

## PATOGENICIDAD DE *Rosellinia bunodes* EN EL JAUL (*Alnus acuminata*)<sup>1/</sup>\*

Mariela Bermúdez \*\*  
Julieta Carranza \*\*

### ABSTRACT

**Pathogenicity of *Rosellinia bunodes* on jaul (*Alnus acuminata*).** *Rosellinia bunodes* (Berk. & Broome) Sacc. was determined to be the causal agent of a lethal wilt disease observed on *Alnus acuminata* H.B.K. trees associated with a coffee plantation in San Antonio de Coronado, Costa Rica. The fungus was identified by the anamorphic stage produced in culture. A greenhouse experiment confirmed the pathogenicity of the fungus on *Alnus* seedlings.

### INTRODUCCION

Dada la alta tasa de deforestación anual en nuestro país, se ha visto la necesidad de promover y apoyar proyectos de reforestación tendientes a satisfacer las demandas de madera para los próximos años (Fournier, 1985; Costa Rica, 1988). Como muchas de las especies forestales que proveían maderas han desaparecido, se ha hecho necesario plantar especies de rápido crecimiento y de buena madera. Desafortunadamente, no se conoce mucho de la ecofisiología, comportamiento, crecimiento y resistencia a plagas y enfermedades de muchas de estas especies.

En los últimos años, con el afán de aumentar la capacidad de uso de la tierra, se ha incentivado el uso de sistemas agroforestales (Costa Rica, 1988). Fournier (1979) ensayó un sistema agroforestal de café asociado con jaúl en San Antonio de Coronado (1350 msnm) y obtuvo un buen crecimiento de éste último.

En 1986, se detectó en esta finca una marchitez gradual del follaje de algunos árboles de

jaúl, con la subsecuente muerte. Al mismo tiempo, se observó que las plantas de café que se encontraban alrededor de estos árboles mostraban síntomas similares y morían posteriormente. Estos síntomas en el café han sido atribuidos a un daño en el sistema radical causado por el hongo *Rosellinia* sp., causante de la enfermedad conocida como maya (Alvarado, 1955; Bianchini, 1958; Duque, 1951; García, 1971). El ámbito de hospederos de este hongo es muy amplio, ha sido comunicado en un gran número de especies leñosas y semileñosas, incluyendo forestales, frutales y ornamentales (Duque, 1951; Sarasola, 1975; Araya et al., 1984; Solís, 1989).

En esta investigación se trató de determinar el agente causal de la enfermedad observada en el jaúl (*Alnus acuminata* H.B.K.) en un sistema agroforestal con café.

### MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo en los laboratorios e invernaderos de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica durante los años 1986-1989.

#### Recolección del material

Raíces y partes de corteza con signos y síntomas característicos de infección fúngica, fueron recolectados de 4 árboles de jaúl enfermos y de 2

1/ Recibido para publicación el 26 de febrero de 1990.

\* Parte de la tesis de Mag.Sc. presentada por Mariela Bermúdez ante la Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. Proyecto financiado por la International Foundation for Science (Nos. D967/1, D967/2 y la Vicerrectoría de Investigación de UCR (No. III-86-83).

\*\* Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

plantas de café, en San Antonio de Coronado (1350 msnm). Los árboles de jaúl habían sido plantados aproximadamente en 1975, en las orillas de la plantación. La edad de las plantas de café, oscilaba entre 5 y 14 años. Al mismo tiempo se recogió muestras de suelo (aproximadamente 1 m<sup>3</sup>) para análisis físico-químico y para utilizarlo en la siembra de las plántulas en condiciones de invernadero.

#### Aislamiento de hongos

El material infectado se dividió en pequeños fragmentos, los cuales se lavaron con H<sub>2</sub>O destilada e hipoclorito de sodio al 10% y se colocaron en los siguientes medios nutritivos previamente esterilizados: Agar-agua al 2% (AA); papa-dextrosa-agar al 2% (PDA); extracto de malta agar al 2% (MA); jugo de vegetales con agar al 2% (VA); avena agar al 2% (AVA); extracto de maíz-agar al 2% (CM) y extractos o macerados de raíces de café con agar (French y Herbert, 1982). A todos los medios se les agregó ampicilina o tetracilina. El pH osciló entre 6,0 y 6,5.

