

C A
16

MATERIALES DE ENSEÑANZA DE CAFE Y CACAO



TRADUCCION

No. 12

PHYTOPHTHORA PALMIVORA DEL CACAO Y SU CONTROL

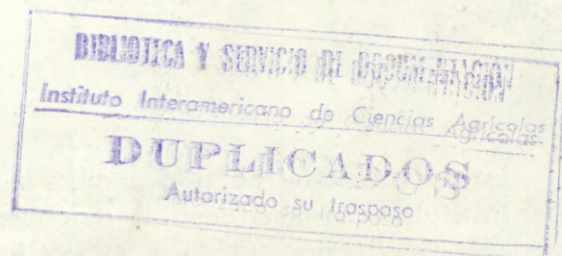
Por

D. TOLLENAAR

Traducción de Netherlands Journal of Agricultural Science

6(1):24-38 . 1958

- 1959 -



4 I5974p 1958

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

Turrialba

COSTA RICA

Copias adicionales de ésta y otras publicaciones de los Servicios Técnicos de Café y Cacao, pueden solicitarse a la oficina del Punto Cuarto (USOM) o escribiendo a:

Coordinador de Servicios Regionales

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Turrialba, Costa Rica

Esta publicación ha sido preparada de acuerdo con el contrato firmado entre el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la Organización de los Estados Americanos (OEA) y el Instituto de Asuntos Interamericanos de la Administración de Cooperación Internacional (ICA) de los Estados Unidos.

Turrialba, Costa Rica
1958

PHYTOPHTHORA PALMIVORA DEL CACAO Y SU CONTROL

Por

D. Tollenaar

Resumen

Phytophthora palmivora causa pérdidas de mazorcas, muerte regresiva, defoliación, cáncer del tronco y del cojín floral, "muerte repentina" y marchitez de los chupones del cacao; también afecta muchos otros cultivos perennes. Los esporoforos se producen únicamente en las mazorcas, las cuales son por lo tanto el único substrato para la multiplicación por esporas. La infección por esporas se trasmite por medio del agua lo mismo que del aire. El fruto es susceptible de infección en todas las etapas de su desarrollo. Cuando las condiciones son favorables (humedad alta, especialmente en combinación con una temperatura de 20°C o menos) la infección de las mazorcas conduce a una nueva producción de esporas después de solamente 5 días (ciclo de vida). El control debe concentrarse por lo tanto en prevenir la infección de las mazorcas (mediante el cubrimiento de las mazorcas con un fungicida efectivo) y en la remoción de las mazorcas enfermas (cosechándolas en ciclos cortos, enterrando las cáscaras o sacándolas de la plantación). Por cuanto las mazorcas constituyen el único substrato para la multiplicación de las esporas, explica por qué la incidencia de la enfermedad aumenta con una producción alta. Las plantaciones de alta producción deben por lo tanto diseñarse en forma tal que puedan tratarse con atomizadores pequeños automáticos. Con el aumento en los costos de labores el único medio económico y efectivo de control se llevará a cabo con atomizadores automáticos. Puede lograrse un buen control por medio de tipos de atomizadores diseñados especialmente (el atomizador de cacao Kiekens) y con un óxido cuproso especialmente manufacturado (Caocobre-Sandoz). Ciclos de 3 a 6 semanas durante la estación lluviosa serán suficientes cuando se emplee aproximadamente de 2½ a 3 Kg. de caocobre (100-200 litros) por ciclo y por hectárea. Sin embargo, el buen resultado depende de muchos pequeños detalles tales como el tamaño de la gota, el tamaño de las partículas de óxido de cobre en la suspensión, tensión superficial del líquido, velocidad y penetración de la corriente de aire; en el control de la pudrición de la mazorca el fungicida debe dirigirse a la región de producción; cuando también ocurre la defoliación, debe además tratarse el follaje.



I - Introducción

Este hongo se encuentra ampliamente distribuido en todos los países productores de cacao; también afecta al hule, los citrus, el cocotero, el café y muchas otras plantas. El hongo fue citado en el cacao desde 1727 en Trinidad.

Bajo condiciones favorables el hongo es capaz de afectar las mazorcas en todos los estados (siendo causa de la pudrición de la mazorca y marchitez de los frutos jóvenes), las flores y los cojines florales, el tronco principal (cáncer), lo cual conduce a veces a la muerte del árbol ("morte subido"); los chupones, las ramas jóvenes en desarrollo y las hojas jóvenes de árboles adultos (siendo causa algunas veces de una defoliación repetida o muerte regresiva del árbol y finalmente de su muerte) el pecíolo y posteriormente la lámina de las hojas adultas, y las plántulas jóvenes.

La literatura sobre este tópicó, lo mismo que las visitas a varios países productores de cacao, muestran que en ciertas áreas el cáncer del tronco es serio, en tanto que la defoliación como causante de la muerte regresiva es desconocida (Java): en otras áreas por el contrario las pérdidas de mazorcas son muy considerables, mientras que la defoliación y el cáncer parecen ser desconocidos (Camerún Inglés); y en otros casos la defoliación y la muerte regresiva son desastrosas, mientras que el cáncer es desconocido (Costa Rica). Estas diferencias se deben en parte a diversas condiciones climáticas, pero bien pudieran estar parcialmente asociadas con diferentes líneas en las variedades de cacao. Van Hall (1914) mencionó que los tipos Criollo en particular eran afectados de cáncer, pero no así los tipos Forastero. El cáncer constituyó un factor serio tanto en Ceilán como en Java en el comienzo del siglo, pero a consecuencia de la sustitución del Criollo por tipos Forastero, el cáncer dejó de ser una amenaza en estos países.

En la mayoría de los países la principal molestia la constituye la pudrición de la mazorca además, en ciertas áreas la defoliación y la muerte regresiva son serias, tales como en Costa Rica, en el área de la Bahía y en la isla de Sao Tomé, a una altura entre 400 y 600 metros sobre el nivel del mar. Si bien en estos casos la producción se afecta apreciablemente debido a la condición deficiente del follaje, las pérdidas directas debidas a infección de las mazorcas constituyen la causa más común del problema. Como la propagación de la enfermedad es por esporas y depende de las mazorcas, por esta razón son éstas las más importantes.

