

**CRECIMIENTO DE *SPHINX LUGENS* WALK.
(LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) BAJO UNA DIETA DE
HOJAS HISPIDAS Y LISAS DE *WIGANDIA URENS* (RUIZ &
PAVON) HBK (HYDROPHYLLACEAE)**

ZENON CANO-SANTANA Y KEN OYAMA

Centro de Ecología, UNAM. Apartado Postal 70-275, 04510 México, D.F., MEXICO.

RESUMEN. Las larvas del esfíngido *Sphinx lugens* Walk. se alimentan solamente de hojas del arbusto *Wigandia urens* (Ruiz & Pavón) HBK (Hydrophyllaceae) en condiciones naturales, sugiriendo una estrecha relación fitófago-planta. Las hojas de *W. urens* presentan dos tipos de hojas: a) hojas lisas sin tricomas urticantes y bajos contenidos de nitrógeno (N), fósforo (P) y agua, y b) hojas hispídas con tricomas urticantes y mayores concentraciones de N, P y agua. Para conocer el efecto de estos tricomas y de la calidad nutricional de las hojas en la biología del desarrollo de *S. lugens*, larvas del tercer estadio fueron alimentadas experimentalmente con estos dos tipos de hojas. Las larvas alimentadas con hojas hispídas presentaron mayor peso fresco de los 11 a los 21 días, y de los 27 a los 33 días de crianza. La duración del cuarto estadio fue significativamente más corta en las larvas tratadas con una dieta de hojas hispídas. Sin embargo, el peso adquirido en los estadios cuarto, quinto y prepupa no difieren significativamente entre tratamientos. Las diferencias encontradas en el crecimiento y duración del desarrollo por efecto de la dieta pueden correlacionarse con las mayores concentraciones de N, P y agua de las hojas hispídas.

PALABRAS CLAVE: Lepidoptera, SpHINGIDAE, Hydrophyllaceae, crecimiento larvario, herbivoría, nutrimentos, tricomas, *Sphinx lugens*, *Wigandia urens*.

ABSTRACT. Larvae of the sphingid *Sphinx lugens* Walk. eat only on the leaves of the shrub *Wigandia urens* (Ruiz & Pavón) HBK (Hydrophyllaceae) in natural conditions suggesting a close herbivore-plant relationship. Leaves of *W. urens* present two types of leaves: a) smooth leaves without urticant trichomes and lower concentrations of N, P and water, and b) bristly leaves with urticant trichomes and higher concentrations of N, P and water. Third instar larvae of *S. lugens* were fed experimentally with these two types of leaves of *W. urens* to know the effect of trichomes and nutritional quality on the development of this insect. Larvae treated with bristly leaves had a higher fresh weight from 11 to 21 days, and from 27 to 33 days than those treated with smooth leaves. Fourth instar duration was shorter in larvae fed with bristly leaves. However, larvae weights in the fourth, fifth instars and prepupa were similar. Differences found in the growth and development of *S. lugens* can be correlated with higher concentrations of N, P and water of bristly leaves.

KEY WORDS: Lepidoptera, SpHINGIDAE, Hydrophyllaceae, larval growth, herbivory, trichomes, nutrients, *Sphinx lugens*, *Wigandia urens*.

La sobrevivencia y reproducción de los insectos fitófagos depende en gran medida de su alimentación. Asimismo, muchas de sus características biológicas, como por ejemplo diapausa, desarrollo y migración están determinadas por la calidad del alimento (Dadd, 1963, 1973; Schoonhoven, 1968; Southwood, 1973;

Levin, 1976; Mattson, 1980; Denno y McClure, 1983).

Dentro de una interacción coevolutiva con sus fitófagos, las plantas presentan características físicas y químicas que pueden ser vistas como potenciales mecanismos de defensa que evitan o disminuyen el ataque de éstos (Beck, 1965; Feeny, 1976; Rosenthal y Janzen, 1979). Dentro de estos mecanismos se encuentra la pubescencia foliar, la cual ha probado ser un efectivo mecanismo de defensa (Levin, 1973; Strong et al., 1984). Por su parte, los fitófagos pueden presentar diferentes mecanismos fisiológicos o conductuales que les permite alimentarse de plantas con diferentes niveles de toxicidad.

Sphinx lugens es un esfíngido que en su etapa larvaria dentro de la reserva del Pedregal de San Angel (D.F., México) se alimenta de manera natural exclusivamente del arbusto *Wigandia urens*, el cual se caracteriza por presentar, bajo condiciones de baja disponibilidad de agua, tricomas urticantes en sus hojas (Cano-Santana, 1987; Cano-Santana y Oyama, 1992; Pérez-Estrada, 1993). Un individuo de este arbusto puede presentar alternativamente, y en ocasiones simultáneamente, hojas con y sin tricomas urticantes (denominadas hispídas y lisas, respectivamente). Otra diferencia importante entre estos dos tipos de hojas es que las hispídas presentan mayores concentraciones de nitrógeno, fósforo y agua que las lisas (Cano-Santana, 1987; Cano-Santana y Oyama, 1992). En este trabajo se evalúan las diferencias en el crecimiento y desarrollo de larvas de *S. lugens* bajo dietas de hojas hispídas y lisas, tratando de evaluar el factor preponderante que podría determinar la interacción; los tricomas urticantes como un mecanismo de defensa, o la riqueza nutricional como un factor que influye positivamente en el desarrollo de las larvas.

