

Caracterización de la pubescencia acicular en las hojas de genotipos de habichuela¹

Fernando Oviedo,² James S. Beaver³ y James R. Steadman⁴

RESUMEN

Se estableció una escala para estimar la densidad de pubescencia acicular en el envés de las hojas de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.). La escala varía de 1 a 9; el grado 1 equivale a hojas glabras y el 9 a hojas con alta densidad de pubescencia acicular. Se sembraron 14 genotipos de habichuela en un invernadero para determinar la relación entre el grado de densidad de pubescencia acicular y tricomas unciformes en la hoja cotiledonar y en las primeras cuatro hojas trifoliadas. Se hizo una lectura visual y un conteo de densidad de pubescencia acicular y de tricomas unciformes en un microscopio de disección con una magnificación de 10 y 70%, respectivamente. Se encontró que la pubescencia acicular varió en tamaño y densidad dependiendo del genotipo y la posición de la hoja en la misma planta. La lectura visual y el conteo de densidad de pubescencia acicular al microscopio fueron similares. En la hoja cotiledonar y en la primera trifoliada casi todos los genotipos carecían de pubescencia acicular. Se observó que la densidad de pubescencia acicular aumentó a partir de la segunda hoja trifoliada hasta la cuarta hoja, siendo esta última donde se encontró la mayor densidad. Además, el grado de densidad de pubescencia acicular fue mayor cuando la hoja estaba menos expandida.

Se clasificaron los genotipos de habichuela Pompadour-E, representativo del grado 1 en la escala propuesta, José Beta en el grado 3, Pompadour-X en el grado 5 y Pompadour-XB en el grado 7. La escala se debe usar cuando el envés de la cuarta hoja trifoliada está completamente expandida, aproximadamente 30 días después de la siembra.

Treinta y tres genotipos de habichuela de color rojo moteado se sembraron en Isabela y Juana Díaz, Puerto Rico y en El Zamorano, Honduras, para determinar la similitud de lecturas de densidad de pubescencia acicular en tres ambientes distintos. Las correlaciones encontradas fueron positivas y altamente significativas ($r > 0.85$), lo que indica que esta escala para la densidad de la pubescencia acicular se podría usar en diferentes ambientes. Las lecturas también fueron similares ($r > 0.95$) cuando las tomaron distintas personas.

En el conteo de densidad de tricomas unciformes ocurrió lo contrario de la pubescencia acicular. En la hoja cotiledonar y las primera y segunda trifoliadas, se encontraron las mayores densidades. En las tercera y cuarta hojas, los tricomas unciformes desaparecen en los genotipos que tienen una alta densidad de pubescencia acicular.

¹Manuscrito sometido a la Junta Editora el 1 de noviembre de 1989. Esta investigación recibió fondos de Title XII Bean/Cowpea CRSP de U.S. Agency for International Development bajo contrato No. AID/DSAN/XII-G0261.

²Estudiante graduado, Departamento de Agronomía y Suelos.

³Investigador Asociado, Departamento de Agronomía y Suelos, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, PR 00708.

⁴Catedrático, Departamento de Fitopatología, Universidad de Nebraska, Lincoln, Nebraska 68583.

ABSTRACT

Pubescence on the lower surface of bean leaves

A visual scale was established for evaluating the density of acicular pubescence on the lower surface of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) leaves. The scale ranged from 1 to 9, where 1 = glabrous leaves and 9 = leaves having a high density of acicular pubescence. Thirty-three genotypes of red mottled beans were planted in Puerto Rico and Honduras to determine the correlation of leaf pubescence readings taken in different environments. The correlations of readings between environments were positive and highly significant ($r > 0.85$), indicating that the expression of the density of acicular pubescence on the lower surface of bean leaves is not greatly affected by environment. The pubescence density readings were also found to be consistent ($r > 0.95$) when taken by different individuals. Experiments were conducted in a greenhouse to determine the density of acicular pubescence and unciform trichomes on the unifoliolate leaf and the first four trifoliate leaves of 14 bean genotypes. Leaves at each node were given a visual rating with the scale of 1 to 9. The densities of acicular pubescence and unciform trichomes were also estimated with a microscope at $10\times$ and $70\times$, respectively. Visual ratings provided a reliable estimate of the density of acicular pubescence. The density of acicular pubescence on the lower surface of the leaves varied among genotypes and among leaves from different nodes. The unifoliolate leaf and the first trifoliolate leaf generally had very few or no acicular pubescence. Moreover, the density of acicular pubescence was observed to be greater when leaves were not fully expanded. The most reliable visual readings for estimating the density of acicular pubescence were obtained approximately 30 days after planting on fully expanded leaves from the fourth trifoliate. Genotypes which represent 1, 3, 5 and 7 on the visual scale for density of acicular pubescence on the lower surface of bean leaves were identified. There was an inverse relationship between the density of acicular pubescence and unciform trichomes. The greatest densities of unciform trichomes were found on the unifoliolate leaves and the first two trifoliate leaves. The density of unciform trichomes was lowest on the third and fourth trifoliate leaves of those genotypes having a high density of acicular pubescence.

