

DETERMINACION DE LA PUBESCENCIA DE CUATRO MATERIALES GENETICOS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y SU EFECTO SOBRE EL INSECTO *Bemisia tabaci* (Gennadius)

Eduardo A. Peña Rojas¹
Alberto Pantoja²
James S. Beaver

RESUMEN

Se efectuó un estudio para determinar la densidad y tipo de pubescencia de cuatro genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su efecto sobre el insecto *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). Los genotipos evaluados fueron las líneas A-429 y DOR-303 y las variedades 27-R y PC-50. En el haz y en envés de las hojas de cada material se estableció la presencia de dos tipos de tricomas no glandulares: aciculares y unciformes. Los cuatro genotipos presentaron variación en cuanto al tamaño y densidad de los tricomas. En términos generales, en el envés de las hojas los tricomas aciculares (TAE) y unciformes (TUE) de mayor tamaño correspondieron a las variedades 27-R (274,7 μ y 87,4 μ) y PC-50 (321, 8 μ y 87,8 μ). En las pruebas de alimentación y oviposición el insecto *B. tabaci* presentó mayor preferencia por la variedad 27-R. En este genotipo se recolectó el mayor número de adultos y huevos por planta. La variedad PC-50 fue seguida en preferencia por *B. tabaci*. El insecto mostró poca preferencia por las líneas A-429 y DOR-303, y en estos genotipos se recolectó el menor número de adultos y huevos del insecto. Los resultados demuestran que los dos tipos de tricomas de las hojas de A-429, DOR-303, 27-R y PC-50 no fueron obstáculo para el desarrollo y establecimiento de *B. tabaci*, aunque siempre prefirió a 27-R y a PC-50. El ciclo de vida del insecto fue similar en todos los genotipos (30,8 días en promedio). Igualmente, entre A-429, DOR-303, 27-

R y PC-50 no se presentaron diferencias en el período de incubación (7,6 días en promedio) ni en el tiempo de duración de cada uno de los cuatro instares ninfales. Aparentemente, aparte de la pubescencia, existen otros factores que indujeron al insecto a preferir las variedades 27-R y PC-50. Para el caso de A-429 y DOR-303, los resultados obtenidos sugieren que estos genotipos poseen o carecen de algunas características físico-químicas que hacen a estas líneas poco atractivas al insecto.

SUMMARY

A study was conducted to describe the pubescence of four genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and to study its effects on *Bemisia tabaci* (Gennadius). Genotypes under evaluation included lines A-429 and DOR-303 and cultivars 27-R and PC-50. Nonglandular unciform and acerate trichomes were studied on the underside and top of the leaves of each genotype. The four genotypes showed variation in trichome size and density. In general, cultivars 27-R and PC-50 showed larger acerate trichomes (ATU) and unciform trichomes (UTU) on the underside of the leaf. In the feeding and oviposition tests, it was shown that *B. tabaci* preferred the cultivar 27-R. Cultivar PC-50 was the second preferred for *B. tabaci*. The number of adults and eggs of *B. tabaci* collected in lines A-429 and DOR-303 indicated that the insect showed less preference for these lines. Results indicated that acerate and unciform trichomes in leaves of A-429, DOR-303, 27-R and PC-50 were not an obstacle for *B. tabaci* to show a greater preference for 27-R and PC-50. Duration of the life cycle of *B. tabaci* was similar for all bean genotypes (an average of 30.8 days). The incubation period of eggs (7.6 days) and the duration of each of the four nymphal instars showed no differences in A-429, DOR-303, 27-R and PC-50. Rather than pubescence it appears that there are other characteristics which induce the preference of the insect for 27-R and PC-50. Results obtained suggest

that A-429 and DOR-303 have or lack some physico-chemical characteristics that make these lines less attractive to the insect.

INTRODUCCION

Más de 10.000 introducciones de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) han sido evaluadas con el fin de identificar fuentes de resistencia o tolerancia al virus del mosaico dorado del frijol (VMD), enfermedad de importancia económica, especialmente en regiones de América Latina como Brasil y en algunos países de América Central y del Caribe (Gálvez y Cárdenas 1980; Schwartz y Gálvez 1980). En República Dominicana se evaluaron 217 líneas, de las cuales DOR 301, DOR-302, DOR-303, A-417, A-420 y A-429 fueron seleccionadas como promisorias (Sánchez 1986). Estos resultados concuerdan con informes de otros países, en los cuales se han concentrado los esfuerzos en las líneas experimentales A-429 y DOR-303 que, bajo condiciones de campo, han manifestado un alto nivel de tolerancia hacia el virus y por ello han sido seleccionadas como progenitores para generar nuevos genotipos (CIAT 1987). La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) es el vector más importante del VMD. Este insecto puede extraer la savia y causar daños fisiológicos a la planta, pero la amenaza más grave a la productividad del cultivo radica en su habilidad para transmitir virus a las plantas.

Aunque las condiciones para hacer las evaluaciones de campo sean óptimas, persiste la duda de si un genotipo mejorado evaluado como resistente o tolerante al virus lo sea en realidad al insecto vector. Es frecuente que un genotipo

¹ Instituto Colombiano Agropecuario, C.R.I. "El Mira". Apartado 161. Tumaco (Nar.)

² CIAT, Programa de Arroz. Apartado Aéreo 6713. Cali.

³ Universidad de Puerto Rico. Departamento de Agronomía y Suelos. Mayagüez, Puerto Rico 00709.

tolerante al virus bajo condiciones de presión moderada de moscas blancas virulíferas resulte severamente afectado cuando las poblaciones de este insecto vector sean altas. En un programa de mejoramiento es importante identificar la naturaleza de la defensa (resistencia o tolerancia) inducida en las plantas. En estas plantas, el mecanismo genético de la resistencia a los insectos es, por lo general, diferente del que gobierna la resistencia a los virus (Meiners et al. 1975).

