

INVESTIGACIONES SOBRE LA 'RAYADILLA' DEL PLATANO

(Musa sp.) EN COLOMBIA

Por Ricardo Cardeñosa B*

INTRODUCCION

El grupo de plantas comprendidas en el género *Musa* L. ha sido objeto de intenso estudio en el Imperial College of Tropical Agriculture en Trinidad. De las investigaciones citogenéticas y genéticas realizadas por Cheesman, Wardlaw and Spencer (7), Cheesman (8, 11, 12 y 13), Cheesman and Larter (9), Cheesman and Dodds (10), Dodds and Pottendringh (17), Dodds and Simmonds (18 y 19) y Dodds (14, 15 y 16) con la colección de Musáceas de Trinidad, se deduce que *Musa accuminata* Colla y *Musa balbisiana* Colla constituyen las dos especies originales de las cuales se derivan los tipos actuales cultivados, primero por hibridación y luego por mutaciones de ellos. Además, poliploidismo parece ser un fenómeno frecuente que conjuntamente con la selección natural y humana han originado principalmente los llamados plátanos (cooking bananas) o grupo 'paradisiaca' de Cheesman y los bananos o grupo 'sapiantum' de Cheesman aunque, es de advertir, en los dos grupos se hallan tipos diploides.

El cierto grado de variabilidad que se presenta en los clones por diversas razones ambientales, lo complejo de su constitución genética, la característica de no reproducirse sexualmente sino en casos excepcionales y solamente, hasta donde estamos informados, por fecundación de polen haploide, ha dificultado la taxonomía racional y científica de este importante grupo de monocotiledoneas.

En nuestra opinión en Colombia se incluye bajo la denominación 'plátanos' algunas mutaciones de *Musa balbisiana* Colla ('Cachaco', 'Espermo', y 'Cuatrofilos'), los tipos del grupo híbrido 'paradisiaca' ('Dominico', 'Harton', 'Liberal') y algunos tipos del grupo híbrido 'sapiantum' ('Tafetán', 'Guineo de Castilla') que se consumen cocinados. Por banano o guineo se entienden varios tipos del grupo 'sapiantum' que se consumen crudos como frutas.

El plátano constituye uno de los alimentos básicos de la población de algunos departamentos del occidente colombiano como Caldas, Valle del Cauca y Cauca en los cuales su cultivo es, a

* Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

no dudarle, una de sus principales fuentes de riqueza. No es casualidad que ciudades de tan pujante desarrollo económico como Pereira (Caldas), Tuluá y Palmira (Valle del Cauca) queden ubicadas en las tres grandes zonas de producción de plátano. En general puede afirmarse que es uno de los cultivos más importantes de las zonas templadas y cálidas de Colombia, desde el nivel del mar hasta los 2.000 mts. de altitud y desde los 17 hasta los 30 grados C. o más de temperatura anual promedio.

El banano es la fruta que se cultiva actualmente en Colombia en mayor escala. Su exportación es una fuente importante de divisas extranjeras. Su producción está localizada principalmente en la llamada 'zona bananera', Departamento del Magdalena, costa atlántica colombiana.

El cultivo del plátano y banano en Colombia es uno de aquellos que pueden clasificarse como semi-extensivos y como uno de los que responden mejor a la fertilidad y calidad del suelo: su máximo desarrollo se obtiene en suelos de textura franca, profundos, ricos en materia orgánica, húmedos y bien aireados. En general necesita pocos cuidados: unas pocas podas, desenmalezarlo especialmente de las enredaderas trepadoras y apuntalar y recolectar los racimos. Las enfermedades y plagas son, en términos generales, de poca importancia, excepción hecha de la 'Sigatoka' del banano (*Mycosphaerella musicola* Leach (22). *Cercospora musae*).

La enfermedad que últimamente se presenta en las plataneras del Valle del Cauca y que los agricultores han llamado 'rayadilla' coincide bastante con la clorosis infecciosa del banano que describió Magee (23) en Australia. Esto causó gran alarma pues se llegó a pensar ¿estará para iniciarse una epifitotia similar a la del 'bunchy top' del banano que mermó tan fuertemente su cultivo en Australia, Ceylan y Egipto?

Las anteriores consideraciones y otras de miras futuristas han constituido, pues, las razones fundamentales para considerar el estudio de la naturaleza, causa de la enfermedad, su actual importancia, proveer su futuro desarrollo y consecuencias, como uno de los problemas más urgentes por atender en la Estación Agrícola Experimental de Palmira. En los siguientes capítulos se detallan las observaciones hechas, el desarrollo de la investigación y los resultados obtenidos hasta la fecha.

HISTORIA.

Para la mayoría de los agricultores más preparados y experimentados, sus plantaciones comenzaron a enfermarse de 'rayadilla' hacia los años de 1.939 y 1.940. Las primeras consultas sobre la enfermedad hechas por los agricultores del Valle del Cauca las hicieron en

el año de 1.941, según el récord del departamento de fitopatología de la Estación Agrícola Experimental de Palmira, pero sólo se realizaron estudios con alguna intensidad hacia el año de 1.944, después del gran despliegue periodístico motivado por las declaraciones a la prensa sobre la alarma que constató entre los agricultores el entonces Gobernador del Valle del Cauca, don Mariano Ramos, en su jira por el Departamento. Dichos estudios los realizaron los entonces fitopatólogo y fruticultor de la Estación Experimental, Ingenieros Agrónomos, E. de Rojas Peña y E. Mariño. En su informe los dos mencionados profesionales expresan su opinión de que la enfermedad bien pudiera ser causada por la bacteria *Phytopomonas solanacearum* (Smith) Bergey et al., por corresponder los caracteres morfológicos y culturales de una especie bacterial aislada de las plantas enfermas.

