UNA AFECCION DE LA MUSA PARADISIACA Y OTRAS MUSACEAS

Por Gonzalo Plazas M. *

INTRODUCCION

HIPOTESIS SOBRE EL ORIGEN DEL PLATANO EN COLOMBIA

No se sabe a ciencia cierta la época en que fue introducido el plátano a Colombia, pues hay controversias al respecto como se verá en seguida.

El Dr. José Cuatrecasas en el Prólogo del trabajo del Dr. E. García (10) (**), sobre el "Plátano en Colombia", dice que que su origen es asiático de donde fué trasportado al Africa y a América. Agrega que el problema es saber si la introducción fue pre-colombiana (Humbolt) o hecha por europeos (DeCandolle), en todo caso la opinión de los escritores modernos es contradictoria.

El Dr. García (cit.), dice que hay diferencias de opiniones al respecto, pues unos naturalistas aseguran que la planta no existía en el país antes de la llegada de los españoles y que su introducción fue hecha a las Islas Canarias a principios del siglo XVI. Oviedo afirma que en 1516, un fraile, Tomás Berlangs, plantó las primeras matitas en Santo Domingo y de aquí se propagó al continente. En cambio Garcilaso de la Vega afirma que en tiempo de los Incas el plátano era la base de la alimentación. El padre Acosta, dice que el plátano se cultivaba en las márgenes del río Orinoco, Casiquiare y otros ríos de la Amazonía, antes de la llegada de los españoles.

BREVES ANOTACIONES SOBRE LA BOTANICA DEL PLATANO

El plátano es una planta herbácea del género MUSA (***), familia **Musaceae; monocárpica,** es decir que el ciclo vegetativo de la planta termina después de la fructificación.

La planta la podemos dividir en dos partes: la subterránea y la aérea.

La subterránea está formada por rizomas grandes, carnosos, de color blanco en su interior, que producen ojos o yemas laterales que al desarrollarse forman los brotes o puyones que vienen a substituir el tallo principal después de la fructificación y que al emitir raíces se independizan del rizoma que los produjo.

Las raíces son fibrosas, muy abundantes y alcanzan hasta 5 ms. de longitud. Están provistas de raicillas y pelos absorbentes. Su coloración hacia los extremos es blanco brillante, mientras que las partes viejas son de color oscuro.

---

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

** El número entre paréntesis indica la cita bibliográfica que se encuentra al final del trabajo.

*** Nombre dado en honor de Antonio Musa, médico de época de Octavio Augusto, primer emperador de Roma.

agregar que en épocas de malas cosechas y fluctuaciones de los precios de estos granos, el agricultor tiene en el plátano una fuente de recursos que alivia la tirantez de sus necesidades económicas.

Deseamos que este trabajo sea un estudio básico de esta anomalía, que por su rápida propagación y los perjuicios que ocasiona a los cultivadores del plátano, ha despertado un vivo deseo en nosotros de ayudar a defender la economía del pueblo rural.

LA ENFERMEDAD

Nombres que se le dan a la enfermedad. — Por lo recientemente presentada la enfermedad en nuestro país, no se le ha dado un nombre preciso, existiendo una completa anarquía al respecto. Se le llama impropiamente :"Marchitamiento", "Arrebol", "Amarillamiento", "Degeneración", y algunas veces se le designa con el nombre de "Bacteriosis del plátano'. Estos nombres no concuerdan con la sintomatología presentada.

A continuación se dará una pequeña explicación del por qué se aplican estos términos y además un resumen de cada una de las enfermedades o anomalías que dichos nombres sugieren y de las cuales es conveniente distinguir.

MARCHITAMIENTO. — **(Fusariosis o Mal de Panamá).** — Este nombre es dado generalmente para designar el **Mal de Panamá,** de cual se hará un breve resumen tomado del "Boletín de Divulgación Nº 15, publicado por la Secretaría de Agricultura y Fomento de Méjico. 1932 (1).

Hoja. — Al ajarse una hoja en la mano, es suave y no quebradiza ,su color al principio es amarillo claro y luciente, volviéndose moreno poco después, pudiendo confundirse con el color que presentan las hojas marchitas por la sequía o exceso de frío. La coloración amarilla de la lámina foliar empieza por el borde avanzando hacia la nervadura central. Estas algunas veces se dobla por el punto de unión con el seudotallo.

Seudotallo. — En corte trasversal se observa una coloración anormal en los haces fibrovasculares del cilindro central, que aparecen como puntos amarillos, rojos o morenos. Más hacia la cepa, los puntos se multiplican progresivamente hasta juntarse unos con otros y formar zonas concéntricas de color moreno, chocolate o rojo vivo. En casos más avanzados el cilindro central muestra una serie de zonas de color moreno o chocolate rodeando el corazón. Un olor característico entre vinagre y pestilente, deja escurrir un líquido transparente casi hialino o a veces amarillo. En cortes longitudinales se descubren vetas filiformes (amarillas, rojas o morenas), vetas que corresponden a los haces vasculares dañados.

En nuestro caso la hoja se vuelve quebradiza, su coloración es de un amarillo tenue, dando la sensación de que la enfermedad fuera producida por carencia de algún elemento. El secamiento empieza por los bordes avanzando hacia la nervadura central o raquis.

En los cortes hechos en el tallo de una planta enferma en sentido trasversal, se notan manchas o inclusiones salteadas que varían de coloración de un

Bihao o bijao, **Heliconia bihai** L., planta cuyas hojas se utilizan en la región para envolver la panela, etc.

