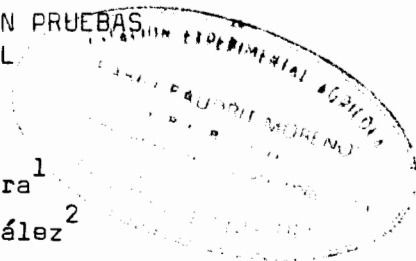


RESISTENCIA DE CULTIVARES DE FRIJOL COMUN A ROYA  
(Uromyces appendiculatus) (PERS) UNDER EN PRUEBAS  
DE INOCULACION ARTIFICIAL Y NATURAL

Walter Canessa Mora<sup>1</sup>

Edgar Vargas González<sup>2</sup>



### Introducción

El frijol común (Phaseolus vulgaris) es afectado por un gran número de enfermedades. Una de las más importantes es la roya (Uromyces appendiculatus), no sólo por su amplia distribución geográfica, sino por la considerable reducción que provoca en las cosechas. El control en base a resistencia o tolerancia constituye una de las formas más efectivas de contrarrestar esta enfermedad. Sin embargo, la obtención de cultivares resistentes es difícil, debido a la existencia de numerosas razas fisiológicas del patógeno.

Cuando se usa el método de infección artificial, se puede someter los cultivares a infección por cada raza específica, pero se evalúa la infección primaria o inicial sin considerar las infecciones sucesivas del hongo. En el método de infección natural, las plantas se someten a varios ciclos de infección y por lo tanto se puede evidenciar mejor el tipo de resistencia no específica u horizontal.

Para determinar la resistencia horizontal se debe someter a in-

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Est. Exp. Agr. Fabio Baudrit M.

<sup>2</sup> Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Labor. de Fitopatología.

fección una gran cantidad de cultivares al mayor número posible de razas; para ello es necesario hacer pruebas en diferentes partes del mundo, ya que la población de razas no es uniforme.

El presente trabajo tiene como objetivo comparar el tipo de resistencia a roya de varios cultivares de frijol criollo, sometidos a infección artificial y natural por la enfermedad en parcelas pequeñas, tal como se usan en los diferentes métodos de evaluación.

#### Revisión de Literatura

La roya del frijol, es una de las enfermedades de más amplia distribución en la mayoría de las zonas del mundo donde se siembra frijol común (10).

Las uredósporas del hongo constituyen el inóculo más común, se producen en grandes cantidades en las hojas y son diseminadas a largas distancias por el viento. Las teliósporas constituyen las formas resistentes, pero no se conoce muy bien su importancia como fuente de inóculo (15).

Zaumeyer y Thomas (17), estiman que para que la infección ocurra, se requiere una humedad relativa superior al 95% por un período mayor de ocho horas. Cardona (3) opina que el ataque del patógeno es incre-

mentado por la presencia de alta humedad relativa, siendo mucho mayor en las zonas y en períodos donde las lluvias son continuas; bajo estas condiciones la disminución de la producción ha alcanzado más del 40% en variedades susceptibles.

El hongo se caracteriza por su gran variabilidad en patogenicidad, conociéndose hasta el momento un total de 35 razas. De éstas la 3, 8, 10, 15, 22, 24, 25, 29 y 32 han sido identificadas en Costa Rica. (5, 9, 15)

Resistencia de cultivares de frijol común a roya:

Se ha establecido que una variedad posee resistencia vertical cuando es resistente solamente a algunas razas del hongo, y cuando la resistencia es contra todas las razas, se considera como resistencia horizontal (3).

Robinson (13) considera que la resistencia vertical involucra mecanismos de resistencia cuya herencia es gobernada por genes simples y consecuentemente es fácil de manipular en un programa de mejoramiento. Por esta razón la resistencia específica es más preferida que la general u horizontal, cuyos mecanismos involucran herencia gobernada por genes múltiples que son difíciles de manipular.