El reconocimiento y ejecución de la resistencia por medio de una evaluación del insecto o del daño a la planta es de gran valor práctico y en muchos casos se descifra el principio físico o químico de la resistencia (Levin 1973). Puesto que el primer sitio de contacto de estos organismos es la epidermis de la planta, el posible papel de la pubescencia como mecanismo de defensa o resistencia es obvio (Johnson 1975). La pubescencia como factor de resistencia al daño de los insectos puede interferir con la oviposición, ataque, alimentación e ingestión, movilización del insecto y alteraciones en el ciclo de vida (Levin 1973; Norris y Kogan 1980). Sin embargo, formas glabras de plantas pueden ser más resistentes en algunas especies (Norris y Kogan 1980). El efecto mecánico de la pubescencia depende de cuatro características principales: densidad, erección, longitud y forma del tricoma.

Freytag, citado por Wolfenbarger y Slesman (1963), estableció que la pubescencia de *P. vulgaris* consistía de pelos en forma de gancho, simples, estrellados y glandulares. El número de tricomas en las hojas de *P. vulgaris* es una característica altamente heredable y no sufre mayor variación de un ambiente a otro (Oviedo 1989). Pillemer y Tingey (1976) concluyeron que la densidad de tricomas en forma de gancho pueden ser un valioso criterio de selección para ser aplicado en programas de mejoramiento de *P. vulgaris*, particularmente si este mecanismo de defensa puede ser combinado con otros factores de la planta

con el fin de proveer resistencia a la postura de huevos y al crecimiento de los insectos saltahojas.

El Programa Colaborativo de la Investigación y Apoyo Frijol - Cowpea (CRSP), con sede en el Recinto Universitario de Mayagüez y el cual desarrolla labores en colaboración con la Secretaría de Agricultura de la República Dominicana, está evaluando genotipos de habichuela con relación a su comportamiento agronómico y resistencia a enfermedades e insectos plagas. Es importante conocer el comportamiento del insecto *B. tabaci*, principal transmisor del virus del mosaico dorado, sobre las líneas de *P. vulgaris* seleccionadas como progenitores en proyectos de mejoramiento.

El presente trabajo tuvo los siguientes objetivos:

1. Determinar la densidad y tipo de pubescencia de los genotipos de *P. vulgaris* A-429, DOR-303, 27-R y PC-50.
2. Evaluar el papel de la pubescencia de los genotipos A-429, DOR-303, 27-R y PC-50 como posible factor de resistencia al establecimiento y desarrollo del insecto *B. tabaci*.
3. Estudiar el ciclo de vida y desarrollo de *B. tabaci* sobre los genotipos A-429, DOR-303, 27-R y PC-50.

MATERIALES Y METODOS

Los genotipos de frijol evaluados, así como los materiales y equipo necesarios para su siembra y establecimiento, fueron suministrados respectivamente por el CRSP con sede en el Recinto Universitario de Mayagüez (Puerto Rico), y las Secciones de Entomología y Virología del Departamento de Protección de Cultivos destacados tanto en la Estación Experimental en Río Piedras como en el Recinto Universitario de Mayagüez. El estudio se llevó a cabo en el Recinto Universitario de Mayagüez, durante el período comprendido entre los meses de enero de 1988 a abril de 1989.

Tipos y Densidad de Tricomas

Para determinar el tipo y densidad de los tricomas presentes en los cuatro

genotipos de frijol, bajo condiciones de invernadero ($T = 22 - 30^{\circ}\text{C}$; $H.R = 34 - 79\%$) se sembraron y mantuvieron plantas de *P. vulgaris*, pertenecientes a las líneas A-429, DOR-303 y las variedades 27-R y Pompadour Checa selección 50 (PC-50). Se utilizaron materos plásticos con capacidad para 500 g de suelo, y en cada matero se sembraron dos plantas por genotipo. Los materos se distribuyeron sobre la mesa del invernadero en un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y seis replicaciones.

Ocho días después de la germinación y cuando las hojas cotiledonales estaban plenamente desarrolladas, de cada planta se cortó una de estas hojas. Cada hoja, previamente protegida con papel húmedo, fue llevada al laboratorio donde con la ayuda de un bisturí se separaron cinco secciones longitudinales (submuestras). Las secciones correspondían al: ápice, margen izquierdo, margen derecho, base y centro de la hoja. Cada sección se montó en una laminilla portaobjeto para observación en un microscopio de disección. Con un aumento de 15X se procedió a medir con la ayuda de un micrómetro ocular, el ancho y el largo de cada sección para calcular el área exacta. El tipo de tricomas existentes en el haz y envés de cada sección se determinó y contabilizó bajo un aumento de 75X. La densidad de los tricomas en cada una de las secciones se calculó con base en el número de tricomas presentes por centímetro cuadrado. En cada sección se seleccionaron, al azar, diez 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 presente el tricoma; y A = ancho de la base del tricoma. Los procedimientos descritos se repitieron con cada hoja verdadera (trifoliada) que las plantas desarrollaron posteriormente. Para tal fin, se seleccionó el folíolo central de la hoja. El mantenimiento de las plantas incluyó riego cada dos días y aplicación semanal de abono líquido, 100 ml/matero de solución acuosa de abono soluble 20-20-20.

La colonia de *B. tabaci* se originó de tres plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) provenientes de invernaderos de la Sección de Virología de la Estación Experimental Agrícola en Río Piedras y que

J. Bird. Comunicación personal. Universidad de Puerto Rico. Estación Experimental Agrícola, Río Piedras, Puerto Rico.

presentaban una alta infestación de huevos, ninfas y adultos de la mosca blanca. Los insectos fueron reconocidos como pertenecientes a la especie **B. tabaci** (*) y mantenidos bajo condiciones de invernadero. La temperatura en el invernadero fue de 23°C - 33°C y la humedad relativa fluctuó entre 45 y 90%.

