

## Alteración de la composición del fruto de la *Musa cavendishii* producida por el *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

T. FERNÁNDEZ FALCÓN y M. FERNÁNDEZ\*

ALTERATION DE LA COMPOSITION DES FRUITS DE *MUSA CAVENDISHII* PRODUITE PAR LE *FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *CUBENSE*.

T. FERNANDEZ FALCOL et M. FERNANDEZ.

*Fruits*, Oct. 1984, vol. 39, nº 10, p. 613-615.

RESUME - On a déterminé quantitativement (mg/l), dans les fruits de *Musa cavendishii* var. naine affectés par le *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, un contenu protéique de 44 p. 100 du total trouvé dans les fruits sains. On a trouvé (à l'aide des techniques électrophorétiques), dans les fruits affectés, l'absence de vingt des quarante-quatre protéines antigéniques détectées dans les fruits sains.

### INTRODUCCIÓN

En las plantas, el desarrollo y maduración de los frutos los podemos considerar como la representación más genuina y avanzada de los procesos de diferenciación y especialización. Procesos que, por otra parte, constituyen uno de los mayores interrogantes de la Biología en la actualidad porque el mecanismo que los controla y regula permanece siendo un misterio.

Como estos procesos parecen estar ligados a la síntesis de proteínas, (GROBSTEIN, 1963), hemos tomado los análisis inmunológicos como medio de investigación en la determinación del papel que juegan estas macromoléculas proteicas en el desarrollo y maduración del fruto de la *Musa cavendishii* var. enana. Sin embargo, como explica

LEONE, (LEONE, 1962), la aplicación de las técnicas inmunológicas por parte de los serobotánicos acarrea la desventaja de que, frente a los serozoólogos, estos cuentan con el suero normal de los animales inoculados, y aquellos no lo poseen en los individuos vegetales; además, el bajo contenido en proteínas de las plantas lleva consigo la necesidad de recurrir a las técnicas de absorción de los inmunosueros; a la vez que, los productos del metabolismo de las plantas (taninos, alcaloides, etc.) entorpecen las reacciones serológicas. No obstante, nosotros hemos usado en nuestro estudio la sistemática inmunológica entusiasmados por su sensibilidad y especificidad.

### MATERIAL Y METODOS

Se seleccionó la *Musa cavendishii* var. enana cultivada en Canarias porque: 1) el fruto es el órgano más diferenciado de la planta; 2) el cultivo y comercio de la banana es el núcleo fundamental de la economía de las Islas Canarias (especialmente de Tenerife, Gran Canaria, La Palma

\* - T. FERNANDEZ FALCON - Departamento de Microbiología. Facultad de Biología de la Universidad de la Laguna, Islas Canarias.  
M. FERNANDEZ - Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Centro de Edafología y Biología Aplicada de Tenerife. s/c de Tenerife.

y La Gomera) ; y 3) porque estas plantas muestran, desde hace unos cuarenta años, (MENENDEZ, 1970), una enfermedad, conocida como «Mal de Panamá», que está producida por el *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Se nos planteó determinar las alteraciones que podrían producirse en la pulpa de los frutos de la *Musa* afectada del «Mal de Panamá».

Se obtuvieron y prepararon los antígenos de la pulpa de los frutos, de la segunda «mano» mirando al sol de los racimos de la *Musa*, según la pauta descrita por FERNÁNDEZ, (FERNÁNDEZ y col., 1973). Se inoculó a cinco lotes de conejos de la especie *Oryctolagus cuniculus*. A estos animales se les administró el antígeno, mezclado con Coadyuvante Incompleto de FREUND, hasta que los inmunosueros hubieran alcanzado el título óptimo en el nivel de anticuerpos, (FERNÁNDEZ, 1975), valorados estos según la técnica de Doble Difusión en Gel de OUCHTERLONY (OUCHTERLONY, 1958).