Ballantyne (2), sugirió que el nivel de resistencia horizontal en-

contrado en el frijol rojo y en la habichuela, sería útil en las regiones templadas, pero resulta inadecuado en los tropicos, debido a la mayor presión de selección impuesta por el patógeno, que crecer en condiciones ambientales más favorables y a la alta acumulación de inóculo durante las épocas de crecimiento más prolongadas. Detalla además algunos componentes que pueden contribuir a la resistencia horizontal como la eficiencia de penetración, cambio en la resistencia a medida que el hospedero envejece, período de incubación y tamaño de pústula. La identificación de estos componentes y de otros exige considerable experimentación.

Mainers (10), considera que las numerosas formas patógenas, cambia a medida que las poblaciones hospedantes se modifican, de allí que el mejoramiento genético en busca de resistencia es un proceso continuo, a medida que nuevas razas del hongo aparezcan y superen la resistencia de las variedades existentes.

Issa y Arruda (7) señalan que los trabajos en busca de resistencia tienen la finalidad de encontrar o buscar cultivares que presenten buena resistencia, para ser usados comercialmente o para ser empleados en cruzamientos con tipos o cultivares comerciales susceptibles a roya.

Madriz (9), con cinco aislamientos probados en Costa Rica, encontró que los cultivares Turrialba-4, Negro San Ramón Nº 5, 27 Rojo y A-

lajuela Rojo fueron los que se mostraron más resistentes al ataque de distintas razas de roya, provenientes de diferentes zonas del país. Además, determinó que los cultivares Chileno, Chimbolo, Porrillo y Jardín Pérez Zeledón, presentaron resistencia intermedia.

Existen numerosos reportes de pruebas de resistencia de cultivares en diferentes partes a distintas razas de roya y la mayoría de estas pruebas determinan la existencia de resistencia vertical. Muy pocos cultivares parecen o sugieren poseer resistencia horizontal o no específica (16, 5, 8, 1, 11, 2).

### Materiales y Métodos

1- Localización de los ensayos: las pruebas se realizaron en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M., La cronología de los experimentos, así como las condiciones climáticas imperantes durante el trabajo se pueden observar en los cuadros 1 y 2, respectivamente.

#### 2- Material utilizado:

2.1- Pruebas de infección artificial y natural: en ambos casos se utilizaron 10 cultivares de frijol común provenientes de diversas regiones de Costa Rica, a saber: Guaria Rojo, Quiubra Rojo, Carne Criollo, Vaina Blanca, Rojo Corriente, Vaina Blanca Nº 3, Criollo Rojo, Santameño Rojo, Pacuare y Negro San Ramón Nº 5, estos dos últimos de crecimiento determinado y los ocho restantes de crecimiento indeterminado.

Cuadro 1. Cronología de los ensayos efectuados en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. 1975

Ensayo	Labor realizada	Fecha - 1975
Prueba de infección artificial	Siembra de cultivares a probar.	23 mayo
	Aspersión de úredosporas	24 junio
	Evaluaciones realizadas	8 julio
Prueba de infección natural	Siembra de la variedad esparcidora de inóculo Pinto III	19 mayo
	Siembra de los cultivares a probar	12 junio
	Aspersión de úredosporas a la variedad Pinto III	24 junio
	Primera evaluación	15 julio
	Segunda evaluación	12 agosto

Cuadro 2. Datos climatológicos registrados en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. durante los meses Mayo-Agosto 1975 (Promedios).

Mes	Precipitación mm	Humedad re- lativa %	Temperatura °C	Luminosidad cal/ día/ cm <sup>2</sup>	viento Km/h
Mayo	267.0	87.79	21.2	499	0.0 24**
Junio	333.4	86.61	20.8	380	0.0 9***
Julio	221.3	85.60	20.4	401	0.0 11***
Agosto	339.1	85.40	20.4	399	0.0 11***

\*\* calmas

nado. Estos cultivares generalmente se siembran en sistemas asociados con maíz y no se sabe su comportamiento en cuanto a resistencia o susceptibilidad al ataque de roya.