INTRODUCCION

Entre las enfermedades que afectan el cultivo de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) se considera la roya (*Uromyces appendiculatus*) como una de las más importantes. (1, 2, 5). Se ha informado que la roya puede causar una disminución en el peso seco de la planta de habichuela de entre 40 a 50% y en el rendimiento de la semilla entre 18 y 100% (5).

La presencia de pubescencia acicular en las hojas de la planta de habichuela se ha considerado un mecanismo de protección que afecta el desarrollo del hongo que causa la roya. Los genotipos con una alta densidad de pubescencia acicular en las hojas tienden a desarrollar menos infección de roya que los genotipos glabros. (6, 7). Algunos genotipos de la República Dominicana, tienen una alta densidad de pubescencia acicular en el envés de las hojas y son tolerantes a la roya. En cambio, otras líneas con poca pubescencia acicular son susceptibles a las razas de roya predominantes en la República Dominicana y en Puerto Rico.

La resistencia específica a la roya funciona solamente para ciertas razas de roya. Por tanto, los genotipos de habichuela con resistencia específica pueden ser vulnerables a las nuevas razas de roya que puedan aparecer (7). Schwartz y Gálvez (5) sugirieron que se debe intensificar la investigación para desarrollar formas de resistencia no específica a las razas que permitan suplementar o reemplazar las fuentes de resistencia específica que haya actualmente.

Al presente no hay un método adecuado para evaluar la pubescencia acicular en la habichuela. Es necesario desarrollar una escala que permita estimar la densidad de la pubescencia acicular presente en el envés de la hoja. Se ha informado que los tricomas unciformes en las hojas de la habichuela la protegen contra los daños causados por el saltahoja *Empoasca fabae* (4). Por lo tanto, también es necesario estudiar la relación entre la densidad de la pubescencia acicular y la de tricomas unciformes en la hoja. Los objetivos de esta investigación fueron 1) desarrollar una escala para estimar la densidad de la pubescencia acicular; 2) determinar la estabilidad de expresión de la característica de la densidad de pubescencia acicular en ambientes diferentes y 3) estudiar la relación entre pubescencia acicular y tricomas unciformes en las hojas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció una escala de 1 a 9 para determinar el grado de densidad de la pubescencia acicular. En esta escala el grado 1 se usa para determinar hojas glabras y 9 para pubescencia acicular densa. Usando esta escala visual, la variedad PC-50 tuvo una densidad de pubescencia acicular entre 6 y 7. La colección Pompadour, constituida por 28 genotipos de habichuela seleccionados en la República Dominicana, muestra una amplia variabilidad de densidad de pubescencia acicular en las hojas. Se evaluó la pubescencia de este germoplasma y de otras líneas del programa de mejoramiento de la habichuela de la Universidad de Puerto Rico (UPR) usando la escala visual preliminar de 1 a 9 para evaluar la cuarta hoja trifoliada aproximadamente 30 días después de la siembra. Estos genotipos se sembraron en 1987 en las Subestaciones Experimentales de Isabela y Fortuna, Puerto Rico y en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras para determinar el efecto de diferentes ambientes en la expresión de la pubescencia. Se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados con dos repeticiones. Se sembraron 33 genotipos en surcos de 2 m. de longitud con una distancia de siembra de 0.60 entre surcos y 0.10 m. entre plantas. Se hicieron análisis de correlación para determinar el grado de similitud entre las lecturas de ambientes diferentes.