Una vez establecida la colonia de **B. tabaci** y con el fin de incrementar y mantener una alta población del insecto, se introdujeron en el invernadero plantas de **Euphorbia pulcherrima**, frijol (**P. vulgaris** L.), tomate (**Lycopersicon esculentum** Miller), **Abelmoschus esculentum** (L.), ají (**Capsicum annuum** L.) y sandía (**Citrullus vulgaris** Schrad.).

Prueba de Preferencia para Oviposición

Se estableció un experimento para determinar la preferencia de **B. tabaci** para ovipositar en los genotipos bajo estudio. En cada matero se sembraron los cuatro genotipos, a razón de una planta por matero. Se sembraron siete materos y cada uno representó una replicación.

Cuando las plantas tenían 25 días de edad y habían desarrollado la primera hoja trifoliada, cada matero se cubrió con una jaula cilíndrica de plástico acrílico. El extremo superior de las jaulas tenía una cubierta de "lumita" (lumite screen) con un orificio en el centro. Individualmente, las jaulas tenían 30 cm de altura y 14 cm de diámetro. Por los orificios de las jaulas se introdujeron en cada matero 20 parejas de adultos de **B. tabaci** recolectados de la colonia establecida sobre plantas de **E. pulcherrima**. Los insectos fueron capturados durante la cópula con ayuda de un aspirador. Una vez introducidos los insectos, el orificio de la jaula se selló con cinta adhesiva.

Al cabo de siete días, los materos se trasladaron del invernadero al laboratorio, donde se retiraron las jaulas y con la ayuda del aspirador se capturaron las moscas blancas sobrevivientes que se encontraban posadas sobre las hojas de las plantas. Las hojas de cada planta se cortaron y bajo un microscopio se contó

el número de huevos en el haz y envés de cada hoja.

Pruebas de Preferencia por Tipo de Hoja

Para determinar la preferencia del **B. tabaci** por el tipo de hoja, en el invernadero se sembraron dos plantas por matero de cada uno de los cuatro genotipos evaluados. Cuando las hojas cotiledonales de las plantas estaban plenamente formadas (cinco días después de la germinación), los materos se trasladaron a una jaula de madera y "lumita". Dentro de la jaula, los materos se distribuyeron en bloques al azar con cinco replicaciones, en los que cada matero representaba un tratamiento. La jaula tenía las siguientes dimensiones: 93 cm de alto, 102 cm de largo y 68 cm de ancho; las dos puertas frontales medían 93 x 51 cm.

Dentro de la jaula se liberaron 120 parejas de adultos de **B. tabaci** procedentes de la colonia mantenida sobre **E. pulcherrima**. Previo a la infestación, los insectos fueron removidos de las plantas de la colonia y privados de alimentación durante un período de 60 minutos, con el fin de asegurar que al ser liberados buscaran rápidamente una fuente de alimentación. Los insectos se recolectaron, mientras copulaban, con la ayuda de un aspirador y luego se introdujeron dentro de un vaso plástico (4015 Specimen container 8 Oz. Becton Dickinson Labware) con perforaciones en la tapa para brindar ventilación. Los vasos se distribuyeron entre las hileras de materos y luego se retiraron las tapas para permitir la salida de los insectos.

Al cabo de cinco días, cada matero se retiró cuidadosamente de la jaula, procurando disturbar lo menos posible las plantas y así evitar el escape de los insectos que se encontraban sobre ellas. Luego se recolectaron y contaron los adultos de **B. tabaci** encontrados sobre las hojas de cada una de las plantas. La recolección de los insectos se efectuó con ayuda de un aspirador. Las plantas se trasladaron al laboratorio y allí cada hoja se separó de la planta y se observó bajo una magnificación de 30X para detectar y contabilizar el número de huevos y adultos asidos a los tricomas.

El experimento descrito para preferencia por hoja cotiledonales se repitió en forma individual con cuatro grupos de plantas que hubieran emitido las hojas trifoliadas 1, 2, 3 y 5, respectivamente. En cada experimento, la hoja evaluada tenía cinco días de formada y la superior estaba en etapa de primordio. El objetivo de las cinco pruebas fue determinar el comportamiento de **B. tabaci** sobre plantas de edad temprana (hoja cotiledonal y hojas verdaderas 1 y 2); edad intermedia (hoja verdadera 3) y edad madura (hoja verdadera 5).

El número de adultos utilizados en cada una de las pruebas se incrementó debido a la mayor disponibilidad de área foliar en las plantas. Para la prueba con plantas con la primera hoja trifoliada en desarrollo, se introdujeron 150 parejas de **B. tabaci**. En las pruebas individuales con plantas que hubieran desarrollado, las hojas trifoliadas 2, 3 y 5 se liberaron 300, 400 y 500 parejas de **B. tabaci**, respectivamente. En cada experimento, el mantenimiento de las plantas de los cuatro genotipos de **P. vulgaris** incluyó riego cada dos días y abonamiento semanal según lo descrito antes.

Ciclo de Vida de **B. tabaci**

Se determinó el ciclo de vida de **B. tabaci** sobre cada uno de los genotipos de **P. vulgaris**. Por cada genotipo se establecieron tres plantas bajo condiciones de invernadero. Las plantas se sembraron en materos con una capacidad de 500 g de suelo. Cuando las plantas tenían 15 días y habían emitido la hoja trifoliada 1, cada planta se aisló en una jaula de plástico acrílico. Las jaulas utilizadas eran de forma cilíndrica y de 50 cm de altura y 14 cm de diámetro. Entre el matero y la jaula se colocó un plato plástico de 20 cm de diámetro con el fin de evitar que una condensación excesiva del agua del suelo sobre las paredes de la jaula aumentara la temperatura en el interior de esta y se afectara el desarrollo del insecto. Con la ayuda de un aspirador se introdujeron seis parejas de adultos de **B. tabaci** procedentes de la colonia mantenida sobre **E. pulcherrima**. Después de 24 horas, cada planta se trasladó al laboratorio y con un aspirador se capturaron los adultos y se eliminaron.