II - Ciclo de Vida de la Enfermedad

Las principales características tal y como han sido descritas por Rorer (1910) de Trinidad, han sido confirmadas posteriormente

en otros países y por otros fitopatólogos tales como Orellana (1953b), Thorold (1953b) y Gregory (1952). Las mazorcas constituyen el único substrato en el cual se multiplica el hongo por medio de esporas, las que se distribuyen por medio del viento, la lluvia o insectos (hormigas). Además se producen oosporas y clamidosporas dentro del tejido afectado, en donde el hongo puede permanecer durante largos períodos desfavorables.

Después de un período desfavorable para el hongo (por ejemplo, una estación seca) cuando no existen mazorcas enfermas como tampoco conidias esporulantes, existen dos maneras de iniciar la infección en unas pocas mazorcas, por medio de partículas de suelo a las cuales se ha adherido el micelio, o por la entrada del micelio procedente de cojines infectados anteriormente. Una vez que unas pocas mazorcas hayan sido infectadas, las esporas se producen en el término de una semana, después de lo cual la infección puede iniciarse en gran escala a través del aire.

Infección Inicial.- Dade (1928, 1930 a y b) estudió la importancia del cáncer de cojines adultos en la transmisión de la enfermedad a frutos y flores recientemente formados. Se ha dicho que la marchitez del "cherelle" y la madurez prematura pueden algunas veces ser causadas de esta manera, pero Dade llegó a la conclusión de que el cáncer de cojines adultos producía pocas mazorcas negras, debido a que el cojín o bien se recupera de la enfermedad o bien se muere completamente y no produce flores, (por ejemplo, de 201 cojines infestados sólo 4 no fueron destruidos y produjeron flores el próximo año). Recientemente W.A.C.R.I.).(Reporte Anual 1955/56) estableció que del 9 al 12% de las mazorcas negras se originaron de cojines enfermos. En algunas áreas (donde el cáncer del cojín es serio) esto puede ser importante en la iniciación de una nueva epidemia; en la mayoría de los casos la infección inicial puede ser causada por contaminación del suelo. Así Giraldi (1957) observó en el Camerún Francés que las mazorcas primeramente atacadas estaban situadas solamente de 15 a 30 cm. sobre la superficie del suelo. En los primeros cuatro meses de la estación lluviosa el 98% de las mazorcas infestadas se localizaban a menos de 2 metros sobre la superficie del suelo. Durante los primeros 2 a 3 meses resultó ser suficiente la práctica de concentrar las aspersiones a las mazorcas situadas únicamente hasta 1 - 1½ metros del suelo en el tallo principal. No se obtuvieron mejores resultados aspergiando el resto del árbol y las ramas. Esta aspersión localizada permitió reducir a la mitad el tiempo de operación y el consumo de líquido.

El micelio permanece vivo en el suelo durante un tiempo largo. Wright (1930) logró infectar mazorcas esterilizadas con suelo y desechos de mazorcas aun después de 4 a 6 meses de que éstas últimas habían sido enterradas en suelo esterilizado. Con el tiempo la Ph. palmivora es consumida por otros microorganismos saprofiticos. Si no se adiciona al suelo nuevo material infectado (cáscaras), la enfermedad se erradicará gradualmente.

Las asperciones de fungicidas deberán ser combinadas por lo tanto con prácticas de sanidad en el campo. A menos que sean bien enterradas, no deberán dejarse cáscaras en la plantación. La experiencia en muchos países ha indicado que con tales medidas el control de la Phytophthora resulta ser progresivamente más fácil y más efectivo. (Vease punto 3).

Propagación e intensificación de la enfermedad por esporas. La incidencia de la enfermedad comienza a incrementarse rápidamente con la esporulación. No existe evidencia de la producción de esporas en ninguna parte del árbol de cacao excepto en las mazorcas, de manera que éstas últimas constituyen el punto de atención en la propagación y el control de la enfermedad. Bajo condiciones favorables el desarrollo es vasto y la multiplicación muy rápida.

Flores que habían sido aspergiadas artificialmente con una suspensión de conidias se marchitaron y se desprendieron después de 20 a 30 horas; en mazorcas inoculadas las estructuras apresoriales y las hyphae fueron observadas 3 horas después de la infección y la decoloración del tejido inoculado se presentó primeramente de 24 a 30 horas después. (Orellana, 1953b). Solamente después de 5 días de la inoculación de las mazorcas se pudieron observar nuevas esporas en la superficie. Thorold (1953a) en trabajos en Nigeria observó síntomas claramente visibles 3 días después de la infección, y los esporangios se formaron durante la noche del segundo día desde la aparición de los síntomas visibles; dentro de los 10 días siguientes toda mazorca puede estar completamente negra. Son susceptibles a la infección, desde los frutos recientemente formados hasta los que hayan alcanzado el estado completo de madurez.

Es de notar que en el caso del hule también la fruta constituye el factor principal en la caída de la hoja ocasionada por Phytophthora. La siguiente aseveración se encuentra en los trabajos sobre enfermedades del hule (Wiersum, 1955) (traducido del holandés).

"La afección de las hojas fue siempre precedida de frutos podridos. Los frutos afectados no se abren, sino que se secan durante la estación lluviosa y permanecen en los árboles. Procedentes de estas frutas adultas, la infección pasa a las hojas bajo condiciones favorables. Por lo tanto se aconseja quitar y quemar oportunamente todos los frutos secos de hule".

Thorold (1952) probó que la propagación puede ocurrir a través del aire colocando discos a $\frac{1}{2}$ y 2 cm. sobre las mazorcas durante 12 horas (sin agua libre en el aire), después de lo cual las esporas se encontraron en la vaselina. El que la propagación a través del aire es importante también ha sido demostrado por Thorold (1953a) en un experimento en el cual mazorcas que mostraban los primeros síntomas de infección fueron cosechadas de día

de por medio y colocadas en un gran montón en el centro de una finca. La incidencia de la infección mostró luego un porcentaje decreciente de mazorcas negras al aumentar la distancia del montón, esto es, de 17,9% a una distancia de 0 a 20 metros a 2,9% a una distancia de 161 a 180 metros. En otro caso Thorold (1952) encontró un 33% de mazorcas negras a una distancia comprendida entre 0 y 10 metros y solamente 13% a una distancia de 51 a 60 metros del montón.

