

Determinación de la pubescencia de cuatro genotipos de habichuela, *Phaseolus vulgaris* L.^{1,2}

Eduardo A. Peña,³ Alberto Pantoja⁴ y James Beaver⁵

RESUMEN

Se estudió la pubescencia de cuatro genotipos de *Phaseolus vulgaris* L. que bajo condiciones de campo demostraron diferencias en la reacción al virus del mosaico dorado. Las hojas de los genotipos A-429, DOR-303, 27-R y PC-50 mostraron sólo dos tipos de tricomas sin glándulas. Estos tricomas son aciculares (en forma de aguja) y unciformes (en forma de gancho). Entre el haz y envés de las hojas de los cuatro genotipos evaluados hubo diferencias en densidad y tamaño de los dos tipos de tricomas. Los tricomas en las hojas de cada uno de los genotipos varían tanto en número como en tamaño según el tipo de hoja. La línea A-429 fue la de hojas menos pubescentes y con menos densidad de tricomas por centímetro cuadrado. La línea DOR-303 mostró un mayor densidad de tricomas unciformes, pero de menor tamaño. En la variedad PC-50 hubo más tricomas aciculares en el envés que tricomas unciformes. En términos generales, la variedad 27-R fue la de mayor densidad de tricomas y en la que con mayor regularidad se encontraron los dos tipos de tricomas.

ABSTRACT

Pubescence of four bean genotypes

A study was conducted to describe the pubescence in four genotypes (lines A-429, DOR-303, 27-R and PC-50) of the common bean, *Phaseolus vulgaris* L., known to vary in field reaction to bean golden mosaic. Only two types of non-glandular trichomes were observed in the lines tested. The trichomes were of the unciform and acerate types. Significant differences were detected between the abaxial and axial surfaces of the leaves. Trichomes varied both in size and density depending on the type of leaf. Line A-429 displayed the highest pubescence and also showed the highest number of trichomes per square centimeter. Line DOR-303 showed the highest density of unciform trichomes, but of smaller size than those of the

¹Manuscrito sometido a la junta editorial el 4 de septiembre de 1991.

²Investigación realizada bajo el Programa Colaborativo de Investigación y apoyo Bean/Cowpea CRSP; Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. Parte del trabajo fue sometido como requisito de tesis para el grado de maestría en ciencias del autor principal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez. Se reconoce la ayuda técnica de Rodrigo Echávez-Badel. También reconocemos los comentarios de Arístides Armstrong, Julio Bird y Daniel Pesante en el borrador anterior de este trabajo.

³Estudiante graduado, Departamento Protección de Cultivos, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. Actualmente Investigador, Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, A.A. 161, El Mira, Tumaco, Nariño, Colombia.

⁴Investigador Asociado, Departamento Protección de Cultivos.

⁵Profesor Asociado, Departamento de Agronomía.

other four lines. More acerate than unciform trichomes were detected on the underside of the leaf of line PC-50. In general, line 27-R was the line with the highest trichome density and also the line that with greater regularity possessed both types of trichomes.

INTRODUCCIÓN

El término tricoma se usa colectivamente para designar los varios apéndices unicelulares y multicelulares en la epidermis de las plantas. Los tricomas, que también se pueden denominar pelos, por lo general se dividen en dos grupos: glandulares y no glandulares. Pueden ocurrir en multitud de formas: rectos, espiralados, unciformes (en forma de gancho), simples, peltados ó en forma de estrella. Usualmente, cada especie de planta tiene tricomas de forma característica (1, 2, 3, 4, 15). El número de tricomas en las hojas de *P. vulgaris* es una característica altamente heredable y que no sufre mayor variación de un ambiente a otro (9).

Los insectos responden en forma diferente a la presencia de los pelos en las plantas. La pubescencia, como factor de resistencia al daño de los insectos, puede interferir con la oviposición, el ataque, la alimentación e ingestión y la movilización del insecto (8). El efecto mecánico de la pubescencia depende de cuatro características principales: densidad, posición, longitud y forma del tricoma. En algunos casos los tricomas tienen glándulas que exudan metabolitos secundarios de las plantas y que afectan a los insectos (9). Wolfenbarger y Slessman (16) informaron una correlación entre el número de pelos y la población ninfal de *Empoasca fabae* (Harris). Los autores (15) concluyeron que aunque la densidad de los pelos en la hoja podía no ser un factor importante en la protección de la habichuela al ataque de insectos saltahojas, sí se debía considerar el tipo y la densidad de los pelos como factores importantes en el mecanismo de protección de la planta.

Poos y Smith (13) informaron alta mortalidad en ninfas de *E. fabae* en plantas de habichuela al quedar atrapadas en los pelos unciformes. McKinney (7) informó mortalidad de *Myzus persicae* (Sulzer) atrapados en los pelos unciformes en la epidermis del follaje de las plantas; según él la mayoría de los insectos había muerto al intentar liberarse de estos pelos. Ninfas y adultos de varias especies de trípidos, aunque pocos, también habían perecido en idéntica forma.

Los pelos se han descrito como espinas diminutas, fuertes y recurvadas en el ápice, tal como un anzuelo, de extremo afilado, lo que les permite penetrar fácilmente los tejidos blandos de los insectos. McKinney (7) concluyó que la longitud de los pelos en relación a tamaño de los insectos hacía que los insectos quedaran atrapados al moverse. Johnson (5) informó un bajo nivel de reproducción, una disminución en el tamaño del insecto y una alta mortalidad de *Aphis craccivora* Koch cuando la densidad de los pelos en habichuela tierna es alta.

