> | 1.81 x 10 <sup>6</sup> |
| Riversdale      | "                  | 74 ± 0.8                          | 1.3 x 10 <sup>6</sup>    | 2.7 x 10 <sup>4</sup> | 1.33 x 10 <sup>6</sup> |
| Hart Hill       | "                  | 71 ± 0.9                          | 2.0 x 10 <sup>6</sup>    | 8.4 x 10 <sup>4</sup> | 2.08 x 10 <sup>6</sup> |
| Hart Hill       | "                  | 73 ± 0.6                          | 5.9 x 10 <sup>6</sup>    | 8.5 x 10 <sup>4</sup> | 6.75 x 10 <sup>6</sup> |
| Spring Garden   | fruto              | 75 ± 0.5                          | 4.8 x 10 <sup>6</sup>    | 5.4 x 10 <sup>4</sup> | 5.35 x 10 <sup>6</sup> |
| Hart Hill       | "                  | 69 ± 0.5                          | 1.5 x 10 <sup>6</sup>    | 2.9 x 10 <sup>6</sup> | 1.79 x 10 <sup>6</sup> |
| Bachelor's Hall | "                  | 76 ± 0.0                          | 1.1 x 10 <sup>6</sup>    | 1.3 x 10 <sup>4</sup> | 1.11 x 10 <sup>6</sup> |
| Spring Garden   | Cacao<br>mazorca   | 74 ± 1.0                          | 2.6 x 10 <sup>6</sup>    | 3.0 x 10 <sup>4</sup> | 2.63 x 10 <sup>6</sup> |

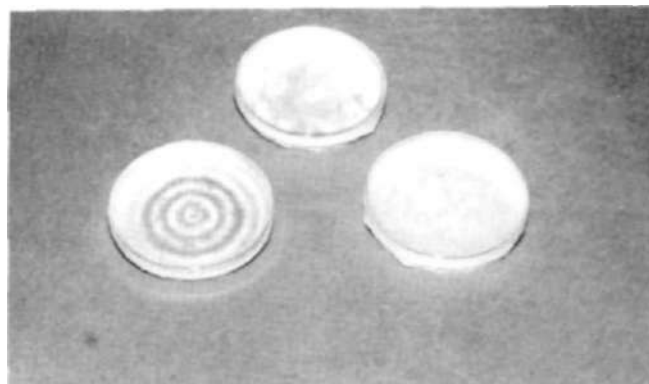
(1) Medias y sus errores estándar (ES) derivados de cuatro unidades replicadas tres veces.

aparecían lesiones debajo del cogollo sano, mientras en otros aparecía una lesión extendida a lo largo de la base de la flecha, por encima del cogollo sano. En las coronas que presentaban cogollos enfermos, el tejido de la periferia de las lesiones era rojo brillante, marrón oscuro o blanco. El *P. palmivora* siempre se aisló de las lesiones podridas blandas de borde rojo, mientras el *P. katsurae* se aisló de las lesiones podridas blandas de borde marrón oscuro. La *Enterobacter* sp. aparecía en las lesiones húmedas de borde blanco.

Varías especies de hormigas, caracoles, babosas, cucarrones, milípedos, centípedos, larvas de moscas, lagartijas, ratas y ranas se relacionaron con las coronas infectadas por pudrición de cogollo. Los micro-organismos más frecuentes eran los cucarrones y se detectaron en el 34% de las coronas infectadas. De estos cucarrones, las especies *Strategus simon* L y *Metamasius (Sphenosphorus)* Olivier aparecían en el 10% y 4%, respectivamente, de las coronas enfermas y mostraban un estado larva que ocasionaba daños extensos a las flechas tiernas sanas. A medida que se alimentaban, formaban grandes túneles en las coronas de los cocoteros.