III - Factores que Influyen en la Propagación e Incidencia de la Enfermedad

Los siguientes factores son de importancia:

- a.- El número de mazorcas (densidad de mazorcas)
- b.- La intensidad de la infección de mazorcas en una área.
- c.- Las condiciones climáticas, esto es una humedad alta especialmente, combinación con una temperatura de 20°C o temperaturas menores.
- d.- La condición de la plantación (tal como la sombra) y su influencia en las condiciones microclimáticas.

a.- Número de Mazorcas. Debido a que las mazorcas constituyen el sustrato para la multiplicación por esporoforas, explica por qué quienes han estudiado esta relación han llegado a la misma conclusión. Thorold (1952) encontró una correlación positiva de + 0,867 entre la intensidad de la enfermedad y el número de mazorcas. Los árboles de alta producción tenían más mazorcas negras que los de baja producción, no presentando infección la mayoría de estos últimos. En relación con los métodos de control él llegó así a la conclusión de que la remoción regular de mazorcas enfermas sería efectiva solamente cuando el cacao produjera menos de 12 mazorcas por árbol. Por lo tanto, en plantaciones clonales de alta producción la Phytophthora llegará a constituir un problema más serio que en las mazorcas de baja producción.

b.- Intensidad de la Infección de Mazorcas. Cuando la incidencia es alta, se produce tal abundancia de esporas que es mucho más difícil controlar la enfermedad que cuando la incidencia de la infección es baja. Ya desde 1930 Dade probó que en la Costa de Oro existía una correlación positiva entre el porcentaje de mazorcas infectadas y la incidencia de la enfermedad cuatro días más tarde (período de incubación). Thorold obtuvo resultados satisfactorios con la remoción de las mazorcas negras en días alternos en áreas donde la incidencia de la enfermedad era baja, pero en la provincia de Ondo, donde la incidencia de la enfermedad era extremadamente alta, los resultados de las prácticas de sanidad fueron completamente insatisfactorios, a saber.

Mazorcas Negras al Cosechar cada Mes	Mazorcas Negras cuando se practicó una remoción en días alternos.	
96.7%	71.7%	1951/52
88.2%	59.5%	1952/53
83.8%	39.4%	1950/51

Entre más alta fue la incidencia tanto más difícil fue reducir la enfermedad por la remoción de mazorcas enfermas en días alternos.

Por la misma razón, el control de la enfermedad resulta más fácil en áreas donde este control ha sido ejecutado sistemáticamente. Mirando y Da Cruz (1953) mencionan para el área cacaotera de Bahía que la sanidad sistemática en el campo conduce a "una reducción progresiva en la enfermedad de un año al otro". En experimentos sobre sanidad en el campo, en el Africa Occidental Francesa Renaud (1953) también observó efectos en los años siguientes: él dice "... estos tratamientos parecen tener una acción residual indirecta apreciable durante uno o dos años por lo menos: aumenta la producción al disminuir las fuentes de contaminación." Al comienzo del siglo Van Hall (1914) reportó la misma característica en Java, y también menciona los efectos progresivos de la sanidad en el campo en una área en Ceilán: en los años sucesivos de 1902 a 1905 fueron cosechados los siguientes porcentajes de mazorcas negras:

38.6%, 8.8%, 4.8% y 2.5%

(las prácticas de sanidad en el campo se iniciaron en 1902). Hamond (1957) en Ghana también refiere que una aspersión combinada con prácticas de sanidad en el campo durante los cuatro años 1953/54 - 1956/57 condujo a un descenso regular de mazorcas negras, a saber :

35.2%, 17.4%, 6.2% y 2%

En las islas de Fernando Poo y Sao Tomé, donde la enfermedad fue seria, ésta ha sido tratada de un modo continuo durante 25 años por medio de aspersiones con caldo bordelés en las principales áreas cacaoteras. Como resultado de ello es posible ahora mantener las mazorcas negras bajo control mediante la aplicación de 2 a 5 ciclos de aspersiones por año únicamente. Thorold (1954) reporta la misma experiencia con el uso del caldo bordelés en Nigeria. En 1953 una área no tratada tenía el 42% de mazorcas negras, en contraposición a un 8% en el área aspergiada durante el primer año y solamente el 4% en el área que había sido aspergiada en 1952. Por lo tanto el

sistema en Nigeria consiste ahora en aspergiar durante la estación húmeda del primer año a intervalos de tres semanas, y en los años subsiguientes a intervalos de 6 semanas. Woods (1957) menciona que en Costa Rica se recomienda aspergiar cada 2 meses en años sucesivos. Durante el primer año no se obtiene un completo control pero se logra un efecto acumulativo durante 3 a 4 años. Toda esta experiencia es de gran importancia práctica ya que muestra que la enfermedad se logra erradicar gradualmente de un año al otro al reducirse la incidencia de las mazorcas.

c.- Condiciones Climáticas. En todos los lugares se ha observado que la producción de esporoforas y la probabilidad de infección se favorecen con una humedad alta. Durante el período seco no ocurre infección. En los años húmedos y en áreas húmedas, esto es, a lo largo de ríos y en las partes bajas húmedas, la incidencia de la enfermedad puede ser muy alta. Muy recientemente Lellis (1952) probó que en Brasil la temperatura también es de primordial importancia. Park (1953) así también como Baker (1953) confirmaron esto en el Africa Occidental y Trinidad respectivamente. Si la temperatura llega a 20°C o aún a valores más bajos la incidencia aumenta. Así una combinación de humedad alta y baja temperatura durante el tiempo de la cosecha conducen a pérdidas severas. Esta combinación puede tener varias causas, por ejemplo pendientes montañosas nubladas a 400 a 600 metros sobre el nivel del mar (Tomber, Camerún Inglés; ciertas áreas montañosas de islas como Sao Tomé y Trinidad), tierras bajas de Bahia que tienen la cosecha principal durante los meses más húmedos y fríos (julio/agosto 15° de latitud sur), tierras bajas de la costa del Atlántico de Costa Rica con una precipitación anual de aproximadamente 4000 mm. y noches frías con un cielo claro. En ninguna otra parte constituyen la defoliación y la muerte regresiva causada por phytophthora, tanto en cacao como en hule, un problema tan serio como lo es en Costa Rica.

d.- Condición de la Plantación. Van Hall (1912) reportó de áreas montañosas en Java y Ceilán que la incidencia de la enfermedad era aumentada a consecuencia de un drenaje malo y a causa de la siembra intercalada de otros árboles y arbustos, lo mismo que por una ramificación baja del cacao (todos estos factores son causa de condiciones húmedas). La corta de los arbustos intercalados, la poda del cacao y la remoción de las ramas bajas e inclinadas tuvieron un efecto favorable. Por la misma razón, la pudrición de las mazorcas es generalmente de poca importancia en plantaciones jóvenes; pero tan pronto como las mismas se cierran después, de 5 a 7 años, la enfermedad llega a ser progresivamente más seria: véase por ejemplo Van Hall (1912). Por la misma razón la enfermedad es seria en las pendientes montañosas nubladas y sin sol de Sao Tomé - - - pudrición de la mazorca, defoliación, cáncer del tronco y muerte subido. y la enfermedad se favorece con una sombra abundante, ya que esto aumenta la humedad en una área que regularmente posee temperaturas inferiores a 20°C.