Las hojas de cada planta se examinaron diariamente con el fin de observar la oviposición y registrar la duración del período de incubación. A la eclosión se seleccionaron, en la hoja trifoliada 1, ocho de las ninfas recién nacidas, eliminando las restantes. Diariamente se midió, bajo un microscopio de disección con un aumento de 75X, el largo y ancho de cuatro de las ninfas. Estas medidas se registraron trasladando cada planta del invernadero al laboratorio. Para diferenciar los instares ninfales se tomó como patrón las dimensiones registradas por López-Avila (1986).

Las condiciones durante el período de estudio fueron: temperatura máxima 31°C, mínima 22°C; Humedad relativa, máxima 94%, mínima 41,5%. El mantenimiento de las plantas incluyó riego dos veces por semana (50 ml/matero) y tres aplicaciones de abono soluble 20-20-20 (50 ml/matero).

Los datos obtenidos en cada uno de los experimentos se sometieron al análisis de varianza. Se utilizó un modelo lineal general SAS (1985). Los promedios se separaron mediante el procedimiento LSM ("Least squares means") al 5% de probabilidad para la prueba de Duncan. Se realizó además un análisis de regresión entre la oviposición y la densidad y la longitud de los tricomas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tipo y Densidad de Tricomas

En el haz y envés de cada hoja de los genotipos de frijol A-429, DOR-303, 27-R y PC-50 se observaron dos tipos de tricomas no glandulares. De acuerdo con la terminología sobre tricomas de plantas de Payne (1978), estos corresponden a tricomas aciculares (TA) en forma de aguja y tricomas unciformes (TU) en forma de gancho.

El desarrollo de la densidad de TU y TA en el haz y envés, separado por tipo de hoja y genotipo, se presenta en la Figura 1. Las variedades 27-R y PC-50 mostraron un incremento constante en el número de tricomas unciformes en el haz de la hoja (TUH). Por otro lado, las líneas A-429 y DOR-303 mostraron un número menor y constante de TUH al compararse con 27-R y PC-50 (Fig. 1A).

La densidad de tricomas aciculares en el haz (TAH) de la hoja cotiledonal fue mayor que la densidad en la primera hoja trifoliada (Fig. 1B), excepto para la línea DOR-303. Las variedades 27-R y PC-50 exhibieron las densidades más altas de TAH. La densidad máxima de TAH en las hojas trifoliadas correspondió a la variedad 27-R, mientras que la densidad mínima en las hojas trifoliadas la presentó la línea A-429.

La densidad de tricomas unciformes en el envés de la hoja (TUE) demostró gran variedad entre los cuatro genotipos (Fig. 1C), pero similar a los resultados obtenidos para TUH y TAH. En cada material, la hoja cotiledoneal mostró una menor densidad de TUE al compararla con las de las hojas trifoliadas 1 a 6. La variedad PC-50 tuvo la menor densidad de TUE mientras que DOR-303 fue el material con mayor densidad de TUE.

La densidad de tricomas aciculares en el envés de la hoja (TAE) (Fig. 1D) mostró un patrón similar al exhibido por TUH, con la excepción de que la densidad de TAE fue ligeramente mayor en la hoja cotiledonal al compararla con 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 línea A-429 exhibió TUH de mayor longitud (117,7 μ en promedio) y DOR-303 presenta los TUH de menor longitud (79,0 μ). Para las variedades 27-R y PC-50 la longitud en micras de los TUH fue bastante similar: 113,3 (27-R) y 105,5 (PC-50). La longitud de los TAH para 27-R y PC-50 (255,4 y 256,8 μ , respectivamente) aunque similares, fueron más cortos que los de A-429 (326,0 μ) y DOR-303 (348,5 μ).

La longitud de los TUE para las líneas A-429 y DOR-303 fue significativamente menor (60,1 y 59,8 μ , respectivamente) que en 27-R (87,4 μ) y PC-50 (87,8 μ). La longitud de TAE para la variedad PC-50 (321,8 μ) fue la mayor presentada entre los materiales estudiados.

Las variedades 27-R y PC-50 presentaron los TUH de mayor grosor (13,3 y

12,9 μ , respectivamente). La línea DOR-303 presentó los TUH más delgados (10,8 μ). Los TUE de mayor grosor los presentaron 27-R (11,5 μ) y PC-50 (11,6 μ). Los TUE de las líneas A-429 y DOR-303 fueron más delgados (10,1 y 10,2 μ , respectivamente).

El gancho de los TUE fue de mayor longitud en las variedades 27-R (15,8 μ) y PC-50 (15,2 μ). Las líneas A-429 y DOR-303 presentaron ganchos de menor longitud en los TUE (13,2 y 13,5 μ , respectivamente). En los TUH, la longitud de los ganchos fue menor en la línea DOR-303 (12,3 μ) y mayor en la variedad 27-R (16,6 μ).

Ciclo de Vida de *B. tabaci*.

Entre los cuatro genotipos de frijol no se presentaron diferencias en cuanto a la duración del período de incubación, la duración de cada instar ninfal y de la etapa "pupal" de *B. tabaci*. En cada genotipo de *P. vulgaris*, el insecto durante su desarrollo presentó cuatro instares ninfales y una etapa de "pupa". La duración total del ciclo de vida del insecto fue similar en todos los genotipos (Tabla 1). El pico en las hembras adultas fue significativamente mayor que en los machos (248,4 \pm 1,30 y 218,0 \pm 1,1 μ , respectivamente).