HISTORIA Y DISTRIBUCION DE ESTA AFECCION EN EL PAIS

En la hacienda del Naranjal, propiedad de la Federación Nacional de Cafeteros, ubicada en el municipio de Chinchiná, departamento de Caldas, se ha presentado una enfermedad en el plátano que ha sido cultivado allí como sombrío temporal de cafetales que se hallan en experimentación.

En una visita efectuada en junio de 1947 por los estudiantes de los dos últimos años de la Facultad de Agronomía del Valle del Cauca a la Granja de Chinchiná, tuvimos oportunidad de conocer la hacienda y pudimos ver los platanales enfermos; una gran desuniformidad en su crecimiento, notándose decaimiento muy marcado en las plantas, pudriciones en el tallo y pecíolos de las hojas y el follaje en algunos casos deshecho.

Por los datos obtenidos del Jefe de la Sección de Agronomía del Centro Nac. de Inv. de Café, Ing. Agr. Alberto Machado, el problema había sido observado con anterioridad en una pequeña plantación que fue preciso arrancar pues no daba ningún rendimiento.

La enfermedad se ha extendido con más o menos intensidad a otras fincas, siendo más notorio en épocas de verano, pues en épocas de lluvia se nota una ligera reacción de la planta.

Fue contastada la enfermedad en algunas fincas de los municipios de Manizales, Santa Rosa, Chinchiná, Palestina, en el departamento de Caldas; en los municipios de Palmira y Candelaria, en el departamento del Valle del Cauca que hemos tenido oportunidad de visitar. En estos últimos se encuentra alternando con la enfermedad conocida en el Valle con el nombre de "Rayadilla". Posiblemente el área de distribución en el país es muy amplia, pero no ha habido oportunidad de hacer el reconocimiento.

IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA AFECCION

En cuanto a la importancia económica de la enfermedad, como es una cosa que ha aparecido recientemente, no se tienen noticias de las pérdidas, pero se nota un marcado descenso en la producción, existiendo zonas dentro de las plantaciones, completamente improductivas, que acarrean pérdidas considerables; además de la desuniformidad de la maduración y racimos de clase inferior.

Vemos pues la necesidad de atacar cuanto antes cualquier problema que se presente en éstos cultivos, ya que está en sus principios, pues de avanzar traería serios trastornos en la economía rural en los aspectos ya tratados en la introducción.

SINTOMATOLOGIA

Las plantaciones en general presentan un color verde pálido diferente del color verde vivo que se observa en las plantaciones sanas. Hay zonas en donde se nota una marcada irregularidad en su desarrollo, las plantas tienden a enanificarse. Estos fenómenos se notan también en casos aislados dentro de las plan-

tes vientos se suele doblar por el punto de inserción de ésta con el pecíolo. E secamiento se nota primero en las hojas bajas que luego avanza paulatinamen te hasta cubrir todo el follaje.

Fig. 2.—A. Hoja sana. B. Hoja mostrando: 1 secamiento marginal. 2 amarillamiento. Reducido aproximadamente 1/40 del tamaño natural. Foto: Ing. Agr. Ricardo Cardeñosa.

Es aquí cuando se anuncia un marcado debilitamiento de la planta, sobre todo en épocas de verano. En épocas lluviosas se ve que la planta reacciona un poco.

Se encontró en unas pocas hojas el ataque del hongo **Cercóspora musae** Zimm, que produce la Sigatoka, que junto con los síntomas ya descritos ayuda al desquebrajamiento de la lámina foliar, quedando muchas veces, cuando hay vientos fuertes, la nervadura central desnuda, si no se dobla.

El tallo. — (*) Al quitarle los pecíolos de las hojas y dejarlo descubierto, se nota a lo largo una serie de manchas de color pardo oscuro, alternando con el color blanco normal. Su número depende del estado de avance de la enfermedad en que se encuentre la planta.

En los pecíolos de las hojas se nota el mismo fenómeno presentado en el tallo, siendo más abundante en los pecíolos externos.

(*) Al conjunto de tallos y pecíolos se les llama también seudo-tallo o pseudotallo.
Al pecíolo se le suele llamar: yagua o calceta.

En una planta cuanto más extenso sea su sistema radicular, será mayor su capacidad para extraer del suelo las sustancias alimenticias que necesita. En el caso de un sistema radicular pobre y deshecho, como el presentado en las plantas afectadas que se están describiendo, no puede cumplir sus funciones teniendo lógicamente que sucumbir por hambre.

En el campo se hizo un reconocimiento del sistema radicular, estableciéndose tres categorías de acuerdo con el estado de avance de la enfermedad o afección. Se tomaron diez plantas para cada grupo, dando en promedio los siguientes resultados:

1) Plantas hasta con un 25% de su sistema radicular enfermo, es decir que este porcentaje de raíces eran inaptas para tomar alimentos (podridas), no presentaban síntomas externos.

2) Plantas con un sistema radicular enfermo hasta un 40% presentaban signos de la enfermedad, siendo en este estado muy frecuente el enanismo.

3) De más del 60% la planta se encuentra completamente agotada, los tejidos del tallo y pecíolo entran en descomposición, de olor avinagrado.

SINTOMAS INTERNOS

Tallo. — Al hacer un corte trasversal en el tallo, se encuentran manchas salteadas dentro de los tejidos, que varía de coloración, de un pardo claro a un pardo oscuro, en los cortes longitudinales se ve que esas manchas no son continuas. Fig. 4.