Pillemer y Tingey (12) encontraron una relación directa entre los tricomas unciformes de *P. vulgaris* y la mortalidad de *E. fabae*. El envés de las hojas de *P. vulgaris* tenía alta densidad de tricomas en comparación con el haz; como los insectos se alimentaban casi exclusivamente en el envés, los tricomas constituían una defensa ideal. Pillemer y Tingey (12) concluyeron que la densidad de los tricomas unciformes puede ser un valioso criterio de selección para programas de mejoramiento de *P. vulgaris*, particularmente si este mecanismo de defensa puede ser combinado con otros factores de la planta a fin de proveer resistencia a la postura de huevos y el desarrollo de insectos saltahojas.

Estudios preliminares indican que los genotipos 27-R y PC-50 son susceptibles al mosaico dorado y de alta pubescencia mientras que A-429 y DOR-303 son glabros, pero resistentes bajo condiciones de campo al mosaico dorado. Este estudio se inició para determinar la pubescencia de los materiales genéticos de *Phaseolus vulgaris* L. A-429, DOR-303, 27-R y PC-50.

MATERIALES Y MÉTODOS

Bajo condiciones de invernadero (30°C-22°C de temperatura y 79 a 34% de humedad relativa), se sembraron y mantuvieron plantas de *P. vulgaris* de las líneas A-429, DOR-303 y las variedades 27-R y Pompadour Checa 50 (PC-50). Se utilizaron tiestos plásticos con capacidad para 500 gramos de suelo. En cada tiesto se sembraron dos plantas de igual material. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con los cuatro genotipos como tratamientos y seis replicaciones. Cada tiesto representó una unidad experimental.

Ocho días después de la germinación, cuando las hojas cotiledóneas estaban plenamente desarrolladas, de cada planta se cortó una de estas hojas. Cada hoja, envuelta y protegida con papel húmedo, se llevó al laboratorio, donde con un bisturí se le separaron cinco secciones longitudinales (submuestras): ápice, margen izquierdo, margen derecho, base y centro de la hoja. Cada sección se montó en un portaobjetos para observarla en estereoscopio calibrado. Con una magnificación de 15X se procedió a medir el ancho y el largo de la sección para calcular el área. El tipo de tricomas existentes en el haz y el envés de cada sección se determinó y contabilizó bajo una magnificación de 75X. La densidad de los tricomas en cada una de las secciones se calculó a base del número de tricomas por centímetro cuadrado.

En cada sección se seleccionaron al azar 10 de los tricomas observados e individualmente se tomaron las siguientes medidas: L_1 , longitud de cada tricoma; L_2 , longitud de alguna estructura adicional que presentase el tricoma; A, ancho de la base del tricoma.

Los procedimientos descritos se repitieron en el folíolo central de cada hoja verdadera (trifoliada) que la planta produjo más tarde.

En cada planta se registró el número total de hojas y la fecha de floración. El mantenimiento de las plantas incluyó riegos cada 2 días y aplicación semanal de abono líquido, 100 mililitros por tiesto de solución acuosa de abono soluble 20-20-20 (Tropical Fertilizer Corp.).⁶

RESULTADOS Y DISCUSION

Tipo de tricoma

Se observaron dos tipos de tricomas sin glándulas en el haz y el envés de cada hoja de los cuatro genotipos de habichuela: A-429, DOR-303, 27-R y PC-50. De acuerdo a la terminología sobre tricomas de plantas de Payne (10) éstos corresponden a tricomas aciculares y tricomas unificormes.