3- Labores culturales: el terreno se aró y rastreó, luego se trazaron los limillos por medio de surqueador, siguiendo las curvas de nivel, de manera tal que los surcos quedasen separados a 60 cm entre sí. Para lograr un buen desarrollo de las plantas, se usó fertilizantes de la fórmula 10-30-10, que se aplicó en banda junto con la semilla a la siembra.

Para un control efectivo de las malezas, se hizo una aplicación en preemergencia temprana, de una mezcla de Dinorsol 2 kg.i.a./ha y amiben 2 kg.i.a./ha.

Los daños por efectos de plagas y enfermedades se previnieron con aplicaciones periódicas de insecticidas y de fungicidas que no controlasen la roya y fuesen a variar los resultados.

4- Obtención del inóculo: el inóculo consistió de una mezcla de aislamientos colectados en diferentes regiones de Costa Rica y conservadas en la colección de razas del laboratorio de fitopatología de la Facultad de Agronomía. Las uredósporas se conservaron almacenadas en tubos de ensayo, debidamente cerrados y colocados en un disecador con

CaCl<sub>2</sub> y mantenidas a -20 C para que no se afectara su viabilidad.

5- Inoculación en el campo: al momento de realizar la inoculación de uredósporas en el campo, la cual se hizo en horas de la tarde, las condiciones ambientales imperantes fueron adecuadas, pues la temperatura era de 18 a 20 °C y la humedad relativa superior al 90%.

El inóculo se aplicó con una bomba de atomizar de cuatro galones de capacidad, con una boquilla 8002, que se colocó a una distancia de 20 a 25 cm, de las plantas. La inoculación se realizó únicamente en el haz de las hojas, usándose para ello 30 g. de uredósporas en 40 litros de agua; esta cantidad de suspensión se aplicó en los surcos usados como diseminadores y en los cultivares de la prueba de infección artificial.

6- Prueba de infección artificial; siembra y evaluaciones: Las parcelas presentaban surcos de un metro con 20 plantas. Cada cultivar se sembró en dos surcos y a su vez separando cada cultivar se sembró un surco del cultivar Pinto III, que es susceptible a todas las razas de roya y sirve como indicador de susceptibilidad. La inoculación se realizó al mes de sembrado los cultivares, cuando había suficientes hojas trifoliadas.

Las evaluaciones se realizaron 15 días después de la inoculación, considerándose para ello el número de póstulas, según escala modificada de Cobb (Fig. 1) y el diámetro de las mismas siguiendo el método de