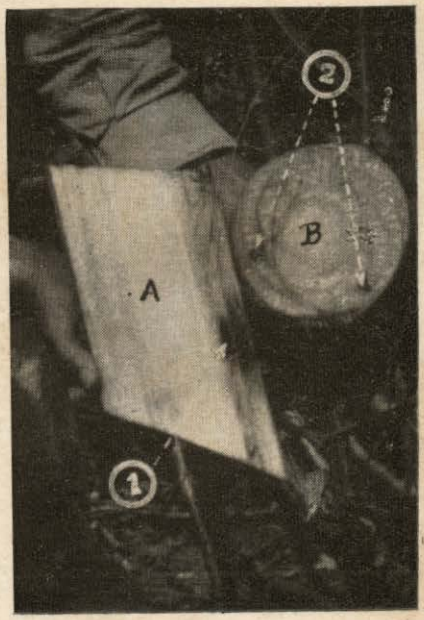

Fig. 4. — Corte longitudinal y trasversal, mostrando manchas necróticas en los pecíolos de las hojas y parte del tallo. A (1) Necrósis en corte longitudinal. B (2) Necrósis en corte trasversal.
Foto: Autor.

Pruebas de bacterias. – El material fué sometido durante una hora en agua corriente. Se cortaron pedacitos entre las zonas enfermas y sanas. Se pasaron por una solución de bicloruro de mercurio al 1° /$_{oo}$ durante 10 minutos; fueron lavados dos veces con agua destilada y dos con agua esterilizada y por último se pasaron a un tubo que contenía agua esterilizada, donde permanecieron durante 24 horas. Después de agitar bien el tubo, se tomaron gotas con una aguja de siembra previamente flameada y se colocaron en porta-objetos, coloreando con fuchsina variando los tiempos desde medio hasta cinco minutos. Se constató la presencia de bacterias y se procedió a aislar.

El aislamiento se hizo tomando agua de la prueba anterior, como también pedacitos de material afectado, desinfectando previamente, fueron sembrados en medio de cultivo, dando como resultado un mismo tipo de colonia.

Para ver la forma y distribución de las bacterias dentro del tejido enfermo, se procedió con el material sobrante incluído en parafina de la prueba de hongo –cortar al micrótomo–. Los cortes variaron de 2 hasta 8 micras; para teñir se siguió la técnica de Hematoxylina férrica (*). (32). Más adelante se dan los resultados de este estudio.

Estudios de la raíz. – Se tomaron muestras de raíces enfermas en todos sus estados, desde las que presentaban un color blando brillante, hasta las de color negro oscuro, utilizando los siguientes fijadores: Karpechenko, Alcohol-formol-acético y Regand.

Se tomaron tres viales para cada fijador, dos para material enfermo y el último para material sano. Se les extrajo el aire para facilitar la penetración del fijador dentro de los tejidos y se dejaron en cada fijador durante 48 horas.

La deshidratación se hizo por el método de los alcoholes de Zirkle, se incluyó en parafina y se procedió a cortar. Estos se hicieron de acuerdo con el grosor de la raíz variando de 8 hasta 16 micras. Los cortes se pegaron en los porta-objetos utilizando la fórmula de Szombathy. Para colorear se siguieron los métodos de Stoughton, con Carbol-tionina. (29) El de Heidenhain modificado por Allen o sea el de Hematoxylina de hierro. (32).

Estos trabajos fueron preliminares, no nos había llamado la atención las protuberancias o nódulos, creyéndose que el ataque fuera causado por hongo o bacteria. En vista de que los resultados fueron negativos en la investigación de estas dos causas, y ya basados en las experiencias anteriores se inició un estudio cuidadoso para encontrar una técnica apropiada y poder ver los trastornos ocurridos en estas zonas de la raíz.

Se tomó material de raíces enfermas que contenían nódulos, puntos negros, como también material sano; los siguientes fijadores fueron utilizados:

(*) Esta técnica dió buen resultado para la coloración de bacterias en nódulos de guamo.

TABLA No. 1 - Resultados Con Varios Fijadores

FIJADOR	Nº VIALES M. Enf.	Nº VIALES M. S.	Cantidad Fijador para C. Vial en c. c.	Tiempo en C/Fi-' jador en horas	Resultados	OBSERVACIONES
Alcohol-formol aceites	2	1	5	48	Regular	Ligera plasmólisis células de las células corticales.
Regaud	2	1	5	48	"	Id.
Bonin	2	1	5	12	Malo	Plasmólisis completa en las células.
Fleming fuerte	2	1	5	12	Regular	Plasmólisis celular en general en todo el tejido.
Craf Nº 2	2	1	5	12	Bueno	No hay plasmólisis en las celulas pero se nota un ligero precipitado en el protoplasma celular.
Karpechenko	2	1	5	48	"	Estas dos dieron excelentes resultados considerados como los mejores de esta serie.
Allen's B 17	2	1	5	48	"	

partes desplazados por masas de larvas de nemátodos. Las células corticales de tejidos se encuentran invadidos por hembras de nemátodos, encontrándose éstas en todos sus estados y edades.

En los tejidos que rodean a las hembras se nota una gran irregularidad, las células que rodean el cuello son grandes, mientras que las de la parte anal son más pequeñas y muy numerosas debido a una excesiva división en este punto.

Las hembras se encuentran siempre con la cabeza dirigida hacia el cilindro central. La coloración que toman depende del colorante empleado. Con Hematoxilina, tanto las larvas como los adultos, se ven negros, diferenciándose claramente del tejido.

En casos avanzados, se encuentran los tejidos completamente deshechos, formándose una masa informe. Las raicillas presentan las mismas anomalías, encontrándose larvas a lo largo de ellas, avanzando hacia la raíz principal.