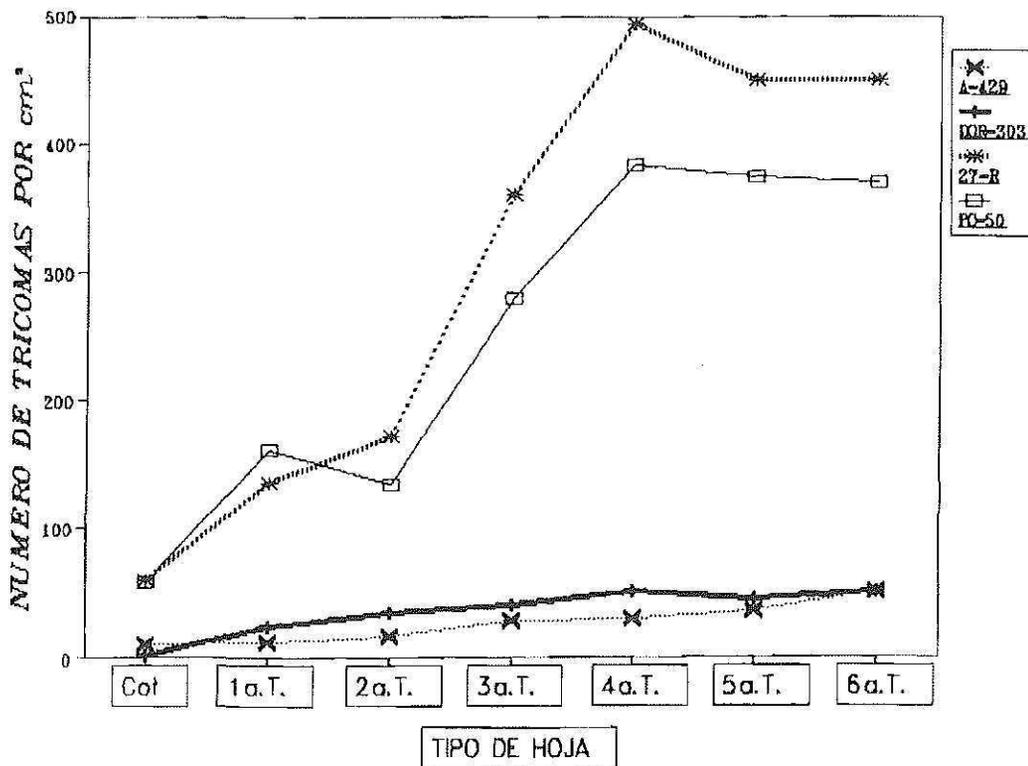


FIG. 1. Densidad de tricomas unificormes en el haz de las hojas cotiledonales (Cot.) y trifoliadas (Trif.) de A-429, DOR-303, 27-R y PC-50.

*Las marcas registradas sólo se usan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico ni endoso sobre otros productos o equipo que no se mencionan.

Densidad de los tricomas presentes en las hojas A-429, DOR-303, 27-R y PC-50

La figura 1 presenta el desarrollo de la densidad de los tricomas unificormes en el haz de la hoja segregados por tipo de hoja y línea genética. Las variedades 27-R y PC-50 muestran un incremento constante en la densidad de tricomas unificormes en el haz (TUH) de la hoja. Por otro lado, las líneas A-429 y DOR-303 mostraron un número menor y constante de TUH al compararlas con 27-R y PC-50. El número máximo de TUH lo tuvo la variedad 27-R; las líneas A-429 y DOR-303 tuvieron casi igual número de TUH. Las menores densidades iniciales de TUH las tuvieron DOR-303 y A-429. Las variedades 27-R y PC-50 tuvieron un promedio de 300.5 y 249.7 TUH, respectivamente.

Excepto en la variedad DOR-303, la densidad de tricomas aciculares en el haz (TAH) de la hoja cotiledona fue mayor que la densidad en la primera hoja trifoliada (fig. 2). Similar a la densidad de TUH (fig. 1), las variedades 27-R y PC-50 tuvieron las densidades más altas de TAH. La densidad máxima de TAH en las hojas trifoliadas correspondió a la variedad 27-R; la densidad mínima en las hojas trifoliadas fue 70.1, en la línea A-429.

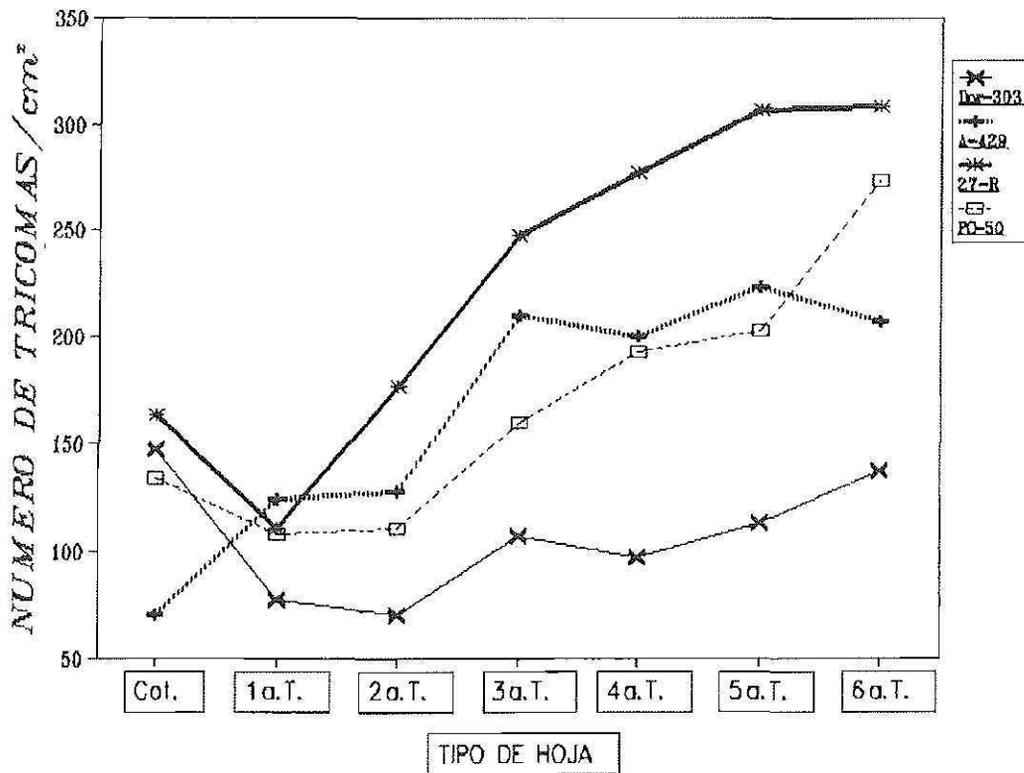


FIG. 2. Densidad de tricomas aciculares en el haz de las hojas cotiledonales (Cot.) y trifoliadas (Trif.) de A-429, DOR-303, 27-R y PC-50.

