

SEGUNDA PARTE

ETIOLOGIA

I — Nombres y clasificación de los patógenos estudiados.

Rhizoctonia solani Kühn. El primer informe sobre un *Rhizoctonia* causando enfermedad en plantas fue dado en Francia, por Duhamel en 1728. Posteriormente Kühn en Alemania, en 1858, descubrió un *Rhizoctonia* atacando la papa, al cual dio el nombre de *Rhizoctonia solani*. Rolfs en 1903 encontró un *Corticium* asociado con *R. solani*, relación que fue probada, definitivamente en 1904 al obtener la forma estéril *Rhizoctonia* partiendo de una sola basidiospora del estado perfecto. Este estado basidial fue denominado *Corticium vagum* por Burt en 1926, quien lo clasificó en la familia Thelephoraceae. Prillieux y Delacroix, descubrieron un hongo sobre un tallo de papa al que nombraron *Hypochnus solani* en el año 1904, el cual es considerado como un sinónimo de *Corticium vagum*. (Kotila 1929 : 1060 - 1061.)

Revisando la literatura más reciente, Bessey (1950: 473-474) dice, que Rogers usa el género *Pellicularia* para incluir los hongos que tengan, una película delgada de micelio con células cortas, amplias sobre el substrato y ramilletes cimosos de basidios amplios y cortos con cuatro, a veces seis a ocho esterigmas y que originalmente pertenecían al género *Corticium*. Llama *Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogers (*Corticium vagum* var. *solani* Burt, *Hypochnus solani* Prill y Del, etc.) al hongo conocido originalmente por el nombre de *Rhizoctonia* (estado esclerocial) patógeno en papa y frijoles. El mismo autor (1950: 602) afirma que el estado perfecto del *Rhizoctonia solani* Kühn es *Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogers, conocido comúnmente con el nombre de *Corticium vagum* var. *solani* Burt. ex Rolfs, o también *C. solani* (Prill y Del.) Bour y Galz. perteneciente a la familia Thelephoraceae ya mencionada.

El nombre común en los Estados Unidos, para la enfermedad causada por *Rhizoctonia solani* es Stem canker (chancro del tallo).

(Harter y Zaumeyer 1944: 36). En Colombia comienza a usarse el nombre de *Rhizoctonia* del fríjol.

Sclerotium rolfsii Sacc. Taubenhau (1919:135) afirma que el primero en estudiar este hongo fue Halsted en 1892, quien no le dio nombre específico. En 1911 Saccardo le asignó el nombre de *Sclerotium rolfsii*, clasificación que hizo usando especímenes enviados por F. L. Stevens. West (1947: 69) informa que se han registrado dos especies de *Corticium* como el estado perfecto de *Sclerotium rolfsii* Sacc. Las especies son: *Corticium centrifugum* (Lev.) Bres. y *Corticium rolfsii* (Sacc.) Curzi. El mismo autor (West) establece que el tamaño de las esporas del hongo encontrado sobre higo, que él estudió, concuerdan con el tamaño dado para *Corticium centrifugum*, pero las características del himenio, tales como color y espesor, eran diferentes y por tanto propuso el nombre de *Pellicularia rolfsii* (Sacc.) West.

Walker (1950:568) trae el nombre de *Pellicularia rolfsii* (Curzi) West, como si fuera la combinación aceptada, y clasifica el género *Pellicularia* bajo la familia Thelephoraceae (p. 372). La misma clasificación dá Bessey (1950:472) en lo que se refiere a familia y lo cita bajo el orden Polyporales.

En Norte América usan el nombre de "Southern Wilt", o "Crown rot" (Marchitamiento del Sur, pudrición de la corona) para la enfermedad. (Harter y Zaumeyer 1944: 27). En Colombia sería aconsejable conservar el nombre de *Sclerotium* del fríjol que está usándose para denominar la enfermedad.

Pythium debaryanum Hesse. La enfermedad se conoce en los Estados Unidos con los nombres de *Pythium* root rot (pudrición de la raíz por *Pythium*), damping off (volcamiento), hollow stem (tallo hueco), root rot (pudrición radicular) y stem rot (pudrición del tallo). (Harter y Zaumeyer 1944:40). En Colombia no se le ha asignado un nombre especial y podría usarse el nombre del agente, para indicar la enfermedad, como ocurre en casos como *Rhizoctonia* y *Sclerotium*.

Este hongo ha sido registrado atacando el fríjol (*P. vulgaris*) en varias partes del mundo: En varios Estados de los Estados Unidos (Delaware, New Jersey, Ohio, Florida), en las Islas Filipinas en 1926 por Ramos, en los Países Bajos por Meurs en 1928. (Harter y Zaumeyer 1944: 40).

Aunque Matthews (1931 : 86) dice que fue Meurs quien registró el hongo sobre *Phaseolus vulgaris* L. y *Gloxinia* sp. en 1928, fue

Ramos quien con anterioridad lo registró en las Islas Filipinas en 1926.

Pythium debaryanum Hesse, es un Phycomiceto, del orden Peronosporales y de la familia Pythiaceae. (Bessey 1950: 130).