En los cortes efectuados en los puntos negros de la raíz, se encuentra un excesivo crecimiento de las células de la periferia de la corteza, ejerciendo presión sobre las capas de células más externas, que ayudado por el crecimiento de la hembra, vienen a romper el tejido externo longitudinalmente.

PRUEBAS DE CAMPO

La primera prueba que se hizo fué sembrar en 5 plantas de plátano pedacitos de material enfermo, tomando 5 para inocular y 5 como testigo, no se notó ninguna reacción, las heridas tanto de unas como de otras cicatrizaron normalmente.

Las inoculaciones se hicieron por medio de un saca-bocado, abriendo hueco a distintas profundidades y alturas de la parte aérea del seudo-tallo, en el fondo del hueco abierto se colocaba un pedacito del material necrosado, luego se cubría con el mismo material que se había sacado del hueco y se cubría la superficie externa con esparadrapo.

Con las plantas que se tomaron como testigos, se procedió de la misma manera que el anterior, pero excluyendo los pedacitos necrosados.

En las mismas plantas anteriores se inoculó el Fusarium que se aisló en el Laboratorio, haciendo esto a distintas alturas del seudo-tallo y a distintas profundidades, cubriendo la superficie con esparadrapo, el resultado como el anterior, es decir las heridas tanto de las plantas que se tomaron como testigo como en las inoculadas, cicatrizaron normalmente.

El mismo caso se repitió con las bacterias, pero los resultados fueron negativos.

ETIOLOGIA

AGENTE CAUSANTE DE LA AFECCION

En octubre de 1947 se envió material de raíz enferma al Departamento de Agricultura de los EE. UU. y en febrero de 1948, llegó la respuesta del Jefe

(causa serias anomalías en las raíces). **Aphelenchus parietinus** Bastian. (Pueden causar daños considerables cuando aparecen en grandes cantidades).

Vemos pues la gran diversidad de especies de nemátodos encontrados en las raíces de plátano y banano y otras musaceas, cuyos daños ocasionados en las raíces trae consigo serias anomalías que incapacitan a las plantas para tomar normalmente los alimentos del suelo y poder nutrirse trayendo como consecuencia el paulatino debilitamiento de la planta y de ahí el aspecto externo que presenta de signos de hambre o deficiencia de algunos elementos del suelo.

BREVE DESCRIPCION DEL HETERODERA MARIONI

(Cornu) Goodey

Las hembras de esta especie son piriformes; el cuello es más o menos la cuarta parte del cuerpo. La coloración de la hembra varía de un blanco brillante cuando está joven —miradas al microscópio son hialinas— cuando se acercan a la madurez son de color pardo oscuro. Los huevos se forman dentro del cuerpo de la hembra, permaneciendo allí por algún tiempo, luégo son depositados en un quiste formado al rededor de la parte anal de la hembra, donde permanecen por algún tiempo, dependiendo éste de las condiciones favorables o desfavorables del medio.

En las raíces se les encuentra en la región cortical con el cuello dirigido hacia el cilindro central.

El macho se caracteriza por la forma vermiforme, coloración blanco brillante. Según Goodey (15), miden de 1,2-1,6 mm. de longitud y 0,03-0,36 mm. de diámetro.

Los huevos son de forma elíptica, la coloración varía de blanco brillante a marrón oscuro cuando están maduros. Paredes espesas, revestidas por una sustancia pegante muscilaginosa. Cuando no está maduro se nota en su interior una masa granulosa espesa. Al acercarse a la madurez se nota la larva en su interior, aspecto éste que se observa en el microscopio.

Reproducción. — Tyler (40), dice que la partenogénesis y la singonimia son reconocidas en los nemátodos.

Ciclo de vida. — Según Silveira (33), "una vez que las larvas han nacido, se abren paso a través de la raíz y colocan la cabeza en la región de la endodermis o del periciclo, con el cuerpo más o menos en sentido longitudinal de la raíz. Algunas larvas salen de la raíz y producen nuevos ataques, mientras que otras se dirigen por su interior para colocarse en su extremidad. Una vez escogido el sitio y posición, se estacionan creciendo rápidamente, viniendo la producción de huevos".

El tiempo de duración del ciclo es muy variado y está influenciado por varios factores tales como exceso de humedad en el suelo, cambios bruscos de temperatura, descomposición rápida de las raíces de la planta hospedaria, etc.

Según Tyler (40) dice "que la rapidez con que los nematodos completan su ciclo depende de la temperatura del suelo, inactivándose a 10 grados C., siendo la temperatura óptima de 27 grd. C. En esta temperatura completa su ciclo

PENETRACION DE LOS NEMATODOS EN LOS TEJIDOS

Los nódulos en formación se encuentran en las partes más jóvenes de las raíces. Las regiones tiernas son la puerta de entrada de los nemátodos que luégo se localizan en las partes profundas del tejido epidermal, en donde se estacionan hasta el término de su ciclo.

Godfrey y Oliveira (13), en ensayos llevados a cabo en laboratorio, observaron que la penetración de las larvas se hace siempre por las puntas de las raíces, localizándose en los tejidos, especialmente en la endodermis y en las zonas periféricas del cilindro central. Cristie (7), en ensayos hechos sobre tomate, inoculó larvas de **Heterodera marioni** (Cornu), observó el mismo fenómeno de penetración por las puntas de las raíces para localizarse dentro de los tejidos con la cabeza siempre incrustada en el pleroma, mientras que el cuerpo permanecía extendido en el periblema.