MATERIALES Y METODOS

Sitio y sistema de estudio. Este estudio se llevó a cabo en la reserva "Pedregal de San Angel", la cual se localiza en el campus de la Universidad Nacional Autónoma de México (U.N.A.M.) al SW de la Ciudad de México. Esta reserva está cubierta por una vegetación de matorral xerófilo y presenta una estacionalidad marcada con una temporada de lluvias de junio a octubre y una temporada seca de noviembre a mayo (Rzedowski, 1954).

Sphinx lugens Walk. (Sphingidae) en el Pedregal se caracteriza por pasar todo su desarrollo larvario sobre las hojas de *W. urens*. Sus larvas se alimentan únicamente de esta planta en el campo por lo que se ha sugerido que *S. lugens* es monófago (Beutelspacher, 1972; Cano-Santana y Oyama, 1994a) tal como parece ser característico de la familia Sphingidae (Janzen, 1983). Las larvas de esta especie se encuentran la mayor parte del tiempo sobre la nervadura central en el envés de las hojas de las plantas adultas de *W. urens*, desde junio hasta finales de octubre.

Aparentemente no tienen problemas al encontrarse con hojas híspidas pues su cutícula es tan rígida que los tricomas urticantes no logran penetrar en su cuerpo fácilmente. Sin embargo, con la introducción artificial de un tricoma a través de la cutícula de *S. lugens*, la larva deja de moverse y muere a los pocos días (Z. Cano-Santana, observación personal). Las larvas de esta especie son voraces principalmente a partir del cuarto estadio donde el tamaño que alcanzan es de cuatro a siete centímetros. Los adultos de *S. lugens* ovipositan de manera aislada a mediados de junio cuando la mayoría de las hojas de *W. urens* carecen de tricomas urticantes (Cano-Santana, 1987).

Wigandia urens (Ruiz & Pavón) HBK (Hydrophyllaceae) es una planta arbustiva que suele establecerse en condiciones de poco suelo, entre grietas de rocas, laderas secas, sitios perturbados y bordes de las carreteras. En una planta muy variable morfológicamente, siendo una de sus características más notorias la presencia de dos tipos de tricomas foliares: tricomas glandulares y urticantes. Los tricomas urticantes son largos (3-6 mm), duros y puntiagudos que al tocarlos en su punta liberan un líquido que produce dolor y escozor. Los tricomas glandulares son pequeños (0.7-1.0 mm de largo), con un pedicelo compuesto por cuatro o cinco células y una cabecilla multicelular que produce una secreción viscosa. Análisis químicos de las hojas de *W. urens* han mostrado la presencia de compuestos potencialmente tóxicos como flavonoides, terpenoides, esteroides, fenoles y glucósidos (Gómez et al., 1980; Cano-Santana, 1987).

Cría de larvas. Dieciocho larvas del tercer estadio de *S. lugens* colectadas en el campo fueron sometidas a dos tratamientos: i) una dieta de hojas lisas y ii) una dieta de hojas híspidas de *W. urens*. Inicialmente nueve larvas por tratamiento, escogidas aleatoriamente, fueron criadas individualmente en cajas de plástico de 10 cm de diámetro por 12 cm de profundidad manteniendo la humedad relativa en el interior de las cajas con un trozo de algodón húmedo. Ambos tratamientos se llevaron a cabo en condiciones controladas en un invernadero arreglado para este experimento.

Diariamente las larvas fueron alimentadas con la misma cantidad de follaje fresco de acuerdo a cada tratamiento y cada 2-3 días se pesaban las larvas. Con los datos obtenidos se compararon a) el peso instantáneo, b) el peso adquirido por estadio, c) la duración de cada estadio, y d) el número de larvas vivas. El peso instantáneo es el peso fresco promedio que tienen las larvas a un determinado tiempo (en días) de iniciado el experimento, independientemente del estadio en el que se encuentren las larvas. El peso adquirido es la diferencia del peso máximo final y el peso inicial para un estadio de desarrollo dado con excepción del peso adquirido de la pre-pupa, que es el peso máximo alcanzado por las larvas antes de pasar al estado de pupa. La duración del estadio es el tiempo (en días) entre una muda y la siguiente. Las diferencias entre estos parámetros se compararon estadísticamente con una prueba

de t (Zar, 1984). La sobrevivencia de las larvas se comparó con una prueba de Peto y Peto (Pyke y Thompson, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSION

El peso adquirido, como indicador del crecimiento larvario, en los estadios cuarto, quinto y pre-pupa no difieren significativamente entre dietas (Fig. 1).