Fusarium sp. Durante esta investigación se obtuvieron varios cultivos del género *Fusarium*. Los especímenes que se usaron inicialmente para el aislamiento de los hongos se separaron de acuerdo con los síntomas mostrados en la raíz y en la parte aérea. Esta división se conservó durante las pruebas de patogenicidad y posteriores aislamientos y reaislamientos. Dos grupos de síntomas fueron usados en dicha separación, síntomas de la raíz y síntomas del follaje. Plantas con pudriciones secas rojizas y fisuras longitudinales constituyeron el grupo N° 1; el grupo N° 2 estaba constituido por plantas que mostraban amarillamientos del follaje muy definidos a veces muy brillantes acompañados por pudriciones radiculares. No sólo de estos grupos de plantas se obtuvieron hongos del género *Fusarium*, también de otras, pero estos eran los grupos más sobresalientes.

Del grupo N° 1 se obtuvo un *Fusarium* (varios cultivos) que resultó ser *Fusarium solani* f. *phaseoli* (Burk) Snyder y Hansen, pues llenaba las características dadas por Burkholder quien lo reconoció en 1919 (Harter y Zaumeyer 1944:20).

Ha sido registrado como patógeno en frijol por Benloch y Del Cañizo en España en 1926; en Inglaterra por Ogilvie y Mulligan en 1930; en Bulgaria por Kovacevski en 1931; en Canadá por Dickson en 1922 y en Perú por Abbot en 1929; (Harter y Zaumeyer 1944: 19).

La enfermedad se conoce en Norte América con el nombre de "Dry root rot" (Pudrición seca de la raíz). (Harter y Zaumeyer 1944: 19). En Colombia podría usarse el de Pudrición seca.

En el grupo de los amarillamientos o N° 2, se encontraron cultivos que formaban esporodoquios y demás caracteres morfológicos típicos para ponerlos bajo la sección *Oxysporum* Schl. de Snyder y Hansen (1940: 65).

Fusarium oxysporum f. *phaseoli* Kendrick y Snyder, el agente causante de los amarillamientos de frijol, fue descrito por Kendrick y Snyder en 1942, quienes además probaron que era transmitido por la semilla por infestación de ésta (Kendrick y Snyder 1947: 1010, 1013).

Harter (1929: 84) colectó muestras de especímenes de frijol de los cuales aisló un *Fusarium*, que clasificó como del grupo *Elegans*.

Dió además una descripción de los síntomas, en las condiciones de campo y reprodujo estos por inoculaciones. Esto ocurrió en California en 1928. No se conoce informe alguno anterior, por tanto Harter fue el primero en trabajar con dicho organismo.

El nombre de la enfermedad en los Estados Unidos, es "Fusarium yellows" (amarillamientos del Fusarium). (Harter 1944: 48). En Colombia podría usarse "Fusariosis del fríjol".

El género *Fusarium* pertenece a los Moniliales, familia Tuberculariaceae, de acuerdo con la clasificación dada por Stevens (1942: 377, 421). Dicha clasificación la confirma Walker (1950: 244-245).

Marasmius sp. (probablemente *M. sacchari* Wakker). Stevens (1942: 318-319) clasifica este hongo como de la familia Agaricaceae, tribu Marasmiaceae, del orden Agaricales (p. 286).

De acuerdo con lo que se dijo previamente este patógeno permaneció estéril en medios de cultivo en el laboratorio. Cuando se sembró en trigo y pedazos de madera viejos se obtuvieron masas esféricas miceliales de las cuales se desarrollaron grupos de esporóforos pequeños de color blanquecino, o perla en donde se encontraron basidiosporas hialinas, piriformes y con una gota grande de aceite en el centro o pequeñas granulaciones esparcidas en el interior.

La descripción dada para *Marasmius sacchari* Wakker, por Delacroix (1911: 532) sirve para describir completamente el *Marasmius* de que se ocupa este trabajo, patógeno en fríjol; por tanto, el autor cree que el hongo es *Marasmius sacchari* Wakker al cual se le reporta por primera vez, un nuevo huésped, *Phaseolus vulgaris* L.

Delacroix (1911: 531) dice, que el hongo *Marasmius sacchari* que produce una seria enfermedad sobre caña de azúcar, fue descrito por vez primera en un artículo publicado en 1896 bajo el título de "Eine Zuckerrohrkrankheit verursacht durch *Marasmius sacchari* n. sp., Centralbl. f. Bakteriöl, 2 Abt. p. 44-56) por J. H. Wakker.

Macrophomina phaseoli (Mauubl.) Ashby. La enfermedad causada por este hongo fue primeramente descrita por Maublanc, en Francia, en el año de 1905. Se conoce con los nombres de: Ashy stem blight (Marchitamiento ceniciento del tallo), blight (marchitamiento), stem blight (marchitamiento del tallo), root rot (pudrición de la raíz) y *Macrophoma* rot (pudrición del *Macrophoma*). (Harter y Zaumeyer 1944: 29).

De acuerdo con Harter y Zaumeyer (1944: 29) esta enfermedad ha sido reportada en diferentes partes del mundo: Palestina, In-

dia, Formosa, Egipto, Rhodesia, Uganda, Las Indias Occidentales y en Estados Unidos (California, Carolina del Sur, Mississippi, Colorado, Florida, Georgia, Kansas, Maryland, Nebraska, Carolina del Norte y Virginia).