Godfrey y Oliveira (13), en ensayos llevados a cabo en laboratorio con **Heterodera marioni** (Cornu), para ver el tiempo que demoran las larvas en penetrar en las raíces, dan los siguientes resultados: las primeras larvas penetran a las raíces en menos de 6 horas, continuando la penetración hasta 24 horas. Gran número de larvas penetran a las raíces cerca o por un mismo punto. La penetración se hace más abundante por la región meristemática de las puntas de la raíz. La inmigración de las larvas ocurre durante un período de tres o cuatro días, cerca del cuarto día se orientan definitivamente dentro del tejido con la cabeza hacia las células de la endodermis o en la periferia del cilindro central.

FORMACION DE LOS NODULOS

Godfrey (11)), dice al respecto que las agallas formadas en las raíces son el resultado de la reacción del tejido hospedador con la presencia del organismo. Su presencia interfiere grandemente el desarrollo normal de la raíz.

Smith (34), dice que la formación de nódulos en la raíz es debida a la secreción de sustancias químicas producidas por el nemátodo. Siendo estas sustancias de reacción alcalina o ácida, atribuyendo a la secreción ácida la formación de células gigantes y la reacción alcalina causante de estimular la excesiva división celular. Agrega que siempre las células gigantes se encuentran al rededor del cuello del verme, mientras que el fenómeno hiperplásico se encuentra hacia la parte anal del nemátodo. Parece que tiene razón al respecto, pues las células gigantes se encuentran siempre rodeando la abertura exofagial del nemátodo, mientras que la proliferación celular se encuentra rodeando la parte anal.

Cristie (7) dice que las células gigantes son el resultado de la desintegración del muro de las falsas células del cilindro central. Eventualmente capas profundas de células parenquinematosas son diferenciadas formándose elementos xilemáticos de formas irregulares.

kel, Bauneke, Rensch y otros, quienes estudiaron la morfología de los órgano de los nemátodos, sacando en conclusión que tienen un sentido especial que lo capacita para seleccionar e invadir la planta escogida. Esto unido con el fenó meno quimotactico o sea que la planta segrega unas sustancias químicas qu son arrastradas por el agua higroscópica del suelo que van a impresionar ésto órganos que lo hace dirigir hacia donde la planta se encuentra.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA, HUMEDAD Y SUELO SOBRE LA POBLACION DE NEMATODOS

Según Godfrey (11), los factores que más influyen en la disminución de lo nemátodos son el clima y la temperatura.

1).— En la limitación del organismo causante de la enfermedad.

2).— Sobre el número de generaciones que pueden permanecer vivas durante el año.

En cuanto a la humedad, muestra el amplio campo en que pueden vivir desde suelos saturados de humedad hasta suelos con escasez de ella. En ensayos hechos en suelos franco arenosos con humedad de 10 a 100%, demostró que los límites más favorables oscilan de 40 a 70%, siendo la humedad óptima del 60%. En cuanto a la temperatura hizo ensayos entre 15 y 40 grados C., dando como resultado que la mayor amplitud oscila entre 20 a 35ºC. Esto nos indica que la temperatura y humedad son factores limitantes.

Jones (19), asegura que el grado de humedad en los suelos es un factor decisivo para la infección de los cultivos, teniendo en cuenta la temperatura. Así pues en tomate, la temperatura óptima para su desarrollo es de 25 a 30ºC., temperatura que es muy favorable para el desarrollo de nemátodos. Una baja de humedad del suelo de 40% combinada con una temperatura de 24 a 30 grados C., decrece el tamaño y cantidad de los nódulos de las raíces, pudiendo sobrevivir en suelos que contienen de 10 a 100% de humedad.

En lugares donde el aire es seco, pueden sobrevivir hasta 14 días, muriendo tan pronto como el nódulo muere; con el aumento de humedad del suelo disminuyen los nódulos en las raíces.

Tyler (42), dice que las larvas son muy tolerantes a las variaciones de humedad del suelo, viviendo en suelos que aparentemente se ven secos, en este caso las larvas permanecen inactivas, alimentándose de sus reservas. La actividad es mayor en suelos saturados, pues se ha observado mayores infestaciones después de los riegos. Dice que en los suelos limo-arenosos la infestación es mayor que en suelos pesados, arcillosos, pues en estos suelos el traslado de un lugar a otro se hace con más dificultad. El mismo autor dice que la abundancia es mayor en suelos profundos o sea suelos con una capa humífera de varios pies de espesor.

Godfrey (12), dice que los nódulos causados por nemátodos son más numerosos a profundidades considerables, donde el arado no penetra, existien-

2).— Siembra de plátano en lugares en donde haya existido cultivos que contenían nemátodos de éste género.

3).— Con el agua de riego proveniente de suelos infestados que llevan en suspensión larvas o huevos.

4).— Con las herramientas de trabajo que no haya tenido el cuidado de limpiarlas después de haber sido utilizadas en áreas infestadas, y

5).— Con la incorporación de abonos provenientes de residuos de cosechas que tengan raíces infestadas, tales como tomate, repollo, cebolla, etc.

Hay que tener especial cuidado con la introducción de semilla de plantaciones enfermas. Si hay sospechas se deberá proceder con cuidado, eliminando por completo las raíces de los colinos que se van a utilizar como "semilla", raspar la cepa y lavarla hasta que quede libre de partículas de suelo, volverla a raspar con una herramienta limpia y dejarla al sol hasta que el agua se evapore.