Nuestros primeros estudios fueron hechos en la Hacienda de 'El Medio S. A.' en el Municipio de Zarzal (Valle del Cauca). Consistieron en un ensayo de control de la enfermedad mediante la acidificación del suelo por la adición de azufre en la resiembra de una plantación severamente afectada por la supuesta bacteriosis, según la técnica descrita por Eddins (20). Los resultados de este estudio se concreta-



Fig. 1. Plátano 'Maqueño'. Aspecto general de la planta al comenzar a madurar los frutos de su primer racimo. La referencia en centímetros.

Foto Cardeñosa.

ron a comprobar que la cantidad de azufre no era suficiente para bajar el pH a menos de 4 y que la resiembra no se desarrollaba. De bacteria de los tejidos del tallo (rizoma) de las plantas enfermas pero en un alto porcentaje de casos no se obtenía crecimiento de germen alguno y en los casos positivos las bacterias se mostraron, según los intentos hechos para clasificarlas, muy diferente en cada caso. En ese mismo período de tiempo llevamos a cabo varios ensayos de inoculación de tierra esterilizada por la mezcla de ella con trocitos de rizoma de plátano enfermo, pero tanto las diversas solanáceas ensayadas como el plátano plantados en la tierra así tratada permanecieron sanos. Por último la inoculación de todas las cepas de bacterias aisladas de las plantas enfermas, inyectadas en suspensión acuosa en los 'peciolos' de varias plantas de plátanos sanas, dieron resultados completamente negativos (1).

Todos los estudios anteriores y una revisión cuidadosa de la sintomatología, que nos señaló diferencias sustantivas con aquella de la enfermedad de 'Moko', hizo que abandonáramos la hipótesis de una bacteria como causa de la enfermedad.

Los estudios que se describen más adelante fueron adelantados entre los años de 1.946 y 1950.

EL SUSCEPTIVO

La variedad 'maqueño', 'tallo' o 'dominico' constituye el susceptible más típico a la vez que la variedad más ampliamente cultivada en el occidente colombiano. Nuestros estudios, salvo en los casos que se aclaran en su debido tiempo, se realizaron sobre dicha variedad, la que pasamos a describir en seguida (6):

El pseudotallo de 4-5 mts. de altura por 24 a 30 cms. de diámetro en su base, es de color verde muy manchado de rojo. Sus retoños numerosos; en aguja o bandera, con máculas rojas o pardo-rojizas en las hojas.

Las hojas son de color verde mate en el haz, verde más claro que el anterior por el envés el cual está cubierto de perocina; el nervio central de color verde amarillento. Los bordes del peciolo se tocan y sus orillos son rojos.

La inflorescencia es péndula, con dos brácteas previas, el raquis verde intenso o verde con sectores rosados, con una pubescencia fina, abundante, rosada; el número de manos femeninas de 6 a 10, el de masculinas unas doscientas que cuando madura el primer fruto del racimo están todavía produciéndose. Las flores masculinas son persistentes, sus brácteas duran algunos días en desprenderse y luego que se desprenden del eje de la florescencia no se caen inmediatamente sino mucho después. La bellota es ovada-acuminada, bastante alargada.

Las brácteas de las flores femeninas son de color verde, verde con morado o morado para las primeras, para las últimas y todas las masculinas, morado y cubiertas de cerocina en su exterior; todas en su parte interior son de color rojo pálido, amarillento y brillantes.

Cada mano de flores femeninas comprende de 12 a 14 flores hermafroditas, en dos filas. Las masculinas comprenden de 10 a 15 flores en dos filas.

Las flores femeninas tiene un ovario largo, relativamente recto, de pedúnculo regularmente diferenciado, su color es amarillo verdoso muy pálido. En corte transversal se observan de dos o tres óvulos en cada uno de los tres lóculos. El estilo es blanco con puntitos rosados más o menos numerosos y más o menos juntos. El estigma poco lobulado, de color pardo-amarillento. El cáliz es de color rosado y, hacia su base, rojizo; en su línea de contacto con el ovario se forma una cenefa de 1 mm. de ancho más o menos que se interrumpe en los dos engrosamientos del caliz; las cinco puntas son de color amarillo naranja con apéndices dorsales bien desarrollados únicamente en aquellas dos de los extremos. El pétalo (tépaló libre) es de color



Fig. 2. Plátano 'Maqueño'. Racimo al madurar su primer fruto. Referencia en centímetros.— Foto Cardenosa.

blanco, translúcido con una apícula de largo variable y más o menos ancha y amarilla. El androceo compuesto de cinco estambres perfectos, en ocasiones seis, de color blanco en el filamento y color amarillo oro en la antera.

La descripción de las flores femeninas y de las masculinas no es muy diferente. El ovario de las flores masculinas en más de la mitad de su largo es pedúnculo que remata en un tronco de pirámide invertida de color amarillo verdoso muy pálido. El tamaño del ovario de las flores masculinas es muy inferior al de las flores femeninas. El estilo blanco, frecuentemente teñido de rosado pálido. El estigma amarillo y poco lobulado. El cáliz de color rosado pálido, no presenta en su unión con el ovario la cenefa que se dibuja en las flores femeninas. Las cinco puntas son de color amarillo naranja y solo aquellas de los extremos tienen apéndices dorsales manifiestos. La corola, (tépallo libre), blanca, translúcida, con apícula triangular de base ancha y más o menos amarilla. El androceo está compuesto de cinco estambres, en ocasiones seis, blancos de anteras amarillas.