ESCALA MODIFICADA DE COBB

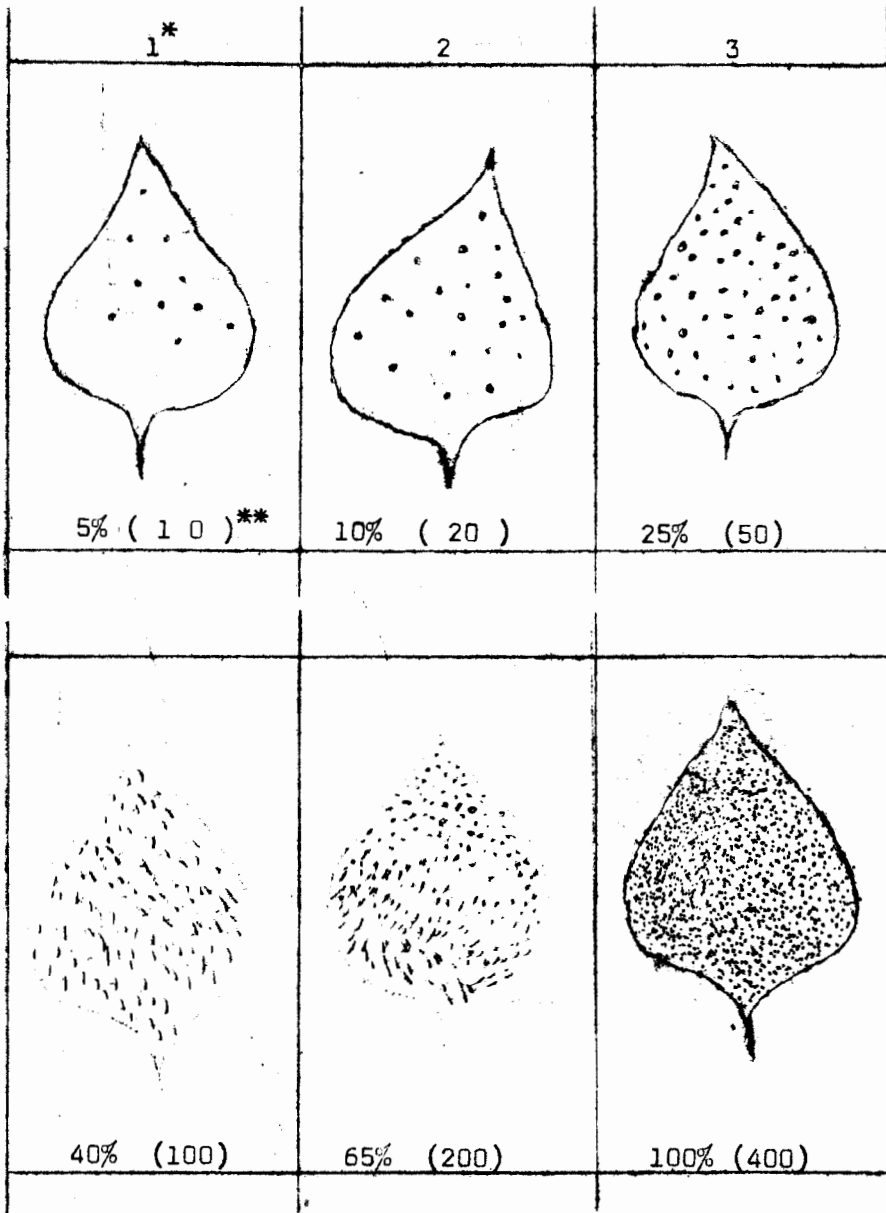


Fig. 1 Escla modificada de Cobb, mostrando el % de follaje atacado por roya (Uromyces appendiculatus)

\* grado de reacción  
\*\* número de pústulas

Davinson y Vaughan (6).

7- Prueba de infección natural, siembra y evaluaciones: en esta prueba se usaron los mismos cultivares que se utilizaron en la infección artificial, pero con dos repeticiones. Primero se sembraron alrededor de las parcelas y con 25 días de anticipación a la siembra de los cultivares criollos, dos surcos del cultivar Pinto III, el cual fue inoculado artificialmente a los 37 días de sembrado y sirvió como fuente de inóculo natural. También se sembró un surco del cultivar Pinto III cada cuatro surcos de los cultivares a probar. Se hicieron dos evaluaciones la primera se realizó al mes de sembrado el material y la segunda a los dos meses, o sea luego de la floración, y se consideraron los mismos parámetros que en el caso de la prueba artificial, usándose la misma metodología.

### Resultados

1- Prueba de infección artificial: la evaluación de la resistencia en base a la intensidad del daño mostró que los cultivares Carne Criollo, Vaina Blanca, Vaina Blanca Nº 3 Negro, Criollo Rojo de Cartago y Negro San Ramón Nº 5, se comportaron como muy resistentes al ataque de roya. Mientras que los cultivares, Quiubra Rojo, Rojo Corriente de Cartago, Pacuare Alajuela y Santameño Rojo resultaron con resistencia intermedia. El cultivar Guaria Rojo aparece como susceptible y el cul

tivar Pinto III que se usó como testigo resultó muy susceptible (Cuadro 3).

Respecto al tamaño de pústulas, predominó en todos los cultivares el de 300 micras de diámetro, catalogada dentro del sistema como reacción de resistencia, con la única excepción del cultivar Santameño Rojo, que mostró pústulas de un diámetro de 500 micras considerado como reacción de susceptibilidad.