Si es posible se puede hacer la desinfección después del procedimiento anterior con una solución de bicloruro de mercurio al 5% durante 8 a 10 minutos, cuidando de lavarla muy bien después del tratamiento. A falta de bicloruro se puede utilizar Kerol blanco al 1% durante 10 minutos o formol al 2% durante 5 a 8 minutos; hacer el lavado con agua después del tratamiento, si ésto no es posible, después de lavada la cepa se puede hacer una hoguera y flamearla allí por 3 o 4 veces. Estos tratamientos son drásticos y retardan la emisión de raíces, pero de dos males el menos.

En lugares donde se sospecha que haya nemátodos, se debe evitar la siembra de plátano o cualquier otro cultivo que sea susceptible, antes de 2 o 3 años, cuidando de eliminar toda planta que sea hospedaria del nemátodo. En este tiempo se debe someter el terreno a continuas y profundas aradas, retirando los residuos de cosechas anteriores y si es posible, agregar cal agrícola al terreno en la proporción de 2½ toneladas por plaza, sembrar durante este tiempo plantas de ciclo corto, tales como arroz o maíz.

El agua que se utiliza para riegos es responsable de la infestación de cultivos susceptibles al ataque de **Heterodera**, pues las aguas de riego provenientes de terrenos infestados llevan consigo huevos y larvas en suspensión que va ampliando el campo de infestación. Esto se debe evitar cuanto sea posible, teniendo el cuidado de no utilizar estas aguas para riegos cuando hay cultivos susceptibles, pues ya sabemos que cada larva puede reproducirse rápidamente y que una hembra da hasta 500 huevos. En cultivo temporal pueden desarrollarse varias generaciones.

Las áreas infestadas deben mantenerse aisladas, con sistemas de drenaje adecuados, trinchos, acequias que recojan el agua sobrante de riegos o lluvias y evitar su utilización.

Todas estas medidas han sido aplicadas en otros países, dando más o menos resultados favorables, de acuerdo con la técnica empleada en su aplicación.

En nuestro medio, por la topografía accidentada del terreno, por el costo de algunas de ellas se hace difícil su aplicación.

Por esta razón nos limitaremos a describir en una forma más o menos detallada las que creemos se puedan aplicar con resultados satisfactorios.

ROTACION DE CULTIVOS

En las regiones donde existe el problema, se debe proceder a arrancar la plantación afectada, luego aradas profundas para desenterrar los rizomas y raíces hasta donde sea posible, retirarlas y quemarlas.

Stainer (37), Matz (23), Brown 2, Carret (4) y otros autores que han estudiado el problema de nemátodos en los cultivos aconsejan la rotación de los cultivos con buen éxito, para el control de nemátodos.

Ya tenemos conocimiento de que existen 132 especies (3) de plantas hospedadoras del **Heterodera marioni** (Cornu) Goodey, luego hay que tener mucho cuidado en la escogencia de las plantas que se van a elegir para la siembra, a la vez que presten una utilidad inmediata al agricultor que va aplicar ésta medida.

En las regiones donde la topografía del terreno es accidentado se aconseja, después de haber destruído las plataneras, sembrar pastos. A continuación se dará una lista de los que han sido chequeados como resistentes y que convienen en nuestro medio, donde se haya presentado el problema:

Micay	**Axonopus micay** (Fluegg) Hitchc.
Guinea	**Panicum maximum.** Jacq.
Yaraguá	**Hyparrhemia rufa** (Nee) Sapf.
Elefante	**Penninsetum purpureum.** Schumacher.
Hatico	**Ixophorus unicetus** (Presb.) Schlt.
Sorgo	**Sorghum vulgare.**
Gordura	**Melinis minutiflora.**
Pará	**Panicum barbinode** Trinius.

También se aconseja sembrar maíz, caña de azúcar y crotalarias, tales como la C. **spectabilis** y **juncea.**

En los terrenos planos sembrando arroz se extermina la población de nemátodos, pues ya vimos que el exceso de humedad perjudica notablemente la población. Se considera suficiente dos cosechas seguidas.

Control biológico. — Los nemátodos tienen muchos enemigos naturales, especialmente hongos que parasitan los huevos. El control por este sistema sólo es factible en campos altamente infestados y que haya poco alimento para estos parásitos.

Oliveira (26), dice que en octubre de 1935 en Hawaiian, recolectaron 52 enemigos de éstos patógenos, en su mayoría hongos de los grupos **Fycomicetos** e **Hyfomicetos.**

Penicillum sp. fue encontrado parasitando los huevos, un protozoa ectoparásito y 24 nemátodos predatores (**Aphalenchoides, Diplogaster, Dorylaimidae** y **Mononchus**). Se encontró que la actividad normal de éstos agentes restringe la población de nemátodos.

Aplicación de abonos. — La adición de materia orgánica y fertilizantes químicos, de buenos resultados en el control de nemátodos; éstos abonos obran como estimulantes en el desarrollo de las raíces, aumenta la población de organismos que parasitan nemátodos.

Scattered, según Linfor, Oliveira y Yap (22), hace notar los efectos de los abonos verdes y de capote sobre la población de nemátodos parásitos de plantas. Watson, según los articulistas, recomienda el uso de gruesas capas de capote o de paja, desperdicios de cultivos y otros materiales que incorporen materia orgánica al suelo.

Howard (18), anota su disminución con el uso de grandes cantidades de fertilizantes orgánicos. Con la adición de 20 toneladas por acre, disminuye intensamente su cantidad por el aumento de organismos que los parasitan. Hace resaltar el hecho de que agregando materia orgánica al suelo se controla la afección causada en las raíces por Heterodera.