Por otra parte, en las tierras bajas y húmedas de Costa Rica, una sombra no tupida posee un efecto detrimento ya que causa un descenso de la temperatura durante la noche, llegando así amenudo a la temperatura crítica de 20°C y aún a temperaturas menores. En tales áreas bajas (por ejemplo Costa Rica, Bahía , Méjico), la remoción de la sombra conduce a una defoliación repetida y muerte regresiva así tales plantas se florecen pobremente, no cuajan el fruto y la producción pronto se reduce a nada. Debido a la necesidad de combustible de madera, la sombra se ha cortado en áreas considerables de Bahía, a lo largo de los caminos y cerca de las secadoras, con los efectos desastrosos mencionados arriba.

IV - Pérdidas Causadas por la Enfermedad

Se puede dar la siguiente información en relación con las pérdidas debidas a la pudrición negra:

Pais	Porcentaje de Vaina Negra	Referencias
Bahia, Brasil	18% - 25% en algunos años 50%	Miranda y Da Cruz (1953)
Hacienda Moliwe	56% - 67%	Von Faber (1907)
Hacienda Tombel	90% - 95%	Sanders (1956)
Costa Rica	47%	Finca "La Lola" Orellana (1953a)
México	25% - 40%	Comalcalco, el autor
México	más de 40%	Wood (1957)
Cameruns		
Nigeria	más de 58% - 74%	en áreas húmedas, Thorold (1953b)
Trinidad	36%	100 pulgadas de precipitación, Holliday (1954)
Trinidad	26%	Finca "Non Pareil" Dale 1952)
Trinidad	1.7%	Area relativamente seca (I.C.T.A.) Baker (1953)
Samoa	50%	"Cacao" Vol.3, No. 10 (1956)

Las pérdidas varían de año a año, de acuerdo con la humedad y la temperatura prevalentes durante el tiempo de la cosecha. Cuando la infección se presenta tardíamente, los frutos pueden utilizarse parcialmente, si bien son de baja calidad (frutos negros). Por otra

parte, cuando se presentan la deflociación y la muerte regresiva la producción se reduce en magnitud mucho mayor que como ocurre cuando solamente se presenta un cierto porcentaje de mazorcas negras.

Se desprende de esta información es obvio que bajo ciertas condiciones las pérdidas pueden ser considerables y la misma conclusión puede derivarse del hecho de que la producción haya sido duplicada en Costa Rica (McLaughlin & Bowman, 1952) y triplicada en el Camerún Inglés (Sanders, 1950), cuando se aplicaron métodos efectivos de control, por la United Fruit Company y la Camerun Development Corporation respectivamente.

V - Métodos Antiguos de Control. Remoción de Mazorcas enfermas; un volumen grande de aspersión

Originalmente se había hecho el intento de controlar la enfermedad mediante la remoción de las mazorcas recién infectadas y el entierro de las mismas. Debido a que las esporas nuevas se producen en las mazorcas durante el curso de los días siguientes a la aparición de los primeros síntomas visibles, la remoción debe hacerse de día de por medio. Es claro que con los altos jornales actuales esto constituye una imposibilidad económica. Además, cuando se registra una incidencia muy alta y una cosecha grande, es imposible mantener la enfermedad bajo control (unas pocas mazorcas enfermas con facilidad pasan desapercibidas). Thorold (1953b) afirma que la remoción regular de mazorcas enfermas puede ser efectiva únicamente cuando se limita a menos de 12 mazorcas por árbol y cuando la incidencia de la enfermedad es limitada. Por otro lado, en Samoa (Smith, 1956) el control con fungicidas es, desde el punto de vista económico, recomendable solamente cuando existen más de 10 mazorcas por árbol y la ocurrencia de mazorcas negras es superior al 5%. En cualquier caso, con los salarios crecientes la remoción de las mazorcas constituye una imposibilidad como método general de control.

La aspersión con grandes volúmenes de caldo bordelés 1- 1½, 1000 a 1500 litros por hectárea en ciclos de 3 a 8 semanas, ha dado buenos resultados en Nigeria, lo mismo en experimentos y en escala comercial en Costa Rica, y solamente en escala comercial en Samoa (Smith, 1956).

Thorold (1953) comparando una aspersión de caldo bordelés al 1% a intervalos de 3 semanas, de abril a diciembre de 1952, con la remoción de mazorcas infestadas, obtuvo los siguientes porcentajes de mazorcas negras de abril 1952 a febrero 1955: plantas no tratadas 75%; con remoción de mazorcas 65.6%; con aspersión 6.2%.

En Costa Rica, el caldo bordelés resultó ser más efectivo que el Ditano y SR-406 (Siller, 1950 y 1954; NN, 1954a). En una finca de la United Fruit se logró aproximadamente un aumento del 100% en la producción con aspersiones a intervalos mensuales y un aumento del 65% con intervalos a 60 días (cuando se usaron 1200 litros de caldo bordelés al 1% por hectárea). Torres de aluminio portátiles se conectan a un sistema de tuberías con caldo bordelés bajo presión y en agitación; el caldo bordelés se aspergia en esta forma desde la parte alta.

Bowman realizó el mismo trabajo en escala comercial usando un equipo portátil especial "Bean" provisto con 3 sistemas automáticos de aspersión dirigidos hacia arriba la parte alta de los árboles (foto NN 1954b): en este caso también el líquido aspergiado cae en forma de llovizna al follaje y la atraviesa. Con 1000 a 1200 por hectárea, a intervalos de 6 semanas, se obtuvo un aumento promedio en la producción equivalente a un 150% en aplicaciones en escala comercial. Según información privada recibida en 1957 de Bowman en Costa Rica, él obtiene un control del 85% de la enfermedad con un ciclo de 6 semanas, 95% con un ciclo de 4 semanas y 99% con un ciclo de 2 semanas (caldo bordelés al 1%, usado durante todo el año). Las aspersiones aplicadas en alto resultan también en un rápido mejoramiento del follaje. Resulta así posible hacer crecer el cacao sin sombra aún bajo las condiciones prevalentes en Costa Rica.