El racimo maduro lo forma un conjunto medianamente apretado

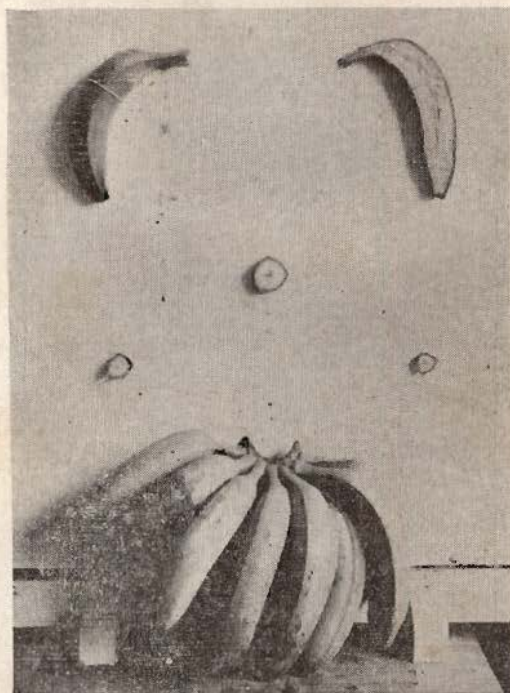


Fig. 3. Plátano 'Maqueño'. Una 'mano' y detalles de los frutos. El lado del cuadrado pequeño = 1 cm.; al del grande = 5.— Foto Cardeñosa.

de frutos que en ocasiones se desvían del plano vertical y que con respecto al eje de la infrutescencia está formando un ángulo agudo; las dos filas de frutos están prácticamente paralelas entre sí. Los ovarios de las flores masculinas, que son todos persistentes, forman con el eje de la infrutescencia un ángulo de 135 grados, más o menos; las brácteas de las flores masculinas en el extremo de la frutescencia no se caen aunque la mayor parte de ellas están ya separadas del raquis y secas. El eje de la infrutescencia es verde oscuro, mate, con abundante pubescencia rojizo-parda y estriado longitudinalmente entre los cojines en los cuales se insertan los frutos.

Los frutos se curvan principalmente en su parte basal; tienen un pedúnculo largo, delgado, bastante diferenciado; su base, en corte longitudinal, es decurrente; el fruto puede calificarse de delgado, terminado en un pico corto, grueso, más o menos diferenciado, en sección trasversal redondo, con aristas medianamente marcadas; cuando maduro la corteza es amarilla y su endocarpio típicamente rosado. No se le han observado semillas. Su tamaño es aproximadamente de 26 cms. de largo por 4.5 de diámetro máximo.



Fig. 4. Planta sana del plátano 'Maqueño' al florecer. Obsérvese el racimo péndulo, la forma de las hojas y la distribución de las mismas.— Foto F. Gómez.

Los frutos de esta variedad se utilizan extensamente en la alimentación humana. Constituye el tipo de mayor valor comercial y más consumo en el Valle del Cauca.

SINTOMATOLOGIA

Las plantas de plátano enfermas de 'rayadilla' se caracterizan por presentar los siguientes signos de enfermedad:

Las primeras manifestaciones externas e indudables se presentan en las hojas centrales las cuales sufren disminución de tamaño, la proporción ancho —largo se hace mucho menor, en ocasiones no queda del limbo sino vestigios y la clorosis es marcada pero desapareja, pues su intensidad varía por parches y en éstos por rayas perpendiculares a la nervadura principal y aproximadamente de un cm. de ancho —de donde le viene su nombre a la enfermedad—. en una franja que las orilla, o en puntas de lanza que llegan hasta

En muchas ocasiones el borde de las hojas cloróticas se necrosa muy cerca de la nervadura central.

La lámina foliar de la hoja enferma tiene los orillos volteados hacia el haz y la textura de la misma es anormalmente quebradiza.

Las hojas forman un conjunto más apretado y erecto que aquel de las hojas normales(condición 'rosette').

El racimo de vástagos enfermos es de plátanos pequeños. No se presenta péndulo como en las plantas sanas, sino oblicuo-erecto u horizontal, quizás por falta de peso o por ser más corto el pedúnculo de la inflorescencia. La maduración es con frecuencia irregular, ésto es, hay unidades de los diferentes gajos que maduran anticipadamente.

Se ha constatado una notable disminución del sistema radicular de las plantas enfermas causada por la pudrición de las raíces y, especialmente, de las raicillas. Cuidadas observaciones del sistema radicular nos han revelado la forma como se desarrolla dicha pudrición: en primer lugar las porciones terminales de las raíces en crecimiento, muy blandas y suculentas en el plátano, presentan (1) o bien agallas, (2) o bien máculas necróticas, alargadas y superficiales, de color rojizo, (3) o bien ambas cosas a la vez. En otras ocasiones las máculas indicadoras de la necrosis o las agallas se inician en las raíces en el punto de salida de una raicilla generalmente muerta o en la grieta longitudinal que forma la raicilla al salir (la formación de estas grietas como causada por las raíces adventicias al salir del rizoma, fue estudiada por Skutch (26). Finalmente se han observado, relacionado con suelo sobresaturado de agua por algunos días previos a la observación, raíces ya maduras en cuya superficie se hallan los estados iniciales de necrosis y de agallas. En cualquiera de los casos estas anomalías se hacen más grandes y, quizás, más numerosas de tai

manera que llegan a anastomosarse ocasionando seguidamente una pudrición parcial o total de la periferia de la raíz o raicilla.