Las electroforesis en Gel de Poliacrilamida se llevaron a cabo con geles de 7.5 y 3 %, respectivamente, en acrilamida, a pH 7.5, siguiéndose la sistemática expuesta por FERNÁNDEZ, (FERNÁNDEZ y col., en prensa). Para las inmunoelectroforesis se utilizó la microtécnica de SCHEIDEGGER de microelectroforesis (SCHEIDEGGER, 1955), con las modificaciones introducidas por CHORDI y KAGAN, (CHORDI y col., 1964), y CHORDI, WALLS y KAGAN (CHORDI y col., 1964).

Las determinaciones cuantitativas se realizaron por el método de FOLIN-CIOCALTEAU, (LOWRY, 1951).

## RESULTADOS

La determinación cuantitativa de las proteínas en la pulpa de los frutos de la *Musa* afectada del Mal de Panamá se llevó a cabo en solución de Urea 8M y por la técnica de FOLIN-CIOCALTEAU. Se evidenció que la concentración de las macromoléculas proteicas en estos frutos era de 0.60 mgr./ml. Esta concentración era menor aún que la mitad de la que poseían los frutos de una planta normal, analizados una vez hubieron madurado en el laboratorio, que era de 1.38 mgr./ml. Se calculó la desviación standard para todas las medidas efectuadas y resultó ser de 0.0006. Estos resultados nos llevaron a pensar que aún en las plantas afectas del Mal de Panamá e sigue la síntesis proteica, ya que analizados los frutos de una planta enferma en el estado de inmadurez se determinó que la concentración de proteínas en los mismos disminuía a los valores mínimos de 0.19 mgr./ml., y, por otra parte, que esta síntesis se queda cuantitativamente en una composición intermedia entre las Fases I (frutos cuya pulpa poseía un diámetro inferior a tres milímetros) y la Fase II (pulpa inferior a doce milímetros de diámetro), que fue, respectivamente, de 0.50 y 0.75 mgr./ml.

De las veinte bandas, reveladas por la sistemática elec-

troforética en Gel de Poliacrilamida, para los extraídos de los frutos de la banana en el estado maduro, catorce se manifestaron para los frutos de la *Musa* afectada del Mal de Panamá. Estas bandas fueron las de numeración 1, 6, 7, 8,9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 20 (se sigue la numeración dada a los frutos normales y maduros). Como para la Fase I y Fase II del desarrollo de la banana normal se detectaron respectivamente diez y quince bandas en Poliacrilamida, este resultado para los frutos de la *Musa* atacada por el *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, nos lleva a la conclusión de que estas bananas se encuentran, cualitativamente, con una composición proteica intermedia entre los dos primeros estadios de la diferenciación por nosotros estudiados.

La experiencias inmunoelectroforéticas que realizamos enfrentando el inmunosero antiplátanos total (que contenía no sólo los anticuerpos contra todos los antígenos de los frutos sanos en sus diferentes estadios de desarrollo y maduración, sino también contra todos los antígenos presentes en los frutos de las plantas afectas de la micosis) contra los antígenos del fruto de las plantas atacadas por el *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, han demostrado que de las cuarenta y cuatro proteínas antigénicas localizadas en la pulpa de los frutos de las bananas normales y maduras, en los frutos de plantas afectadas de la fusariosis se presentaban ausencias de diez u once de estos antígenos, según la muestra ensayada.

De estas cuarenta y cuatro moléculas antigénicas diferentes, treinta y una eran constantes en todas las muestras de los frutos de la *Musa* normal y trece variaban según las condiciones climatológicas y edafológicas de la zona de la cual se tomó la muestra. A dieciséis de estas treinta y una moléculas antigénicas constantes se les denominó «constitutivas» (por presentarse en todas las muestras y en todos, y cada uno, de los diferentes estados del desarrollo y maduración), y sus movilidades electroforéticas respecto a la albúmina del SHN eran : -6, 6, 15, 24, 27, 33, 39, 42, 51, 57, 78, 81, 90, 96, 103 y 121 ; a las quince restantes se les relacionó con la «diferenciación» (por aparecer progresivamente a lo largo de la misma) y sus movilidades fueron : - 12, -9, -3, 3, 12, 18, 21, 30, 48, 63, 66, 93, 106, 109 y 115. La simplificación antigénica en la pulpa de los frutos de plantas enfermas era llevada a cabo a expensas de once de las quince proteínas relacionadas con la diferenciación, (-12, -9, 3, 12, 18, 21, 48, 66, 106, 109 y 115), y sólo a expensas de una proteína constitutiva (15).