Otros autores entre ellos Carrett (4), que trató abono de establo con sulfato de amonio para controlar nemátodos de la raíz, no encontró una apreciable influencia sobre su control. En resúmen algunos autores se muestran partidarios de la adición de materia orgánica a los suelos infestados por nemátodos, en cambio otros no ;ambas opiniones tienen más o menos razón pues la sobrefertilización de los suelos solamente estimula el desarrollo de las raíces, pero no disminuye la población de nemátodos que afectan las plantas.

Las medidas de control por métodos culturales dan buenos resultados si la aplicación se hace combinada. Así donde se va a cambiar el cultivo, se agrega materia orgánica y se encala el suelo, mantener el cultivo limpio de malezas, el control es eficaz.

Variedades resistentes. — En la Estación Experimental de Palmira, el Ing. Agr. Ricardo Cardeñosa B. está haciendo una recolección de las distintas variedades de plátano encontradas en el Valle ,con el fin de hacer un estudio botánico. Estas variedades se pueden aprovechar para buscar resistencias al ataque de **Heterodera marioni.** Por ahora no se hizo estudios al respecto, por falta de una clasificación adecuada.

Precauciones

1).– Evitar los olores del gas.

2).– No tocarlos con las manos, irritan la piel.

3).– La piel absorbe los vapores.

4).– Usar gafas y guantes para el manipuleo.

Algunos autores tales como Young (45), que ensayó algunos compuestos químicos en suelos arenosos para el control de **Heterodera marioni,** dice que los resultados de la cloropicrina inyectada al suelo en la dósis de 150 a 300 kls. por acre, controló el 100% de nódulos. Con bisulfuro de carbono 500 a 1500 kls. por acre obtuvo un control de 100%. Estos compuestos son eficientes cuando se cubre el suelo con papel impregnado de cola animal o caseína, con el fin de evitar el escape de los gases.

Goodfrey, Oliveira, Hoshino (15), dicen que para lograr un control con cloropicrina eficiente se deben tener en cuenta los puntos siguiente: 1).–Previa remoción del suelo, retirar los restos de cosecha; y que tengan suficiente humedad, temperatura y demás requisitos indispensables para la descomposición de la materia orgánica. 2).–El suelo puede estar cultivado, pero libre de cultivos de cobertura y con humedad suficiente. 3).–La rata de aplicación debe ser de 150 a 200 kls. por acre, la eficiencia del control es proporcional a la cantidad aplicada. 4).–La aplicación se hará a 46 cms. de distancia y a una profundidad de 15 a 20 cms. 5).–Retener los gases con papel impregnado de cola animal u otro ingrediente que lo impermeabilice. El control es de 99 a 100%.

Johnson y Goodfrey (20), aplicaron cloropicrina en la cantidad de 90 kls. por acre. La aplicación la hicieron en hoyos de 12,5 a 15 cms. de profundidad, distanciados 45 cms. unos de otros. El control fue efectivo. Es necesario cubrir la superficie, papel o tela impermeable.

Chitwoot (5) y Stark (40), aconsejan la aplicación de cloropicrina mezclada con bicloruro de etileno, pues a la vez que controla los nemátodos que forman nódulos en la raíz, estimula el crecimiento de ellas. Aplicando 10 cc. cada hueco distanciados 25 a 35 cms.

DISCUSION, CONCLUSIONES Y RESUMEN

En nuestro trabajo temimos encontrar algunas dificultades a causa de la heterogeneidad del material por estudiar y por que no existe una sistemática definida para el género musa y mucho menos para sus variedades. Sin embargo observaciones hechas en plantas atacadas de las distintas variedades o especies, presentaron una sintomatología similar, un mismo agente y los mismos perjuicios.

La importancia que tiene el cultivo del plátano en nuestro país estriba en ser la base de la alimentación de nuestro pueblo, especialmente en climas calientes y medios en donde su cultivo se hace necesario. Tienen también una utilización de "doble objeto" al servir como sombrío temporal de cafetales y cacaotales. Resumiendo, es un gran recurso para la economía de nuestro pueblo.

CONCLUSIONES

1).— El **Heterodera marioni** (Cornu) Goodey, es considerado como causante de la afección, presentada en plátano y otras musáceas, que se describe en este trabajo.

2).— La importancia económica de la enfermedad es difícil de avaluar por falta de datos estadísticos, previos. Estriba principalmente en una merma sensible de la producción de frutos.

3).— Las variaciones en la sintomatología observada se consideran debidas a variaciones de suelo.

4).— Las manifestaciones externas de la enfermedad comienzan a notarse, cuando un 40% del sistema radicular está destruído.

5).— Las pruebas e inoculaciones hechas en el laboratorio y en el campo con hongos y bacterias fueron negativos.

6).— La infestación en los campos se está verificando hoy día con mucha rapidez debido al poco cuidado que se tiene, a la ignorancia que hay del problema y a la gran cantidad de plantas hospedadoras del verme.

7).— La siembra de "semillas" sospechosas se puede hacer, pero mediante la supresión de las raíces, el lavado cuidadoso y una previa desinfección de ellas.

8).— Los métodos aconsejados para el control de nemátodos en campos infestados, tales como: rotación de cultivos, adición de materia orgánica, encalado de los suelos y divulgación serían los de aplicación inmediata. Estudios sobre el control químico, búsqueda de variedades menos susceptibles, serían puntos básicos de futuras investigaciones.

9).— Los mejores fijadores para material de raíz, tallo y pecíolos de las hojas son Craf Nº 2 Karpenchenko y Allen's B 17.