Como las plantas difieren en cuanto a resistencia o susceptibilidad según la edad del tejido, se hicieron observaciones en la parte del follaje donde predominaba la infección. Las partes de las plantas de los diferentes cultivares donde prevaleció la infección, fueron la media e inferior, excepto en los cultivares Vaina Blanca y Pinto III, en el mayor daño ocurrió en parte superior de las plantas (cuadro 3).

2- Prueba de infección natural: en este caso se emplearon los mismos cultivares y parámetros de evaluación que los utilizados en la prueba artificial. En la primera evaluación realizada al mes de sembrados los cultivares, se determinó que los cultivares Vaina Blanca, Vaina Blanca Nº 3, Negro San Ramón Nº 5, se comportaron como resistentes. Mientras que los cultivares Carne Criollo, Criollo Rojo de Cartago y Pacuare, mostraron tolerancia. Los más susceptibles fueron Guaría Rojo, Quiubra Rojo y el Pinto III como altamente susceptibles.

Cuadro 3. Respuesta al ataque de roya de diez cultivares de frijol común, en pruebas de inoculación artificial y natural. 1975

Cultivar	Primera evaluación (al mes)					Segunda evaluación (a la floración)			
	Grado de reacción	Zona de dominio	Pre del	Diámetro de pústulas (micras)		Grado de reacción	Zona de pre dominio del	Diámetro de pústulas (micras)	Lugar de origen
	A	B	daño	A	B		daño		
Guaria Rojo	4	4	Inf. Sup.	300	300	4	Superior	300	Aguas Claras-Upala
Quibra rojo	2	4	Med. Inf.	300	300	1	Inferior	300	Aguas Claras-Upala
Carne rojo	1	2	Med. Inf.	300	300	1	Inferior	300	Roble de Alajuela
Vaina blanca	1	1	Sup. Med.	300	300	1	Inferior	300	Buenos Aires
Vaina blanca Nº 3 N.	1	1	Med. Med.	300	300	1	Inferior	300	Alajuela
Rojo Corriente	2	2	Med. Med.	300	300	1	Inferior	300	Cartago
Criollo rojo	1	2	Med. Med.	300	300	1	Inferior	300	Cartago
Negro San Ramón Nº5	1	1	Inf. Med.	300	300	1	Inferior	300	San Ramón
Pacuare	2	2	Inf. Med.	300	300	2	Inferior	300	Alajuela
Santameño rojo	2	--	Inf. ---	500	---	-	-----	---	Atenas
Pinto III*	5	5	Sup. Sup.	500	300	5	Superior	300	

A = prueba artificial

B = prueba natural

\* = testigo

1 = resistente

2 = resistencia intermedia

3-4 = susceptibles

5-6 = altamente susceptibles

En lo referente al tamaño de pústula, en ambas evaluaciones prevaleció el diámetro de 300 micras,

En lo que respecta a la distribución de la enfermedad en las plantas, en la primera lectura predominó la infección en la parte media de las plantas observadas, excepto en los cultivares Guaria Rojo y Pinto III, en los cuales predominó en la parte superior. En la segunda evaluación, el daño se concentró fundamentalmente en la zona inferior de las plantas observadas, manteniéndose en el caso de los cultivares Guaria Rojo y Pinto III el ataque en la parte superior.

Como se puede apreciar en el cuadro 3, el grado de reacción, al efectuar la primera lectura, en los cultivares tanto en la prueba artificial como en la natural es muy similar. No sucede lo mismo al realizar la segunda lectura, en la prueba natural donde la intensidad de la infección disminuyó notablemente.

### Discusión

Se debe enfatizar que la prueba artificial y natural se establecieron en parcelas pequeñas, tal como se utilizan en los diferentes sistemas de evaluación de cultivares de frijol para resistencia o susceptibilidad a roya y por lo tanto los conceptos epifitiológicos usados se aplican a parcelas pequeñas. Lo que se quería observar era si los

cultivares se comportaban igual o diferente, en cuanto a resistencia o susceptibilidad, según se sometieran las plantas a un solo ciclo de la enfermedad por inoculación artificial, o a un multiciclo por inoculación natural.