### Características culturales de diversos aislamientos de *Phytophthora palmivora* y *P. katsurae*

Todos los aislamientos de *Phytophthora* crecían y esponjaban bien en el CPDA al incubarlos a 25°C en un ciclo de luz y oscuridad de 12/12 horas. Se reconocieron 3 tipos de *P. palmivora* sobre la base de sus características culturales (Gráfica 1). Uno de los tipos tenía hifas aéreas dispersas y anillos concéntricos marcados con numerosos esporangios; este patrón de crecimiento apareció únicamente en el aislamiento de la corona proveniente de Barton Isles. El segundo tipo presentaba



Gráfica 1. Características culturales del *Phytophthoraspp* obtenido de tejidos de cocotero cuando se cultiva en agar de dextrosa de papa y zanahoria a 25°C en un ciclo de luz y oscuridad de 12/12 horas. De izquierda a derecha: anillos concéntricos bien definidos que presenta el *P. palmivora* de la corona; patrón estelado conspicuo que presenta el *P. palmivora* en el fruto; patrón estelar tenue que presenta el *P. katsurae* en de la corona.

colonias con hifas aéreas dispersas, sin anillos concéntricos y un patrón tenue estelado. Estas características aparecieron únicamente en el aislamiento de la mazorca del cacao. El tercer tipo presentaba colonias con hifas aéreas vellosas y un patrón estelado conspicuo. La mayor parte de los aislamientos de *P. palmivora* presentaban estas características.

Las colonias de *P. katsurae* mostraban dos tipos de crecimiento. Las colonias del primer tipo tenían hifas aéreas dispersas, un crecimiento denso de las hifas dentro del medio y un patrón estelado tenue con bordes bien definidos y pulidos (Gráfica 1). La mayoría de los aislamientos de los frutos presentaban estas características. Las colonias del segundo tipo desarrollaron patrones estelados dentro del micelio algodonoso blanco y los bordes eran bien definidos. Los aislamientos de las coronas presentaban estas características.

Tabla 4. Diámetro de la colonia y esporulación de ocho aislamientos de *Phytophthora katsurae* cultivada en agar de dextrosa de papa y zanahoria durante 72 horas a 25°C en un ciclo de luz y oscuridad de 12/12 horas.

| Localidad       | Fuente | Media Diámetro + SE(1) (mm) | Media No. de oosporas/colonia (1) |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------------------------|
| <b>Cocotero</b> |        |                             |                                   |
| Spring Garden   | corona | 40 ± 0.0                    | 5.1 x 10 <sup>5</sup>             |
| Caenwood        | "      | 37 ± 0.5                    | 1.2 x 10 <sup>5</sup>             |
| Orange River    | "      | 43 ± 0.3                    | 7.4 x 10 <sup>5</sup>             |
| Moneague        | fruto  | 41 ± 0.0                    | 4.2 x 10 <sup>5</sup>             |
| Plantain Garden | "      | 41 ± 0.0                    | 1.4 x 10 <sup>5</sup>             |
| Plantain Garden | "      | 44 ± 0.6                    | 2.3 x 10 <sup>5</sup>             |
| Spring Garden   | "      | 43 ± 0.5                    | 5.7 x 10 <sup>5</sup>             |
| Fair Prospect   | "      | 41 ± 0.3                    | 2.7 x 10 <sup>5</sup>             |

(1) Medias y sus errores estándar (ES) derivados de cuatro unidades replicadas tres veces.

Después de tres días de crecimiento en el CPDA, la media de los diámetros de la colonia de los aislamientos de *P. palmivora* obtenidos de la corona oscilaba entre 52 y 74 mm. y los de las colonias del fruto entre 69 y 76 mm (Tabla 3). El diámetro promedio de la colonia del aislamiento de la mazorca del cacao era de 74 mm. (Tabla 3). Los diámetros de las colonias de *P. katsurae*, que oscilaban entre 37 y 44 mm., eran mucho más pequeños que los del *P. palmivora*, pero los diámetros de los aislamientos *P. katsurae* de la corona y el fruto eran similares (Tabla 4).

Todos los aislamientos de *P. Katsurae* eran homotáticos, producían oogonios y anteridios anfiginosos en cultivos únicos (Gráfica 2). El *P. palmivora* producía esporangios y clamidosporas únicamente (Gráfica 3), y todos los aislamientos eran heterotáticos y se reproducían sexualmente únicamente cuando los tipos de apa-

reamiento A1 y A2 se cultivaban unidos. Todos los aislamientos del coco pertenecían al tipo A1 y la reproducción sexual nunca ocurría en los cultivos pareados. Cada aislamiento del cocotero se reproducía sexualmente cuando se cultivaba con un aislamiento de la mazorca del cacao, que fue confirmado por el C.M.I. como del tipo de apareamiento A2.