Las observaciones sistemáticas mensuales por más de dos años continuos nos han revelado que:

a) No todos los vástagos desarrollados con posterioridad a las manifestaciones de la enfermedad en el vástago padre sufren con igual intensidad los efectos de la misma;

b) En muchísimos casos los vástagos enfermos originan varios hijos cuya única manifestación de la enfermedad es su escaso crecimiento (enanismo). La mayoría de las resiembras de plátano en las áreas afectadas por la enfermedad no crecen, pudiendo presentar o no presentar otros síntomas de la enfermedad.

c) Plantas de alto porte enfermas de 'rayadilla' pueden producir vástagos enfermos de la misma talla.

d) Plantas enfermas se pueden reproducir en la misma condición por varios años.

e) Varias plantas enfermas han dado la sensación de recobrase completamente.



Fig. 5. Planta de plátano 'Maqueño' al florecer. Presenta los síntomas característicos de la 'rayadilla': conjunto foliar apretado; hojas y racimos erectos; limbo de las hojas enrollados y cloróticos; bordes de los mismos necrosados y erosionados.— Foto F. Gómez.

La enfermedad se presenta en una plantación primeramente en una planta o pequeño grupo de plantas y luego en varios grupos más o menos distantes entre sí, antes de generalizarse. En dos plantaciones en las cuales se hizo una observación sistemática la generalización tardó un poco más de tres años.

Como causas predisponentes de la enfermedad las observaciones de los agricultores y las propias señalan como importantes las siguientes: terrenos muy ricos en nitrógeno (Hda. 'El Medio' S.A. —Zarzal—: la enfermedad se manifestó más intensamente en un antiguo sesteadero de ganado), suelos con mucha materia orgánica (Finca de don Miguel Matta, en El Lauro, Candelaria: las manchas de la enfermedad se localizaron especialmente alrededor de los cachimbos muertos por la decorticosis cuyas raíces y tronco estaban en descomposición) y en terrenos de difícil drenaje en donde el nivel freático sube con frecuencia hasta muy cerca de la superficie. (Finca 'Turin' de don Jerónimo Caycedo, Candelaria).

OTROS SUSCEPTIVOS

En los mismos lotes en donde se hallan plantas de plátano enfermo es de común ocurrencia hallar bananos enfermos de manera similar a la del plátano. La diferencia más notable estriba en que las hojas no se hallan cloróticas sino con rayas alternas de verde oscuro y blanco-amarillento (idéntica sintomatología se encuentra ocasionalmente en las plantas adultas de plátano y más comunmente en sus 'colinos' o retoños).

El cacao, *Theobroma cacao* L. y el café, *Coffea arabica* L. presentan una clorosis en mosaico y formas anormales en las hojas tales como alargamientos, enrollamiento en tirabuzón, etc.

No ya en los mismos lotes pero sí en las mismas zonas afectadas por la 'rayadilla' hemos visto síntomas idénticos a los del banano en dos musáceas: el abacá, *Musa textilis* Nee y la palma del viajero, *Ravenala madagascariensis* Sooner.

Todas las anteriores plantas pueden recobrase de su afección, al menos temporalmente.

No poseemos ninguna prueba que evidencie si estos signos de enfermedad en las distintas especies enumeradas sean ocasionados por la misma causa que produce la 'rayadilla'.

INVESTIGACION I

ACCION DEL SALITRE SODICO EN PLANTAS DE PLATANO ENFERMAS DE 'RAYADILLA'

Este estudio fue hecho en la platanera del señor don Miguel Matta, ubicada en el Municipio de Candelaria (Valle del Cauca), corre-

gimiento de El Lauro. Cooperó con su valioso consejo técnico y el abono —salitre sódico—, el Ingeniero agrónomo Luis Carlos Cruz Riascos, en nombre de la 'Corporación de Ventas de Salitre y Yodo de Chile'.

Los objetivos del estudio se concretaron a (1) saber si las plantas de plátano enfermas de 'rayadilla' se recobran con aplicaciones de salitre sódico comercial que contiene además de nitrógeno, trazas de treinta elementos menores y (2) si la aplicación de salitre sódico ocasionaba modificaciones de la sintomatología de la enfermedad. (3).

Para este estudio se escogió una plantación comercial de cuatro años de edad en la cual habían varias manchas del platanal con matas afectadas por la 'rayadilla' clorótica típica. Las 60 plantas escogidas como indudablemente enfermas, quedaron localizadas en cuatro diferentes manchas.

Los tratamientos fueron tres:

a) Una aplicación mensual de dos onzas (62,5 grs.) de salitre, por planta.



Fig 6. Planta joven de banano con sintomatología similar a la del plátano enfermo de 'rayadilla'.— Foto Barona.

b) Una aplicación de cuatro onzas (125 grs.) de salitre por mes y por planta.

c) Testigos.

El tratamiento a) se aplicó a 15 matas; el b) a quince matas y el c) a treinta. Se tuvo el cuidado de escoger a cada planta tratada con salitre un testigo lo más similar posible.

Los demás cuidado culturales no sufrieron cambio alguno.

Las conclusiones de este trabajo fueron: los abonamientos con salitre ya en las dosis de 2 o de 4 onzas mensuales no ocasionan un recobramiento de la enfermedad, ni tampoco puede decirse que causen cambios de la sintomatología de la 'rayadilla'. Se observó un ligero aumento en el desarrollo de las plantas abonadas en comparación con las no abonadas.