Ya desde 1907 Von Faber (1907) informó de un control con éxito (solamente de 20 a 24% de mazorcas enfermas, en comparación con 56% de lotes no tratados) en el Camerún después de 3 aspersiones con caldo bordelés al 2%, 1½ litro por árbol.

Recientemente Hadland (1957) informó que la aspersión con óxido cuproso había logrado tal éxito comercial en el combate de la pudrición negra en Nigeria, que su uso se extendía en una área de aproximadamente 160.000 acres.

VI - NIEBLA

La aplicación de niebla es una técnica en la cual pequeñas gotitas de 50 a 100 micrones se dirigen por medio de una corriente de aire de cierta velocidad al objeto que ha de ser cubierto con el líquido. Esto no origina un cubrimiento completo como con el caldo bordelés, pero se consigue una distribución regular de pequeñas gotitas: Las gotas deben depositarse próximas unas a las otras pero sin que se produzca la coalescencia. La concentración de fungicida debe ser de 5 a 10 veces mayor que en el caso de la aplicación de grandes volúmenes de aspersión.

Sanders (1956) en el Camerún Inglés fue el primero en usar este método sistemáticamente en las plantaciones de cacao de la Cameroons Development Corporation (desde 1954). En un comienzo se empleó un atomizador semi-automático Kiekens - - recientemente se ha introducido un atomizador completamente automático Kiekens: el tractor utilizado fue un Ransom MG-6. Aproximadamente 150 litros de óxido de cobre al 2% por hectárea se atomiza a intervalos de 3 semanas durante la estación lluviosa (lo cual coincide con el tiempo de la cosecha) de abril a octubre. He hilera de por medio se trata dos veces en un recorrido hacia arriba y hacia abajo, en ambas direcciones. El promedio de producción ha aumentado en más del 200%; cierta producción aún se pierde por causa de la pudrición negra.

En 1956 Bowman en Costa Rica probó la aspersión de grandes volúmenes con caldo bordeles en comparación con la atomización por medio de atomizadores automáticos Kiekens, empleando Banacobre-Sandoz, un óxido cuproso especialmente fabricado para la atomización del bano. El resultado fue que un ciclo de 30 días de atomización con este producto Banacobre (100 litros al 3% por hectárea) logró el mismo control que el obtenido por medio de aspersiones con caldo Bordelés de gran volumen aplicados en ciclos de 6 semanas. La impresión obtenida fue de que el ciclo más corto con atomización se hizo necesario a causa de que el Banacobre se lavaba más fácilmente. En cualquier caso, este resultado muestra que mediante la atomización con $1\frac{1}{2}$ x 100 litros de líquido se obtiene el mismo control que con aproximadamente 1000 a 1200 litros de caldo Bordelés.

En áreas montañosas o quebradas y en áreas cacaoteras con una distancia de siembra muy estrecha o irregular, en donde los tractores y las máquinas atomizadores no pueden operar, la única solución la constituyen las máquinas portátiles atomizadoras cargadas individualmente. La carga máxima que puede llevarse por medio de estas máquinas es aproximadamente de 5 litros de líquidos, de manera que la aspersión con grandes volúmenes resulta ser imposible en la práctica. La atomización con una cantidad mínima de 120 litros por hectárea significa llenar 24 veces los tanques con el objeto de cubrir una hectárea, lo cual limita la capacidad de aspersión a solamente una hectárea por hombre-día, suponiendo que no ocurra ninguna perturbación a causa de la lluvia y que el suministro del líquido se encuentre bien organizado. Los mejores atomizadores para este propósito resultaron ser los Kiekens de 60 cc. y 75 cc. En 1956 estuve en capacidad de planear ensayos de atomización con el tipo de 60 cc. durante la cosecha de abril a setiembre, empleando el óxido de Cobre-Sandoz (= Banacobre) en Fazenda Mucambo, Bahía (Brasil). Debido a los satisfactorio de los resultados, en 1957 este tipo de atomización se extendió a un área de varios cientos de hectáreas. Cuando visité el área en mayo de 1957 encontré un aumento marcado de pudrición negra al apartarse unos 25 metros únicamente del área tratada. Vermeer realizó los experimentos en 1956, disponiendo en bloques contiguos unos centenares de árboles con 5 repeticiones de tratamiento y del testigo. Se hizo una

comparación entre el tratamiento de la parte productora y el tratamiento del follaje. En el primer caso se aplicaron 100 litros y en el segundo 125 litros, usando en ambos casos Cobre-Sandoz al 2½ %. Con un ciclo de 6 semanas hubo los siguientes porcentajes de mazorcas afectadas el 20 de setiembre (el 15 de agosto se habían removido todas las mazorcas enfermas) lote no tratado 7.58%, tratamiento en la zona de producción 2.80% y el tratamiento del follaje 2.87%. El mismo resultado se obtuvo al siguiente mes, es decir con el tratamiento del follaje hubo el mismo número de mazorcas afectadas que con el tratamiento de solamente la región productora.

En otro ensayo se comparó la atomización de la zona productora en ciclos de 3, 4½ y 6 semanas con 100 litros de Cobre-Sandoz el 2½ % por hectárea. El 30 de setiembre el porcentaje de mazorcas enfermas fue el siguiente: en el ciclo de 3 semanas 3.09%, en el ciclo de 4½ semanas 3.25% y el ciclo de 6 semanas 3.29%.

En Trinidad se inició un ensayo de atomización en 1954 en la finca Perseverancia (Minutas de la Reunión Mensual Agr. Soc. Trinidad, 1956). Se hicieron aplicaciones de aproximadamente 20 litros de una solución óxido cuproso al 5% por hectárea, en ciclos de 4 y 6 semanas. La cosecha por árbol fue la siguiente: árbol no tratado 1.66 kg. de cacao húmedo, tratamiento cada 6 semanas 1.84 kg. y cada 4 semanas 2.42 kg.