Los cultivos puros se mantuvieron a 27°C en la oscuridad para su posterior utilización. También se colocaron fragmentos de raíces en cámara húmeda para inducir producción de estructuras reproductoras.

#### Identificación de hongos

La identificación de los posibles patógenos se llevó a cabo por medio de claves y descripciones específicas (Barnett y Hunter, 1987; Booth y Hawksworth, 1972; Dennis, 1978; Ellis, 1971; Weber, 1973).

#### Ensayos de laboratorio

El inóculo se preparó de la siguiente manera:

- a) los hongos seleccionados se sembraron en botellas de vidrio cuadradas (8 onzas) con 100 g de granza de arroz, previamente esterilizada y humedecida con 25 ml de medio (VA) estéril (López-Duque y Fernández, 1966);
- b) tubos de ensayo con 10 ml de VA líquido estéril se inocularon con un fragmento proveniente de cultivos sembrados 2 semanas antes.

#### Ensayos de invernadero

Ciento sesenta plántulas de jaúl sanas de aproximadamente 2 meses de edad, se recolectaron en la finca Retes (Oreamuno de Cartago, 2700

msnm). Ochenta plántulas se sembraron en bolsas plásticas (8x10 cm) en suelo previamente esterilizado con bromuro de metilo (French y Herbert, 1982) y 80 en suelo no esterilizado. Estas plántulas se mantuvieron en el invernadero con riego 2 veces por semana con agua destilada por aproximadamente 9 meses.

Debido a que se presentó una deficiencia mineral y ataque de insectos en las hojas, se aplicó abono foliar (5 g/L de NPK, Super Green 20-20-20), mezclado con el insecticida sistémico metamidophos (5 ml/L de Tamaron).

Las plántulas se inocularon a los 10-11 meses de edad de la siguiente forma:

- a) se agregó 100 g de granza inoculada contenida en una botella a cada una de las plántulas y se removió bien el suelo para asegurar una buena distribución del inóculo.
- b) a los 2 meses se reinocularon con 10 ml de medio líquido procedente de los tubos de ensayo y se cubrió la bolsa con papel absorbente humedecido para mantener la humedad y evitar la desecación del inóculo.

Al aparecer los primeros síntomas de la enfermedad 3 semanas después, se removieron las plántulas afectadas para evaluar el estado de infección de la raíz y se determinó para cada una el peso seco de raíz, vástago y peso total. Al cabo de 6 meses se removió el resto de las plántulas y se repitió el procedimiento anterior.

#### Diseño estadístico

En aislamientos previos, los hongos *Rosellinia* sp. y *Lasiodiplodia* sp., se presentaron abundantemente, por lo que fueron seleccionados para inocular las plántulas.

El diseño estadístico utilizado fue el de parcelas divididas en bloques al azar, consistente en 4 tratamientos, 2 subtratamientos y 10 repeticiones.

#### Tratamientos:

- Plantas inoculadas con *Rosellinia* sp.
- Plantas inoculadas con *Lasiodiplodia* sp.
- Plantas inoculadas con *Rosellinia* sp. y *Lasiodiplodia* sp.
- Plantas sin inocular (testigo)

#### Subtratamientos:

- Suelo esterilizado proveniente de plantación de café
- Suelo no esterilizado proveniente de plantación de café.

### Análisis estadístico

Para evaluar los resultados obtenidos en el invernadero, se efectuó un análisis de variancia no paramétrico, de acuerdo con el programa denominado Kruskal-Wallis del paquete estadístico Statgraphics, y la prueba Tukey para establecer el nivel de significancia entre los tratamientos que presentaron diferencias significativas.

## RESULTADOS

### Aislamiento e identificación de hongos

Los hongos aislados con mayor frecuencia en los medios de cultivo fueron: *Rosellinia* sp.; *Lasiodiplodia* sp.; *Fusarium* sp.; *Trichoderma* sp.; y un basidiomicete fibulado que no fue identificado. De estos hongos se seleccionaron *Rosellinia* sp. y *Lasiodiplodia* sp. para inocular las plantas, ya que ambos han sido comunicados como fitopatógenos en la literatura (Fernández y López, 1964; Rossman *et al.* 1987; Szejnberg y Madar, 1979).