INVESTIGACION II

ENSAYO DE TRANSMISION DE UN POSIBLE VIRUS CAUSANTE DE LA 'RAYADILLA' DEL PLATANO

Nota.— Como estudio preliminar a esta investigación de la transmisión de un posible virus, buscamos y hallamos el áfido *Pentalonia nigronervosa* Coq. (que sepamos, primer registro en Colombia). Este áfido es un vector comprobado de las virosis de las musáceas, aunque Magee ensayó con éxito (23) *Macrosiphum gey* Koch y *Aphis gossypii* Glover. La virosis del plátano y banano no se han podido transmitir mecánicamente; la de abacá sí (Ocfemia y Celino 1.938: 593-598).

Aunque parezca extemporáneo, estimo conveniente decir unas palabras respecto de la posible importancia económica de la enfermedad para justificar plenamente este estudio de comprobación: En efecto, la clorosis infecciosa del banano, al parecer la menos grave de las tres enfermedades virosas de las musáceas, fue considerada por Magee (24) potencialmente tan grave como el bunchy top y el bunchy top según el mismo Magee (Cit en Wardlaw 1.935:322) causó en los distritos de Tweed y Brunswick la eliminación del 90% de las plantaciones en las cuales la infección variaba del 5 al 90%. Otro dato del mismo autor traduce la importancia económica de la enfermedad más palpablemente: en la línea férrea de Curribin a Melbourne (Australia), las entradas anuales del ferrocarril por concepto de transporte de banano, bajaron de £ 20.000 a £ 500.

Este estudio se hizo en doce matas de plátano traídas de Corozal, Departamento de Bolívar, finca del Dr. Francisco Vivero. Este Municipio corresponde a una zona geográfica muy distante con poco o

ningún intercambio de productos vegetales entre las dos y comprobadamente libre de la enfermedad.

Las plantas fueron sembradas en cajones de madera, nuevos, de $0,40 \times 0,40 \times 0,50$ mts. que se llenaron de una mezcla de partes iguales de tierra y arena ambas esterilizadas con vapor recalentado a 80 libras de presión por pulgada cuadrada y durante una hora.

Antes de sembrar la "semilla" se procedió a quitarles las raíces y lavarles la tierra que traían. Desde el momento en que se plantaron se cubrieron con un lienzo de tal manera que no hubo prácticamente entrada de insectos. Tanto las cubiertas como los cajones y barbacoas de cemento sobre las cuales se colocaron los cajones, se asperionaron con DDT al 5% en petróleo dos veces en la semana.

Los áfidos fueron tomados de una de las plantas venidas de Corozal que las trajo. Dicha planta se mantuvo desde su llegada a la Estación Agrícola Experimental en una caja a prueba de insectos.

Los áfidos se manipularon en lotes separados para cada tratamiento. Para cada uno de ellos se dispuso de tres pinceles de pelo de camello, nuevos. Uno se utilizó para tomar los áfidos de la planta en que se encontraban primitivamente y pasarlos a una caja de Petri estéril; de dicha caja se tomaron los áfidos con otro pincel para ponerlos sobre la planta enferma y, después de dejarlos en ella por cuarenta y ocho horas, se pasaron a una nueva caja de Petri estéril en la cual se dejaron por unas dos horas. De allí se tomaron con el tercer pincel para ponerlos en la planta a inocular. El número de áfidos para cada planta fue superior a cincuenta, incluyendo todas las formas y edades.

Los inóculos fueron de dos clases:

a) Un retoño de plátano con la hoja central en plena fase de crecimiento, con la sintomatología descrita para banano, abacá, palma del viajero y 'colinos' de plátano, ésto es, con puntos y rayas blancuzcas o amarillo blancuzcas, enrollamiento del margen del limbo, y deformación del mismo, ('a rayas').

b) Un vástago adulto de plátano con la hoja central en su período de crecimiento y con la sintomatología típica para plantas adultas de esta especie.

Estas plantas se cortaron, inspeccionándolas cuidadosamente para que no fuera a llevar insectos ningunos, en tal forma que sólo quedaron las hojas centrales y unos treinta centímetros de pseudotallo. Así preparadas se metieron dentro de una caja a prueba de insectos enterrándoles el pseudotallo en una matera con arena esterilizada y húmeda.

Los áfidos se dejaron sobre dicho material durante cuarenta y ocho horas.

A las plantas testigos se les pasaron los áfidos directamente, sin el proceso de inoculación.

Cada uno de los tres grupos de áfidos: los infectados en planta adulta enferma de 'rayadilla' clorótica; los infectados en planta joven con 'rayadilla' a 'rayas'; y los no inoculados, fueron distribuidos en cuatro matas, doce plantas en total.

La conclusión más importante a que se llegó con este estudio fue: No se reprodujo ninguna de las dos sintomatologías descritas, por lo cual el resultado de este trabajo lo consideramos negativo en el sentido de que no se lograron resultados con la inoculación del posible virus, mediante el *P. nigronervosa*.

INVESTIGACION III

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE AGENTES TERRICOLAS POSIBLES CAUSANTES DE LA 'RAYADILLA' DEL PLATANO

Las informaciones de los agricultores de que solamente se quedan enanificados los replantes hechos en lugares donde crecieron plantas enfermas y no en aquellos donde crecieron plantas sanas, y la intensa pudrición del sistema radicular de las plantas enfermas de 'rayadilla', nos llevaron a planear una experiencia con el objeto de establecer, en la forma más precisa posible, si es en el suelo en donde están los agentes causantes de la enfermedad mencionada.