Para caracterizar la variabilidad y cuantificar la densidad de pubescencia acicular en la hoja de la planta de habichuela se sembraron 14 genotipos de la colección Pompadour y el programa de mejoramiento de

la UPR. Estos genotipos se sembraron en el invernadero en dos épocas diferentes: el 29 de mayo y el 20 de octubre 1988. El cuadro 1 presenta una breve descripción de las características agronómicas de los genotipos que se usaron en este experimento.

Los genotipos se sembraron en tiestos de 15 cm. de diámetro con capacidad para 2 kg. de suelo. Para el experimento se usó un diseño completamente al azar en un factorial con dos repeticiones y dos semillas por tiesto. Se consideró cada tiesto como una unidad experimental. Los dos factores analizados fueron 14 genotipos y hojas de los primeros 5 nudos del tallo principal de la planta. Se usó una hoja cotiledonar y el folíolo central de cada trifolio para obtener la muestra.

Se tomó una lectura visual en cada una de las hojas estudiadas, a base de una escala preliminar de 1 a 9 cuando las hojas habían alcanzado su desarrollo máximo. Para el conteo de la densidad de pubescencia acicular por centímetro cuadrado se observaron las primeras 5 hojas de cada planta y se tomaron dos muestras de cada hoja de 0.28 cm. de diámetro, cuando las hojas alcanzaron su desarrollo máximo. Se usó un recipiente con hielo para mantener las hojas túrgidas y un perforador de 0.6 cm. de diámetro para obtener las dos muestras, una a cada lado de la vena principal. Para el conteo de la pubescencia acicular se usó un microscopio de disección con una magnificación de $10\times$. Se hicieron observaciones en la parte abaxial de la hoja.

CUADRO 1.—Características agronómicas de los genotipos utilizados para establecer la escala de pubescencia acicular

Genotipo	Hábito de crecimiento ¹	Color del grano	Tamaño del grano ²	Fuente
PC-50	I	Rojo moteado	Mediano	Rep. Dom
José Beta	I	" "	Grande	" "
Pompadour-Q	I	" "	Mediano	" "
8851-34	I	Rojo claro	Grande	P. Rico
8853-30	I	Rojo moteado	Mediano	" "
Pompadour checa	I	" "	"	Rep. Dom
Pompadour-E	II	" "	"	" "
Pompadour-X	II	" "	"	" "
Pompadour-AE	II	" "	"	" "
Pompadour-G	II	" "	"	" "
Pompadour-XB	II	" "	"	" "
Chíchara	II	" "	Pequeño	" "
8851-17	II	Marrón moteado	Grande	P. Rico
8851-7	II	" "	"	" "

¹I = determinado y II = indeterminado.

²< de 0.25 g = pequeño; 0.25-0.40 g = mediano y

> de 0.40 g = grande.

Para el conteo de los tricomas unciformes, se midió una porción de 4 cm. en el centro de la hoja (2 cm. a cada lado de la vena principal), se doblaron y se contaron los tricomas unciformes comprendidos en una área de 0.4 cm.², usando una magnificación de 70×; este conteo se hizo en la parte abaxial de la hoja. Los datos recopilados se analizaron con un análisis de varianza. Los promedios de los tratamientos se compararon a base de la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) al nivel de alfa = 0.01. Mediante el establecimiento de la escala se identificó un genotipo representativo de los grados de densidad de pubescencia acicular 1, 3, 5 y 7 en una escala visual de 1 a 9.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados preliminares de Honduras con 20 genotipos de habichuela roja moteada indicaron que había una relación inversa entre la densidad de la pubescencia acicular en el envés de la hoja y la incidencia de roya (cuadro 2). Los genotipos con lecturas mayores de 5, a base de la escala de 1 a 9, no presentaron los síntomas de la roya. Sin embargo, los genotipos Chíchara, Pompadour-E y Pompadour-U sin pubescencia acicular en las hojas tuvieron una incidencia de roya de un 17.5, 22.5 y 45%, respectivamente. Shaik (6), observó que variedades de habichuela de Jamaica con resistencia no específica a la roya tienen una alta densidad de pubescencia acicular en el envés de las hojas trifoliadas.