La especie de *Rosellinia* utilizada se identificó como *R. bunodes* (Berk. y Broome) Sacc. por las características de las estructuras anamórficas formadas en medios de VA (Booth y Hawksworth, 1972; Rossman *et al.*, 1987).

### Observación de síntomas

Los primeros síntomas de marchitez aparecieron 3 semanas después de inocular las plántulas con *Rosellinia bunodes* en suelo estéril. A los 3 meses se presentó la muerte de plántulas inoculadas con *R. bunodes* y *L. theobromae* en suelo no estéril. Se obtuvo un total de 45% de mortalidad en las plántulas utilizadas en el diseño, aunque no todas murieron a causa de infección por *Rosellinia* (Figuras 1a y 1b).

Los síntomas generales observados fueron: mal desarrollo radical e hipertrofia, carencia de raíz principal y proliferación de raicillas secundarias; nódulos deformes, colapsados y en muchos casos ausentes; raíces decoloradas y cubiertas de micelio o rizomorfos. En la parte aérea de las plántulas se presentó una marchitez gradual del ápice hacia la base, defoliación y muerte. De estas plántulas se aislaron de nuevo *Lasiodiplodia theobromae*, *Rosellinia bunodes* o ambos, para cumplir con los postulados de Koch (French y Herbert, 1982). Las plántulas en suelo estéril inoculadas con sólo *Lasiodiplodia* no mostraron malformación de nódulos.

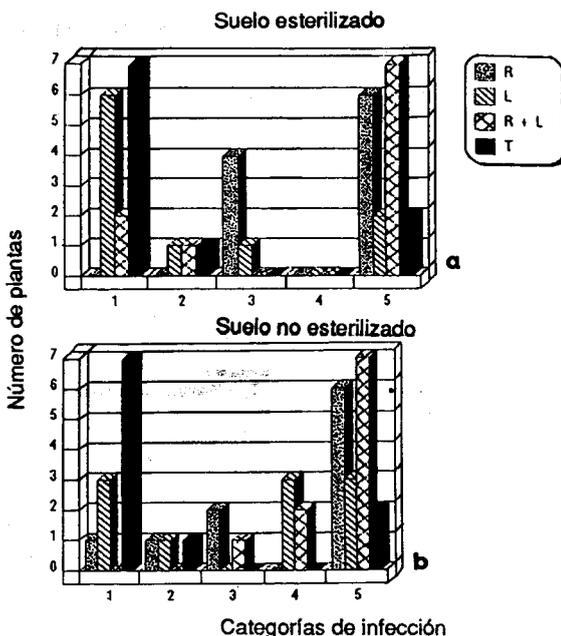


Fig. 1. Número de plántulas de jaúl en cada una de las diferentes categorías de infección. (1 = 25% de infección; 5 = 100% de infección). R = *Rosellinia*; L = *Lasiodiplodia*; L + R = *Rosellinia* y *Lasiodiplodia*; T = testigo.

Para evaluar la incidencia y severidad de la enfermedad, se establecieron 5 categorías de daño en forma arbitraria de acuerdo con la siguiente sintomatología:

1. Plántulas sanas, ápice del vástago en buen estado, raíces secundarias abundantes, nódulos abundantes y bien desarrollados, raíz principal normal.
2. Plántulas vivas, nódulos un poco colapsados, raíces levemente afectadas con presencia de micelio (25% de infección).
3. Plántulas vivas, raíces descortezadas, quebradas, pocos nódulos, inicio del proceso de podredumbre (50% de infección).
4. Plántulas defoliadas, nódulos colapsados y raíces hipertrofiadas con abundante micelio (75% de infección).
5. Plántulas secas (100% de infección).

En suelos esterilizados, el mayor número de plántulas sanas correspondió a las inoculadas con *Lasiodiplodia* (6) y a las plántulas testigo (7); el mayor número de plántulas secas se obtuvo en las inoculadas con *Rosellinia* y *Lasiodiplodia* (7) y en las inoculadas con *Rosellinia* (6). Con respecto a

Cuadro 1. Media, desviación estándar y ámbito mínimo y máximo de los pesos de raíz, vástago y total, según los diferentes tratamientos y subtratamientos.