Las plantas que se utilizaron para este experimento fueron traídas del Municipio de Corozal, Departamento de Bolívar, Colombia. (4). La tierra para sembrar estas plantas se tomó de la finca del señor Miguel Matta, del lugar donde crecían plantas de plátano típicamente enfermas de 'rayadilla', luego de cortar toda parte aérea de ellas. En las condiciones descritas se tomó la tierra necesaria para llenar ocho cajones de manera no utilizados antes e impregnados de alquitrán. Las dimensiones de dichos cajones, tomadas interiormente, fueron de $0,40 \times 0,40 \times 0,50$ mts. La tierra destinada a cuatro de ellos fue esterilizada con vapor recalentado a 80 libras de presión por pulgada cuadrada, durante una hora. Las plantas fueron incluidas en una armadura de varillas de hierro de $0,80 \times 0,80 \times 1,20$ mts. y cubiertas con un forro de lienzo. Los cajones fueron colocados sobre una barbacoa de cemento, la cual, lo mismo que los cajones, fueron sometidos a una aspersión de DDT al 5% en petróleo, por dos veces a la semana durante el curso de la investigación.

Los resultados de este estudio fueron los siguientes:

Después de cinco meses de haber sido sembradas las plantas, aquellas crecidas en tierra no esterilizada alcanzaban 50, 50, 68 y 1,26 cms. de altura en su penúltima hoja, en contraste con 100, 121, 100 y

90 cms para las plantas crecidas en tierra esterilizada. Aparte del menor tamaño de las plantas no se presentó ningún otro síntoma de enfermedad.

La proporción (veces que el ancho está contenido con el largo) de las penúltimas hojas de las plantas sometidas al presente estudio fue un dato un tanto errático, sin embargo puede observarse una tendencia a aumentar según el grado de afección presentada por las plantas crecidas en tierra no esterilizada. La condición 'rosette', o sea el acortamiento de la zona de 'multifurcación' del pseudotallo es también un tanto irregular, aunque también puede decirse que hay tendencia a presentarse según el mayor o menor grado de enanismo.

El rizoma de dos de las plantas crecidas en tierra sin esterilizar fue conforme en vez de cilíndrico o de sección romboide como en las plantas normales.

Luego de despojar las plantas de la tierra en que estaban plantadas mediante el lavado lento y cuidadoso con agua corriente, se examinaron los sistemas radiculares de todas las plantas: las raíces desarrolladas en tierra no esterilizada presentaron un elevado número de necrosis parciales y las inmensas agallas típicas del *Heterodera marioni*; su desarrollo fue muy inferior al de las crecidas en tierra esterilizada. Se anotó, como algo especial, que la única planta de las crecidas en tierra sin esterilizar que se desarrolló normalmente fue la única que no presentó agallas y solamente unas pocas máculas necróticas de color rojizo.

Para precisar el agente causante de las pudriciones se fijaron en FAA (formol, alcohol, acético) trocitos de raíces maduras que incluían zona necrosada y tejido sano. De las plantas crecidas en tierra esterilizada se tomaron partes de tejido sano pues no se encontró tejido enfermo.

De las placas hechas tanto con el material de las plantas crecidas en tierra sin esterilizar como de aquellas crecidas en el esterilizado, se hicieron tres grupos para someterlos a tinciones que pusieran en claro si se trataba de un hongo o de una bacteria: uno se tiñe con 'phenol-thionin' y Orange G., según el método citado por Rawlins (25). El proceso anterior es uno de los más indicados para el tinte de bacterias en los tejidos así como también, en un grado menor, para hongos; otro grupo se tiñó por el método descrito por Rawlins (25), aconsejado para la diferenciación de hongos en el tejido, mediante el uso de los colorantes Light Green y Magdala Red; finalmente, un tercer grupo fue teñido con 'cotton blue' por el método descrito por el ya citado Rawlins (25).

En las raíces de las plantas crecidas en tierra esterilizada no pude constatar ningún verme, bacteria ni hongo, pese a que revisé igual

número de cortes obtenidos en idénticas condiciones, que aquellos hechos en las raíces de las plantas Nos. 1, 2, 3 y 4.

En las plantas crecidas en tierra no esterilizada (Nos. 1, 2, 3 y 4) y, especialmente con el método de tinte últimamente mencionado, se observaron claramente numerosos nemátodos cuyos tamaños oscilan alrededor de 0,35 mm. En otros cortes hechos a mano y de unas cincuenta micras de grueso, se pudo observar un conglomerado de pequeñas esferas que toman muy bien el 'coton blue' y que parecen corresponder a los huevos de estos nemátodos. El tamaño —diámetro— de dichos huevos es de más o menos 12 a 17 micras. También en algunas ocasiones y exclusivamente en la parte externa y enrojecida de la raíz madura hemos llegado a precisar un micelio que no tiñe intensamente con el 'coton blue'. En ninguna ocasión observamos el hongo en la raíz recientemente atacada por los nemátodos.

Después de este hallazgo trabajamos para obtener que los nemátodos salieran de la raíz al agua, lo cual logramos mediante la esterilización externa de las raíces y luego dejándolas en agua esterilizada por unos veinte días. Esta agua adicionada de alcohol la enviamos al eminente nematólogo al servicio del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Dr. G. Steiner quien nos informó por carta que los nemátodos correspondían principalmente a las especies *Heterodera marioni* (Cornu) Goodey y, en menor número, a la especie *Tylenchus similis* Cobb. También halló el doctor Steiner especímenes aislados de otras cuatro especies más (2).