El agente de esta pudrición fue originalmente descrito como *Macrophoma phaseoli*, por Maublanc en 1905, en una publicación de la Sociedad Micológica de Francia llamada "Especes nouvelles de champignons inferieurs". Taubenhau, llamó el hongo *Sclerotium bataticola* al estudiar las "Pudriciones negras de las batatas" en 1913; Wedgworth le llamó *Macrophoma phaseoli* en 1926 en Mississippi cuando trabajaba con una nueva enfermedad del fríjol; Ashby lo llama *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby en 1927. Harter y Zau-meyer 1944: 30). Kendrick (1933: 962) llama el hongo *Rhizoctonia bataticola* y estudia el efecto de las altas temperaturas sobre la enfermedad. Mackie (1932: 642) le dá el nombre de *Rhizoctonia bataticola* (Taubenhau) Butler y cita además la siguiente tabla de sinónimos tomada de Ashby:

- Macrophoma phaseoli* Maubl. 1905.
- Sclerotium bataticola* Taub. 1913.
- Macrophoma corchori* Saw 1916.
- Macrophoma cajani* Syd. y Butl. 1916.
- Macrophomina philippinensis* Petr. 1923.
- Rhizoctonia lamillifera* Samll 1924.
- Rhizoctonia bataticola* (Taub.) Butl. 1925.
- Dothiorella cajani* Syd. and Butl. 1925.
- Macrophoma sesami* Saw. 1922.

Andrus (1938: 620) llama *Macrophomina phaseoli* al organismo en cuestión y demostró que se transmite por la semilla (p. 633) tanto por infección como por infestación de ésta.

En el presente estudio no se encontraron los picnidios del hongo, en platos o tubos con PDA. En plantas de fríjol inoculadas, con micelio y esclerocios, por cortes en los tallos, se obtuvo la formación de picnidios después de 10 días de efectuada la inoculación, las plantas estaban en franco período de senectud, (véase lámina VI). Cuando se observaron los picnidios y esporas al microscopio, lo mismo que el micelio y los esclerocios en PDA estos mostraron las mismas características culturales y morfológicas que las descritas por Hildebrand et al. (1945: 699-701) para *Macrophomina phaseoli*; con la diferencia de que los esclerocios eran de mayor tamaño, 309 x 348 micrones. (Véase lámina VI).

Macrophomina phaseoli (Maubl.) Ashby. De acuerdo con Clements y Shear (1931: 359) el género *Macrophomina* se clasifica bajo la familia Phomaceae del orden Phomales.

II — PATOGENICIDAD

A — Pruebas experimentales de Patogenicidad.

1 — *Orígenes del material y huéspedes.* La mayoría de los hongos, con los cuales se trabajó, se colectaron en material proveniente del Valle de Medellín y del Municipio de Andes (Depto. de Antioquia). Otros materiales fueron enviados de Palmira (Valle del Cauca) y de Armero (Tolima).

Los huéspedes sobre los cuales se encontraron los hongos, fueron los siguientes: Soya (*Glycine soja*), Remolacha (*Beta vulgaris*), Vigna (*Vigna sinensis*), Frijol (*Phaseolus vulgaris*).

El cuadro que aparece a continuación detalla los orígenes del material y de los huéspedes.

Cuadro IX — Orígenes del material y huéspedes

Huéspedes	Procedencia	Lugar	Colector	Nº en la nomenclatura
Soya	Facultad Nal. de Agronomía	Medellín	C. Cardona A.	1 al 9
Remolacha	Facultad Nal. de Agronomía	Medellín	C. Cardona A.	10 al 11
Frijol	Estación Agrícola Experimental	Palmira	R. Obregón B.	12 al 15
Frijol	Granja Antonio José Restrepo	Andes	J. Sierra	16 al 26
Vigna	Estación Agrícola Experimental	Armero	J. J. Castaño	27 al 33
Frijol	Estación Agrícola Experimental	Medellín	C. Cardona A.	34 al 75
Frijol	Estación Agrícola Experimental	Medellín	C. Cardona A.	76 al 100

2 — *Material y métodos.* Todos los hongos de que trata este trabajo, fueron aislados durante el año de 1948, obtenidos directamente de los tejidos enfermos de las plantas, bien de la raíz o del cuello y no de ninguna otra fuente como el suelo o la semilla. Se aislaron

por un proceso que se expondrá más adelante, obteniéndose un total de ciento.

Para incrementar los hongos, se usaron 60 cc. de solución de Richard en frascos pequeños. En los casos en los cuales el hongo no prosperaba en dicha solución, se usaba caldo de papa-dextrosa en la misma cantidad. Los medios fueron preparados de acuerdo con Riker and Riker (1936: 28, 30).

El suelo usado en este experimento fue una mezcla de dos partes de suelo de vega (limo) y una de arena. Este suelo fue esterilizado por medio de soluciones acuosas de formol comercial (del 40%) al 2.5%, poniéndolo en barriles metálicos, cilíndricos de 36 cms. de diámetro y 45 cms. de altura, a los cuales se aplicaron 4 litros de solución. Los barriles fueron cerrados herméticamente, permitiéndose al formol actuar durante cuatro días sobre el suelo. Al cabo de este tiempo se sacó el suelo para permitir el escape de los gases de formol, dejándolo airear durante doce días en una pieza con piso de cemento, previamente tratado con una solución de formol de la misma concentración (Garret 1944: 147).

Para las inoculaciones, se usaron materas cónicas de barro cocido, conocidas en el comercio de Medellín como N° 3, cuyas dimensiones son: 21 cms. de diámetro en la base mayor; 15 cms. en la base menor; y 15.5 cms. de altura. Estas materas fueron esterilizadas con la misma solución de formol mencionada antes, sumergiéndolas en ella el tiempo necesario para empaparse completamente; luego se retiraban y dejaban airear y secar en posición invertida; posteriormente se llenaban con el suelo esterilizado, dejando unos tres centímetros de borde libre.