	S <sub>1</sub>				S <sub>2</sub>			
	T <sub>1</sub> =R	T <sub>2</sub> =L	T <sub>3</sub> =L+R	T <sub>4</sub> =T	T <sub>1</sub> =R	T <sub>2</sub> =L	T <sub>3</sub> =L+R	T <sub>4</sub> =T
Peso raíz	3,11 ± 2,7711 (0,8 - 8,55)	4,61 ± 2,1024 (1,8 - 8,35)	3,93 ± 3,3597 (1,1 - 11,75)	2,71 ± 1,8291 (0,7 - 6,1)	3,01 ± 1,5085 (0,85 - 5,0)	4,16 ± 2,0313 (1,0 - 7,55)	3,93 ± 2,2952 (1,6 - 8,95)	3,43 ± 2,4902 (1,45 - 8,8)
Peso vástago	6,47 ± 2,6408 (3,15 - 10,15)	8,65 ± 2,9787 (4,1 - 12,55)	8,6 ± 2,5384 (5,95 - 14,75)	7,27 ± 2,8036 (4,0 - 10,7)	5,83 ± 2,2475 (1,5 - 10,05)	7,43 ± 2,0056 (4,85 - 10,80)	7,72 ± 1,9102 (5,55 - 9,55)	7,30 ± 2,5029 (3,75 - 12,1)
Peso total	9,60 ± 5,01 (4,1 - 18,2)	13,26 ± 4,08 (5,9 - 20,9)	12,52 ± 4,43 (7,75 - 26,65)	9,715 ± 4,25 (4,7 - 16,55)	8,245 ± 3,821 (2,35 - 14,90)	11,59 ± 3,5869 (7,15 - 17,5)	11,27 ± 3,511 (5,5 - 17,30)	10,73 ± 4,07 (5,45 - 16,05)

S<sub>1</sub> = Suelo esterilizado; S<sub>2</sub> = Suelo no esterilizado

T<sub>1</sub> = Plántulas inoculadas con *Rosellinia*; T<sub>2</sub> = Plántulas inoculadas con *Lasiodiplodia*; T<sub>3</sub> = Plántulas inoculadas con *Rosellinia* y *Lasiodiplodia*;

T<sub>4</sub> = Plántulas testigo.

las plántulas sembradas en suelo no esterilizado, el mayor número de plántulas sanas correspondió a las testigo (7) y el mayor número de plántulas secas a las inoculadas con *Rosellinia* y *Lasiodiplodia* (7) o sólo con *Rosellinia* (6) (Figuras 1a y 1b).

### Análisis estadístico

En el Cuadro 1 se observan la media, desviación estándar y los mínimos y máximos para cada tratamiento y subtratamiento. Se obtuvo una gran variación en los pesos secos tanto de vástago como de raíz en los diferentes tratamientos y subtratamientos, lo cual se refleja en los valores tan altos obtenidos en la desviación estándar, debido a los rangos tan amplios en los pesos de las plántulas.

Los pesos más bajos de raíz, se obtuvieron en las plántulas inoculadas sólo con *Rosellinia* y en las testigo, en ambos subtratamientos. Los pesos de vástago más bajos se obtuvieron en las plántulas inoculadas sólo con *Rosellinia*.

Los pesos totales más altos se obtuvieron en plántulas inoculadas con *Lasiodiplodia* o con una combinación de *Lasiodiplodia* y *Rosellinia*.

No se obtuvo diferencia significativa en los promedios de pesos de raíz, vástago y peso total de las plántulas con relación a los subtratamientos "suelo estéril" y "no estéril", ni entre el peso de la raíz y el tipo de hongo inoculado, pero sí se obtuvo diferencia significativa entre los promedios de peso total de las plántulas y el hongo inoculado ( $P=0,028$ ) y al límite entre promedio de peso de vástago y tipo de hongo inoculado ( $P=0,050$ ).