De acuerdo a los resultados obtenidos, si los cultivares se someten a una gran cantidad de inóculo artificial o natural al principio de su ciclo, los que se comportan como resistentes o tolerantes, lo son porque permiten pocas pústulas por hoja o no se afectan del todo; es decir disminuye la eficiencia de penetración del patógeno, mientras que a los cultivares susceptibles se infectan todas las hojas con muchas pústulas. Esta condición se mantuvo en general, hasta el final del ciclo de los diferentes cultivares, durante el cual estuvieron sometidos a múltiples infecciones.

Lo anterior concuerda con lo notado por Christensen, citado por Van der Plank (12), quien observó que las variedades de trigo al ser inoculadas uniformemente con diversas razas de roya, se obtenía relaciones en el número de pústulas en las variedades resistentes con respecto a las variedades susceptibles, que podrían ser de 1: 5, 1: 10 y aún 1: 20 en los inicios de la infección.

También debe considerarse que todos los cultivares analizados estuvieron recibiendo una cantidad de inóculo en forma uniforme, sin

posibilidad de que se presentasen escapes.

Como en ningún caso, se presentaron cultivares que cambiaron de resistentes a susceptibles o viceversa, según las diferentes pruebas de inoculación a que se sometieron, se considera que ambas son igualmente eficientes para detectar material resistencia o con resistencia vertical, o tolerante que es donde se puede detectar resistencia horizontal. Sin embargo, el primer método podría ser menos laborioso y se podría evaluar mucho material a varias razas de roya al mismo tiempo (9).

La intensidad de la infección varió según fuera la parte inferior media o superior de la planta, de manera que hay cultivares resistentes que presentaron mayor infección en el tejido joven y otros en la parte inferior de la planta. En este caso, el cambio en la zona de prevalencia del ataque, pareciera indicar una resistencia diferencial de los tejidos de las hojas, es decir, que en las primeras etapas del desarrollo de las plantas, la parte media de las plantas es la más susceptible al hongo, pero a medida que transcurre el tiempo, lo es la zona inferior. Sin embargo, por el mismo desarrollo indeterminado de las plantas, lo que en un inicio, o sea al efectuar la primera evaluación, era la zona media de las plantas, al efectuar la segunda evaluación, constituía la zona inferior de las mismas. O sea, el daño se mantuvo aparentemente estacionado en una zona definida de la planta, y el follaje nuevo no fue atacado por el patógeno, ya que no se observó defoliación de las

plantas de la mayoría de los cultivares, excepto el cultivar Pinto III que era el testigo.

Como gran cantidad de los cultivares presentaron resistencia a todas las razas presentes, este tipo de resistencia, en muchos casos, lo que hace es retardar el comienzo de la infección, tal como lo establece Van der Plank (12). Sin embargo, Robinson (14) reporta que la resistencia horizontal en muchos hospederos tiende a aumentar con la edad de los mismos, lo cual hace que el daño disminuya.

También debe tenerse en cuenta, que los materiales probados, considerados como criollos, en la mayoría de los casos son compuestos, lo que hace que su base genética sea amplia y funciona como resistencia horizontal. La mayoría de estos materiales evaluados han sido seleccionados por sus buenas cualidades agronómicas, usándose para siembras en asocio con maíz, y no se conocía hasta entonces su reacción de resistencia o susceptibilidad a roya.

#### Resumen.

Se hicieron pruebas de resistencia de cultivares de frijol común a roya (Uromyces appendiculatus) en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, durante los meses de mayo a agosto de 1975.



En la primera prueba se midió la resistencia a roya de diez cultivares de frijol criollo sometidos a infección artificial y en un solo ciclo de la enfermedad. La inoculación se realizó al mes de sembrados los cultivares cuando había suficientes hojas trifoliadas y las evaluaciones se efectuaron 15 días después. En la segunda prueba los mismos cultivares se infectaron naturalmente y se sometieron a varios ciclos de la enfermedad. Las evaluaciones en este caso se llevaron a cabo al mes de sembrados los materiales y a los dos meses, o sea luego de la floración.