Para el *P. palmivora*, la longitud promedio de los esporangios variaba considerablemente, oscilando entre 45 y 69 u (Tabla 5). El promedio del ancho fluctuaba entre 28 y 35 p y la media de la relación longitud a ancho oscilaba entre 1.6 y 2.1 (Tabla 5). Para el *P. katsurae*, las me-

Tabla 5. Dimensiones de los esporangios de ocho aislamientos de *Phytophthora palmivora* cultivada en agar de dextrosa de papa y zanahoria durante 120 horas a 25°C en un ciclo de luz y oscuridad de 12/12 horas

| Localidad       | Fuente  | Media dimensiones $\pm$ ES (1) ( $\mu$ m) |              |                    |
|-----------------|---------|-------------------------------------------|--------------|--------------------|
|                 |         | Longitud                                  | Ancho        | Longitud/<br>Ancho |
| <i>Cocotero</i> |         |                                           |              |                    |
| Barton Isles    | corona  | 45 $\pm$ 2.3                              | 28 $\pm$ 1.4 | 1.6                |
| Riversdale      | "       | 56 $\pm$ 1.7                              | 34 $\pm$ 0.9 | 1.6                |
| Hart Hill       | "       | 55 $\pm$ 2.1                              | 35 $\pm$ 1.0 | 1.6                |
| Hart Hill       | "       | 56 $\pm$ 1.9                              | 33 $\pm$ 1.0 | 1.7                |
| Spring Garden   | fruto   | 55 $\pm$ 2.5                              | 32 $\pm$ 1.0 | 1.7                |
| Hart Hill       | "       | 58 $\pm$ 1.4                              | 34 $\pm$ 1.3 | 1.7                |
| Bachelor's Hall | "       | 69 $\pm$ 2.6                              | 33 $\pm$ 1.0 | 2.1                |
| <i>Cacao</i>    |         |                                           |              |                    |
| Spring Garden   | mazorca | 49 $\pm$ 1.9                              | 27 $\pm$ 1.1 | 1.8                |

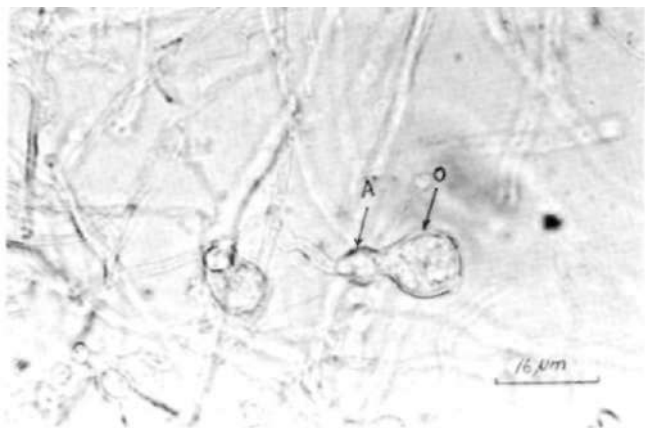
(1) Media y error estándar (ES) para cada aislamiento derivado de 30 esporangios.

Tabla 6. Dimensiones de las estructuras reproductivas de ocho aislamientos de *Phytophthora katsurae* cultivada en agar de dextrosa de papa y zanahoria durante 120 horas a 25°C en un ciclo de luz y oscuridad de 12/12 horas.