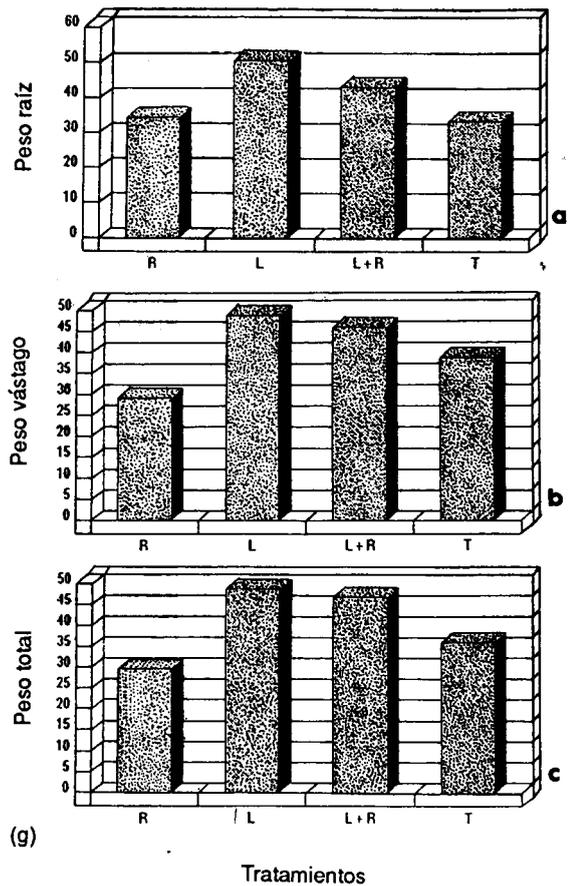


Fig. 2. Promedios de peso seco de plántulas de jaúl para cada tratamiento.  
R = *Rosellinia*; L = *Lasiodiplodia*; L + R = *Rosellinia* y *Lasiodiplodia*; T = testigo.

Al aplicar la prueba de Tukey para determinar las diferencias de peso total entre tratamientos, se obtuvo 1% de significancia entre las plántulas infectadas con *Rosellinia* y las inoculadas con *Lasiodiplodia theobromae* o con una mezcla de ambos hongos. No se obtuvo diferencia entre las inoculadas sólo con *Rosellinia* y las testigo (Figuras 2a, 2b y 2c).

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Muchas especies de *Rosellinia* han sido comunicadas en la literatura como patógenos en árboles frutales, especies forestales, cultivos agrícolas, ornamentales y hortalizas (Alvarado, 1955; Araya *et al.*, 1984; Duque, 1951; Fernández y López, 1964; Guillaumin *et al.*, 1982; Rodríguez, 1958; Szejnberg y Madar, 1980).

En el café, varias especies se comunican como causantes de la "llaga negra" o "llaga blanca" (Bianchini, 1958; Bonilla, 1958; Castaño, 1953), pero su identificación se ha basado únicamente en el color del micelio presente en las raíces, ya que los teleomorfos casi nunca se forman en cultivo o en trozos de tejidos en cámara húmeda; lo mismo sucede con los anamorfos (Sarasola, 1975).

En el presente estudio se logró obtener formación de estructuras anamórficas en cultivo, lo que permitió la identificación a nivel de especie.

Solís (1989) comunica varias especies de *Rosellinia* que atacan café y otros cultivos agrícolas en Costa Rica, pero no detalla ningún método utilizado en la identificación de las especies ni hace referencia a ningún trabajo realizado en este campo.

Griffin (1972) observó que los rizomorfos de *Armillariella elegans* producidos en medios de cultivo son de color blanco cuando están inmersos en el medio, pero al hacer contacto con el aire adquieren una coloración pardo oscuro debido al proceso de melanización. El mismo fenómeno puede presentarse en *Rosellinia* spp. ya que el micelio que se encuentra alrededor de la raíz es pardo oscuro, pero cuando penetra la corteza pierde su coloración, y se observan abanicos blancos de micelio; ésta puede ser una causa de la gran cantidad de especies descritas, que podrían ser sinónimos.

Una característica comunicada en otros hongos patógenos es la transmisión de planta a planta por medio de rizomorfos o uniones de

raíces (Epstein, 1978). *Rosellinia* spp. presenta el mismo mecanismo de infección, ya que en el campo se observa la distribución de la enfermedad en parches.

Se ha comunicado que especies de *Rosellinia* se desarrollan mejor en suelos a capacidad de campo y con un alto contenido de materia orgánica en zonas tropicales (López-Duque y Fernández 1966) lo cual coincide con los resultados obtenidos en el análisis de suelo (textura franco-arenosa y 4,34% de materia orgánica).