En esta investigación, de los posibles organismos capaces de producir pudriciones en la raíz del fríjol, se usó la variedad "Estrada rosado", cuya germinación, después de tres pruebas hechas en trapos húmedos esterilizados y en cartones, fue de 98.3%.

a — *Proceso de aislamiento de organismos.* Colectado el material se cortaron pequeñas piezas de los tejidos mencionados antes y se llevaron a alcohol del 95%, por un minuto; de allí fueron pasados por un minuto a una solución de bicloruro de mercurio del 1 por 1000, para efectuar la desinfestación superficial de los tejidos; finalmente, el bicloruro era lavado de los tejidos con agua esterilizada y las piezas transferidas a PDA., contenido en cajas de Petri. Otras veces se transfirieron al agar los tejidos internos enfermos directamente. (Riker and Riker 1936: 44). Las cajas de Petri inoculadas eran colocadas,

en forma invertida, en un incubador a 28°C. donde permanecían el tiempo necesario para que los hongos crecieran y mostraran sus colonias. Estas colonias aparecían entre tres y seis días. De los bordes más avanzados de las colonias se tomaron pequeñas piezas de agar que contenían hifas en su superficie, las cuales eran transferidas a tubos con PDA.

b — *Obtención de cultivos puros.* Con los hongos que producían esporas, se usó el aislamiento de una sola spora, y con los estériles, aislamiento de la punta de una sola hifa.

Para la obtención de cultivos monosporidiales, se hacían suspensiones de esporas en agua, tomadas de los cultivos en agar, hasta cuando se veía una sola spora por campo del microscopio. De esta suspensión se tomaba una gota y se vertía al borde de una Petri que contenía agar-agua al 1.5%; luego la caja era inclinada para permitir la distribución de las esporas por toda la superficie del medio e incubada a 28°C. durante más o menos 24 horas. La spora germinada era transferida a un tubo con PDA, cuyo cultivo era el definitivo para las pruebas de patogenicidad. En el caso de aislamiento de la punta de una sola hifa, el hongo se transfería masalmente al centro de una Petri, que contenía agar, y después de unas 36 a 48 horas, la punta de la hifa era aislada al microscopio y pasada a un tubo con PDA, como en el caso anterior. (Riker and Riker 1936: 46).

c — *Proceso de inoculación.* Con los cultivos ya en las condiciones mencionadas, se entró a establecer la patogenicidad de cada organismo.

La inoculación consistió en mezclar el inóculo con el suelo. Inmediatamente se sembraron las semillas, las cuales estaban desinfectadas con bicloruro de mercurio al 1 por 1000 y lavadas con agua esterilizada, a una profundidad de 3 cms. más o menos y regadas abundantemente después de la siembra.

Los hongos estuvieron creciendo durante 23 días en solución de Richard, pero algunos (números 43, 51, 53, 54 y 74) no prosperaron en dicha solución, haciéndolo en cambio en una de papa-dextrosa. Se descartaron 27 hongos debido a contaminaciones bacteriales imposibles de purificar. Con los restantes organismos se ideó un experimento de dos replicaciones, repetido en tres lugares de distintas temperaturas. Estos lugares fueron: a) Estación Agrícola Experimental Tulio Ospina, cuya temperatura promedia es 21.1°C.; b) Vivero Nacional de San Jerónimo con 25°C. de temperatura promedia; y c) Granja Departamental de Rionegro con 18°C. de temperatura media.

En cada uno de los lugares mencionados, se sembraron dos series de materas (suelo esterilizado) cada una con cinco semillas de la variedad "Estrada rosado" y cada matera se inoculó con un hongo. Las series fueron "A" inoculada con 73 hongos y "B", con los mismos, como replicación.

Además se usaron ocho materas como testigos absolutos (CK), es decir: suelo esterilizado, solución de Richard y semillas, y cinco testigos relativos (CKR), es sea: suelo sin esterilizar, solución de Richard y semillas.

Tanto el experimento como las repeticiones se pusieron en condiciones de campo libre, sobre tablas a una altura de doce centímetros sobre el nivel del suelo. El experimento fue regado diariamente, excepto los días de lluvia.

3 — *Resultados experimentales.*

a — *Verificación de los resultados de las inoculaciones.* Los hongos estuvieron actuando sobre las plantas durante 26 días, al cabo de los cuales se procedió a hacer la calificación lesional que cada uno era capaz de producir en el material del ensayo.

El procedimiento consistió en arrancar las plantas de cada matera, lavarlas en agua corriente para hacer más visibles las lesiones, y proceder a la calificación numérica correspondiente, de acuerdo con la escala de intensidad de lesión ya expresada.

En las materas en donde aparecían semillas sin germinar se consideró el hongo como un agente de ataque pre-emergente, después de constatar la presencia del organismo en ellas, este tipo de ataque se clasificó como lesión cinco o sea muerte.

b — *Valoración de Patogenicidad y Grados de Patogenicidad.* El grado de patogenicidad de cada hongo, se estimó por una suma del producto de dos factores: 1 — La intensidad de lesión expresada numéricamente, según la escala de calificaciones mencionada, y 2 — El número de plantas afectadas. Por ejemplo: Si en una matera (que corresponde a un hongo) había tres plantas con lesión dos, una con lesión cuatro, y una muerta; entonces, el grado de patogenicidad era: $(3 \times 2) + (1 \times 4) + (1 \times 5) = 15$ o sea que el hongo figuraba con 15 en la escala de los grados de patogenicidad, de lo cual se desprende que la escala varía entre cero y veinticinco.