| Localidad       | Fuente          | Media dimensiones $\pm$ ES (1) ( $\mu$ m) |             |              |              |              | A/A + B + C |
|-----------------|-----------------|-------------------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
|                 |                 | A(2)                                      | B           | C            | D            | E            |             |
|                 | <i>Cocotero</i> |                                           |             |              |              |              |             |
| Plantain Garden | corona          | 21 $\pm$ 0.6                              | 6 $\pm$ 0.6 | 9 $\pm$ 0.6  | 9 $\pm$ 2.0  | 9 $\pm$ 0.6  | 0.6         |
| Caenwood        | "               | 22 $\pm$ 0.8                              | 5 $\pm$ 1.4 | 8 $\pm$ 0.6  | 8 $\pm$ 2.1  | 7 $\pm$ 0.6  | 0.6         |
| Orange River    | "               | 21 $\pm$ 0.7                              | 6 $\pm$ 1.1 | 10 $\pm$ 0.6 | 10 $\pm$ 2.2 | 8 $\pm$ 0.5  | 0.6         |
| Moneague        | fruto           | 21 $\pm$ 0.6                              | 4 $\pm$ 1.5 | 10 $\pm$ 0.6 | 10 $\pm$ 1.9 | 9 $\pm$ 1.8  | 0.6         |
| Plantain Garden | "               | 21 $\pm$ 0.6                              | 5 $\pm$ 1.1 | 9 $\pm$ 0.8  | 9 $\pm$ 1.5  | 8 $\pm$ 0.8  | 0.6         |
| Plantain Garden | "               | 20 $\pm$ 0.6                              | 5 $\pm$ 1.0 | 9 $\pm$ 0.6  | 10 $\pm$ 1.8 | 13 $\pm$ 0.4 | 0.6         |
| Spring Garden   | "               | 20 $\pm$ 0.6                              | 5 $\pm$ 1.1 | 10 $\pm$ 0.6 | 10 $\pm$ 2.1 | 11 $\pm$ 0.6 | 0.6         |
| Fair Prospect   | "               | 21 $\pm$ 0.8                              | 5 $\pm$ 1.1 | 8 $\pm$ 0.6  | 9 $\pm$ 1.4  | 7 $\pm$ 0.6  | 0.6         |

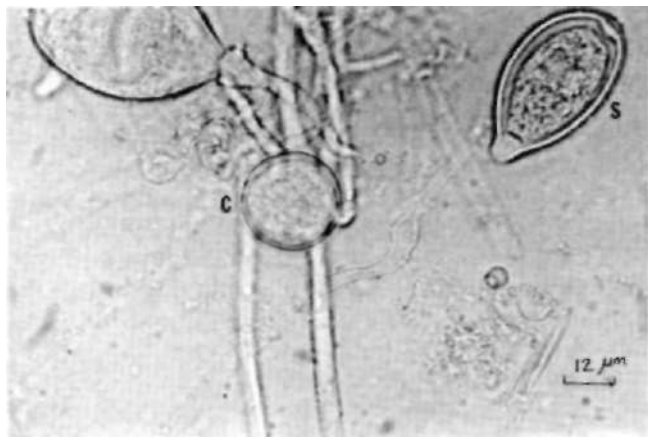
(1) Media y error estándar (ES) para cada aislamiento derivado de 30 unidades

(2) A = diámetro del oogonio; B = longitud del tallo del oogonio; C = longitud del anteridio; D = longitud del tallo del anteridio; E = ancho del anteridio.



Gráfica 2. Anteridio Anfiginoso (A) y oogonio globoso (O) de *Phytophthora katsurae* con proyecciones características.

días de las dimensiones de las estructuras sexuales no variaba mucho entre aislamientos, salvo las del ancho de los anteridios (Tabla 6). La media de los diámetros de los oogonios (A) fluctuaba entre 20 y 22 u y la media de la longitud del pedúnculo (B) fluctuaban entre 4 y 6 u. La longitud promedio de los anteridios (C) variaba entre 8 y 10 p, las longitudes promedio de los pedúnculos entre 8 y 10 u y el ancho promedio entre 7 y 13 u. No obstante, las relaciones  $A / (A + B + C)$  eran de 0.6 para todos los aislamientos (Tabla 6).



Gráfica 3 Esporangio en forma de limón (S) y clamidoespora globosa (C) de *Phytophthora palmivora*.

## Pruebas de patogenicidad

### Ensayo 1.

La pudrición de cogollo se desarrolló en los dos colores de los cultivares "Malayan Dwarf" y "Maypan" al verter suspensiones de *P. Palmivora*, *P. Katsurae* y *T. para-*

*doxa* en las axilas de las hojas rasgadas de las plántulas de cocotero. El primer síntoma era una lesión necrótica que se extendía en forma distal desde el interior de la corona hasta la porción visible más baja de la flecha central. Los síntomas se desarrollaban dentro de los seis días siguientes a la inoculación con *T. paradoxa* y a los 12 días de la inoculación con *Phytophthora* spp.