10).— De las técnicas para la inclusión de material en parafina estudiadas dió mejor resultado la descrita por Rawlins y Tacahashi (30).

11).— La técnica para la coloración de cortes en parafina y diferenciación de los tejidos es la de Heeidenhai que trae Sass (32) y la de Goodey (17).

RESUMEN

(1) Se citan dos opiniones respecto a la introducción del plátano a la América.

(2) Se hace una breve descripción de la planta de plátano.

(17) Se aconseja el control del nemátodo con medios culturales: variedades resistentes y control químico. Se propone un procedimiento concreto sobre su control, según los métodos conocidos hasta hoy.

(18) Se hace la descripción de los datos para sacar las conclusiones.
(19) Se hace el resumen y se adiciona la bibliografía.

BIBLIOGRAFIA

(1) **Anónimo.** — "Enfermedad de Panamá". Min. Agr. Méjico. Bol. 15: 16-18. 1932.

(2) **Brown, Ll. N.** — "Flooding to control rootknot nematodes". — Jour. Agr. Res. 47: 883-888. 1933.

(3) **Buhrer, M. E.** — "Additions to list of plants attacked by the root-knot nematodes (**Heterodera marioni**)". — The Plant Dis. Rep. 32: 216-234. 1938.

(4) **Carret, S. D.** — "The effect of crops rotation on the eelworm (**Heterodera schactii**). Diseases of cereals". — Jour. Dep. Agrs. S. Australia. 37: 984-987. 1934. (Biol. Ab. (19): Ent. 9707. 1945).

(5) **Chitwoot, B. G.** — "Soil treatment with volatile liquids for control of nematodes". — Phytopath. 31: 818-824. 1941.

(6) **Christie, J. R.** — "Soil fumigation for control of nematodes and other soil-inhabiting organism". Plant Dis. Supl. 1947.

(7) ....."The development of root-knot gall'. Phytopath. 25: 10-11. 1935.

(8) **Fahmy, T. A.** — "Banana disease caused by species of **Heterodera**". Egyptian Min. Agr. Tech. Sc. Srv. Monthly. 7: 3-6.

(9) **Figueroa, A.** — "Curso de Entomología". — Facultad de Agronomía Valle. Colombia. II: 15. 1946.

(10) **García, E.** — "El Plátano en Colombia y particularmente en el Valle del Cauca" Fernández Morgado & Lahera, Ltda. Cali. 15. 1945.

(11) **Godfrey, G. H.** — "Effect of temperature and moisture on nematode root-knot". Jour. Agr. Res. 33: 223-254. 1919.

(12) ....."The depth distribution of the root-knot nematode **Heterorodera radicicola in Florida soils**". — Jour. Agr. Res. 29: 93-98. 1923.

(13) .....**and Oliveira, J.** — "The development of rootknot of pinapple and cow-pea". — Phytopath. 22:325-347. 1935.

(14) .....**and Hoshino, H. M.** — "Increased efficiency of cloropicrin for nematodes control with better confurement of the gas". — Phytopath. 24: 1333-1346. 1934.

(31) **Sass, J. E.** — "Element of botanical microtechnique". — McGraw Hill Book Com. New York and London. 1940.

(32) **Schmidt, E. W.** — "Uber die Beeinflussung van Nematodecysten der Zuckerrube Durch Physikalesche Factoren. Zeitschr". Ver Zucker. Ind 82963. 1932. (Biol. Ab. 9 (6). Ent. 10971. 1935).

(33) **Silveira, V. D.** — "As galhas on tumores das raizes". — Separata da Revista Agronomía de Janeiro. 11-19. 1943.

(34) **Smith, F. E.** — "Mechanism of tumor grot in grown gall". Jour. Agr. Res. 53: 165-186. 1920.

(35) **Stainer, G.** — "On the occurrence of the banana nematode (**Pratylenchus musisicola**) in the U. S. A.". — Phytopath. 30: 710. 1940.

(36) ..... — "The problem on host selection host spesialisation of certain plant infesting nemas and ist aplication in the study of nemic pest". — Phytopath. 15: 499-531. 1925.

(37) .....—"Nematodes causing plant gall controlled best throug crop rotation". — U. S .Dep. Agr. Yearbook of Agr. 1930.

(38 **Stark, F. L., Lear, B. and Newhall, G. A.** — (Cornell U. Ithaca) "Comparison of soil fumigants for the control of the root-knot nematodes". — Phytopath. 34: 954-965. 1944. (Biol. Ab. (19) Ent. 3698. 1948).

(39) **Taylor, A. L.** — "Root-knot resistence of five soybean varieties". Abstr. Phitopath. 32: 650. 1942.

(40) **Tyler, J. D.** — "Development of the root-knot nematode as effected by temperature. Reprodution without males in aseptic root-knot cultures of root-knot nematode". — Hilgardia. 7. 1933.

(41) **Tyler, J. D.** — "Root-knot nematode infestation. Resist or toler to rootknot nematode infest". — Plant Rep. 47. 1941.

(42 ..... — "The root-knot nematode". — Calif. Agr. Exp. Sta. Cir. 330: 34. 1933.

(43) **Varela Martínez, R.** — "Boletín información agrícola general de Colombia". — Min. Agr. Colombia. Bogotá. 10. 1935.

(44) **Wardlaw, G. W.** — "Disease of the banana and the manila Hempplant". — Mac Millan and Co. London. 161-163. 1935.

(45) **Young, P. A.** — Chemical treatment of soil to control the root-knot nematode". Rep. Phytopath. 30: 1940.