Las dos especies nombradas anteriormente son conocidas como perjudiciales a numerosas plantas superiores, pero la enfermedad de las plantas plantadas en la tierra donde crecieron plátanos enfermos de 'rayadilla', ¿es la misma 'rayadilla'? Este interrogante no lo contestó nuestro experimento. De los datos obtenidos sólo quedó consignada disminución de tamaño y tendencia a la condición 'rosette'. No se presentó ni rayas alternas verde oscuras con blanco, ni clorosis desapareja asociada con deformación del limbo.

INVESTIGACION IV

RIZOMAS AFECTADOS DE 'RAYADILLA' COMO MATERIAL DE PROPAGACION

El objeto de este experimento fue el de saber si solamente el sistema radicular es el afectado por la enfermedad, a la vez que precisar si la 'rayadilla' tiene el carácter sistémico de las enfermedades virales (2).

El procedimiento consistió en tomar 15 vástagos ya fructificados y 15 'agujas' apropiadas como 'semilla' de plátano, unos y otras con las características más marcadas de la 'rayadilla' y plantarlas, libres

de raíces y de tierra del lugar de origen, en suelo considerado al efecto como 'sano'.

Los resultados de esta simple experiencia fueron sorprendentes: todas las plantas crecieron y fructificaron normalmente y no apareció en ninguna ninguno de los síntomas característicos de la enfermedad.

DISCUSION

La discusión de las investigaciones realizadas será tendiente a valorar los resultados de cada una de ellas en el conjunto con la mira principal de establecer la más lógica vía para llegar al fin propuesto: el conocimiento de la causa o causas de la enfermedad.

La hipótesis de que 'la rayadilla' es causada por un virus tiene en su favor la sintomatología tan sugestiva de una virosis: clorosis dispareja, enanificación, cambio de la textura de la hoja, condición 'rosette', etc., tan similar en un todo a la de la clorosis infecciosa. El hecho de que no haya sido posible transmitirla con el *P. nigronervosa* no niega definitivamente la hipótesis, pero si constituye un principio de negación. De tratarse de una enfermedad virosa se trataría de una virosis especial como que presenta dos características muy particulares: la de no ser sistémica y la de segregarse en tres distintas sintomatologías: clorosis sin enanismo, clorosis con enanismo y enanismo simplemente. Podría suceder también que en determinados casos se desarrollaran en el hospedario anticuerpos que lo inmunicen o quizá también se presente un enmascaramiento de los síntomas.

En su contra tiene, al menos en apariencia, la asociación constante de la pudrición radicular con otros posibles agentes, que al suprimirse prácticamente suprimen la enfermedad, sin olvidar los recobramientos a veces tan completos. Además: hay ya numerosos casos estudiados que establecen como posible que la infestación de vermes en la parte aérea de las plantas provoque en el hospedario una reacción fácil de confundir con una virosis y algo similar podría suceder en el presente caso (21, 27).

Pero si es cierto todo lo anterior, también es cierto que tanto las plantas crecidas en tierra infectada y no esterilizada como en muchas plantas crecidas en el campo en lugares reconocidamente infestados de nemátodos, no siempre presentan todo el cuadro sintomatológico; en ocasiones solamente enanismo y en otras recobramiento aparentemente total.

La deducción que se nos ocurre como lógica es que, sea cualquiera la causa de la enfermedad, ella tiene especiales requerimientos para manifestarse, o en otras palabras: que si se trata de un virus para ocasionar clorosis puede necesitar o de cierta constitución genética especial, o condiciones particulares de nutrición o, más remotamente

quizás, de vástagos no infectados previamente, o de requisitos específicos de medio ambiente como saturación acuosa del suelo por algún tiempo, alta humedad atmosférica, etc.

En el caso de ser causada por nemátodos (considerados conjuntamente *H. marioni* y *T. similis*) es posible que se requiera como condición indispensable para provocar todo el cuadro sintomatológico, una cualquiera de las siguientes:

- a) Un número muy grande de vermes.
- b) Ataque relativamente repentino que ocasione deficiente maduración de los tejidos rápidamente desarrollados.
- c) Alta y constante humedad del suelo que por congestión acuosa de los tejidos de las raíces permita el ataque general al sistema radicular.
- d) Alto contenido de nitrógeno asimilable que haga más numerosas las porciones terminales y blandas de las raíces y raicillas en crecimiento.
- e) Abundante materia orgánica en el suelo sobre la cual puedan multiplicarse los nemátodos. Hemos cultivado nemátodos de la especie *T. similis* por más de tres meses consecutivos en trocitos de raíces de plátano húmedas con un alto porcentaje de procreación.
- f) Una combinación de las tres últimas posibles causas predisponentes.
- g) Asociación de un hongo determinado con los nemátodos ya como principal patógeno, ya como patógeno secundario o simplemente como uno de los elementos sinérgicos de la asociación.
- h) Una condición no vislumbrada todavía.

Los hechos observados en la naturaleza nos inclinan a creer más probable que sean los nemátodos los causantes de la 'rayadilla' conjuntamente con una de las condiciones enumeradas como posibles predisponentes.

CONCLUSIONES

Nuestra conclusión creemos no pueda ser otra que la de indicar la necesidad de más estudio sobre el tema hasta hallar con evidencia completa cual es la causa de la enfermedad.

En cuanto a cual sea el paso inmediato que deba darse para lograr esa evidencia sugerimos aquel de inocular tierra esterilizada con los nemátodos para plantar el plátano y someterlo a los distintas condiciones que enumeramos en la discusión.

RESUMEN

El trabajo incluye una corta historia, algunas consideraciones sobre la botánica e importancia económica del género *Musa* L. y una

serie de investigaciones tendientes a hallar la causa de la enfermedad del plátano denominada por los agricultores 'rayadilla'.