A los 42 días de la inoculación, todos los hongos de prueba habían ocasionado necrosis de los tejidos huésped, por lo menos en el 50% de las plantas inoculadas, mientras las plántulas testigo permanecían sanas. No se presentaron diferencias significativas en la susceptibilidad a los hongos entre los dos cultivos de prueba ni entre las formas de color de cada cultivo mediante el análisis de desviación. Sin embargo, se presentaron diferencias significativas entre los patógenos micóticos en lo que se refiere a su capacidad de podrir las flechas y, en última instancia, de matar los cogollos. El aislamiento de *P. palmivora* y *T. paradoxa* del fruto ocasionó la muerte de más del 90% de las flechas, mientras solamente el 75% murió en las plantas inoculadas con el aislamiento de *P. palmivora* de la corona. La virulencia del aislamiento del *P. katsurae* sometido a prueba no presentaba diferencias significativas respecto del aislamiento de *P. palmivora* de la corona.

A los 90 días de la inoculación, aproximadamente el 25% y el 50% de las plantas que recibieron *P. katsurae* y *P. paradoxa*, respectivamente, desarrollaron flechas nuevas sanas. Por consiguiente, el porcentaje de plantas con flechas necróticas a los 90 días era menor que el de los 42 días después de la inoculación. Todas las demás plantas que a los 42 días presentaban síntomas de la enfermedad habían muerto.

Se re-aislaron los cuatro hongos de prueba a partir de las plántulas que los recibían y que desarrollaban síntomas de pudrición de cogollo. A los 90 días, las plantas inoculadas con hongos tenían un promedio de 2 hojas/planta y habían crecido 2 cm, mientras las plantas no inoculadas tenían 5 hojas/planta y los testigos "Malayan Dwarf" y "Maypan" presentaban un crecimiento promedio de 6 a 15 cm., respectivamente.

### Ensayo 2.

Las plántulas de cocotero inoculadas sin herida no desarrollaron síntomas de pudrición de cogollo dentro de los 90 días siguientes a la inoculación. Durante los primeros 42 días, una plántula inoculada con *P. palmivora* se marchitó pero sólo se aisló *Verticillium* sp. de los tejidos necróticos que aparecieron debajo del cogollo de apariencia sana. Otras plántulas inoculadas con *P. palmivora*, *P. katsurae* y *T. paradoxa* se marchitaron entre los 42 y los 90 días siguientes a la inoculación pero

permanecieron vivas. El mayor porcentaje de marchitez, del 41.7%, se registró en la forma roja del cocotero "Malayan Dwarf". Se registró marchitez en el 33.3% de los cultivares "Malayan Dwarf" amarillo y "Maypan" bronce. La forma verde del "Maypan" no se marchitó.

Se re-aisló el *P. palmivora* de sólo dos de las plántulas inoculadas seleccionadas al azar. Las dos plántulas presentaban zonas necróticas en el tallo y el cogollo, pero las flechas eran sanas. No se re-aislaron microorganismos de las demás plántulas inoculadas de apariencia sana ni de los testigos.

El número de hojas y la altura de las plántulas inoculadas era similar en las plántulas inoculadas y en los testigos a los 90 días de la inoculación.

### Ensayo 3.

Para las plántulas inoculadas con los organismos de prueba, los síntomas de la enfermedad que se desarrollaban eran similares a los de las plántulas inoculadas a través de las axilas de las hojas rasgadas. A los 42 días de la inoculación, más de la mitad de las plántulas inoculadas con *T. paradoxa* desarrollaron necrosis en la base de las flechas. No obstante, como ocurrió en el Ensayo 1, a los 90 días de la inoculación varias plantas se habían recuperado de la infección y tenían flechas sanas.

Al inocularlas con el aislamiento de la mazorca de cacao de *P. palmivora* sucumbió aproximadamente un 25% más a la pudrición de cogollo que cuando se inoculaban con el aislamiento de la corona del cocotero, dentro de los 90 días siguientes a la infección. Menos del 20% de las plántulas inoculadas con *Enterobacter* sp. desarrollaron síntomas de pudrición de cogollo a los 42 días de la infección, pero posteriormente todas ellas se recuperaron. El crecimiento de las plántulas cultivadas se vio afectado negativamente por los hongos pero no por la bacteria: se reaislaron los organismos de prueba de las plántulas que desarrollaron síntomas de la enfermedad, al igual que las inoculadas con *Enterobacter*, 90 días después de la inoculación.