Las dimensiones promedios del ancho y largo de las ninfas hizo claramente distinguibles los instares entre sí (Tabla 2). Estas dimensiones no se vieron afectadas por el genotipo y tampoco se encontraron diferencias significativas. Las dimensiones registradas para la etapa "pupal" no se diferenciaron de las del cuarto instar. La "pupa" se reconoció porque la coloración del insecto varía de hialina a opaca. El aumento en el tamaño de los ojos así como una coloración más intensa de los mismos fueron dos características adicionales que sirvieron para identificar la etapa "pupal".

Prueba de Preferencia para Oviposición

Las hembras de *B. tabaci* ovipositaron de preferencia en el envés de las hojas, registrándose sólo 28 huevos en el haz de 112 hojas examinadas. La variedad 27-R, aunque no presentó diferencia sig-

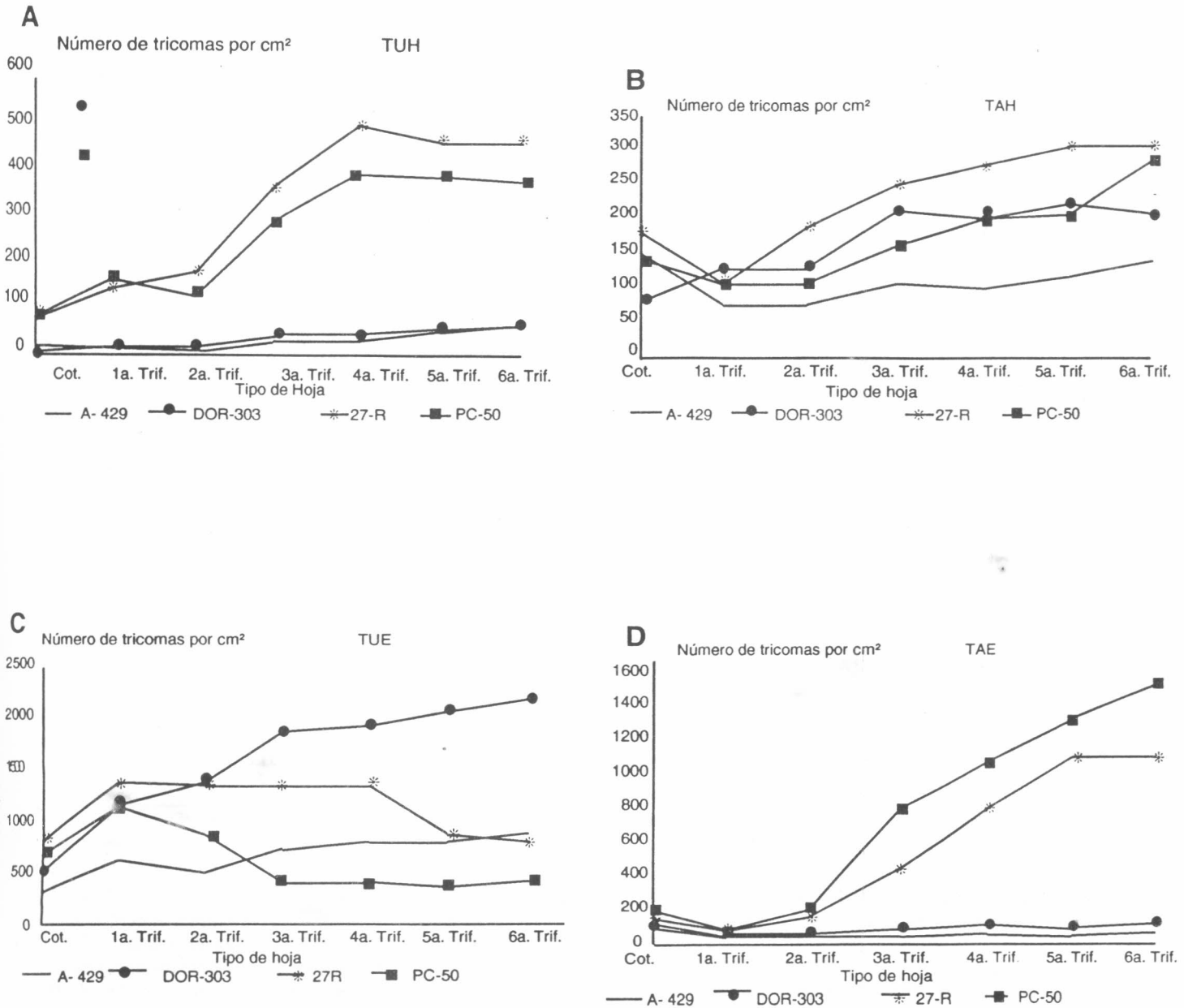


FIGURA 1. Desarrollo de la densidad de los tricomas unciformes (TU) y aciculares (TA) en el haz y envés de las hojas de cuatro genotipos de *Phaseolus vulgaris*. A. Densidad de tricomas unciformes en el haz de la hoja (TUH); B. Densidad de tricomas aciculares en el haz de la hoja (TAH); C. Densidad de tricomas unciformes en el envés de la hoja (TUE); D. Densidad de tricomas aciculares en el envés de la hoja (TAE).

TABLA 1. Duración en días de la incubación, el desarrollo ninfal y "pupal" de *Bemisia tabaci* sobre los genotipos de frijol A-429, DOR-303, 27-R y PC-50. Mayagüez, P.R. 1988-1989.

