

ETIOLOGIA DE UNA NUEVA ENFERMEDAD DEL PLATANO  
(*Musa paradisiaca* L.) Y PRUEBA DE SUSCEPTIBILIDAD DE  
VARIETADES DEL GENERO *Musa* +

Jorge I. Victoria y Ovidio Barros

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

Aproximadamente en 1.964, se presentó en el Valle del Cauca una nueva enfermedad en las plantaciones de plátano.

Muy pocas investigaciones se han realizado en Colombia sobre esta enfermedad, a pesar de las grandes pérdidas que ha causado. Los trabajos adelantados han sido orientados principalmente hacia el conocimiento del organismo causal de la enfermedad, a la determinación de algunas medidas de control que constituyen una barrera para la diseminación de la enfermedad.

Con el presente estudio, se pretende dilucidar su etiología y determinar las especies y variedades del Género *Musa*, más susceptibles al ataque del organismo causal.

REVISION DE LITERATURA

I. — DESCRIPCION DE LA ENFERMEDAD

La enfermedad ha recibido diferentes nombres entre los cuales pueden mencionarse: "Bacteriosis del plátano", "Pudrición acuosa", "Mal de Rozo", etc. De acuerdo con la sintomatología característica, parece más adecuado asignarle el nombre de "Pudrición acuosa del pseudotallo".

Las plantas afectadas presentan una pudrición acuosa en su pseudotallo, la cual se inicia en la herida que queda en la calceta, al cortar los pecíolos de las hojas. La pudrición avanza hacia abajo, algunas veces cubriendo toda la calceta, otras veces parcialmente. Al mismo tiempo que desciende, avanza hacia el interior a través de los tejidos de las calcetas que están en contacto con la más externa. En estados avanzados de la enfermedad, la pudrición desciende hasta la unión del pseudotallo con el rizoma punto e ndonde desaparecen los síntomas. Plantas con ataques severos

+ Tesis Facultad de Agronomía, Palmira.

++ Ingeniero Agrónomo. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Palmira, Colombia.

en el pseudotallo, no presentan ningún síntoma en el rizoma (11). Los ataques más severos se observan en plantas cercanas a la fructificación; sin embargo, la planta es susceptible en todas las edades, desde el estado de plántulas, hasta la fructificación (11).

La enfermedad puede iniciarse en la parte alta del pseudotallo (2,50 mts.), pero preferentemente se presenta en la parte baja, a una altura de 1.50 mts. La pudrición de esta zona produce un debilitamiento del pseudotallo, lo que ocasiona el doblamiento de la planta, ayudado en algunas ocasiones por el peso del racimo. Los frutos de estos racimos quedan en estado inmaduro, sin alcanzar a completar su desarrollo normal (Figura 1). Al realizar cortes transversales del raquis del racimo y de los frutos, no se encuentra en sus tejidos internos ningún síntoma.

En plantas con ataques severos de la enfermedad, las hojas no presentan ningún síntoma, por el contrario, éstas permanecen verdes y con una posición igual a las de una planta sana. Al hacer cortes en el pecíolo, no se encuentra ninguna lesión. Sin embargo, en una plantación que sufre durante varios años la enfermedad las hojas de las plantas van tomando una coloración verde claro, en comparación con el verde oscuro de una hoja normal. Además, las plantas pierden desarrollo, los pseudotallos son delgados, de poca altura, la fructificación es escasa y los racimos son pequeños.



FIGURA 1 --- ESTADO FINAL DE LA PUDRICIÓN ACUOSA DEL PSEUDOTALLO.

Foto: El autor

Ocasionalmente se observó, en las plantaciones visitadas, la presencia de un insecto en los pseudotallos de las plantas afectadas. Este insecto corresponde al género *Metamasius*. De este in-

secto existen varias especies, una de los cuales ha sido clasificada como *M. hemípterus*. De acuerdo a lo observado, las hembras se posan sobre las heridas existentes en el pseudotallo con el propósito de ovipositar. Los huevos eclosionan y originan las larvas que perforan la parte interna del pseudotallo; posteriormente, empujan y originan los adultos que emigran a otras plantas. El autor a pesar de haber notado la asociación insecto-enfermedad, opina que la descomposición del pseudotallo y la producción de fermentación, obran como un atrayente para el insecto.

## II. — ETIOLOGIA DE LA ENFERMEDAD

Llanos (9), inició trabajos tendientes al conocimiento del organismo causal, y probó mediante pruebas de patogenicidad que se trataba de una bacteria.

Fernández (6), utilizando cinco aislamientos, realizó estudios taxonómicos de la bacteria. Estableció varias características morfológica y culturales, realizó pruebas para determinar las características fisiológicas y de actividad bioquímica, pero éstas no fueron lo suficientes como para dar una clasificación precisa del organismo causal de la enfermedad.