La densidad de tricomas unciformes en el envés (TUE) de la hoja varió marcadamente entre los cuatro genotipos (fig. 3), pero fue similar a los resultados obtenidos para TUH y TAH (fig. 1 y 2). En cada genotipo la hoja cotiledonal tuvo una menor densidad de TUE que las hojas trifoliadas 1 a 6. La variedad DOR-303 fue el genotipo de mayor densidad de TUE.

La densidad de tricomas aciculares en el envés de la hoja (TAE) mostró un patrón similar (fig. 4) al de TUH (fig. 1) con la excepción de que la densidad de TAE fue ligeramente mayor en la hoja cotiledonal que la de la primera hoja trifoliada. Las variedades 27-R y PC-50 mostraron un patrón ascendente en la densidad de TAE. En contraste, las líneas A-429 y DOR-303 exhibieron una densidad uniformemente baja de TAE para todas las hojas trifoliadas.

La figura 5 presenta la longitud de TUH de todas las hojas. La línea A-429 tuvo TUH más largos y menor densidad. La línea DOR-303 tuvo los TUH más cortos. Esta línea además tuvo una baja densidad de TUH. Las mayores densidades de TUH fueron las de las variedades 27-R y PC-50. La longitud de los TUH fue similar entre estas dos líneas.

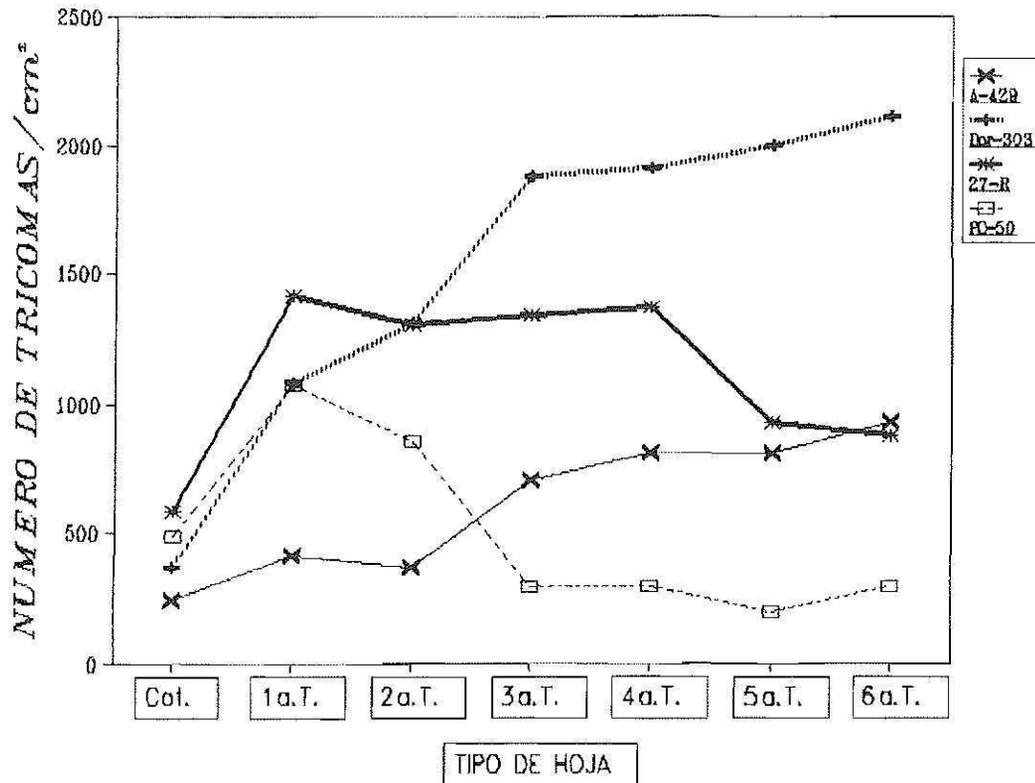


FIG. 3. Densidad de tricomas unciformes en el envés de las hojas cotiledonales (Cot.) y trifoliadas (Trif.) de A-429, DOR-303, 27-R y PC-50.