Genotipo	Duración promedio en días						Total
	Incubación	1o. Instar	2o. Instar	3o. Instar	4o. Instar	"Pupa"	
A-429	7,7 ± 0,1 ¹	7,6 ± 0,4	4,6 ± 0,4	4,8 ± 0,6	5,1 ± 0,8	2,0 ± 0,0	31,6
DOR-303	8,0 ± 0,0	8,3 ± 0,2	3,3 ± 0,9	3,7 ± 1,2	2,5 ± 0,5	2,0 ± 0,0	27,8
27-R	7,0 ± 0,0	10,3 ± 0,9	5,0 ± 0,9	4,3 ± 0,3	3,7 ± 0,3	2,0 ± 0,0	38,3
PC-50	7,7 ± 0,1	7,4 ± 0,4	4,9 ± 0,5	4,6 ± 0,5	4,6 ± 0,4	2,0 ± 0,0	31,3
	NS ²	NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹ Promedio ± error estándar.

² No significativo al 5% basado en la prueba de Duncan.

TABLA 2. Largo (L) y ancho (A) promedio (en micras) de los diferentes instares ninfales de *Bemisia tabaci* sobre los genotipos de frijol A-429, DOR-303, 27-R y PC-50. Mayagüez, P. R. 1988-1989.

Instar	Medida	Genotipo			
		A-429	DOR-303	27-R	PC-50
1	L	0,25 ± 0,00 ¹	0,26 ± 0,00	0,25 ± 0,00	0,26 ± 0,00 NS ²
	A	0,14 ± 0,00	0,14 ± 0,00	0,14 ± 0,00	0,14 ± 0,00 NS
2	L	0,36 ± 0,00	0,36 ± 0,00	0,35 ± 0,00	0,36 ± 0,00 NS
	A	0,22 ± 0,01	0,21 ± 0,00	0,21 ± 0,00	0,21 ± 0,00 NS
3	L	0,49 ± 0,01	0,51 ± 0,01	0,45 ± 0,02	0,48 ± 0,02 NS
	A	0,31 ± 0,02	0,32 ± 0,02	0,27 ± 0,01	0,30 ± 0,01 NS
4	L	0,70 ± 0,02	0,67 ± 0,07	0,67 ± 0,00	0,67 ± 0,00 NS
	A	0,41 ± 0,02	0,46 ± 0,06	0,40 ± 0,00	0,42 ± 0,02 NS
"Pupa"	L	0,70 ± 0,02	0,67 ± 0,07	0,67 ± 0,00	0,65 ± 0,01 NS
	A	0,43 ± 0,03	0,46 ± 0,06	0,40 ± 0,00	0,40 ± 0,00 NS

¹ Promedio (micras) ± error estándar.

² No significativo al 5% basado en la prueba de Duncan.

nificativa con la variedad PC-50, resultó con el mayor número de huevos depositados en el envés de sus hojas, un promedio de 26,3 huevos/hoja. La variedad PC-50 tuvo una oviposición de 15,5 huevos/hoja. Las líneas A-429 y DOR-303 fueron menos preferidas por las hembras de *B. tabaci* para ovipositar (5,3 y 3,6 huevos/hoja, respectivamente). No se encontró correlación entre la oviposición, la densidad y la longitud de los tricomas.

Pruebas de Preferencia por Tipo de Hoja

Las cinco pruebas individuales con plantas que hubieran desarrollado hasta la quinta hoja trifoliada mostraron que los

adultos de *B. tabaci* manifestaron una mayor preferencia para alimentarse y ovipositar en las variedades 27-R y PC-50 (Tabla 3).

Bajo las condiciones en las que se realizó el estudio, los dos tipos de tricomas que se presentan en las hojas de los cuatro genotipos en evaluación aparentemente no constituyen una defensa efectiva de las plantas contra el insecto *B. tabaci*. Debido a diversos factores, el insecto logra estar fuera del alcance de los tricomas. Uno de estos factores puede ser el tamaño corporal y que algunas partes del cuerpo del insecto impiden que este tenga contacto más estrecho con los tricomas. En el caso de la cabeza, la longitud del pico superó amplia-

mente la longitud de los tricomas unciformes (TU), permitiendo al insecto mantener la cabeza alejada de este tipo de tricomas al momento de alimentarse. Según trabajos previos, los TU de *P. vulgaris* son los que tienen mayor efecto en la defensa de las plantas contra algunos insectos plagas (Johnson 1953; McKinney 1938; Norris y Kogan 1980; Pillemer y Tingey 1976; Poos y Smith 1931; Richardson 1943).

La presencia de un determinado tipo de tricomas aparentemente es controlado genéticamente. Para el caso del envés de las hojas de la variedad PC-50, esto explicaría el mayor número de tricomas aciculares a partir de la tercera hoja trifoliada.

TABLA 3. Pruebas de preferencia de *B. tabaci* por cada tipo de hoja desarrollada en cuatro genotipos de frijol. Mayagüez, P.R. 1980-1989¹.

Genotipo	Adultos	Tipo de hoja														
		Huevos		Cotiledonal		Trif. 1		Trif. 2		Trif. 3		Trif. 5				
A-429	A	3,8	±	1,9b ²	4,6	±	2,2b	1,8	±	1,1b	4,0	±	1,2c	12,8	±	3,3b
	H	79,0	±	26,2b	27,8	±	6,2b	15,6	±	3,4b	17,0	±	5,8c	48,6	±	11,8b
DOR-303	A	4,0	±	1,9b	7,4	±	2,3b	3,4	±	1,4b	13,8	±	3,7cb	8,2	±	2,0b
	H	35,0	±	27,2b	70,4	±	27,4ab	25,2	±	11,4b	28,2	±	4,7c	51,6	±	11,7b
27-R	A	18,4	±	4,0a	28,2	±	8,6a	24,6	±	6,9a	43,6	±	6,5a	55,8	±	14,0a
	H	151,0	±	43,6a	285,6	±	114,1a	138,2	±	24,0a	265,0	±	59,1a	414,2	±	98,4a
PC-50	A	6,8	±	4,4b	21,0	±	8,1ab	12,2	±	2,2b	17,8	±	3,5b	28,6	±	9,8b
	H	105,3	±	33,4ab	210,6	±	91,6ab	146,8	±	38,7a	167,0	±	23,4b	193,8	±	72,3b

¹ Cada tipo de hoja implicó un experimento individual.