Ramos Angel (11), registró bajo condiciones de campo los síntomas de la enfermedad en las siguientes especies y variedades: *M. sapientum*: variedad Gros Michel e híbrido IC-2; *M. paradisiaca*: clones Maqueño, Hartón, Tallo, Dominico; *M. cavendishii*: Pigmeo; *M. sapientum*: Guineo; *M. balbisiaca*: Cachaco.

### PROCEDIMIENTOS (MATERIALES Y METODOS)

#### I. — AISLAMIENTOS Y OBTENCION DE CULTIVOS PUROS.

De muestras colectadas en el Municipio de La Cumbre, El Bolo (Mpio. Palmira) y el CENIAP; se efectuaron aislamientos del organismo causal, mediante el método recomendado por Fernández, 0.

Los medios de cultivos que se utilizaron para los aislamientos fueron: PDA y AN. Los aislamientos obtenidos se purificaron mediante el sistema de suspensiones sucesivas.

#### II. — PRUEBA DE PATOGENICIDAD.

Se seleccionaron nueve cultivos de los aislamientos obtenidos, con el propósito de realizar las pruebas de patogenicidad; para lo cual se utilizaron plántulas sanas de cuatro meses de edad de plátano Maqueño. Por cada sitio de muestreo, se seleccionaron cuatro plántulas: tres que se inocularon con los aislamientos y un testigo.

Para inocular las plántulas sanas, se utilizó el método empleado por Llanos (10), usando jeringas esterilizadas. Se inyecta-

ron 4 ml. de la suspensión del organismo, en 2 sitios diferentes de cada plántula: a 20 cms. y a 80 cms., a partir de la unión del pseudotallo con el rizoma. Estas dos inoculaciones se realizaron con el propósito de comprobar tanto la patogenicidad de los aislamientos, como la forma de avance de la infección.

Las plántulas testigos se inocularon en igual forma que las anteriores, pero utilizando agua destilada-esterilizada.

Una vez realizada la prueba de patogenicidad, se procedió al aislamiento de los organismos inoculados, obteniéndose las cepas con las cuales se trabajó en las pruebas de caracterización.

### III. — IDENTIFICACION DEL ORGANISMO CAUSAL

De los aislamientos inoculados y los realizados o recobrados se escogieron algunos para realizar las pruebas de caracterización del organismo, en dos ocasiones diferentes y en medios preparados en distinta época, con el propósito de comparar y ratificar los resultados obtenidos en la prueba original.

Los medios de cultivo utilizados en las diferentes pruebas de caracterización, se llevaron a un pH 7.0 a 7.2. El crecimiento del organismo en los medios de cultivo utilizadas en las distintas pruebas, se realizó en incubadoras, a una temperatura constante de 27 °C (13).

Las pruebas de caracterización realizadas fueron las siguientes:

#### A.— Morfología y reacciones de tinción.

- 1) Forma y tipo de agrupación: Se empleó método ideado por el autor utilizando un tinte de contraste (azul de metileno borax) en gota suspendida.
- 2) Tamaño de las células bacteriales.
- 3) Tinción de esporas: Como colorante se utilizó una solución de cristal violeta oxalato de amonio (Hucker) (12).
- 4) Tinción de Gram.
- 5) Movilidad.
- 6) Tinción de flagelos: El método empleado fue el de Bailey, modificado por Fischer y Conn (5,13). El autor creyó conveniente una vez terminado el proceso de tinción de flagelo, añadir un colorante de contraste (azul de metileno borax), para dar más nitidez a las células y flagelos.

#### B.— Características culturales:

Para determinar las características culturales, se realizaron

observaciones del crecimiento cada 24 horas, en las siguientes clases de medios:

- 1) Agar nutritivo y papa-dextrosa-agar: a- Colonias desarrolladas en platos con el medio. b- Crecimiento en tubos con medio inclinado.
- 2) Caldo nutritivo.
- 3) Gelatina nutritiva.

#### C.— Características fisiológicas y reacciones bioquímicas:

Se registraron las características y reacciones en los siguientes medios:

- 1) Licuación de gelatina. Se utilizaron tres métodos para efectuar comparaciones: a- Método de punción. b- Método de temperatura óptima de crecimiento. c- Método de Smith (13).
- 2) Producción de Indol: Los métodos utilizados fueron los siguientes: a- Método de Kovacs. b- Método de Gnezda ácido oxálico (13).
- 3) Producción de  $H_2S$ : Para determinar la producción de  $H_2S$ , se utilizó el método de punción en agar acetato de plomo (1).
- 4) Reducción de Nitratos (12).
- 5) Hidrólisis de almidón (13).
- 6) Leche tornasolada (7).
- 7) Agar Krumwiede Triple azúcar (3).
- 8) Desoxycholato agar (3).
- 9) Rojo de metilo (1).
- 10) Voges-Proskauer (1).
- 11) Utilización de citratos (3).
- 12) Utilización de carbohidratos: Se utilizó el medio sintético de Agers, Rupp y Johnsson, teniendo como base que el organismo bajo estudio puede utilizar sales de amonio como fuente de nitrógeno. Los carbohidratos solubles o polialcoholes se agregaron al medio sintético, libre de peptona, a un nivel de 0.5 a 1.0%.