Se describe la variedad 'Maqueño' como el susceptible principalmente estudiado y se mencionan otros posibles susceptibles.

La discusión de los resultados lleva a la conclusión de que es necesaria más investigación para precisar la causa de la enfermedad y a sugerir cuál sería el próximo paso en un lógico desarrollo de la investigación.

BIBLIOGRAFIA CITADA.

1. **Cardenosa Barriga, Ricardo.**— Informe de labores de la Sección de Fitopatología de la Estación Agrícola Experimental de Palmira del año de 1.946, en Informe del Departamento Nacional de Agricultura. Ministerio de la Economía Nacional. Bogotá, Colombia. 1.947.
2. ————— Nuevo aspecto de las investigaciones sobre la 'rayadilla' del plátano. *Notas Agronómicas* 1 (3): 15-29. Illus 1.948.
3. ————— Acción del salitre sódico en plantas de plátano enfermas de 'rayadilla'. *Notas Agronómicas* 3 (2): 103-108. Illus 1.950.
4. ————— Ensayo de transmisión de un posible virus causante de la 'rayadilla' del plátano, de plantas enfermas a sanas. *Notas Agronómicas* 3 (2): 125-141. Illus. 1.950.
5. ————— Estudio preliminar sobre agentes terrícolas posibles causantes de la 'rayadilla' del plátano. *Notas Agronómicas* 3 (2): 109-123. 1950.
6. **Cardenosa Barriga, Ricardo y Cuatrecasas, José.**— Contribución al estudio del género *Musa* en Colombia. (En prensa).
7. **Cheesman, E. E., Wardlaw, C. W., and Spencer, G. L.**— The Cavendish group of banana varieties with special reference to Lacantán. *Trop. Agric. (Trinidad)* 10 (8): 218-221. 1.933.
8. **Cheesman, E. E.**— Genetic and Cytological studies of *Musa*. I. Certain hybrids of the Gros Michel banana. II. Hybrids of the Mysore banana. *Jour. Genec.* 26 (3): 291-312. 4 pl., 19 fig.; 313-316. 2 pl. 1.932.
9. **Cheesman, E. E. and Larter, L. N. H.**— Genetical and Cytological studies of *Musa*. III. Chromosome numbers in the *Musaceas*. *Jour. Genetics* 30 (1): 31-52. 28 fig. 1.935.

10. **Cheesman, E. A. and Dodds, K. S.**— Genetical and Cytological studies of *Musa*. IV. Certain triploids clones. *Jour. Genetics* **43** (3): 337-357.
11. **Cheesman, E. A.**— The genus *Ensete* Horan. *Kew Bull.* 1947-97-106. 1947.
12. ————— Notes on species of *Musa* L. *Kew Bull.* 1948: 11-23. 1948.
13. ————— Classification of the bananas. III. Critical notes on species. *Kew. Bull.* 1948 (2): 145-157. 1948.
14. **Dodds, K. S.**— The genetic system of banana varieties in relation to banana breeding. *Empire Jour. Exp. Agric.* **11** (42): 89-98. 1943.
15. ————— Genetical and Cytological studies of *Musa* V. Certain edible diploids. *Jour. Genetics* **45** (2): 113-138. 1 pl., 25 fig. 1943.
16. ————— Genetical and Cytological studies of *Musa*. VI. The development of the female cells of certain edible diploids. *Jour. Genetics.* **46**: 161-179. 1945.
17. **Dodds, K. S. and Pottendringh, C. S.**— Genetical and Cytological studies of *Musa*. VII. Certain aspects of polyploidy. *Jour Genetics* **47**: 162 177. 1946.
18. **Dodds, K.S. and Simmonds, N. W.**— Genetical and Cytological studies of *Musa*. VIII. The formation of polyploid spores. *Journ. Genec.* **47**: 223-241. 1946.
19. —————. —Genetical and Cytological studies on *Musa*. IX. The origin of an edible diploid and the significance of interspecific hybridisation on the banana complex. *Journ. Genect.* **48**: 205-296. 1948.
20. **Eddins, A. H.**— Brown rot of *Iris* potatoes and its control. *Tech. Bull.* 299 Univ. of Florida, Agric. Exp. Sta. Gainesville, Florida, 1936.
21. **Goffar, Hans.**— Beobachtungen uber *Anguillulina pratensis* Man. *Biol. Ab.* **8** (4): 862. 1934.
22. **Leach, R.**— Banana leaf spot (*Mycosphaerella musicola*) on the Gros Michel variety in Jamaica. Investigations on the aetiology of the disease and the principles of control by spraying. 118 p. 17 pl. Government Printer: Kingston, Jamaica,

- 1.946.
23. **Magee, C. J.**— Investigations of the bunchy top disease of the banana. Com. Australia Council for Sci. and Indus. Res. Bull. 30: 7-64 22 pl. 1.927.
 24. ———.— A new virus disease of bananas. Agric. Gaz. N. S. Wales 41 (12): 929. 1.930.
 25. **Rawlins, T. E.**— Phytopathological and Botanical Research Methods. John Wiley & Sons, Inc. New York and London. 1.933.
 26. **Skutch, A. F.**— Anatomy of the leaf of banana. Bot. Gaz. 84:337-391. 1.927.
 27. **Steiner, G. and Buhrer, E. M.**— Unusual disease symptoms produced by *Aphelenchoides fragariae*. Phytopath. 23 (7): 622-623, 1.923.
 28. **Wardlaw, C. W.**— Diseases of the banana and of the Manila Hemp plant. Mac-Millan and Co. London, 1.935.