Es interesante notar que en zonas templadas, el ataque causado por *Rosellinia* spp. se da comúnmente en suelos pobres en materia orgánica (Guillaumin *et al.*, 1982).

Las concentraciones de N total en el suelo del cafetal afectado son altas (0,15%) (Fassbender, 1984), lo cual favorece también el desarrollo de *Rosellinia* spp. Hay que tomar en cuenta que este valor está influido por la fijación de N atmosférico a través de *Frankia* sp. en los nódulos radicales.

Una gran variación se obtuvo en los resultados de los diferentes tratamientos, debido posiblemente a la dificultad de obtener una buena distribución del inóculo, a la heterogeneidad de las plántulas de jaúl, al peso de los nódulos los cuales oscurecen la pérdida de peso real de las raíces y al hecho de que las plántulas se mantuvieron fuera de su ámbito altitudinal.

Se obtuvo diferencia significativa en el peso total de plántulas inoculadas con *Rosellinia bunodes* con respecto a otros tratamientos, posiblemente debido a que las plántulas presentaban un mal desarrollo radical con ausencia de raíz principal en algunos casos, o nódulos pequeños, malformados, escasos o totalmente ausentes.

En las plántulas inoculadas sólo con *Lasiodiplodia theobromae* o con una mezcla de ambos hongos, el peso de la raíz fue mayor (pero no significativo estadísticamente) con respecto al testigo, ya que los nódulos se presentaron colapsados e hipertrofiados; el peso del vástago aumentó porque se presentó menos defoliación que cuando se inoculó solamente *Rosellinia bunodes*.

En las plántulas testigo, el peso de la raíz fue menor (no significativamente) porque los nódulos presentaron un desarrollo normal; el peso del vástago fue superior al de las plántulas inoculadas con *Rosellinia bunodes* por presentar un mejor desarrollo foliar.

El ataque más severo se obtuvo cuando se inoculó *Rosellinia bunodes*. En este estudio

*Lasiodiplodia theobromae* es considerado como un invasor secundario u oportunista que penetra las raíces debilitadas por el ataque de *Rosellinia bunodes* y no causa mayores pérdidas de peso; únicamente se observó una hipertrofia en los nódulos. Se desconoce la causa real de esta malformación, aunque puede sugerirse que probablemente se deba a una reacción de los tejidos de la planta al organismo invasor.

Debe mencionarse que en las raíces del jaúl se establece un hongo, el cual posiblemente esté también interactuando en este complejo sistema.

Se concluye en la presente investigación que el agente causal de la enfermedad observada en el jaúl es *Rosellinia bunodes* el cual también ataca a las plantas de café en el sistema agroforestal estudiado.

Es necesario efectuar mayores estudios para determinar los métodos de transmisión del hongo, la penetración en el hospedero, así como los requerimientos nutricionales para obtener formación de estructuras sexuales y posibilidades de control biológico de este patógeno.

## RESUMEN

El hongo *Rosellinia bunodes* fue aislado de raíces y corteza de árboles de jaúl (*Alnus acuminata*) afectados por marchitez letal en un cafetal de Coronado, Costa Rica; *R. bunodes* se indentificó en cultivo puro por las estructuras anamórficas del micelio. Su patogenicidad se demostró mediante inoculaciones de árboles de jaúl en invernadero.

## AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a los Drs. Luis A. Fournier O. y Walter A. Marín M. por la revisión del manuscrito.