Como indicador de acidez se utilizó Bromotimol azul, y

para detectar la producción de gas, se usaron los tubos Durham (13).

Los carbohidratos utilizados fueron: a- Hexosas: Galactosa, Glucosa, Levulosa y Mannosa. b- Pentosas: Arabinosa y Xylosa. c- Disacaridos: Lactosa, Maltosa y Sucrosa. d- Polisacaridos: Dextrina, Glicógeno e Inulina. e- Glucosidos: Salicina. f- Polialcoholes: Dulcitol, Glicerol, Manitol, Sorbitol y Etanol.

- 13) Licuación de Pectatos: Se empleó el método de Rudd-Jonnes y Wieniga, para determinar la existencia de enzimas pécticas, causantes de la descomposición de la lamina media. Con el empleo de este medio, se determina la presencia o ausencia de verdaderas bacterias productoras de la pudrición suave (soft-rot), en los tejidos de la planta (4,14).
- 14) Medio base oxidativo-fermentativo: El medio O-F, es utilizado para diferenciar en los carbohidratos, el metabolismo oxidativo del fermentativo. En este método se excluye el oxígeno del medio base, siendo esta la única forma de probar la capacidad de los cultivos para fermentar los carbohidratos (8). Los carbohidratos utilizados en este medio base O-F fueron: Sucrosa, Glucosa y Lactosa (2).

#### D.— Hospedantes:

Se utilizaron aislamientos cuya patogenicidad se había comprobado anteriormente, para inocular órganos de diferentes plantas, con el fin de determinar la amplitud de hospedantes del organismo causal de la pudrición acuosa del pseudotallo. Los órganos utilizados fueron:

- 1) Frutos de: Pepino, Pimentón, Cebolla cabezona, Tomate, Frutos verdes, Papa, Zanahoria y Plátano Maqueño, cerca a maduración.
- 2) Pedazos de calcetas de plátano Maqueño, de 10 cms. de ancho por 25 cms. de largo.

Las inoculaciones en zanahoria, papa y plátano, se hicieron mediante heridas realizadas con un bisturí, para luego depositar tres gotas de una suspensión del aislamiento. En pepino, pimentón, cebolla cabezona, tomate y calcetas de plátano, las inoculaciones se hicieron mediante punciones con pipetas Pasteur esterilizadas. Los testigos se inocularon en igual forma, pero con agua destilada esterilizada.

#### IV. — SUSCEPTIBILIDAD DE VARIEDADES.

Con base en las observaciones realizadas por el autor sobre las variedades más comunmente sembradas por los agricultores,

se escogieron con el objeto de determinar el grado de susceptibilidad las siguientes: *Musa sapientum* L.: 1) Variedad Gros Michel, 2) Clon Manzano. *M. paradisiaca* L.: Clon Dominicó, 2) Clon Hartón, 3) Clon Maqueño, 4) Clon Tallo. *M. balbisiana* Colla: 1) Clon Cachaco, 2) Clon Espermo. *M. maoli* Cardeñosa: 1) Clon Pompo. *M. cavendishii* Lamb.: 1) Grande Naime.

Se escogieron cinco plántulas por cada variedad, las cuales se sembraron en macetas con suelo desinfectado. A los cinco meses de plantadas, se procedió a inocular cuatro de ellas por cada variedad, dejando un testigo. El aislamiento utilizado como inóculo se escogió al azar entre todos los aislamientos con las cuales se había realizado las pruebas de caracterización. A cada plántula se le inocularon 2,5 ml. de la suspensión. Los testigos se inocularon con agua destilada esterilizada. Las inoculaciones se realizaron mediante la utilización de jeringas esterilizadas, según método recomendado por Llanos (10).

Inicialmente se hicieron las observaciones cada 24 horas para determinar el tiempo al cabo del cual se presentaron los primeros síntomas externos; luego se efectuaron cada cinco días lecturas para establecer el avance de las lesiones. Lo anterior se hizo en un período de 25 días, fecha en la cual se hizo la calificación de los síntomas en base a la escala de intensidad de ataque, elaborada para inoculaciones de plántulas de plátano de un metro de altura, tal como se muestra en la Tabla I.