También se encontró que los conteos de densidad de la pubescencia acicular de la hoja de la habichuela no variaron mucho de persona a persona según lo señala la tabulación siguiente:

<u>Localidad</u>	<u>Correlación</u>
Fortuna, Puerto Rico	0.97***
EAP, Honduras	0.96**

Tampoco hubo variación de un ambiente a otro. En todos los casos las correlaciones entre una localidad específica y el promedio de las lecturas tomadas en varias localidades fueron altamente significativas, lo que indica similitud en las lecturas:

<u>Localidad específica</u>	<u>Fecha de siembra</u>	<u>Correlación</u>
Isabela, P.R.	Marzo/87	0.93***
Isabela, P.R.	Junio/87	0.86**
Fortuna, P.R.	Diciembre/87	0.98**
Honduras	Octubre/87	0.98**

La pubescencia acicular varió en tamaño y densidad dependiendo del genotipo y la posición de la hoja en la planta. La hoja de la planta de habichuela normalmente se debe observar por la parte abaxial, porque la densidad de la pubescencia acicular es mayor. Steadman y Shaik, (6,7),

*Significativo al nivel alfa = 0.01.

CUADRO 2.—*Lecturas de densidad de pubescencia acicular e incidencia de roya de 20 genotipos de habichuela, El Zamorano, Honduras, 1988*

Genotipo	Lectura de densidad de pubescencia ¹	Roya ²
PC83-06	6.0	0.0
Pompadour-I	5.5	0.0
PC83-217	5.5	0.0
Pompadour-X	5.0	0.0
PC83-30	5.0	0.0
Pompadour-ñ	5.0	0.0
Pompadour-AE	5.0	0.0
PC84-1	5.0	0.0
PC83-04	5.0	0.0
Pompadour-F	5.0	0.0
PC83-101	5.0	0.0
PC85-1	5.0	0.0
Indiana Roja	4.5	1.5
Pompadour-XB	4.5	1.5
Pompadour-P	4.5	1.5
Pompadour-H	4.5	1.5
Pompadour-Q	2.5	5.0
Chichara	1.0	17.5
Pompadour-E	1.0	22.5
Pompadour-U	1.0	45.0

¹Escala del 1 al 9, donde 1 = hojas glabras y 9 = hojas con alta densidad de pubescencia acicular.

²Porcentaje de la superficie foliar afectada por roya.

señalaron que la pubescencia acicular en la parte abaxial es de menor importancia porque ese lado tiene de 10 a 20 veces menos densidad estomatal que en la superficie abaxial y hay menos probabilidad de que el hongo penetre a través de los estomas. Algunos genotipos pueden presentar pubescencia acicular en la parte abaxial, en la parte abaxial y en el borde de la hoja. Fue muy común encontrar una mezcla de pubescencia acicular y tricomas unciformes en la parte abaxial de la hoja cuando la pubescencia acicular era escasa en la parte abaxial.

Debido a que no se sabía cómo variaría la densidad de la pubescencia acicular en el haz de la planta de habichuela, fue necesario estudiar las primeras cuatro hojas trifoliadas de varios genotipos hasta la floración; es decir, durante el período cuando el potencial de daño por la roya es mayor. Schwartz y Gálvez (5), señalaron que la incidencia de infección por la roya es mayor durante los períodos críticos de prefloración y floración. Los genotipos estudiados difieren grandemente en la densidad de pubescencia acicular de la hoja. Para los genotipos de hábito de crecimiento determinado, se hicieron lecturas visuales desde la hoja cotiledonar hasta la cuarta hoja trifoliada. Esta última presentó mayor densidad

de pubescencia acicular, debido posiblemente, a que estaba menos expandida que las demás y por tanto hubo una concentración mayor de pubescencia acicular. Aunque los genotipos de hábitos de crecimiento indeterminado continuaron echando hojas, éstas eran menos expandidas y, por lo tanto la concentración de pubescencia acicular era mayor.