² En cada columna promedios con igual letra no son significativos al 5% basado en la prueba de Duncan.

La preferencia presentada en este estudio por *B. tabaci* para alimentarse y ovipositar en el envés de las hojas de los materiales con tricomas de mayor longitud (27-R y PC-50), es similar a resultados obtenidos en algodón (*Gossypium hirsutum* L.) (Butler y Henneberry 1984; Butler et al. 1958; Wilson 1988). Experimentos con diferentes materiales genéticos de algodón revelaron que el insecto tuvo tendencia a preferir materiales de hojas pubescentes. Al ser los tricomas de las líneas A-429 y DOR-303 más delgados, habría, en apariencia, un mayor espacio para el insecto alimentarse. Sin embargo, el insecto prefirió a 27-R y PC-50 cuyas tricomas fueron más gruesos. Esto implica que para el caso de *B. tabaci* existen otros factores que inclinan al insecto a mostrar mayor preferencia hacia 27-R y PC-50. Estos factores primaron sobre la característica principal objetivo de esta investigación, como era la pubescencia de las plantas como factor de resistencia al insecto. Los genotipos A-429 y DOR-303 poseen o carecen de algunas características físico-químicas que inducen al insecto a una menor preferencia hacia estas dos líneas. Esta apreciación se corrobora con DOR-303 que presentó una alta densidad de tricomas unciformes pero de menor tamaño. Con base en los resultados obtenidos en las pruebas de preferencia con hojas verdaderas y en las condiciones de invernadero bajo las cuales se desarrollaron los experimentos, los adultos de *B. tabaci* mostraron preferencia para posarse y ovipositar sobre

las hojas superiores de las plantas. El hecho de que en el invernadero no existieran las condiciones descritas por Bird (1957) y por Tarr, citado por Bird (1957), para que se presentase el efecto de "casa" ("house effect") y que sin embargo el insecto consistentemente prefirió el envés de las hojas, aparentemente confirma la apreciación de Pollard (1955) de que al insecto se le facilita la alimentación por el envés de las hojas y por ello prefiere esta parte de la planta.

La duración del ciclo de vida de *B. tabaci* en éste estudio no difiere del reportado por López-Avila (1986) para condiciones similares de temperatura y humedad. Las dimensiones corporales (largo y ancho) registradas para los instares 1 a 4, están igualmente dentro de las amplitudes registradas por López-Avila (1986). Estos resultados indican que bajo condiciones forzadas de una única planta hospedante, *B. tabaci* se adapta y no sufre mayor modificación en la duración de su desarrollo biológico. Este caso es contrario cuando el insecto tiene la alternativa de escoger una planta hospedante y se inclina por la de su mayor preferencia.

El desarrollo normal y uniforme del insecto en los genotipos de frijol A-429, DOR-303, 27-R y PC-50, reflejado en la falta de diferencias en la duración del ciclo de vida y en el tamaño de las diferentes instares, sugiere que la no preferencia de *B. tabaci* hacia las líneas A-429 y DOR-303, manifestada en las

pruebas de preferencia, no es debida a antibiosis ni a una mayor o menor densidad de pubescencia, sino a otros factores desconocidos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Entre el haz y el envés de las hojas de los genotipos de frijol A-429, DOR-303, 27-R y PC-50 se registraron diferencias en cuanto a la densidad y tamaño de los dos tipos de tricomas. Los tricomas presentes en las hojas de cada uno de los genotipos evaluados varían tanto en número como en tamaño, según el tipo de hoja.

- La línea A-429 fue la de menor pubescencia y densidad de tricomas por centímetro cuadrado en sus hojas. La línea DOR-303 desarrolló una mayor densidad de tricomas unciformes (TU) por centímetro cuadrado, pero de menor tamaño. En la variedad PC-50 existió mayor prelación de los tricomas aciculares (TA) que se presentan en el envés de las hojas sobre los tricomas unciformes.

- En términos generales, la variedad 27-R fue el material con mayor promedio de tricomas por centímetro cuadrado y en la que con mayor regularidad se manifestaron los dos tipos de tricomas.

- Bajo condiciones de invernadero, los tricomas presentes en las hojas de los

genotipos A-429, DOR-303, 27-R y PC-50 no interfirieron con los hábitos de alimentación y oviposición de **B. tabaci**.

- En cuanto a la densidad y tamaño de las tricomas y bajo las condiciones ambientales en que se desarrolló el estudio, el insecto **B. tabaci** mostró mayor preferencia para alimentarse sobre los genotipos 27-R y PC-50. La menor preferencia la manifestó hacia las líneas DOR-303 y A-429, en su orden. Para ovipositar, el insecto exhibió una preferencia muy marcada hacia las variedades 27-R y PC-50.

- La poca preferencia de **B. tabaci** hacia las líneas A-429 y DOR-303, diferentes entre sí en cuanto a densidad de tricomas en sus hojas, sugiere la presencia de una o varias características de diversa índole que inhibieron la preferencia del insecto hacia estos genotipos.

- Bajo condiciones de invernadero, el insecto conserva la tendencia a permanecer en el envés de las hojas de las plantas. Y en situación de alimentación forzada, al ciclo biológico de **B. tabaci** no se vio afectado y el insecto se desarrolló indistintamente sobre cualquiera de los cuatro genotipos de **P. vulgaris** evaluados.