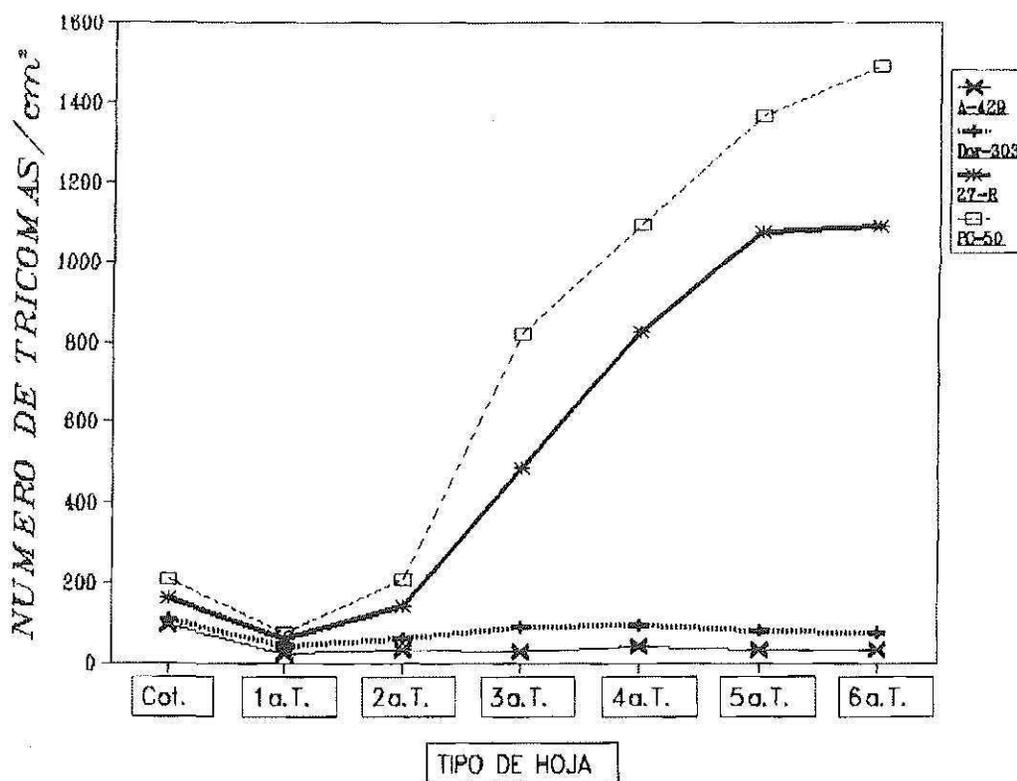


FIG. 4. Densidad de tricomas aciculares en el envés de las hojas cotiledonales (Cot.) y trifoliadas (Trif.) de A-429, DOR-303, 27-R y PC-50.

La longitud de los TAH fue similar 27-R y PC-50 (fig. 6). La variedad 27-R además de tener TAH cortos tuvo una alta densidad de TAH. La densidad más de baja TAH fue la de la línea A-429.

Los TUE de las líneas A-429 y DOR-303 fueron más cortos que los de las líneas 27-R y PC-50 (fig. 7). Las líneas DOR-303 y 27-R tuvieron las mayores densidades de TUE. A su vez, las menores densidades de TUE correspondieron A-429 y PC-50.

La longitud y la densidad de TAE (fig. 8) muestran un patrón similar al de TUH (fig. 5) con las menores densidades y longitudes de TAE, que corresponden a las líneas A-429 y DOR-303. La longitud de TAE de la variedad PC-50 fue la mayor de entre los materiales estudiados. Esta variedad también tuvo la mayor densidad de TAE.

Las variedades 27-R y PC-50 tuvieron los TUH de mayor grosor (cuadro 1); la línea DOR-303 los TUH más delgados. Los TUE de mayor grosor fueron los de las líneas 27-R y PC-50; A-429 y DOR-303 fueron los de las líneas A-429 y DOR-303.

El gancho de TUE fue más largo en las variedades 27-R y PC-50 (cuadro 2). Las líneas A-429 y DOR-303 tuvieron ganchos más cortos en