La hoja cotiledonar y la primera trifoliada de todos los genotipos tuvieron el grado 1; es decir, sin pubescencia acicular con excepción de las PC-50 y 8853-30, las cuales presentaron una lectura de 2 en la primera hoja trifoliada (cuadro 3). A partir de la segunda hoja trifoliada para los genotipos que tuvieron una mayor densidad de pubescencia acicular, se observó un incremento en la densidad de pubescencia acicular hasta la cuarta hoja trifoliada, la cual presentó el grado más alto. Según la lectura media de las segunda, tercera y cuarta hojas trifoliadas, los genotipos PC-50, Pompadour-XB, 8851-7 y 8853-30 presentaron los grados más altos de pubescencia acicular (cuadro 3). Por el contrario, la variedad Pompadour-Q tuvo el grado más bajo, seguida de Pompadour-E y Chíchara, que carecieron de pubescencia acicular en todas sus hojas. El rango de la pubescencia de las hojas entre los genotipos varió de 1.0 a 6.0 (cuadro 3). Los resultados de esta investigación están de acuerdo con

CUADRO 3.—Promedios de lecturas visuales, densidades de pubescencia acicular y tricomas unciformes en la hoja cotiledonal y las primeras cuatro trifoliadas de 14 genotipos de habichuela

Genotipo	Lecturas visuales ¹			Densidades ⁴	
	Hoja cot.	Prim. trifol.	Otras trifol. ²	Pubescencia acicular ³	Tricomas unciformes ⁵
PC-50	1.0	2.0	6.0	697.9	154.2
Pompadour-XB	1.0	1.0	5.9	712.0	162.5
8853-30	1.0	2.0	5.7	732.0	161.1
8851-7	1.0	1.0	5.6	712.9	200.1
Pompadour-AE	1.0	1.0	5.5	626.5	179.3
Pompadour-G	1.0	1.0	5.0	495.3	193.1
Pompadour checa	1.0	1.0	4.9	541.0	209.9
Pompadour-X	1.0	1.0	4.5	521.0	195.3
8851-34	1.0	1.0	2.1	69.4	552.0
José Beta	1.0	1.0	2.1	84.2	288.9
Pompadour-Q	1.0	1.0	1.4	20.2	561.6
Pompadour-E	1.0	1.0	1.0	0.0	378.4
Chíchara	1.0	1.0	1.0	0.0	382.6

¹Escala de 1 a 9, donde 1 = hojas glabras y 9 = pubescencia densa.

²Promedio de la segunda, tercera y cuarta hojas trifoliadas. DMS (0.01) = 58.8 para comparar promedios de genotipos en el conteo de pubescencia acicular y DMS (0.01) = 35.1 para comparar los promedios de las hojas.

³Número de pubescencia acicular y tricomas unciformes/cm.²

⁴Promedios de la segunda, tercera y cuarta hojas trifoliadas.

⁵Promedios de las cinco hojas en el estudio.

los encontrados por Shaik y Steadman (7) y Johnson (3), quienes señalaron que la pubescencia acicular variaba con respecto a la posición de la hoja. En el análisis de varianza no hubo diferencias significativas entre experimentos indicando similitud en las lecturas visuales de densidad de pubescencia acicular realizadas en ambas fechas de siembra. La interacción entre genotipo y hoja fue altamente significativa, lo que indica que las diferencias en densidad de pubescencia acicular entre los genotipos variaron dependiendo de la hoja estudiada. El conteo de pubescencia acicular/cm.², resultó que todos los genotipos carecían de pubescencia acicular en la hoja cotiledonal, así como también en la primera hoja trifoliada, excepto en los genotipos 8853-30 y PC-50 que tuvieron lecturas de densidad de pubescencia acicular de 104/cm.² y 102/cm.², respectivamente en la primera hoja trifoliada (cuadro 3). Los datos mostraron que la densidad de pubescencia acicular aumentó escalonadamente desde la segunda hoja trifoliada hasta la cuarta. La cuarta hoja fue la que presentó la densidad de pubescencia acicular más alta para la mayoría de los genotipos. Los promedios en densidad de pubescencia acicular de las segunda, tercera y cuarta hojas trifoliadas indicaron que los genotipos 8853-30, 8851-7, Pompadour-XB y PC-50 presentaron las densidades más altas de pubescencia acicular, muy similar a la lectura visual (cuadro 3). Igualmente, los genotipos con lecturas visuales más bajas tuvieron bajas densidades de pubescencia acicular o no tuvieron pubescencia en ninguna de sus hojas. Al comparar los resultados de la lectura visual y el conteo de pubescencia acicular se puede decir que hubo una similitud muy alta ($r = 0.99$).