Estos resultados parecen confirmar que en este caso de fusariosis de la *Musa cavendishii* var. enana cultivada en Canarias causada por el *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*: primero, no ocurre lo mismo que en otras micosis, como ha descrito GOTTIEHIEB, (GOTTIEHIEB, 1943), para otras plantas, de un bloqueo de la síntesis proteica que podría ser debido a las toxinas del patógeno, ya que en ningún caso se encontraron ni endo ni exotoxinas del *Fusarium* en los frutos de las plantas enfermas ; y, segundo, que no se sintetizaron todas las proteínas y luego se degra-

daron, como indica GOODMAN, (GOODMAN y col., 1967), sino que, por el contrario, en estos frutos de plantas enfermas no se llevaba a cabo el patrón de diferenciación del fruto de una planta normal que pone en marcha el progra-

ma general del desarrollo y maduración, lo cual implica que no se sintetizaban todas las proteínas constantes en los frutos normales.

## BIBLIOGRAFIA

- CHORDI (A.) y KAGAN (I.G.).  
*J. Immunol.*, 93, 439, 1964.
- CHORDI (A.), WALLS (R.W.) y KAGAN (I.G.).  
*J. Immunol.*, 93, 1034, 1964.
- FERNANDEZ FALCON (T.).  
*Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, La Laguna, 1975.*
- FERNANDEZ (T.), PEREZ (R.) y CHORDI (A.).  
*Ann. Edaf. y Agrobiol.*, XXXII, 1143, 1973.
- FERNANDEZ (T.), FERNANDEZ (M.) y CHORDI (A.).  
*Ann. Edaf. y Agrobiol.*, en prensa.
- GOODMAN (R.N.), KIRALY (Z.) y ZAITLIN (M.).  
*The Biochemistry and Physiology of Infections plant Disease.*  
*Ed. Copyright, USA, 1967.*
- GOTTIEHIEB (D.).  
*Phytopathol.*, 33, 126, 1943.
- GROBSTEIN (C.).  
*Cytodifferentiation and Macromolecular Synthesis.*  
*Ed. M. Locke, Londres, 1963.*
- LEONE (C.A.).  
*Taxonomic Biochemistry and Serology.*  
*The Ronal Press Company, New York, 1964.*
- LOWRY (O.H.), ROSEBROU (N.J.), FARA (A.L.) y RANDALL (R.J.).  
*J. Biol. Chem.*, 193, 165, 1951.
- MENENDEZ-RODRIGUEZ (J.).  
*Homenaje a E. Serra Rafols. II, 423.*  
*Universidad de La Laguna, 1970.*
- OUCHTERLONY (O.).  
*Progr. Allergy*, vol. 5, 1958.
- SCHEIDEGGER (J.J.).  
*Int. Arch. Allergy*, 7, 163, 1955.



	<b>DARBONNE</b> SOCIÉTÉ CIVILE DARBONNE	Siège social : 6, boulevard JOFFRE 91490 MILLY-LA-FORET B.P. 8 Tél. (6) 498.95.95 --- Télex 690373
	<b>PLANTS de FRAISIERS</b> Tous nos pieds-mères sont issus de méristèmes	<b>GRIFFES d'ASPERGES</b> Sélection DARBONNE n°4 Sélection DARBONNE n°3 Nouveauté : Hybride de clones DARBONNE n°231 La gamme complète des nouveaux hybrides INRA
<b>PLANTS de FRAMBOISIERS</b>		... Une visite en vaut la peine .....
Pour toutes informations sur nos productions DEMANDER NOTRE CATALOGUE GRATUIT		