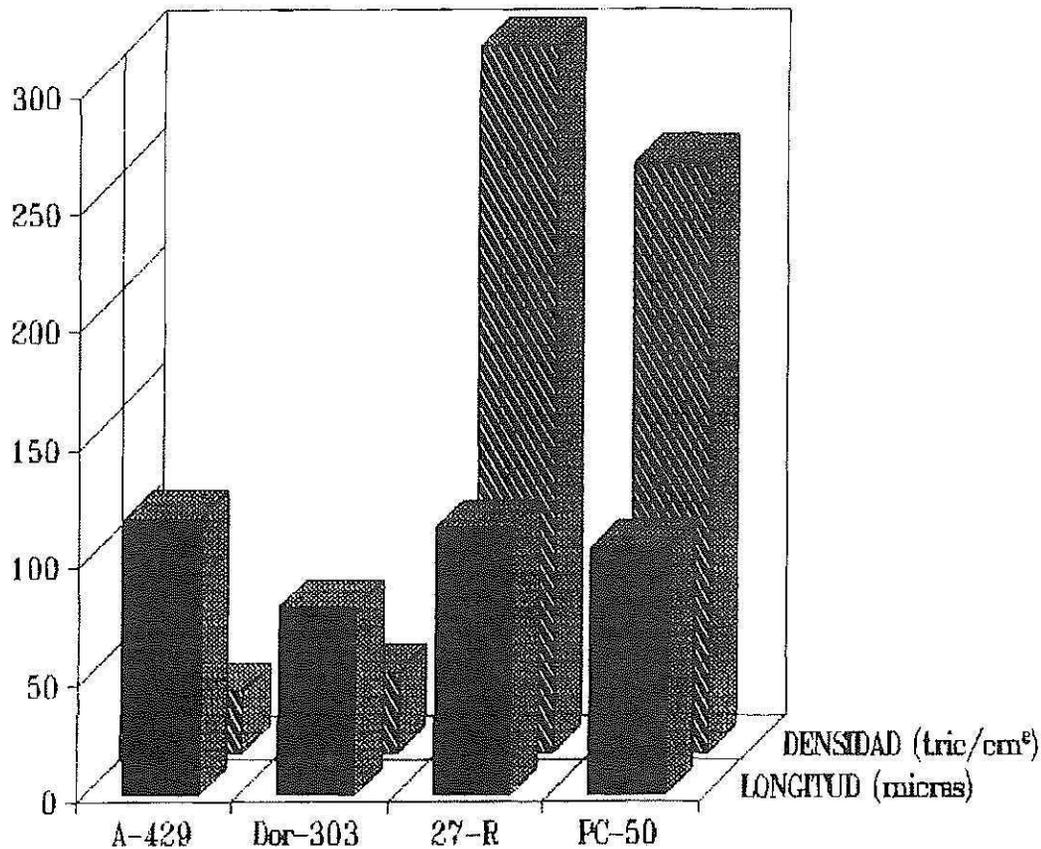


FIG. 5. Densidad (tricomas/cm²) y longitud (micras) de los tricomas uniformes en el haz de las hojas cotiledonales y trifoliadas de A-429, DOR-303, 27-R y PC-50.

los TUE. En los TUH, los ganchos fueron más cortos en la línea DOR-303 y más largos en la variedad 27-R.

La variación en la densidad de los tricomas entre la hoja cotiledonal y las hojas trifoliadas de una misma planta sugiere que cada hoja tiene una función específica. Este hecho influenciaría la cantidad de tricomas

CUADRO 1.—Ancho basal de los tricomas en las hojas de los genotipos de *Phaseolus vulgaris* A-429, DOR 303, 27-R y PC-50.

Genotipo	Ancho basal en micras			
	Tricomas haz		Tricomas envés	
	Aciculares	Unciformes	Aniculares	Unciformes
A-429	23.1±0.4 ab(*)	12.2±0.5 b	18.6±0.5 a	10.1±0.1 a
DOR-303	22.2±0.4 b	10.8±0.5 a	16.7±0.4 b	10.2±0.1 a
27-R	23.8±0.4	13.3±0.1 c	17.0±0.4 b	11.5±0.1 b
PC-50	23.0±0.3 ab	12.9±0.1 b	16.4±0.2 b	11.6±0.1 b

(*)Promedios con igual letra en una columna no son significativos al 5% de probabilidad, de acuerdo a la Prueba de Rango de Duncan.

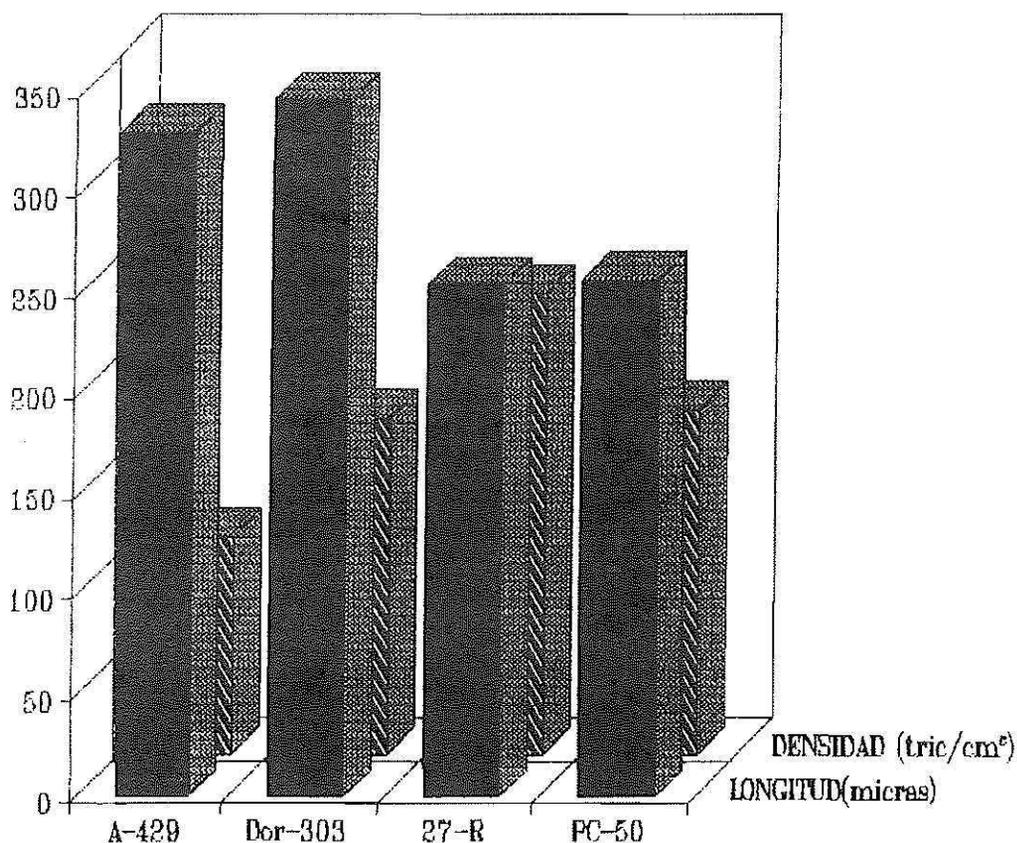


FIG. 6. Densidad (tricomas/cm²) y longitud (micras) de los tricomas aciculares en el haz de las hojas cotiledonales y trifoliadas de A-429, DOR-303, 27-R y PC-50.

puesto que fisiológicamente los tricomas cumplen funciones determinadas dentro de la fisiología de la hoja (6). La presencia de un tipo dado de tricoma está determinada genéticamente y no sufre mayor alteración debido a factores ambientales (9). Las diferencias en densidad, tipo, longitud, forma y desarrollo de los tricomas pueden ser factores importantes en la defensa de la planta contra los insectos. La presencia de tricomas

CUADRO 2.—Longitud promedio del gancho de tricomas unciformes en las hojas de los genotipos A-429, DOR-303, 27-R y PC-50. Mayagüez, P.R. 1988-1989.