Conocida la intensidad de lesión de cada hongo en cada planta y conocido el grado de patogenicidad en cada inoculación, se proce-

dió a averiguar el promedio de patogenicidad de cada hongo en todas las plantas, de acuerdo con el promedio aritmético de calificación entre las series A y B, obteniéndose los datos que se expresan a continuación.

Cuadro X — Patogenicidad comparativa promedia de los organismos inoculados.

Nº hongo	Est. Agr. Exp. Tulio Ospina Tem. Prom. 21.1°C.			Granja Deptal. Rionegro Tem. Prom. 18°C.			Vivero Nal. de San Jerónimo. Tem. Prom. 25°C.		
	A	B	*P.P.	A	B	*P.P.	A	B	*P.P.
1	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	2.5	0.0	1.0	0.5
2	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	3.0	10.0	2.0	6.0
3	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	3.0	0.0	0.0	0.0
5	15.0	15.0	15.0	25.0	15.0	20.0	24.0	23.0	23.5
6	20.0	25.0	22.5	21.0	19.0	20.0	18.0	23.0	20.5
7	25.0	25.0	25.0	21.0	25.0	23.0	22.0	19.0	20.5
8	25.0	25.0	25.0	11.0	25.0	18.0	7.0	25.0	16.0
9	19.0	25.0	22.0	25.0	17.0	21.0	3.0	14.0	8.5
10	0.0	10.0	5.0	5.0	0.0	2.5	6.0	1.0	3.5
11	12.0	5.0	8.5	25.0	16.0	20.5	7.0	8.0	7.5
12	1.0	3.0	2.0	1.0	0.0	0.5	9.0	4.0	6.5
13	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	5.5	8.0	5.0	6.5
14	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	5.5	14.0	4.0	9.0
16	0.0	0.0	0.0	8.0	4.0	6.0	8.0	12.0	10.0
18	10.0	9.0	9.5	1.0	0.0	0.5	8.0	13.0	10.5
19	25.0	25.0	25.0	20.0	16.0	18.0	24.0	20.0	22.0
20	9.0	5.0	7.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0	4.5
21	0.0	0.0	0.0	2.0	9.0	5.5	7.0	15.0	11.0
22	11.0	9.0	10.0	3.0	0.0	1.5	3.0	3.0	3.0
23	17.0	2.0	9.5	1.0	0.0	0.5	2.0	1.0	1.5
24	9.0	24.0	16.0	16.0	15.0	15.5	15.0	18.0	16.5
25	0.0	7.0	3.5	0.0	5.0	2.5	7.0	6.0	6.5
26	25.0	25.0	25.0	25.0	15.0	20.0	25.0	25.0	25.0
27	5.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	3.5	10.0	8.0	9.0
30	2.0	3.0	2.5	0.0	0.0	0.0	11.0	6.0	8.5
31	0.0	6.0	3.0	3.0	0.0	1.5	17.0	7.0	12.0
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	9.0	5.0
33	2.0	22.0	12.0	7.0	10.0	8.5	5.0	8.0	6.5
34	10.0	8.0	9.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0

* P. P. = Promedio de patogenicidad.

Cuadro X - continuación

Nº hongo	Est. Agr. Exp. Tulio Ospina Tem. Prom. 21.1°C.			Granja Deptal. Rionegro Tem. Prom. 18°C.			Vivero Nal. de San Jerónimo Tem. Prom. 25°C.		
	A	B	*P.P.	A	B	*P.P.	A	B	*P.P.
37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	4.0	8.0
38	0.0	10.0	5.0	1.0	1.0	1.0	12.0	14.0	13.0
39	2.0	1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	19.0	14.0	16.5
40	7.0	7.0	7.0	17.0	15.0	16.0	8.0	7.0	7.5
41	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	4.0	1.0	2.5
42	2.0	4.0	3.0	6.0	0.0	3.0	7.0	5.0	6.0
43	25.0	25.0	25.0	21.0	24.0	22.5	25.0	25.0	25.0
44	0.0	0.0	0.0	4.0	1.0	2.5	14.0	14.0	14.0
45	21.0	20.0	20.5	2.0	2.0	2.0	13.0	12.0	12.5
46	8.0	10.0	9.0	0.0	0.0	0.0	9.0	6.0	7.5
47	12.0	2.0	7.0	0.0	0.0	0.0	16.0	19.0	17.5
48	4.0	11.0	7.5	2.0	4.0	3.0	10.0	23.0	16.5
49	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.5	5.0	2.0	3.5
50	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	2.5	8.0	2.0	5.0
51	24.0	22.0	23.0	23.0	13.0	18.0	10.0	5.0	7.5
52	25.0	25.0	25.0	3.0	8.0	5.5	25.0	25.0	25.0
53	25.0	25.0	25.0	25.0	24.0	24.5	25.0	25.0	25.0
54	21.0	21.0	21.0	25.0	23.0	24.0	25.0	25.0	25.0
55	25.0	23.0	24.0	17.0	16.0	16.5	22.0	24.0	23.0
56	24.0	19.0	21.5	17.0	25.0	21.0	17.0	23.0	20.0
57	23.0	19.0	21.0	11.0	5.0	8.0	16.0	10.0	13.0
58	19.0	23.0	21.0	17.0	9.0	13.0	16.0	13.0	14.5
59	19.0	18.0	18.5	20.0	13.0	16.5	21.0	24.0	22.5
60	25.0	22.0	23.5	15.0	14.0	14.5	25.0	25.0	25.0
61	19.0	22.0	20.5	2.0	1.0	1.5	24.0	23.0	23.5
62	19.0	18.0	18.5	15.0	6.0	10.5	10.0	14.0	12.0
63	11.0	25.0	18.0	13.0	1.0	7.0	7.0	8.0	7.5
64	23.0	25.0	24.0	13.0	17.0	15.0	23.0	24.0	23.5
66	25.0	25.0	25.0	10.0	15.0	12.5	25.0	24.0	24.5
67	4.0	5.0	4.5	8.0	5.0	6.5	5.0	4.0	4.5
68	12.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	3.0
69	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	13.0	11.0	12.0
70	12.0	3.0	7.5	0.0	0.0	0.0	6.0	7.0	6.5
71	6.0	16.0	11.0	6.0	0.0	3.0	12.0	11.0	11.5
72	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	2.0	3.0	15.0	9.0
73	7.0	3.0	5.0	0.0	0.0	0.0	17.0	7.0	12.0
74	10.0	10.0	10.0	5.0	10.0	7.5	7.0	11.0	9.0
75	2.0	1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	1.5
76	15.0	17.0	16.0	18.0	20.0	19.0	20.0	25.0	22.5
77	5.0	5.0	5.0	8.0	1.0	4.5	15.0	22.0	18.5
78	4.0	18.0	11.0	0.0	0.0	0.0	12.0	7.0	9.5
79	4.0	8.0	6.0	6.0	11.0	8.5	12.0	2.0	7.0
CKA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.25	1.25	1.25
CKR	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	2.80	2.80	2.80