En el estado prematuro de las hojas trifoliadas de la planta de habichuela hubo una alta densidad de pubescencia acicular debido a que ésta está concentrada y tiende a espaciarse en la misma proporción en que la hoja se expande. Shaik y Steadman (7) señalaron que estas hojas parcialmente expandidas podrían poseer una mayor protección contra la roya por la alta densidad de pubescencia acicular presente.

Se clasificaron los genotipos de habichuela Pompadour-E, representativo del grado 1 en la escala propuesta; José Beta en el grado 3, Pompadour-X en el grado 5 y Pompadour-XB en el grado 7 (cuadro 4). Esta escala debería ser útil para los investigadores interesados en evaluar o estudiar la densidad de pubescencia acicular en las hojas de la planta de habichuela. Aunque los genotipos 8851-34, Pompadour-Q, Chíchara y Pompadour-E carecieron de pubescencia acicular, tuvieron las densidades más altas de tricomas unciformes (cuadro 3). Sin embargo, los genotipos con alta densidad de pubescencia acicular, como Pompadour-XB, 8851-17 y PC-50, presentaron las densidades de tricomas unciformes más bajas. A partir de la primera hoja trifoliada y hasta la cuarta hoja hay un descenso en la densidad de tricomas unciformes y un incremento en la densidad de pubescencia acicular (cuadro 3).

CUADRO 4.—Escala visual de densidad de pubescencia acicular propuesta y los genotipos representativos

Grado	Número aproximado de pubescencia/cm ²	Genotipo representativo
1	0	Pompadour-E
2	1-100	
3	101-250	José Beta
4	251-400	
5	401-550	Pompadour-X
6	551-700	
7	701-850	Pompadour-XB
8	851-1000	
9	>1000	

Se pudo observar que en la hoja cotiledonar y en la primera hoja trifoliada todos los genotipos sólo presentaron tricomas unciformes; en la segunda hoja trifoliada hubo una mezcla de pubescencia acicular y de tricomas. Estas observaciones están de acuerdo con lo informado por Shaik y Steadman (7). Para los genotipos altamente pubescentes, los tricomas unciformes desaparecen por completo en la tercera y cuarta hoja trifoliada. Según el análisis de varianza no hubo diferencia significativa entre los experimentos, indicando que las lecturas de densidad de tricomas unciformes fueron similares en ambas épocas de siembra. Sin embargo, las diferencias en lectura de tricomas unciformes entre los genotipos variaron según la posición de la hoja. Estas diferencias se atribuyen a que la densidad de los tricomas unciformes de algunos genotipos disminuyó marcadamente en las tercera y cuarta hojas, mientras que la densidad de tricomas unciformes de otros genotipos se mantuvo alta en todas las hojas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ballantyne, B., 1974. Resistance to rust (*Uromyces appendiculatus*) in bean (*Phaseolus vulgaris*). Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 17: 19-20.
2. Coyne, D. P. and M. L. Schuster, 1975. Genetic and breeding strategy for resistance to rust (*Uromyces phaseoli* Reben Wint.) in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica* 24: 895-901.
3. Johnson, B., 1953. The injurious effects of the hooked epidermal hairs of french beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on *Aphis craccivora* Koch. *Bull. Entomol. Res.* 44: 779-88.
4. Pillemer, E. A., 1976. Hooked trichomes: A physical plant barrier to a major agricultural pest. *Science* 193: 482-84.
5. Schwartz, H. F. y G. E. Gálvez, 1980. Problemas de producción del frijol. CIAT, Cali, Colombia, 19-36.
6. Shaik, M., 1984. Race-nonspecific resistance in bean cultivars to races of *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* and its correlation with leaf epidermal characteristics. *Phytopathology*, 75: 478-81.
7. — and J. R. Steadman, 1988. Nonspecific resistance to bean rust and its association with leaf pubescence. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 31: 62-3.
8. Steadman, J. R. and M. Shaik, 1988. Leaf pubescence confers apparent race-nonspecific rust resistance in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Phytopathology* 78 (12): 1566.