- Se recomienda evaluar el comportamiento del insecto **B. tabaci** sobre las líneas A-429 y DOR-303 bajo condiciones de campo y compararlo con los resultados obtenidos en este estudio, y establecer si existe variación en el comportamiento del insecto.

- Se requiere investigación para caracterizar los factores que afectan la preferencia de **B. tabaci** hacia las líneas A-429 y DOR-303. Los estudios podrían enfocarse hacia: estudio anatómico del tejido de las hojas de estos dos genotipos para establecer la ubicación del tejido floemático y el trayecto de los estiletes del insecto en el tejido.

- Estudiar la composición química de la savia de diferentes genotipos de **P. vulgaris** susceptibles al insecto y comparar con la savia de los genotipos hacia los cuales el insecto manifiesta poca preferencia para alimentarse.

BIBLIOGRAFIA

- BIRD, J. 1957. A whitefly-transmitted mosaic of **Jatropha gossypifolia**. Río Piedras, Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. Technical Paper 22. 35 p.
- BUTLER, G. D.; HENNEBERRY T.J. 1984. **Bemisia tabaci**: effect of cotton leaf pubescence on abundance. *Southwestern Entomologist (Estados Unidos)* v. 9, p. 91-94
- ; RIMON, D.; HENNEBERRY, T.J. 1988. **Bemisia tabaci** (Homoptera: Aleyrodidae): populations on different cotton varieties and cotton stickiness in Israel. *Crop Protection (Inglaterra)* v. 7. p. 43-47.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1987. Annual Report 1986. Bean Program. Cali, CIAT. Working Document No. 21. p.?
- GALVEZ, G. E.; CARDENAS, M.R. 1980. Virus transmitidos por moscas blancas. In: Schwartz, H.F.; Galvez, G.E. (Eds.) Problemas de producción del frijol: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de **Phaseolus vulgaris**. Cali, CIAT. p.
- JOHNSON, B. 1953. The injurious effect of the hooked epidermal hairs of french beans (**Phaseolus vulgaris** L.) on **Aphis craccivora** Koch. *Bulletin of Entomological Research (Inglaterra)* v. 44, p. 778-799.
- JOHNSON H. 1975. Plant pubescence: an ecological perspective. *Botanical Review (Estados Unidos)* v. 41, p. 233-258.
- LEVIN, D. A. 1973. The role of trichomes in plant defense. *Quarterly Review of Biology (Estados Unidos)* v. 40, p. 3-15.
- LOPEZ-AVILA, A. 1986. Taxonomy and biology. Chapter IV. In: Cock, M.J.W. (Ed.). **Bemisia tabaci**- A literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. London, C.A.B. International Institute of Biological Control. p. 3-11.
- McKINNEY, N.B. 1938. Physical characteristics on the foliage of beans and tomatoes that tend to control some small insects pest. *Journal of Economic Entomology (Estados Unidos)* v. 31, p. 630-631.
- MEINERS, J. P.; LAWSON, R.H.; SMITH, F.F.; DIAZ, A.J. 1975. Mechanical transmission of the whitefly (**Bemisia tabaci**) borne disease agents of beans in El Salvador. In: Bird, J; Maramorosh, K. (Eds.). *Tropical disease of legumes*. New York, Academic Press. p. 61-69.
- NORRIS, D.; KOGAN, M. 1980. Biochemical and morphological bases of resistance. In: Maxwell, F.G.; Jennings, P. R. (Eds.). *Breeding plant resistant to insects*. New York, John Wiley and Sons. p.
- OVIEDO, F. 1989. Caracterización y herencia de la pubescencia erecta en genotipos de frijol. Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. p. (Tesis M.Sc.).
- PAYNE, W.W. 1978. A glossary of plant hair terminology. *Brittonia (Estados Unidos)* v. 30, p. 239-255.
- PILLEMER, E.; TINGEY, W.M. 1976. Hooked trichomes: a physical plant barrier to a major agricultural pest. *Science (Estados Unidos)* v. 193, p. 482-484.
- POLLARD, D.G. 1955. Feeding habits of the cotton whitefly: **Bemisia tabaci** Genn. (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of Applied Biology (Inglaterra)* v. 43, p. 664-676.
- POOS, F. W. SMITH, F.F. 1931. A comparison of oviposition and nymphal development of **Empoasca fabae** (Harris) on different host plants. *Journal of Economic Entomology (Estados Unidos)* v. 24, p. 361-371.
- RICHARDSON, H. 1943. The action of bean leaves against the bed bug. *Journal of Economic Entomology (Estados Unidos)* v 36, p. 543-545.
- SANCHEZ, J. 1986. Consideraciones generales sobre el virus del mosaico dorado de la habichuela. San Juan de la Maguana, 4 de septiembre de 1986. (mimeografiado). s. p.
- SAS INSTITUTE. 1985. SAS user's guide: Basics. Cary, N.C, SAS Institute. 956 p.
- SCHWARTZ, H.F.; GALVEZ, G.E. (Eds.) 1980. Problemas de producción del frijol: enfermedades, insectos, limitaciones, edáficas y climáticas de **Phaseolus vulgaris** Cali, Colombia, CIAT.
- WILSON, F.D. 1988. Cotton leaf trichomes and populations of **Empoasca libica** (Homoptera: Cicadellidae) (Leafhoppers) and **Bemisia tabaci** (Homoptera: Aleyrodidae). Phoenix, AZ., Western Cotton Insects Laboratory, ARS-USDA.
- WOLFENBARGER, D.; SLEESMAN, J.P. 1963. Variation in susceptibility of soybean pubescent types, broad and runner beans varieties and plant introductions to the potato leafhopper. *Journal of Economic Entomology (Estados Unidos)* v. 56, p. 895-897.