* P. P. = Promedio de patogenicidad.

c — *Re-aislamiento de organismos, para llenar los Postulados de Koch.* Con el fin de cumplir los postulados de Koch a cabalidad, se tomaron plantas que estaban afectadas y se procedió a aislar los organismos encontrados en las zonas afectadas. Los hongos aislados fueron comparados por caracteres morfológicos y de crecimiento con los originales y resultaron ser los mismos, probándose así que ellos eran los agentes nosógenos.

d — *Valoración patogénica de los hongos.* Con base en los resultados expresados en los cuadros anteriores, se procedió a hacer la escala comparativa de denominación patogénica, partiendo de la base de considerar solamente patógenos aquellos hongos cuyo promedio de patogenicidad era mayor que 1.25, grado éste obtenido en los testigos absolutos de San Jerónimo. Aunque en Medellín y Rionegro el grado de patogenicidad de los testigos absolutos fue cero, se tomó como base también, en estos lugares el 1.25, despreciando el estrecho • margen entre cero y 1.25, es decir, se hizo general el primero como partida común para los tres lugares. Por tanto, la escala estará comprendida entre 1.25 y 25 así:

Cuadro XI — Escala de patogenicidad.

Escala	Márgenes	Valoración patogénica
1	0.00 a 1.25	Nula patogenicidad (N.P.)
2	1.26 a 10.99	Levemente patógenos (L.P.)
3	11.00 a 19.99	Moderadamente patógenos (M.P.)
4	20.00 a 25.00	Altamente patógenos (A.P.)

La valoración patogénica aparece en el cuadro siguiente: Nótese que no se tuvieron en consideración los hongos denominados de nula patogenicidad.

Cuadro XII — Valoración patogénica de los hongos, de acuerdo con el promedio de patogenicidad.

Nº de cultivo	Est. Agr. Exp. Tulio Ospina			Granja Deptal. Rionegro			Vivero Nacional de San Jerónimo		
	L.P.	M.P.	A.P.	L.P.	M.P.	A.P.	L.P.	M.P.	A.P.
1				2.5					
2				3.0			6.0		
3				3.0					
5		15.0				20.0			23.0
6			22.5			20.0			20.5
7			25.0			23.0			20.5
8			25.0		18.0			16.0	
9			22.0			21.0	8.5		
10	5.0			2.5			3.5		
11	8.5					20.5	7.5		
12	2.0						6.5		
13				5.5			6.5		
14				5.5			9.0		
16				6.0			10.0		
18	9.5						10.5		
19			25.0		18.0				22.0
20	7.0						4.5		
21				5.5				11.0	
22	10.0			1.5			3.0		
23	9.5						1.5		
24		16.5			15.5			16.5	
25	3.5			2.5			6.5		
26			25.0			20.0			25.0
27	2.5								
28							6.0		
29				3.5			9.0		
30	2.5						8.5		
31	3.0			1.5				12.0	
32							5.0		
33		12.0		8.5			6.5		
34	9.0						6.0		
37							8.0		
38	5.0							13.5	
39	1.5							16.5	
40	7.0				16.0		7.5		
41							2.5		
42	3.0			3.0			6.0		
43			25.0			20.0			25.0
44				2.5				14.0	
45			20.5	2.0				12.5	