T A B L A I

Escala usada para calificar la susceptibilidad a la pudrición acuosa del pseudotallo, 25 días después de realizada la inoculación (\*).

| Calificación | Grado de la susceptibilidad | Tamaño de la lesión |       |
|--------------|-----------------------------|---------------------|-------|
|              |                             | Largo               | Ancho |
|              |                             | (cms.)              |       |
| 0            | Inmune                      | 0                   | 0     |
| +            | Muy resistente              | 6.2                 | 0.62  |
| ++           | Moderadamente resistente    | 12.5                | 1.25  |
| +++          | Moderadamente susceptible   | 25.0                | 2.5   |
| ++++         | Susceptible                 | 50.0                | 5.0   |
| +++++        | Muy susceptible             | 75.0                | 7.5   |

(\*) Escala elaborada por el autor.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### I. — OBTENCION DE CULTIVOS PUROS:

De acuerdo al proceso de obtención de los cultivos puros, se escogieron nueve para efectuar las pruebas de patogenicidad, los cuales fueron: A-110, A-120 y A-130, (CNIAP); B-131, B-143 y B-141, (El Bolo); y C-231, C-251 y C-252, (La Cumbre).

### II. — PRUEBA DE PATOGENICIDAD:

A los tres días después de efectuadas las inoculaciones, algunas plantas presentaron los primeros síntomas externos, las cuales consistían en un pequeño halo amarillento localizado en el sitio de la punción. Estas lesiones aumentaron en tamaño y algunas de ellas presentaron necrosis de los tejidos. En la mayoría de las inoculaciones efectuadas, la enfermedad avanzó hasta la unión del tallo con el rizoma.

Los síntomas externos de las inoculaciones efectuadas a 80 cms. de altura, se observaron a los cuatro y cinco días. Estas lesiones tuvieron un desarrollo más lento que las lesiones originadas por las inoculaciones a 20 cms., lo cual prueba las observaciones hechas por el autor en el campo.

Debido al desarrollo alcanzado por las lesiones a los 10 días (Figura 2), se procedió al reaislamiento de los organismos inoculados, obteniéndose los siguientes cultivos puros: a-112, a-123 y a-131 (CNIAP); b-131, b-141 y b-143 (El Bolo); c-251, c-231 y c-252 (La Cumbre).

### III. — IDENTIFICACION DEL ORGANISMO CAUSAL:

Del total de cepas disponibles, se escogieron cinco que habían sido usadas en la prueba de patogenicidad (A-110, A-120, B-131, B-141, y C-251), y cinco procedentes de los reaislamientos efectuados a partir de estas inoculaciones (a-112, a-123, b-131, b-141 y c-251); a estas cepas se agregaron dos, enviadas por Fernández, O.; las cuales se denominaron K-31 y K-32.

En base a los resultados obtenidos en las pruebas originales, se consideró conveniente incluir en las pruebas de replicación, una cepa de *E. carotovora*, enviada por la General Biological Supply House de E.U.; con el propósito de realizar comparaciones en los resultados que se obtuvieron en las pruebas de caracterización determinado la similitud o diferencia que pudiera existir entre los diferentes aislamientos. Esta cepa se dividió en dos y se denominó E-1 y E-2. Igualmente, se incluyó una cepa de *E. carotovora* enviada por Gladys Cosens, del International Collection of Phytopathogenic Bacteria (ICPB, Department of Bacteriology, University of California, Davis), denominada ICPB-EC 218; cepa que se dividió en dos y se denominó EC 218a y EC 218b. Esta cepa la aisló Ivan Buddenhagen, como patógeno secundario de plantas de bano, en Honduras.

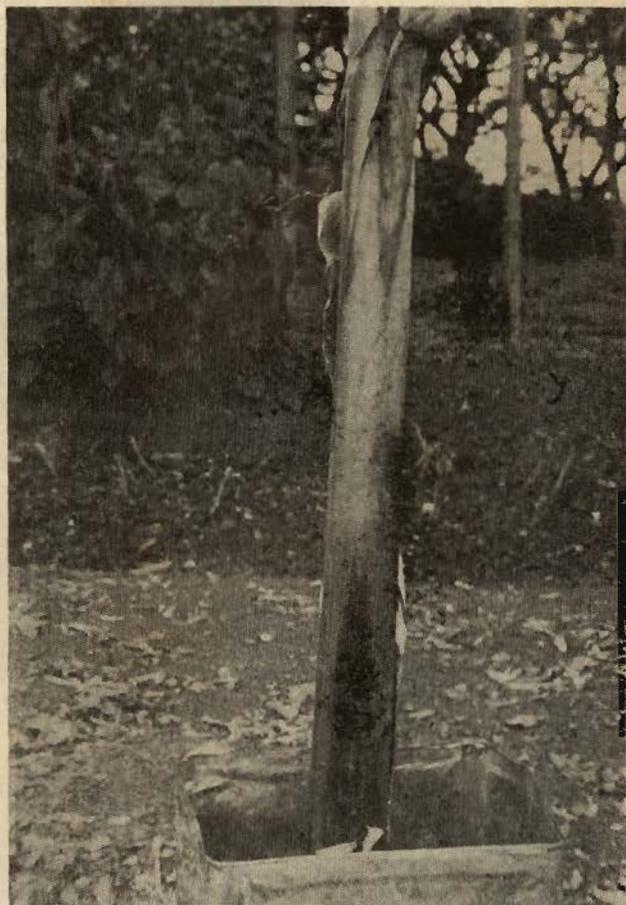


FIGURA 2. — Planta inoculada con el aislamiento A-130, que muestra el desarrollo de los síntomas, al cabo de 10 días.