La atomización por medio de lanzadoras de neblina, en la región productora, con el objeto de controlar la pudrición negra de la mazorca reduce el consumo de líquido en tal forma que reemplazará cada vez más la aspersión de alto volumen. Aún cuando fuera necesario tratar las plantaciones a intervalos más frecuentes cuando se practican aspersiones de alto volumen, el consumo del líquido sería menor en un 85% aproximadamente.

Parece posible cuarenta la efectividad de la aspersión con bajo volumen al grado que el cobre se adhiera tan permanente como con el caldo Bordelés.

Con el caldo Bordelés se humedece toda la superficie con una emulsión de cobre y cal; esta suspensión se aspergia tan abundantemente que un exceso considerable se derrama y se pierde.

Con la atomización por medio de neblina el objetivo no es cubrir la superficie completamente, sino por el contrario las gotas impulsadas por la corriente del aire, el cual debe tener una velocidad de aproximadamente 5 m/sec. en el momento que toca el objeto, deben depositarse y permanecer separadas. Después de seca, la superficie tratada debe presentar en un arreglo denso de gotitas diminutas muy cercanas las unas de las otras; tal cobertura resistirá las fuertes lluvias tropicales, a la vez que el agua o el rocío será capaz de mojar la superficie y poner en solución un número suficiente de iones de cobre para matar las esporas

germinantes. Consecuentemente, cuando se desea lograr la misma adhesión y el mismo control de la enfermedad con pequeñas gotitas de líquido hay muchos detalles que cobran importancia, los cuales pueden descuidarse en la aspersión de alto volumen. El tamaño correcto de la gota (50/100 micrones), la velocidad adecuada de la corriente de aire y la capacidad de penetración (dependiente del tipo de atomizador), la manera de dirigir la corriente a la planta (dependiente de la máquina y su manejo), el fungicida (la más fina dispersión de partículas de cobre y el incorporar un adherente efectivo) y el ángulo de contacto entre la gotita y el objeto son todos detalles que tiene influencia en la adhesión y el control de la enfermedad. El tamaño correcto de la gota, la velocidad de la corriente del aire y la penetración se obtiene con la máquina Kiekens y sus boquillas. Cuando se emplea la máquina portátil Kiekens de 60 cc. es necesario atomizar desde una distancia de 3 a 6 metros, y la corriente no debe dirigirse muy hacia abajo ya que deberá evitarse hasta donde sea posible, la pérdida de líquido que cae al suelo. Resulta preferible el depósito de cierta porción de líquido en la parte alta del follaje por cuanto, desde este punto el fungicida caerá gradualmente por sobre el árbol.

Una bomba lanzadora de neblina para la aspersión de la zona de producción ha sido desarrollada por la Fábrica Kiekens.

Como ya se ha mencionado, el ángulo de contacto entre el líquido y el objeto es de gran importancia. Si la tensión superficial del líquido a aspergiar es muy alta, las gotitas rebotarán al tocar el objeto. Por otra parte, si la tensión superficial es muy baja las gotitas inmediatamente se aplanarán contra el objeto, conduciendo a la confluencia de unas con otras y originando así gotas mayores que tendrán la tendencia de deslizarse con mayor facilidad sobre el objeto, acumulándose a lo largo de las venas, en los márgenes de la hoja y en las puntas de hojas y frutos, obteniéndose así un cubrimiento pobre y disparejo.

Al observar los depósitos de óxido cuproso en mazorcas de cacao después de una atomización en el Camerún Inglés, se constató que la tensión superficial había sido demasiado baja: pudo observarse una buena parte del fungicida en la porción inferior de la mazorca, desde donde goteaba. En el Ecuador se realizaron pruebas de aspersión en cacao y hojas de café y en Belem (Pará) en hojas de hule con varias suspensiones de óxido cuproso de diferente tensión superficial: estas hojas fueron expuestas a aguaceros en parte artificiales y en parte naturales. El ángulo de contacto entre la gota y el objeto puede alterarse al modificarse la tensión superficial del líquido fungicida. Entre menos se aplane la gota antes de secarse, tanto mejor se distribuyen las partículas de óxido cuproso sobre la gota y tanto menos cobre se pierde a causa de los aguaceros. Aún cuando no ocurre coalescencia de las gotitas, el aplanarse las mismas es una desventaja porque promueve el lavado.

Las gotas con la menor tensión superficial muestran el fenómeno de la acumulación de partículas de cobre en la parte inferior de la gota. Un aguacero tropical de unas 2 pulgadas lava la mayor parte del cobre, dejando solamente residuos en forma de media luna. Por otro lado, las gotas redondas no aplanadas con una distribución más regular del cobre sufrieron poco a causa del mismo aguacero, habiéndose reducido solo en parte la intensidad del color.

Soluciones de 2 a 3% de Banacobre que proporcionan gotitas redondas en hojas de banano originan gotitas muy aplanadas en mazorcas y hojas de cacao. Sandoz ha manufacturado una solución de óxido cuproso que proporciona el ángulo correcto de contacto para el cacao, el café y el hule en concentraciones entre $1\frac{1}{4}$ - $2\frac{1}{2}$ (Cobre-Sandoz 884, también llamado Caocobre-Sandoz). La hoja cerosa de banano necesita un líquido con una tensión superficial menor con el objeto de conseguir el mismo ángulo de contacto que el que se obtiene con las mazorcas y hojas de cacao. Esto también indica que debemos tener cuidado al adicionar otros compuestos químicos, por ejemplo, insecticidas que contienen aceite, sin el examen en cuanto al posible efecto sobre la tensión superficial.

La adhesión y la agresividad están también considerablemente influidos por el tamaño de las partículas de cobre en las gotitas. Fuchs, Stellmach y Vogel (1956) estudiaron el efecto del tamaño de la gota en la adhesión y en la actividad anti-espórica de Alternaria tenuis.

Entre más reducido era el tamaño de las partículas tanto mejor fué su resistencia a la lluvia y tanto mayor su actividad. Con un tamaño de partícula de alrededor de 1 micrón la actividad del óxido cuproso alcanzó el mismo nivel que el del caldo Bordelés. Esto puede explicar como los mejores resultados de atomización con corriente de aire se obtuvieron con Cobre-Sandoz cuya solución muestra el movimiento browniano.

Lellis y de Matta (1956), comparando el Cobre-Sandoz, el oxiclورو de cobre y el Ditano en estudios de campo en Brasil, también concluyen que el Cobre-Sandoz da el mejor control debido a sus propiedades adhesivas.