La respuesta de los cultivares "Malayan Dwarf" y "Maypan" a los organismos de prueba no fue significativamente diferente a  $P < 0.05$  cuando las plántulas fueron inoculadas a través de hojas rasgadas, pero el análisis de desviación indicó que el "Malayan Dwarf" presentaba un porcentaje marginalmente menor de plantas enfermas

que el cultivar "Maypan" al inyectar las plantas con el inóculo. Dentro de los cultivares, las formas de color respondieron a la inoculación en forma similar.

## DISCUSION

La pudrición de cogollo se observó en todas las zonas de cultivo de coco de Jamaica. Sin embargo, la incidencia más alta se registró en las zonas orientales de St. Mary, St. Thomas, Portland y St. Catherine (Tabla 2). Barton Isles, en St. Elizabeth, fue de las pocas localidades del occidente donde las palmas se vieron afectadas por la pudrición de cogollo. Ashby (1920) anotó también que las regiones de la costa oriental y nororiental, donde existen zonas ininterrumpidas y extensas de cultivo de coco y donde la precipitación anual es alta, registraban la mayor incidencia de pudrición de cogollo y que las palmas de todas las edades eran susceptibles. No obstante, el presente estudio reveló otros síntomas, aparte de los observados por Asby (1920) y Martin (1955).

En cuanto a la detección de los primeros síntomas foliares de la pudrición de cogollo, se comprendió que es necesario buscar la marchitez en todas las hojas jóvenes del centro de la corona y no únicamente en la hoja más joven. A menudo, la flecha sin abrir, a pesar de estar muerta no lo parecía, puesto que seguía erecta mucho después de que las hojas adultas se habían marchitado.

*La bacteria Enterobacter sp., que es el organismo más común en las coronas, produce necrosis de los tejidos, pero las plántulas inoculadas no llegan a ser afectadas por la pudrición del cogollo.*

Internamente, siempre se producía una lesión húmeda dentro de la corona, incluso en la etapa más temprana del desarrollo de la enfermedad. Generalmente, la pudrición húmeda era un indicio de infección bacteriana, como lo sustenta la alta frecuencia de aislamiento de *Enterobacter* sp. en estas coronas (Tabla 1). Las observaciones de pudrición húmeda en algunas coronas de cocotero con pudrición de cogollo y de cogollos sanos en otras, a pesar de presentar lesiones internas, como lo anotaron Ashby (1915) y Quillec y colaboradores (1984), eran diferentes a las de Radha y Joseph (1975) en la India. Por lo tanto, en Jamaica el término pudrición de cogollo parece no referirse solamente a la enfermedad en la cual la infección se origina dentro del cogollo del cocotero sino también a una enfermedad que se origina dentro de otros tejidos internos de la corona. Debido a que el cogollo no siempre aparecía infectado, algunas veces los síntomas desaparecían, lo cual conducía a la total recuperación de la palma si no se presentaba una infección secundaria letal.

De los hongos aislados de la corona, el *P. palmivora* tenía especial importancia, por cuanto su papel como agente causal del "True Budrot" (pudrición real de cogollo) está bien documentado (Briton-Jones, 1940). Harris y colaboradores (1984) identificaron dos tipos de *P. palmivora* en las raíces del cocotero jamaicano y los designaron como "X" y "Y". La longitud y ancho promedio de los esporangios del tipo "X" eran de 50 y 34 u, respectivamente y los de del tipo "Y" eran de 58 y 34 u, respectivamente. La relación longitud a ancho era de 1.5 y 1.7 para los tipos "X" y "Y", respectivamente. Estas dimensiones eran similares a las de los aislamientos obtenidos en este estudio y pueden indicar la capacidad de los aislamientos que habitan en los brotes del *P. palmivora* de parasitar las raíces del cocotero.

La presencia del *P. katsurae* en las coronas y frutos enfermos de los cocoteros constituye un fuerte indicio de que están involucrados en la pudrición de cogollo en Jamaica. Esta especie estaba más difundida que el *P. palmivora*. Los cultivos del organismo enviados al C.M.I. para su identificación fueron los primeros aislamientos relacionados con los cocoteros enfermos que se recibieron de las Indias Occidentales. Anteriormente, el C.M.I. había recibido solamente otros dos aislamientos de *P. katsurae* de cocoteros enfermos y provenían de Hawaii y Costa de Marfil (C.M.I., comunicación personal; Ooka y Uchida, 1984).