Foto: El autor

Los resultados obtenidos en las pruebas de caracterización fueron los siguientes:

**A.— Morfología de tinción:**

- 1) Forma y tipo de agrupación: Células alargadas, cilíndricas, con los extremos redondeados, clasificadas como bacilos.
- 2) Tamaño de las células: El tamaño de las células varió de 1.22 a 2.29 micras de largo por 0.61 a 0.92 micras de ancho. Igualmente se determinó la longitud de los flagelos, los cuales variaron de 6.12 a 10.71 micras.
- 3) Tinción de esporas: Resultados negativos para todos los aislamientos.

- 4) Tinción de Gram: Los cultivos en diferentes edades presentaron una tinción negativa.
- 5) Movilidad: Células con movimiento de traslación.
- 6) Tinción de flagelos: El número de flagelos encontrado fue variable, encontrándose células que poseían 1, 2, 3, 4, 5 y 6, siendo 5 lo más común.

#### B.— Características culturales:

- 1) Agar nutritivo y papa-dextrosa-agar: Las colonias en platos con medio son: circulares, convexas, enteras, translúcidas y lisas. El crecimiento en tubos es abundante, filiforme, butiroso, con un olor semejante a caramelo. El medio permanece sin cambiar. El color del cultivo es grisáceo. La viabilidad en AN es de más o menos 6 meses; en PDA, más o menos 15 días, tornándose el crecimiento de color pardo.
- 2) Caldo nutritivo: El crecimiento de los cultivos se presenta en película, fuertemente turbios y con sedimento floculoso.
- 3) Gelatina nutritiva: Los aislamientos son esparcidos, pero sin llegar a presentar licuación. En cambio los cultivos de *E. carotovora* presentan un crecimiento filiforme, con una licuación a los 2-3 días.

#### C.— Características fisiológicas y reacciones bioquímicas:

Los resultados de todas las pruebas se presentan en la Tabla II.

Entre los resultados obtenidos sobresalen los siguientes: No hay licuación de la gelatina, existe producción de Indol, producción de  $H_2S$ , fermentación de la leche, una lenta acción sobre la lactosa, no hay producción de ácido o gas en dulcitol, manitol, resultados que son diferentes a los presentados por los cultivos de *E. carotovora*. Son igualmente importantes los resultados de la licuación de pectatos y fermentación de carbohidratos en el medio base oxidativo-fermentativo, los cuales son parecidos a los presentados por *E. carotovora*.

#### D.— Hospedantes:

Los resultados de las inoculaciones en los diferentes órganos de plantas hospedantes, presentan: en trozos de calcetas de plátano, síntomas de infección a las veinte horas. En heridas hechas a frutos de plátano, a las 24 horas se presentó una necrosis seca en la parte interna. Las reacciones presentadas por los cultivos de *E. carotovora* fueron negativas, es decir no hubo ningún síntoma. En cambio, los resultados coincide en las inoculaciones sobre pepino, pimentón, tomate, papa, cebolla cabezona y zanahoria, en los cuales se observó una pudrición suave (Soft-rot).

TABLA II

Pruebas de caracterización del organismo causal de la pudrición acuosa del pseudotallo del plátano.

| Alisamiento<br>No. | Licuación<br>Pectados | MEDIO 0 — F |    |         |    |         |    | H <sub>2</sub> S | Indol | Licuación<br>Gelatina | Hidrolisis<br>Almidón | Leche<br>Tornasolada | Triple<br>Azúcar | Citratos | Reducción<br>Nitratos | Desoxycholato<br>Agar | Rojo de<br>Metilo | Voges<br>Proskauer |
|--------------------|-----------------------|-------------|----|---------|----|---------|----|------------------|-------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
|                    |                       | Lactosa     |    | Sucrosa |    | Glucosa |    |                  |       |                       |                       |                      |                  |          |                       |                       |                   |                    |
|                    |                       | x           | xx | x       | xx | x       | xx |                  |       |                       |                       |                      |                  |          |                       |                       |                   |                    |
| A—110              | +                     | AG          | AG | AG      | AG | AG      | AG | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |
| a—112              | +                     | AG          | AG | AG      | AG | AG      | AG | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |
| A—120              | +                     | AG          | AG | AG      | AG | AG      | AG | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |
| a—123              | +                     | AG          | AG | A       | A  | AG      | AG | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |
| B—131              | +                     | AG          | AG | AG      | AG | AG      | AG | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | +                  |
| b—131              | +                     | AG          | AG | AG      | AG | AG      | AG | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | +                  |
| B—141              | +                     | AG          | AG | AG      | AG | AG      | AG | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | +                  |
| b—141              | +                     | A           | A  | AG      | AG | AG      | AG | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |
| C—251              | +                     | AG          | AG | AG      | AG | AG      | AG | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |
| c—251              | +                     | AG          | AG | AG      | AG | AG      | AG | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | +                  |
| K—31               | +                     | A           | A  | AG      | A  | AG      | A  | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |
| K—32               | +                     | AG          | AG | AG      | AG | AG      | A  | +                | +     | —                     | —                     | F                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |
| E—1                | +                     | A           | A  | A       | A  | A       | A  | —                | —     | +                     | —                     | R                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |
| E—2                | +                     | A           | A  | A       | A  | A       | A  | —                | —     | +                     | —                     | R                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |
| EC 218a            | +                     | A           | A  | A       | A  | A       | A  | —                | —     | +                     | —                     | R                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |
| EC 218b            | +                     | A           | A  | A       | A  | A       | A  | —                | —     | +                     | —                     | R                    | A                | +        | +                     | +                     | +                 | —                  |