Cuando el follaje del cacao ha sido dañado apreciablemente por Phytophthora es aconsejable dar un tratamiento especial. En la finca Mucambo se había eliminado la sombra de una área determinada y como consecuencia la Phytophthora había dañado considerablemente los árboles de cacao; presentaban las partes superiores muertas, un follaje muy tenue, escasamente hubo floración y los frutos no cuajaron. En mayo de 1956 se decidió dar al área una atomización especial al follaje, con corriente de aire, mensualmente, con una solución al 2% de Cobre-Sandoz. En diciembre de 1956 el efecto era muy notorio; las partes tratadas se encontraban en recuperación y nuevos brotes se encontraban en desarrollo. Cuando visité el sitio del experimento en mayo de 1957, la parte tratada poseía

un nuevo follaje y los árboles producían de nuevo; la parte no tratada continuaba en su estado de muerte regresiva. Un atomizador especial de gran alcance, Kiekens de 75 cc. es útil para la atomización del follaje. Tan pronto como el follaje se encuentre de nuevo en un estado razonablemente bueno es suficiente continuar únicamente con la atomización de la región productora del árbol. Un efecto favorable secundario de practicar la atomización con Caocobre ha resultado ser la muerte del musgo que crece en el árbol, ramas y hojas, el cual de un modo especial, causa un daño considerable en las regiones húmedas y altas.

VII - Método de Control de Phytophthora en Plantaciones Modernas de Cacao

En la mayoría de las áreas, una vez que las plantaciones modernas de alta producción de cacao han cerrado su follaje, sufren tan severamente de pudrición negra, que el control constituye una necesidad económica. La aspersión con bajo volumen es preferible a la de alto volumen, debido a que es más barata y requiere menos trabajo. Por la misma razón, los atomizadores automáticos de corriente de aire son preferibles a los atomizadores pequeños portados por uno o dos hombres (tales como las máquinas de espalda). 20 hectáreas pueden ser tratadas en un día con un atomizador automático, mientras que se necesitan de uno a dos hombres por hectárea por día en el caso de atomizadores portados a espalda. La duración de un atomizador automático es de unas 5.000 horas, mientras que la duración de un atomizador de espalda no es más que de 750 horas. El tanque del líquido de una máquina de espalda no puede ser mayor de 5 litros, ya que de otra manera será muy pesado para portar; con una máquina automática el tanque puede contener varios cientos de litros.

La experiencia en jardines o huertos europeos nos conduce a esperar mejores resultados con 200 a 240 litros de óxido cuproso al 1½ y 1¼ respectivamente que con 100 litros de óxido cuproso al 3% por hectárea. 200 litros por hectárea significa llenar los tanques 40 veces en el caso de atomizadores de espalda. Debemos por lo tanto concluir que los atomizadores de espalda son más costosos y que su uso implica un problema laboral.

El futuro parece únicamente en favor del atomizador automático (tal como el K.W.H. Cocoa-automatic) impulsado por un pequeño tractor (por ejemplo el Ransom). Debido a que el control sistemático de las enfermedades y pestes constituye una necesidad en las plantaciones de monocultivo y de alto rendimiento, las nuevas plantaciones deberán disponerse de modo tal que resultan apropiadas para el uso de tal maquinaria pequeña y automática. Esto

significa hileras largas en las plantaciones (un menor número de vueltas para la maquinaria), una distancia de siembra de por lo menos 4 metros entre las hileras, las plantas en hileras vecinas deberán ser plantadas alternadamente (de manera que la niebla sea soplada a la planta de la hilera segunda), y que el sistema de drenaje y los árboles de sombra no interfieran con el paso de la maquinaria de hilera de por medio. El cacao debe ser preferiblemente del tipo chupón, y no del tipo abanico (esto es sembrarse por semilla o injerto de yema y no de estaca).

Por cuanto las mazorcas y las cáscaras constituyen la única fuente de infección, deben sistemáticamente sacarse de la plantación, ya enterrando las cáscaras o transportando la cosecha que ha de abrirse en el centro de fermentación y secado. El cosechar en ciclos cortos es preferible, de manera que los frutos infectados puedan ser removidos más frecuentemente.

VIII - El Cáncer de Phytophthora Conducente a la Necrosis del Cacao. (Causada por Ceratostomella Fimbriata)

En años recientes una nueva amenaza seria ha aparecido en Venezuela, Colombia, Mexico y Ecuador, siendo causa de la destrucción completa de algunas áreas de cacao (especialmente los tipos criollos pero también ICS 1) en poco tiempo (véase por ejemplo Malagutti, 1956). Se ha hallado que esta molestia es causada por una combinación del taladrador Xyleborus, portador del hongo Ceratostomella fimbriata, la cual mata el árbol (un caso comparable a la enfermedad del Olmo Holandés). Pero se sabe que el taladrador Xyleborus generalmente ataca árboles ya heridos o debilitados. Hay indicación de que en algunas áreas el cáncer de Phytophthora prepara el camino para el taladrador. Esto podría explicar por qué en la Hacienda Clementina, Ecuador, al pintarse los troncos de cacao con Banacobre y Dieldrin, se obtuvo éxito en el combate de esta molestia (Oechsli, 1957), si bien el cobre es inefectivo contra C. fimbriata. Yo considero ahora posible que la erradicación de los tipos criollos en Ceilán y Java en el comienzo del siglo (Van Hall, 1912 y 1914) fue también causada por la combinación de Phytophthora - Xyleborus-Ceratostomella y no solamente a causa del primero. C. fimbriata está aún presente en las áreas de cacao de Java, en la actualidad está siendo causa de la pudrición mohosa en las plantaciones de Hevea de los alrededores (una seria enfermedad del panel de pica, causada por el mismo hongo). Debido a que el Criollo y otros tipos susceptibles a Ceratostomella no han sido plantados de nuevo en Java, el cacao no sufre más de este hongo.