Genotipo	Longitud del ancho en micras	
	Haz	Envés
A-429	14.7 + 0.7 a(*)	13.2 + 0.2 a
DOR-303	12.3 + 0.6 b	13.6 + 0.1 a
27-R	16.6 + 0.3 c	15.8 + 0.1 b
PC-50	14.8 + 0.2 a	15.2 + 0.2 b

(*) Promedios con igual letra en igual columna no son significativos al 5% de probabilidad basado en la Prueba de Rango de Duncan.

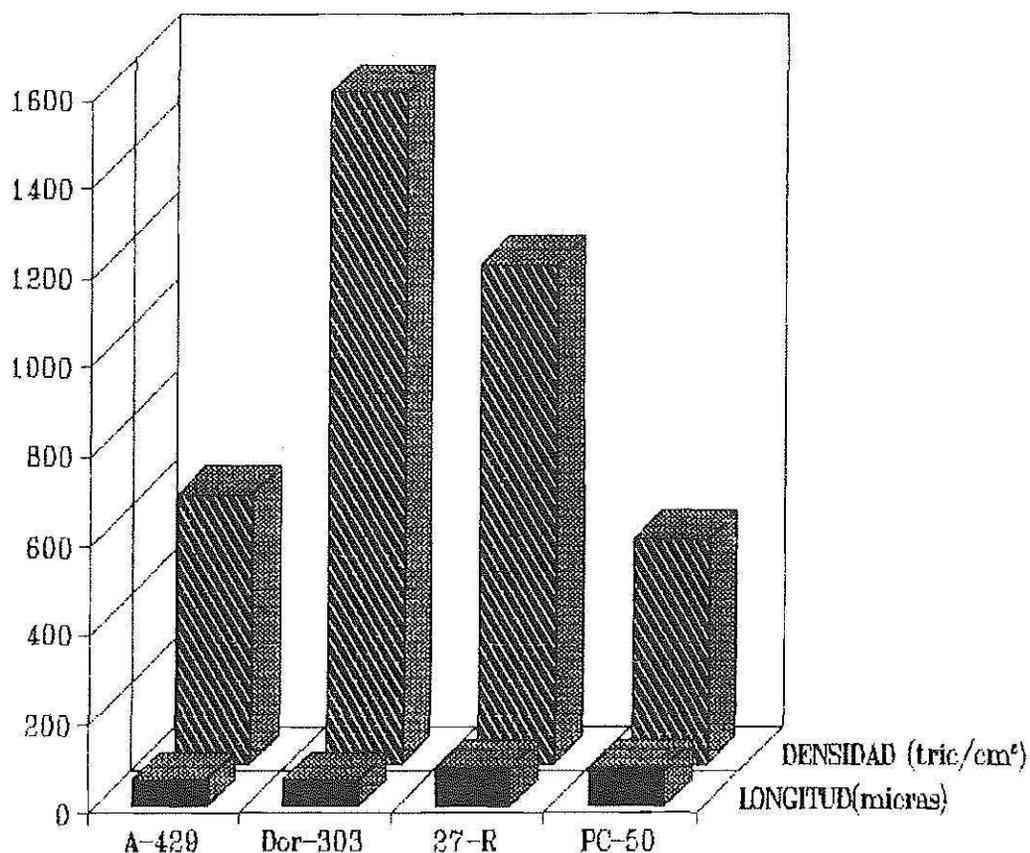


FIG. 7. Densidad (tricomas/cm²) y longitud (micras) de los tricomas uniformes en el envés de las hojas cotiledonales y trifoliadas de A-429, DOR-303, 27-R y PC-50.

podría interferir con la oviposición, el ataque, la alimentación e ingestión, la movilización y la preferencia de los insectos por estos genotipos. Estudios con *Bemisia tabaci* sugieren que los tricomas no afectan la oviposición ni el desarrollo de este insecto sobre estos cuatro genotipos (11). Se requieren estudios adicionales para correlacionar la pubescencia de estos genotipos con otros insectos plaga de este cultivo.

La metodología utilizada para estudiar los tricomas probó ser eficiente. Los datos indican que hay grandes diferencias en *P. vulgaris* en cuanto al tipo y la densidad de los tricomas. Esta técnica puede ser de beneficio en programas de mejoramiento contra plagas en que los tricomas jueguen un papel de importancia contra insectos plaga.