x: Sin cubrir, xx: Cubierto. A: Acido. G: Gas. F: Fermentación. R: Reducción.

Pruebas de caracterización del organismo causal de la pudrición acuosa del pseudotallo del plátano.

CARBOHIDRATOS

| Aislamiento<br>No. | Glucosa | Galactosa | Levulosa | Mannosa | Arabinosa | Xylosa | Lactosa | Malíca | Sucrosa | Glicogeno | Inulina | Dextrina | Glicerol | Etanol | Dulcitol | Manitol | Sorbitol | Salicina |
|--------------------|---------|-----------|----------|---------|-----------|--------|---------|--------|---------|-----------|---------|----------|----------|--------|----------|---------|----------|----------|
| A-110              | AG      | AG        | AG       | AG      | AG        | AG     | AG      | AG     | AG      | —         | —       | —        | A        | A      | —        | —       | —        | AG       |
| a-112              | AG      | AG        | AG       | AG      | AG        | AG     | AG      | A      | AG      | —         | —       | —        | A        | A      | —        | —       | —        | AG       |
| A-120              | AG      | AG        | AG       | AG      | AG        | AG     | AG      | A      | AG      | —         | —       | —        | A        | A      | —        | —       | —        | AG       |
| a-123              | AG      | AG        | AG       | AG      | AG        | —      | AG      | A      | AG      | —         | —       | —        | A        | A      | —        | —       | —        | AG       |
| B-131              | AG      | AG        | AG       | AG      | AG        | AG     | AG      | A      | AG      | —         | —       | —        | A        | A      | —        | —       | —        | AG       |
| b-131              | AG      | AG        | AG       | AG      | AG        | AG     | A       | A      | AG      | —         | —       | —        | A        | A      | —        | —       | —        | AG       |
| B-141              | AG      | AG        | AG       | AG      | AG        | AG     | AG      | A      | AG      | —         | —       | —        | A        | A      | —        | —       | —        | AG       |
| b-141              | AG      | AG        | AG       | AG      | AG        | AG     | AG      | A      | AG      | —         | —       | —        | A        | A      | —        | —       | —        | AG       |
| C-251              | AG      | AG        | AG       | AG      | AG        | AG     | AG      | A      | AG      | —         | —       | —        | A        | A      | —        | —       | —        | AG       |
| c-251              | AG      | AG        | AG       | AG      | AG        | AG     | AG      | A      | AG      | —         | —       | —        | A        | A      | —        | —       | —        | AG       |
| K-31               | A       | AG        | AG       | A       | AG        | AG     | AG      | A      | A       | —         | —       | —        | A        | A      | —        | A       | —        | AG       |
| K-32               | AG      | AG        | A        | AG      | AG        | —      | AG      | A      | AG      | —         | —       | —        | A        | A      | —        | A       | —        | AG       |
| E-1                | A       | A         | A        | AG      | AG        | —      | AG      | A      | A       | —         | —       | A        | A        | —      | —        | A       | —        | AG       |
| E-1                | A       | A         | A        | A       | A         | —      | A       | A      | A       | —         | —       | A        | A        | —      | —        | AG      | —        | A        |
| EC 218a            |         |           |          |         |           |        | A       | A      |         | A         | —       | A        |          | A      | A        |         | A        |          |
| EC 218b            |         |           |          |         |           |        | A       |        |         | A         | —       | A        |          | A      | A        |         | A        |          |

## IV. — SUSCEPTIBILIDAD DE VARIEDADES

Debido a que las pruebas de caracterización del organismo causal de la pudrición acuosa del pseudotallo, se realizaron con 12 aislamientos diferentes, hubo necesidad de escoger un aislamiento al azar: A-110 para realizar las inoculaciones.