REFERENCES

- BAKER, R.E.D. Black pod disease in Trinidad. Report of the Cocoa Conference, (1953). 115-116.
- DADE, H.A. Further notes on cushion canker of cacao. Dept. of Agric. Yearbook Gold Coast, (1928), 135-138.
- _____ Further observations on cacao pod diseases in the Gold Coast. Dep. of Agric. Yearbook Gold Coast (1930a), 109-121..
- _____ The determination of incidence of black pod disease of cacao. Dep. of Agric. Yearbook Gold Coast (1930b), 122-128.
- DALE, W.T. Plant Pathology, a progress report. A report on Cocoa Research (1952), St. Augustine, Trinidad.
- FABER, F. von. Bericht über die Pflanzenpathologische Expedition nach Kamerun . Die Braunfäule. Der Tropenplanzer 11 (1907), 757-764.
- FUCHS, W.H., G.STELLMACH und J. Vogel. Teilchengrosse und Wirkungsweise von Kupferpräparaten. Nachr. blatt dtsh. Pflanzenschutz-Dienst 8 (1956), 133-135.
- GREGORY, P.H. Presidential Address. Transactions of the British Mycological Society 35 (1952), 5.
- GRIMALDI, J. Etat des recherches sur la pourriture brune des cabosses du cacaoyer au Cameroun. Report of the Cocoa Conference (1957).
- HADLAND, J.R.G. A further report on the control of blackpod in the Western Region of Nigeria. Report of the Cocoa Conference (1957).
- HAMMOND, P.S. Notes on the progress of pest and disease control in Ghana. Report of the Cocoa Conference (1957).
- HALL, C.J.J. van. De cacao-kanker op Java en zijn bestrijding. Mededelingen Proefstation Midden-Java 6 (1912), 1-17.
- _____ De bestrijding van de cacao-kanker op de onderneming Kemiri (Pekalongan). Mededelingen Proefstation Midden-Java 14 (1914), 1-10.
- HOLLIDAY, P. The control of black pod and witches' broom disease in Trinidad. Report 5th Commonwealth Mycological Conference (1954), 102-106.

McLAUGHLIN, J.H. Some symptoms of *Phytophthora palmivora* Butl., infection on *Theobroma cacao* L. in Costa Rica. *Cacao* 2, n. 10(1950), 3-5.

_____ and G.F. BOWMAN. Fungicidal control of *Phytophthora Palmivora* Butl. on *Theobroma Cacao* L. in Costa Rica, *Cacao* 2, n. 25-27 (1952), 1-2.

LELLIS, W.T. Temperaturas como fator limitante da podridao parda dos frutos do cacauero. Instituto de Cacau da Bahia (1952)

_____ and E.A.F de MATTA. Fungicide comparison for the control of black pod rot of cocoa. *Cacao* 3, n. 11, 15 (1956).

MALAGUTI, G. La necrosis del tronco del cacao en Venezuela. *Agro-nomía Tropical* 5 (1956), 24-34.

MINUTES OF THE MONTHLY GENERAL MEETING OF THE AGRICULTURAL SOCIETY OF TRINIDAD AND TOBAGO (Nov. 15, 1956), 6-7.

MIRANDA, S and H. Da CRUZ. Fighting brown pod disease in Bahia. Report of the Cocoa Conference (1953), 3-5.

N.N. Consideración de principios de acción fungicida en el combate de la podredumbre negra de la mazorca de cacao en Costa Rica, *Cacao* 2, n. 43-44 (1953), 1-2.

_____ Some results of coc l nvestigation at the Inter-American Cacao Centre. *Cacao* 3, n. 3 (1954b), 1-2.

_____ Picture of sprayer combating *Phytophthora* in Costa Rica. *Cacao* 3, n. (1954b), 8.

OECHSLI, P. Recent developments in the control of cocoa pests and diseases in Latin America. Report of the Ccoa Conference (1957).

ORELLANA, R.G. Studies on *Phytophthora* pod rot of cocoa in Costa Rica. Report of the Cocoa Conference (1953a), 117-120.

_____ Infection and tissue changes of *Theobroma Cacao* L. by *Phytophthora palmivora* Butl. VI Intern.Congress of Microbiology, Rome. Vol.3 (1953b), 136-137.

_____ Contribución al estudio de la sobrevivencia, diseminación y combate de la *Phytophthora* del cacao 3, n.4 (1954), 10-11.

_____ Effect of solar radiation and the total nitrogen content on the incidence of *Phytophthora* leaf blight on young cacao. *Cacao* 3, n. 11 (1956), 15.

- PARK, M. The effect of temperature on incidence of brown pod rot disease. Report of the Cocoa Conference (1953), 122.
- RENAUD, R. Observations sur les pourritures des cabosses de cacaoyer. Centre de recherches agronomiques de Bingerville, Bull. 7 (1953), 3-20..
- RORER, J.B. Pod rot, canker and chupon wilt of cacao. Bull. Dept. of Agric. Trinidad, Vol. IX, n. 65 (1910).
- SANDERS, L.A. Bestrijding van bruinrot in cacao (*Phytophthora palmivora*). De Bergcultures 25 (1956), 264.
- SILLER, L.R. The effect of three fungicides on the control of *Phytophthora palmivora* on cacao trees. Cacao 3, n. 4(1954),12.
- _____ and J.M. McLaughlin. A method of evaluation fungicides for the control of *Phytophthora palmivora* Butl. on *Theobroma Cacao* L. Cacao 2, n. 10 (1950), 1-3.
- SMITH, H.C. Report on Cacao diseases in Samoa. Summarized extract in Cacao 3, n. 10 (1956), 1-2.
- THOROLD, C.A. Airborne dispersal of *Phytophthora palmivora*, causing black-pod disease of *Theobroma Cacao*, Nature 170 (1952),718-719.
- _____ The control of black pod disease of cocoa in The Western Region of Nigeria. Report of the Cocoa Conference (1953a), 108-115.
- _____ Observations on fungicide control of witches' broom, black-pod and pink disease of *Theobroma Cacao*. Ann. appl. Biol. 40 (1953b), 362-376.
- _____ Control of black pod disease (*Phytophthora palmivora*) of Cacao by fungicide in The Western Region of Nigeria. Report 5th Commonwealth Mycological Conference (1954), 97-102.
- WIERSUM, L.K. etc. Ziekten en Flagen van *Hevea Brasiliensis* in Indonesië. Djakarta (1955), 91.
- WOOD, G.A.R. Report on cocoa growing in the Dominican Republic, Mexico, Guatemala and Costa Rica, Bournville (1957), 1-40.
- WRIGHT, J. A note on the saprophytic existence in nature of *Phytophthora palmivora* Bulter, the causal organism of black por disease of cocoa. Dept. of Agric. Yearbook Gold Coast (1930), 251-254.

DT/camv.-



IICA