Cuadro XII - continuación

Nº de cultivo	Est. Agr. Exp. Tulio Ospina			Granja Deptal. Rionegro			Vivero Nacional de San Jerónimo		
	L.P.	M.P.	A.P.	L.P.	M.P.	A.P.	L.P.	M.P.	A.P.
46	9.0						7.5		
47	7.0							17.5	
48	7.5			3.0				16.5	
49							3.5		
50				2.5			5.0		
51			23.0		18.0		7.5		
52			25.0	5.5					25.0
53			25.0			24.5			25.0
54			21.0			24.0			25.0
55			24.0		16.5				23.0
56			21.5			21.0			20.0
57			21.0	8.0			8.0		
58			21.0		13.0			14.5	
59		18.5			16.5				22.5
60			23.5		14.5				25.0
61			20.5	1.5					23.5
62		18.5		10.5				12.0	
63		18.0		7.0			7.5		
64			24.0		15.0				23.5
66			25.0		12.5				24.5
67	4.5			6.0			4.5		
68	6.0						3.0		
69	4.0							12.0	
70	7.5						6.5		
71		11.0		3.0					11.5
72				2.0			9.0		
73	5.0							12.0	
74	10.0			7.5			9.0		
75	1.5						1.5		
76		16.0			19.0				22.5
77	5.0			4.5				18.5	
78		11.0					9.5		
79	6.0			8.5			7.0		

e — *Criterio para la escogencia de los hongos de mayor virulencia.* Con base en el cuadro anterior, se hizo una selección de hongos cuyo promedio de patogenicidad era quince o superior a quince.

Se escogió quince como límite, debido a que este número es el producto de una intensidad de lesión tres (lesión intermedia) que es la más común, y una prevalencia de cinco, que corresponde a un 100% de distribución; y el producto de una prevalencia tres, (60%

de distribución) por una intensidad de lesión cinco (muerte). Lo que equivale a decir que el criterio de escogencia de los más patógenos estuvo basado en estos dos factores de intensidad de lesión y prevalencia, o capacidad de causar muerte y de distribuirse. No se escogieron hongos con patogenicidad inferior a quince, por considerar que este número es el límite inferior de patogenicidad efectiva.

Con los organismos con calificación quince o más se probó la reacción de variedades, descartando todos los demás.

Cuadro XIII — Hongos cuyo promedio de Patogenicidad (P.P.) es 15 o superior a 15.

Nº de cultivo	Est. Agr. Exp. Tulio Ospina		Granja Deptal. Rionegro		Vivero Nacional San Jerónimo.	
	Organismo	P.P. 15-25	Organismo	P.P. 15-25	Organismo	P.P. 15-25
5	Sclerotium rolfsii	15.0	Sclerotium rolfsii	20.0	Sclerotium rolfsii	23.5
6	"	22.5	"	20.0	"	20.5
7	"	25.0	"	23.0	"	20.5
8	"	25.0	"	18.0	"	16.0
9	"	22.0	"	21.0	—————*	—————
19	"	25.0	"	18.0	Sclerotium rolfsii	22.0
24	F. solani f. phaseoli	16.5	F. solani f. phaseoli	15.5	F. solani f. phaseoli	16.5
26	Sclerotium rolfsii	25.0	Sclerotium rolfsii	20.0	Sclerotium rolfsii	25.0
39	—————	—————	—————	—————	F. solani f. phaseoli	16.5
43	Marasmius sp.	25.0	Marasmius sp.	22.5	Marasmius sp.	25.0
45	Macrophomina phaseoli	20.5	—————	—————	—————	—————
47	—————	—————	—————	—————	F. oxysporum f. phaseoli	17.5
48	—————	—————	—————	—————	F. oxysporum f. phaseoli	16.5
51	Pythium debaryanum	23.0	Pythium debaryanum	18.0	—————	—————
52	Rhizoctonia sp.	25.0	—————	—————	Rhizoctonia sp.	25.0
53	Marasmius	—————	Marasmius	—————	Marasmius	—————

* La raya indica que el hongo en ese lugar no ejerce patogenicidad comprendida entre 15 y 25.

Cuadro XIII - Continuación

Nº de cultivo	Est. Agr. Exp. Tulio Ospina		Granja Deptal. Rionegro		Vivero Nacional San Jerónimo.	
	Organismo	P.P. 15-25	Organismo	P.P. 15-25	Organismo	P.P. 15-25
54	sp.	25.0	sp.	24.5	sp.	25.0
55	"	21.0	"	24.0	"	25.0
56	Rhizoctonia solani	24.0	Rhizoctonia solani	16.5	Rhizoctonia solani	23.0
57	"	21.5	"	21.0	"	20.0
58	"	21.0	_____	_____	_____	_____
59	"	18.5	Rhizoctonia solani	16.5	Rhizoctonia solani	22.5
60	"	23.5	_____	_____	"	25.0
61	Rhizoctonia solani	20.5	_____	_____	Rhizoctonia solani	25.0
62	"	18.5	_____	_____	_____	_____
63	"	18.0	_____	_____	_____	_____
64	"	24.0	Rhizoctonia solani	15.0	Rhizoctonia solani	23.5
66	"	25.0	_____	_____	"	24.5
76	F. oxysporum f. phaseoli	16.0	F. oxysporum f. phaseoli	19.0	F. oxysporum f. phaseoli	22.5
77	_____	_____	_____	_____	F. solani f. phaseoli	18.5

4 — *Expresiones analíticas de las pruebas de patogenicidad.* Analizando el cuadro anterior, sobresalen como importantes los siguientes hechos:

1 — Con el género *Fusarium* ocurre que los Nros. 24 y 76 se manifiestan patógenos en las tres temperaturas (tres localidades); en cambio los números 39, 47, 48 y 77, sólo muestran su patogenicidad en la mayor temperatura, es decir, San Jerónimo. (25°C.)