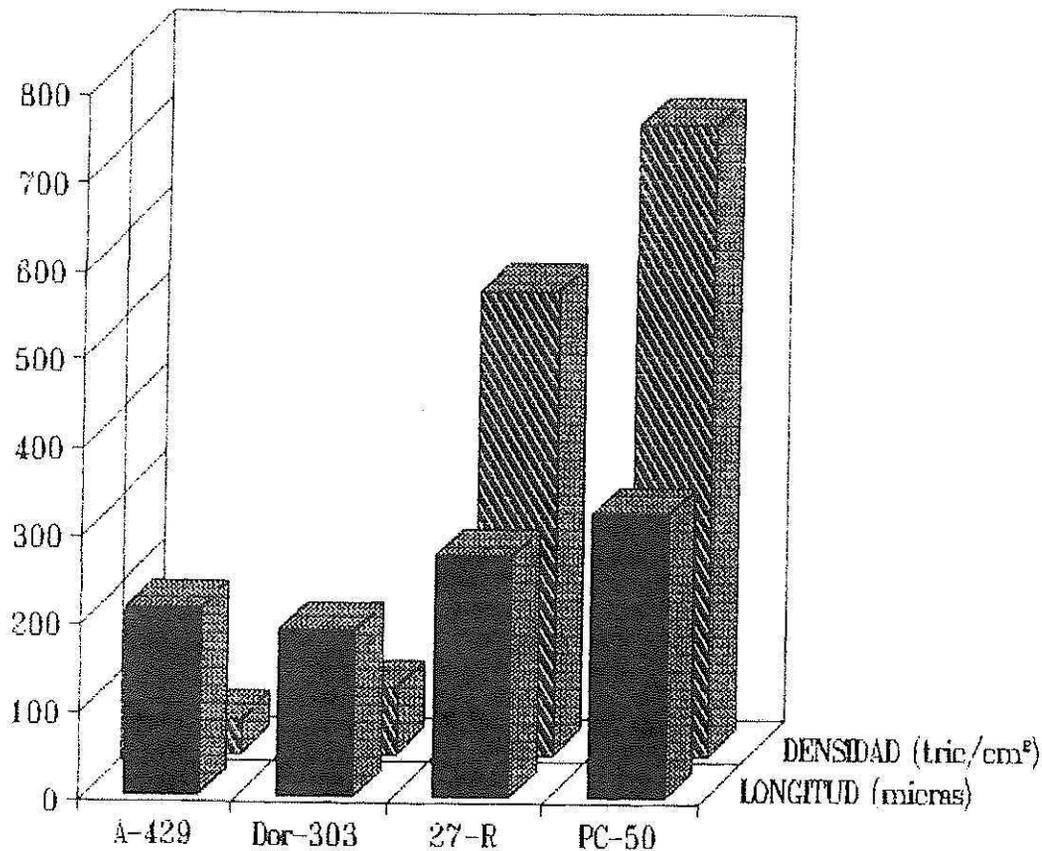


FIG. 8. Densidad (tricomas/cm²) y longitud (micras) de los tricomas aciculares en el envés de las hojas cotiledonales y trifoliadas de A-429, DOR-303, 27-R y PC-50.

Bibliografía

1. Cutter, E., 1969. *Plant Anatomy: Experiment and Interpretation*. Addison Wesley Publishing Company, London.
2. Esau, K., 1976. *Anatomía Vegetal*. Ediciones Omega, S. A. Barcelona.
3. Fahn, A., 1985. *Anatomía Vegetal*. Ediciones Pirámide. Madrid.
4. Foster, A. S., 1942. *Practical Plant Anatomy*. D. Van Nostrand Company, New York.
5. Johnson, B., 1953. The injurious effect of the hooked epidermal hairs of French beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on *Aphis carceivora* Koch. *Bull. Entomol. Res.* 44: 778-779.
6. Levin, D. A., 1973. The role of trichomes in plant defense. *Quart. Rev. Biol.* 48: 3-15.
7. McKinney, K. B., 1938. Physical characteristics of the foliage of beans and tomatoes that need to control some small insect pests. *J. Econ. Entomol.* 31: 630-631.
8. Norris, D. and M. Kogan, 1980. Biochemical and morphological bases of resistance. In: *Breeding Plants Resistant to Insects*. F. G. Maxwell and P. R. Jennings, eds. John Wiley and Sons, New York.
9. Oviedo, F., 1989. Caracterización y herencia de la pubescencia erecta en genotipos de frijol. Tesis Maestría, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P. R.
10. Payne, W. W., 1978. A glossary of plant hair terminology. *Britt.* 30: 239-255.
11. Peña, E., 1989. Determinación de la pubescencia de cuatro genotipos de habichuela, *Phaseolus vulgaris* L., y su efecto sobre el insecto *Bemisia tabaci*. Tesis Maestría, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P. R.

12. Pillemer, E. and W. M. Tingey, 1976. Hooked trichomes: a physical plant barrier to a major agricultural pest. *Sci.* 193: 482-484.
13. Poos, F. W. and F. F. Smith, 1931. A comparison of oviposition and nymphal development of *Empoasca fabae* (Harris) on different host plants. *J. Econ. Entomol.* 24: 361-371.
14. Richardson, H., 1943. The action of bean leaves against the bed bug. *J. Econ. Entomol.* 36: 543-545.
15. Shaik, M., 1985. Race no specific resistance in beans cultivars to races of *Uromyces appendiculatus* var *appendiculatus* and its correlation with leaf epidermal characteristics. *Phytopath.* 75: 478-481.
16. Wolfenbarger, D. and J. P. Slesman, 1963. Variation in susceptibility of soybeans pubescent types, broad and runner bean varieties and plant introductions to the potato leafhopper. *J. Econ. Ent.* 56: 895-897.