De la Universidad de California, Gladys Cosens envió al autor un aislamiento de *E. carotovora*, el cual fue obtenido en Honduras por Ivan Buddenhagen en 1965, de plantas de Banano y aislado como patógeno secundario. Por ser un organismo aislado de una variedad del género *Musa*, se consideró conveniente inocularlo en diferentes variedades con el fin de observar la reacción.

Por cada variedad se utilizaron cinco plántulas: tres inoculadas con el aislamiento A-110; una inoculada con ICPB-EC 218 y un testigo inoculado con agua destilada esterilizada.

A los 25 días se procedió a la calificación de las lesiones presentadas, resultados que se encuentran en la Tabla III.

## T A B L A III

Susceptibilidad de algunas variedades del género *Musa*.

| Especie                | Variedad     | Calificación (*) |
|------------------------|--------------|------------------|
| <i>M. sapientum</i> L. | Gros Michel  | +++              |
|                        | Manzano      | +++              |
| <i>M. cavendishii</i>  | Grande Naime | ++               |
| <i>M. balbisiana</i>   | Espermo      | +++              |
|                        | Cachaco      | +++              |
| <i>M. maoli</i>        | Pompo        | +++              |
| <i>M. paradisiaca</i>  | Maqueño      | ++++             |
|                        | Dominico     | ++++             |
|                        | Tallo        | +++              |
|                        | Hartón       | ++               |

(\*) Calificación de acuerdo a la Tabla I.

Analizando los resultados, se puede comprobar que la especie de plátano *Musa paradisiaca*, con sus diferentes clones, es la más susceptible; dentro de ésta, los clones Maqueño y Dominico presentan el más alto grado de susceptibilidad; en cambio el clon Hartón, mostró el mayor grado de resistencia (moderadamente resistente). Estos resultados concuerdan con las observaciones realizadas en plantaciones comerciales, en donde el Maqueño se comporta como el clon más susceptible y el Hartón como el más resistente.

En la especie *Musa balbisiana* Colla, los clones Espermo y Cachaco presentan el mismo grado de susceptibilidad, pudiendo considerarse como moderadamente susceptibles.

En la especie *Musa sapientum* L., la variedad Gros Michel y el clon Manzano se mostraron moderadamente susceptibles, lo cual no concuerda con las observaciones realizadas en las plantaciones comerciales, en las cuales la variedad Gros Michel presenta un cierto grado de resistencia.

La especie *Musa maoli* Cardenosa, con su clon Pompo, mostró cierto grado de susceptibilidad a la enfermedad, considerándose como moderadamente susceptible.

La inoculación en *Musa cavendishii* Lamb., clon Grande Naimé, presentó resultados que indican una moderada resistencia a la enfermedad, concordando esto con las observaciones realizadas en la colección de variedades del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Palmira, en donde se observan plantas con síntomas muy leves.

Las inoculaciones realizadas con la cepa ICPB-EC 218, dieron resultados negativos en todas las variedades utilizadas. Solo se observó un pequeño punto necrótico (0,2 cms.<sup>2</sup>), debido a la cicatrización de la punción, en el sitio de inoculación.

## CONCLUSIONES

Considerando que se utilizó un suficiente número de aislamientos y se realizaron suficientes pruebas determinativas; es posible, dar una clasificación precisa de la bacteria que ocasiona la pudrición acuosa del pseudotallo del plátano.

- 1.— Teniendo en cuenta que el organismo no produce esporas, es Gram negativo, y posee movilidad, función para la cual cuenta con flagelos peritricales, la bacteria pertenece al género *Erwinia* Winslow et al, 1917.
- 2.— De acuerdo a la capacidad de la bacteria para producir pudrición acuosa en el pseudotallo, lo cual es comprobado con la licuación de pectatos, detectándose producción de enzimas pécticas, la especie pertenece al grupo *Pectobacterium* Waldee.
- 3.— En base a la producción de ácido y de gas, utilizando el medio base oxidativo-fermentativo adicionado de glucosa, sucrosa o lactosa; así como también en un medio sintético libre de pectona adicionado de un amplio rango de azúcares, entre los cuales sobresale la producción de ácido en Etanol, la bacteria que ocasiona la pudrición acuosa del pseudotallo pertenece a la especie *E. carotovora* (Jones 1901) Holland 1920. Localización comprobada mediante la prueba realizada por Gladys Cosens (Universidad de California), quien encontró en los aislamientos incapaces

cidad de producir el Pigmento Azul Indigoidine, pigmento que es producido por las especies pertenecientes al grupo *E. chysanthemi*.

4.— Con el fin de comparar los resultados de las diferentes pruebas, se contó con un aislamiento de *E. carotovora*, enviado por la General Biological Supply House y ocasionalmente otro aislamiento (ICPB - EC 218), enviado por la Universidad de California.