La intensidad del daño se midió según el número de pústulas por hoja de acuerdo a una escala visual modificada de Cobb y también se consideró el diámetro de pústula según el método de Davinson y Vaughan.

El comportamiento de los cultivares en ambas pruebas fue muy similar, sin embargo se notó una menor intensidad del daño al momento de la segunda evaluación, luego de la floración, en los cultivares resistentes, cuando se sometieron a varios ciclos de infección natural. No obstante se considera que ambos métodos de infección artificial y natural se pueden usar para evaluar resistencia sobre todo específica, siempre que se tenga un buen método de evaluación de la intensidad del daño.

Literatura Citada

- 1- AUGUSTIN Et al. 1972. Inheritance of resistance in Phaseolus vulgaris to Uromyces phaseoli typica, Jour. of the Amer. Soc. for Hort. Sci. 97 (4): 526-529.
- 2- BALLANTYNE, B. 1974. Resistance to rust (Uromyces appendiculatus) in beans. Procc. of the Linn, Soc. of N.S.W. 98 (3): 107-121.
- 3- CARDONA, C.A. 1958. Líneas de frijol resistentes a la roya, seleccionadas en la Estación Experimental Tulio Ospino. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín Colombia 16 pp.
- 4- CHRISTEN, R. y ECHANDI, E. 1967. Razas fisiológicas más comunes de la roya, Uromyces phaseoli var phaseoli en Costa Rica y evaluación de la resistencia de algunos cultivares de frijol a roya, Turrialba 17 (1): 7-10.
- 5- COSTA, A.S. 1972. Investigaciones sobre molestias do feijoeiro, en Anais de I Simposio Brasileiro de feijao. Ministério da Agricultura. Campinas 22-29 agosto, 2º Volumen 311-316.
- 6- DAVINSON, A.D. y VAUGHAN, E.K. 1968. A revise system for identification of races of Uromyces phaseoli var phaseoli, Phytopathology 52: 729.
- 7- ISSA, E. y ARRUDA, H. 1966. Teste preliminar de resistencia varietal de feijoeiro a Antracnose e a ferrugen, Arquivos de Instituto Biológico, Brasil 33(3): 53-58.
- 8- JUNQUEIRA, N. et al 1969. Reacao de variedades de Phaseolus vulgaris a seis racas fisiológicas da ferrugen identificadas en Minas Gerais, Revista Ceres, Brasil 33 (3): 53-58.
- 9- MADRIZ, C.R. 1975. Evaluación de la resistencia de cultivares de frijol a roya (Uromyces phaseoli var typica) mediante tres métodos diferentes. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía.
- 10- MAINERS, J.P. 1974. Organización de un Semillero Internacional de roya del frijol. Semicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los E.U.A., Betsville, Maryland 17 pp.
- 11- MAKRAW, M.W. et al. 1973. Producing a variety of beans, resistant to the rust diseases, Uromyces phaseoli, Agri. Res. Rev. 51 (3): 145-152.
- 12- PLANK, J.P. VAN DER. 1968. Disease resistance in plants, N.Y. Academic Press. 206 pp.

- 13- ROBINSON, R.A. 1971. Vertical Resistance, Rev. of Plant Pathology 50: 233-239.
- 14- \_\_\_\_\_ 1973. Horizontal Resistance, Rev. of Plant Pathology 52 (8): 484-501.
- 15- THEIS, T. et al. 1957. The rust reaction of Tropic Wonder and several other pole beans for the tropic, Plant Dis. Rept. 41 (10): 884 pp.
- 16- VARGAS, E. 1967. Determinación de las razas fisiológicas de la roya, Uromyces phaseoli (Pers) Wint var phaseoli del frijol en dos zonas de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía.
- 17- ZAUMEYER, W.J. y THOMAS, H.R. 1957. A monographic study of bean diseases and methods for their control, U.S. Dep. Agr. Tech. Bull. Nº 868, 225 pp.