El *T. paradoxa*, que se presenta con frecuencia en las coronas y ocasionalmente en el fruto, se identificó como agente causal de la supuración del tronco del cocotero (Ohler, 1984) pero anteriormente no había sido relacionado con la pudrición de cogollo.

La bacteria *Enterobacter sp.* fue el micro-organismo que se aisló con mayor frecuencia en los tejidos enfermos del cocotero. Johnston (1912) informó que la bacteria *Bacillus coli* (Escherich) Migula era el agente causal de la pudrición de cogollo. Un informe de Sta. Lucía también menciona una pudrición bacteriana del cogollo en esa isla (Anónimo, 1928). No obstante, aunque la *Enterobacter sp.* hasta cierto punto podría las plántulas sanas del cocotero, no ocasionaba el desarrollo de pudrición de cogollo.

Todos los aislamientos de *P. palmivora*, *P. katsurae* y *T. paradoxa* provenientes de la corona y el fruto y de *P. palmivora* obtenidos de la mazorca del cacao ocasionaban pudrición de cogollo en las plántulas de cocotero inoculadas mediante heridas, lo cual sustenta las observaciones de Briton-Jones (1940) en el sentido de que ningún organismo era el único causante de la pudrición de cogollo del cocotero. El hecho de que el *P. palmivora*, *P. katsurae* y *T. paradoxa* no causaran pudrición de cogollo en las plántulas sin herida sugería que es necesario que existan heridas para que estos hongos puedan entrar a la planta. Martyn (1955) y Briton-Jones (1940) creían que el hongo de la pudrición de cogollo solamente podía entrar al tejido dañado en caso de que la corona del cocotero hubiera sido arrancada por los vientos fuertes o en presencia de otras heridas. Los cucarrones destructivos, como el *S. simon*, que también fueron observados por Briton-Jones (1940) en los tejidos infectados de pudrición de cogollo y el *M. sericeus*, observado por Ashby (1915) y probablemente algunos moluscos presentes en varias coronas, pueden haber causado heridas en los tejidos, lo cual permite la entrada de estos hongos a las coronas del cocotero.

*Hormigas, caracoles, babosas, cucarrones, milípedos, centípedos, larvas de moscas, lagartijas, ratas y ranas se relacionaron con las coronas infectadas por pudrición de cogollo.*

La virulencia de los aislamientos de *P. palmivora* parece variar. Por consiguiente, puede que haya al menos dos patovariedades de este hongo que existen en las poblaciones de cocoteros en Jamaica. También puede haber existido una relación entre la pudrición de cogollo del cocotero y la mancha negra de la mazorca del cacao, por cuanto en Jamaica algunas veces estas dos plantas se siembran en asociación. El aislamiento de *P. palmivora* del cacao causó pudrición de cogollo en las plántulas de prueba y algunos aislamientos del hongo en el cocotero han sido causantes de la mancha negra de la mazorca del cacao (datos sin publicar).

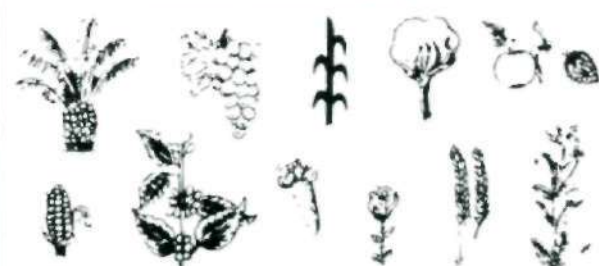
## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Junta de la Industria del Coco de Jamaica por suministrar los fondos para conducir el presente estudio, al C.M.I. por la identificación de los microorganismos y del tipo de apareamiento de un aislamiento de *P. palmivora*, al Dr. T. Farr del Instituto de Jamaica por la identificación de los cucarrones y al Sr. W. Fielding del Instituto de Investigación y Desarrollo del Caribe por su colaboración en los análisis estadísticos.