Efectuadas las comparaciones de los resultados obtenidos, se observaron en varias ocasiones marcadas diferencias, entre las cuales sobresale la licuación de gelatina, producción de Indol y producción de ácido sulfhídrico. *E. carotovora* presenta la licuación de gelatina, no produce Indol, ni ácido sulfhídrico, en cambio la bacteria que ocasiona la pudrición acuosa del pseudotallo no es capaz de licuar la gelatina, produce Indol y ácido sulfhídrico.

Además de las anteriores diferencias presentadas en las pruebas fisiológicas y bioquímicas, la especie *E. carotovora* no tiene la capacidad de producir una enzima que le permita descomponer la laminilla media de las células del tejido del pseudotallo del plátano, en cambio la especie bajo estudio sí es capaz de producirla.

En base a la marcada consistencia de los resultados obtenidos por el autor en las diferentes pruebas de caracterización, se puede afirmar que el organismo causal de la pudrición acuosa del pseudotallo del plátano, es una nueva variedad dentro de la especie *E. carotovora*.

Mediante inoculaciones, se probó la susceptibilidad de las siguientes especies del género *Musa*: *M. sapientum*, *M. paradisiaca*, *M. balbisiana*, *M. cavendishii* y *M. maoli*, de las cuales *M. paradisiaca* es la más susceptible.

De acuerdo a lo anterior, la nueva variedad de la especie *E. carotovora*, se debe denominar *E. carotovora* var. *paradisiaca*. Esta nueva variedad no debe confundirse con el organismo causal de la pudrición del rizoma del banano, *E. musae* Warren, organismo con el cual existen varias diferencias tanto de sitio de infección como en algunas pruebas fisiológicas y bioquímicas.

## R E S U M E N

El autor clasifica al organismo causal de la enfermedad dentro de la especie *Erwinia carotovora* (Jones 1901) Holland 1920. Efectuando una comparación de los resultados que presenta la bacteria que ocasiona la enfermedad en el plátano con los de las cepas de *E. carotovora* utilizadas en las pruebas, se encontró que *E. carotovora* presenta varias diferencias: licúa la gelatina, no produce Indol, no produce  $H_2S$ , además, *E. carotovora* no es capaz de producir una enzima que le permita descomponer la laminilla media de las células del tejido del pseudotallo. Teniendo en cuenta que los anteriores resultados fueron marcados y consistentes, el autor considera que el organismo causal de la pudrición acuosa

del pseudotallo del plátano es una nueva variedad dentro de la especie *E. carotovora*.

En base a los resultados de una prueba de susceptibilidad de especies y variedades del género *Musa*, los cuales probaron que *M. paradisiaca* es la especie más susceptible, el autor considera que la nueva variedad de *E. carotovora* se debe denominar *E. carotovora var paradisiaca*.

### BIBLIOGRAFIA

1. — American Public Health Association. Standard methods for the examination of water, sewage, and industrial wastes. 10th. ed. American Public Health Association, Inc. New York. 522 p. 1955.
2. — Difco Laboratories, Difco supplementary literature. Difco Laboratories Incorporated. Michigan. 381 p. 1966.
3. — ————. Difco manual of dehydrated culture media and reagents for microbiological and clinical laboratory procedures. 9th ed. Difco Laboratories Incorporated. Michigan. 350 p. 1967.
4. — ————. Plant disease due to bacteria. 2nd ed. Cambridge University Press. Cambridge. 231 p. 1967.
5. — Echandi, E. Manual de laboratorio para Fitopatología general. IICA. Lima. 51 p. 1967.
6. — Fernández B., O. Estudios taxonómicos de la bacteria que causa la pudrición acuosa del pseudotallo del plátano (*Musa paradisiaca*). Memorias. IV Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos. Barranquilla. Noviembre 20-24. 250 p. 1967.
7. — Garassini, L. A. Microbiología. Organización de Bienestar Estudiantil. Universidad Central de Venezuela. Editorial Sucre C. A. Caracas. 559 p. 1958.
8. — Hugh, R. and E. leifson. O-F basal Medium. Journal Bacteriology. 66: 24-26. 1953.
9. — Llanos M. C. Anotaciones preliminares sobre una nueva enfermedad del plátano en el Valle del Cauca. Séptima reunión del Programa de Fitopatología del ICA. Chinchiná (Caldas). 6 p. (Mimeógrafo). 1966.
10. — ————. Una nueva enfermedad del plátano en el Valle del Cauca: la bacteriosis. Agricultura Tropical. 23 (12): 806-812. 1967.

11. — Ramos A., A. Estudio de una posible nueva enfermedad en algunos cultivares de *Musa* spp. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Palmira. 42 p. (Tesis no publicada). 1965.
12. — Salle, A. J. Laboratory manual of fundamental principles of Bacteriology. 4th. ed. MacGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 1948.
13. — Society of American Bacteriologists. Manual of microbiological methods. Committee on Bacteriological Technic. McGraw-Hill. New York. 315 p. 1957.
14. — Starr, M. P. The causal agent of bacterial root and stem disease of guayule. *Phytopathology*. 37: 291-300. 1947.