## LITERATURA CITADA

- ALVARADO, J. 1955. Podredumbre negra de la raíz (*Rosellinia bunodes*). Revista de Agricultura 27(8):316.
- ARAYA, C., ARGUEDAS, M., BERMUDEZ, M., HILJE, L., QUIROS, L. 1984. Problemas fitosanitarios detectados en plantaciones forestales en Costa Rica. Programa Interinstitucional de Protección Forestal (Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Dirección General Forestal). 7 p. (mimeografiado).
- BARNETT, H.; HUNTER, B. 1987. Illustrated genera of imperfect fungi. 4 ed. New York, MacMillan Publishing. 218 p.
- BIANCHINI, C. 1958. Las llagas del café en Costa Rica. San José, Ministerio de Agricultura e Industrias. 30 p. (Boletín Técnico no. 21)
- BONILLA, E. 1958. La llaga negra del café y su combate. Revista Cafetera de Colombia 14(134):35-38.
- BOOTH, C.; HAWKSWORTH, D. 1972. Commonwealth Mycological Institute. Description of pathogenic fungi and bacteria. Nos. 351-352-353-354-519.
- CASTAÑO, J. 1953. Algunas observaciones sobre la "llaga negra" radicular del café. Chinchiná, Colombia, Centro Nacional de Investigaciones del café. Boletín Informativo 4(37):28-30.
- COSTA RICA. Fundación Neotrópica. 1988. Desarrollo socioeconómico y el ambiente natural de Costa Rica; situación actual y perspectivas. San José, Fundación Neotrópica. 159 p.
- DENNIS, R.W. 1978. British Ascomycetes, J. Cramer. p. 321.
- DUQUE, J. 1951. La podredumbre negra de la raíz del café. El Café de El Salvador 2(230):31-37.
- ELLIS, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Kew, Surrey, England, Commonwealth Mycological Institute. p. 230-231.
- EPSTEIN, A. 1978. Root graft transmission of the pathogen. Annual Review of Phytopathology 16:181-192.
- FASSBENDER, H. 1984. Química de suelos; con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica, IICA. 398 p.
- FERNANDEZ, B.; LOPEZ, S. 1964. Llagas radiculares negras (*Rosellinia bunodes*) y estrellada (*Rosellinia pepo*) del café. I. Patogenicidad e influencia de las clases de inóculo en la infección. Cenicafé (Colombia) 15(3):126-144.
- FOURNIER, L. 1979. El cultivo del jaúl (*Alnus acuminata*) en fincas de café de Costa Rica. In Taller de Sistemas Agroforestales en América Tropical (1979, Turrialba, Costa Rica). Memorias. Turrialba, CATIE-Universidad de las Naciones Unidas. p. 158-162.
- FOURNIER, L. 1985. El sector forestal de Costa Rica; antecedentes y perspectivas. Agronomía Costarricense 9(2):253-260.
- FRENCH, R.; HEBERT, T. 1982. Métodos de investigación fitopatológica. San José, IICA. 289 p.

- GARCIA, M. 1971. Patología vegetal práctica. México, Editorial Limusa. p. 116-117.
- GRIFFIN, D.M. 1972. Ecology of soil fungi. New York, Syracuse University Press. 193 p.
- GUILLAUMIN, J.; MERCIER, S.; DUBOS, B. 1982. Les pourridiés à *Armillariella* et *Rosellinia* en France sur vigne, arbres fruitiers et cultures florales. I. Etiologie et symptomatologie. *Agronomie* 2(1):71-80.
- LOPEZ-DUQUE, S.; FERNANDEZ, O. 1966. Llagas radicales negras (*Rosellinia bunodes*) y estrellada (*Rosellinia pepo*) del café. II. Efecto de la humedad y pH del suelo en el desarrollo micelial e infección. *Cenicafé* (Colombia) 17(2):61-69.
- RODRIGUEZ, R. 1958. "Torbo"; a tropical disease of potatoes. *Plant Disease Reporter* 42(8):972-980.
- ROSSMAN, A.; PALM, M.; SPIELMAN, J. 1987. A literature guide for the identification of plant pathogenic fungi. The American Phytopathological Society Press. 252 p.
- SARASOLA, A. 1975. Fitopatología. II. Micosis. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. p. 229-242.
- SOLIS, V. 1989. Índice de enfermedades de los cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Sanidad Vegetal. 112 p.
- SZTEJNBERG, A.; MADAR, Z. 1979. Host range of *Dematophora necatrix*, the causal agent of white root rot in fruit trees and preliminary test for its control. *Alon Hanotea* 33(11):787-791.
- SZTEJNBERG, A.; MADAR, Z. 1980. Host range of *Dematophora necatrix*, the cause of white root rot in fruit trees. *Plant Disease* 64:662-664.
- WEBER, G. 1973. Bacterial and fungal diseases of tropical crops. Gainesville, University of Florida Press. 673 p.