2 — El número 45, *Macrophomina phaseoli* se manifiesta patógeno solamente en la temperatura media, 21.1°C., es decir, Medellín

3 — El número 51, *Pythium debaryanum*, aparece causando daño en Rionegro (18°C.), y Medellín, pero no en San Jerónimo.

4 — El número 52, *Rhizoctonia* sp. ejerce su acción patogénica en las temperaturas de Medellín y San Jerónimo, pero no en Rionegro.

5 — Con *Rhizoctonia solani*, ocurre que:

a — Los números 57, 58, 62 y 63 ejercen su patogenicidad solamente en Medellín.

b — Los números 60, 61 y 66 aparecen como patógenos en Medellín y San Jerónimo.

c — Los números 55, 56, 59 y 64 son patógenos en las tres temperaturas.

6 — El género *Sclerotium* es patógeno en cualquiera de las temperaturas, indicando al parecer, que la temperatura no ejerce en ninguno de los sentidos acción sobre su patogenicidad.

7 — *Marasmius* sp. es un hongo con características similares a las del género *Sclerotium* en cuanto al efecto de la temperatura sobre su actividad.

8 — *Rhizoctonia solani*, es el más común para Medellín, *Fusarium* (ambos) lo es para San Jerónimo.

9) — *Pythium debaryanum*, no es de los hongos más comunes aunque si se aísla con alguna frecuencia.

10 — Los hongos 24 y 26, de Andes, resultaron muy patógenos.

11 — *Sclerotium rolfsii*, aislado de soya, fue muy patógeno en frijol.

12 — Los hongos de Palmira y Armero no fueron patógenos, bajo las condiciones de los experimentos.

Por el cuadro XIV, es fácil apreciar comparativamente el efecto de las temperaturas sobre la patogenicidad de los diferentes hongos.

Los organismos restantes fueron débiles patógenos o no lo fueron. Estos incluyeron hongos de los géneros *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Trichoderma*, *Helminthosporium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus* y algunos otros no identificados. Su patogenicidad no fue lo suficientemente alta como para incluirlos en las pruebas de reacción de variedades y por tanto no se les hizo discriminación alguna en la nomenclatura.

Cuadro XIV — Comparación de la patogenicidad desarrollada en las tres diferentes temperaturas

Est. Agr. Exp. Tulio Ospina Tem. 21.1°C.		Granja Deptal. Rionegro Tem. 18°C.		Vivero Nal. San Jerónimo. Temp. 25°C.	
Nº de cultivo	Organismos	Nº de cultivo	Organismos	Nº de cultivo	Organismos
5	Sclerotium rolfsii	5	Sclerotium rolfsii	5	Sclerotium rolfsii
6	"	6	"	6	"
7	"	7	"	7	"
8	"	8	"	8	"
9	"	9	"	9	"
19	"	19	"	19	"
26	"	26	"	26	"
24	F. solani f. phaseoli	24	F. solani f. phaseoli	24	F. solani f. phaseoli
				39	F. solani f. phaseoli
				47	F. oxysporum f. phaseoli
				48	"
76	F. oxysporum f. phaseoli	76	F. oxysporum f. phaseoli	76	"
				77	F. solani f. phaseoli
43	Marasmius sp.	43	Marasmius sp.	43	Marasmius sp.
45	Macrophomina phaseoli				
53	Marasmius sp.	53	"	53	"
54	"	54	"	54	"
51	Pythium debaryanum	51	Pythium debaryanum		
52	Rhizoctonia sp.			52	Rhizoctonia sp.
55	Rhizoctonia solani	55	Rhizoctonia solani	55	Rhizoctonia solani
56	"	56	"	56	"
57	"				
58	"				
59	"	59	R. solani	59	R. solani
60	"			60	"
61	"			61	"
62	"				
63	"				
64	"	64	R. solani	64	R. Solani
66	"			66	"

Cuadro XV — Resumen Discriminativo de la Acción de los Hongos en Relación con la Temperatura.

Est. Agr. Exp. Tulio Ospina Temp. 21.1°C.		Granja Deptal. Rionegro Temp. 18°C.		Vivero Nal. San Jerónimo Temp. 25°C.	
Nº de cultivo	Organismos (Hongo)	Nº de cultivo	Organismos (Hongo)	Nº de cultivo	Organismos (Hongo)
24	F. solani f. phaseoli	24	F. solani f. phaseoli	24	F. solani f. phaseoli
	_____	—	_____	39	"
	_____	—	_____	47	F. oxysporum f. phaseoli
	_____	—	_____	48	F. oxysporum f. phaseoli
76	F. oxysporum f. phaseoli	76	F. oxysporum f. phaseoli	76	"
	_____	—	_____	77	F. solani f. phaseoli
45	Macrophomina phaseoli	—	_____	—	_____
51	Pythium debaryanum	51	Pythium debaryanum	—	_____
52	Rhizoctonia sp.	—	_____	52	Rhizoctonia sp.
57	Rhizoctonia solani	—	_____	—	_____
58	"	—	_____	—	_____
60	"	—	_____	60	Rhizoctonia solani
61	"	—	_____	61	"
62	"	—	_____	—	_____
63	"	—	_____	—	_____
66	"	—	_____	66	Rhizoctonia solani