## BIBLIOGRAFIA

1. ANONYMOUS (1928). -COCONUTS./N: *REPORT ON THE AGRICULTURAL DEPARTMENT, ST. LUCIA*, IMPERIAL DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOR THE WEST INDIES, 1 1.
2. ANONYMOUS (1985). -ANALYSIS OF DEVIANCE: *IN: THE GENERALISED LINEAR INTERACTIVE MODELLING SYSTEM MANUAL, RELEASE NO. 3.77, NUMERICAL ALGORITHMS GROUP, OXFORD, 107 (PAYNE, D.C. ED.)*.
3. ASHBY S.F. (1915). -NOTES ON DISEASES OF CULTIVATED CROPS OBSERVED IN 1913-1914. *BULLETIN OF THE DEPARTMENT OF AGRICULTURE, JAMAICA, NO. 2, 299-309*.
4. ASHBY S.F. (1918). -BUDROT DISEASE OF COCONUTS. *JOURNAL OF THE JAMAICAN AGRICULTURAL SOCIETY, 22, 331-333*.
5. ASHBY S.F. (1920). -NOTES ON TWO DISEASES OF THE COCONUT PALM IN JAMAICA CAUSEO BY THE FUNGÍ OF THE GENUS *PHYTOPHTHORA*. *WEST INDIAN BULLETIN, 18, 61-73*.
6. BRITON-JONES H. R. (1940). -THE DISEASES OF COCONUT PALM. WILLIAMS AND WILKINS, BALTIMORE.. 176 P.
7. DEFRANQUEVILLE H. ANT) RENARD J.L. (1989). -EFFECTIVENESS OF FOSETYL-A IN COCONUT *PHYTOPHTHORA* CONTROL. APPLICATIONS METHODS (1). *OIEAGINEUX, 44, (7), 351-358*.
8. HARRIS D.C., CARDON A.J., JUSTIN S.H.F. AND PASSEY A.J. (1984). -*PHYTOPHTHORA PALMIVORA* ON CULTIVATED ROOTS OF COCONUT. *TRANS. BRIT. MYCOL. Soc., 82, 249-255*.
9. JOHNSTON R.J. (1912). -THE HISTORY AND CAUSE OF COCONUT BUDROT. *UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE BULLETIN N° 228, 175P*.
10. MARTYN E.B. (1955). -DISEASE OF COCONUTS. *TROP. AGRIC, TRINIDAD, 32, 162-166*.
11. OHLER J.G. (1984). -COCONUT, TREE OF LIFE. *IN: F.A.O. PLANT PRODUCTION AND PROTECTION PAPER NO. 57, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. ROME, 1-57*.
12. OOKAJI J. AND UCHIDA J.Y. (1984). -*PHYTOPHTHORA KATSURAE*. FRUIT ROT OF COCONUT IN HAWAII. *PHYTOPATHOLOGY, 74, A BSTR. 212*.
13. PURSEGLOVE J.W. (1974). -TROPICAL CROPS. DICOTYLEDONS. VOLS 1 & 2 COMBINED. THE ENGLISH LANGUAGE BOOK SOCIETY AND LONGMAN, LONDON, 719.
14. QUILLIC G., RENARD J.L. AND GHESQUIERE H. (1984). *PHYTOPHTHORA HEVEAE* OF COCONUT: ROLE IN BUDROT AND NUTFALL. *OIEAGINEUX, 39, (10), 477-485*.
15. RADHAK. AND JOSEPH T. (1975). -STUDIES ON BUD ROT DISEASE OF COCONUTS. *IN: PEST AND DISEASES, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, ROME, 1-9*.
16. SNEDECOR G. W. AND COCHRAN W.B. (1980). -ONE-WAY CLASSIFICATION; ANALYSIS OF VARIANCE. *IN: STATISTICAL METHODS. IOWA STATE UNIVERSITY PRESS, AMES, 215-233*.
17. THOROLD C.A. (1975). -DISEASE OF COCOA. CLARENDON PRESS, OXFORD, 423.

**Aumente los rendimientos  
y mejore la calidad de  
sus cultivos...**



**BORATOS FERTILIZANTES 48, 68 Y SOLUBOR**

Marcas Registradas  
48% - 68% y 66% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Garantizados

**UNITED STATES BORAX & CHEMICAL CORP.**  
**U.S. BORAX.** Confiabilidad absoluta en boratos  
protege sus cultivos y su inversión

Garantía de Calidad y Concentración  
para dosis exactas y uniformes.

Representantes Exclusivos

**SAMTEC** Samudio & Asociados Ltda.  
Representaciones Técnicas desde 1950

Cra. 14 No. 87-45 Of. 202 Apdo. Aéreo 89509  
Tels: 2182908 - 2182176 Bogotá, D.E.