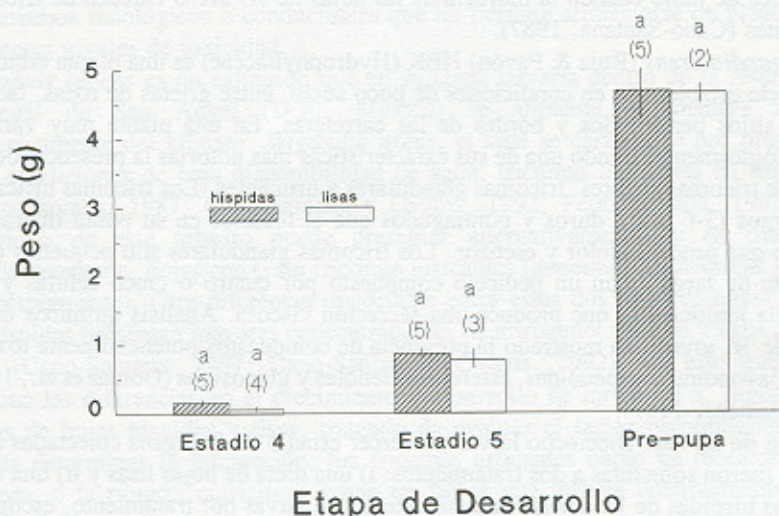


Fig. 1. Peso instantáneo (promedio $\pm$ error estándar) de larvas de *Sphinx lugens* alimentadas con una dieta de hojas hispídas y de hojas lisas de *Wigandia urens*. Los tamaños de muestra fueron: al inicio $n=9$ en cada tratamiento, y de los 14 a los 40 días, $n=5$ para hojas hispídas y $n=3$ para hojas lisas, debido a la mortalidad de las larvas.

La duración del quinto estadio no difiere entre tratamientos, mientras que el cuarto estadio fue significativamente más corto bajo una dieta de hojas hispídas ($t = 3.46$, $P < 0.05$) (Fig. 2). Esto indica que la velocidad de crecimiento de las larvas cultivadas con hojas hispídas es mayor a la alcanzada por las larvas tratadas con hojas lisas, encontrándose también un mayor peso instantáneo en las larvas alimentadas con hojas hispídas de los 11 a los 22 días y de los 27 a los 33 días de crianza (Fig. 3) aunque hacia los 40 días de tratamiento los valores promedio no difieren significativamente entre sí ($t = 0.99$, $P > 0.05$). En ambos tratamientos se presentó cierta mortalidad de las larvas, de modo que de nueve larvas iniciales en

cada tratamiento, a los 14 días de crianza sobrevivieron cinco larvas alimentadas con hojas hispídas y tres que fueron alimentadas con hojas lisas. Debido al bajo número de larvas tratadas, estas diferencias en sobrevivencia no fueron significativas (prueba de Peto y Peto, $\chi^2 = 1.183$, $P > 0.05$). Dada la baja disponibilidad en el campo de larvas del mismo estadio y de peso similar, nos fue imposible incrementar el tamaño de muestra.

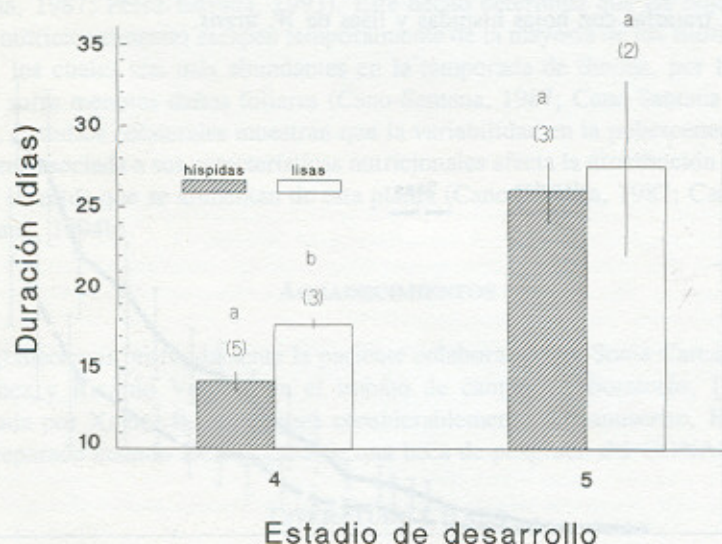


Fig. 2. Duración (promedio $\pm$ error estándar) de los dos últimos estadios de larvas de *Sphinx lugens* sometidas a una dieta con hojas hispídas y lisas de *Wigandia urens*. Los números entre paréntesis corresponden a los tamaños de muestra. Diferentes letras sobre las barras indican diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

El efecto de la pubescencia foliar sobre el desarrollo, sobrevivencia o reproducción de los insectos fitófagos ha sido ampliamente registrado tanto en sistemas naturales (Johnson, 1953; Gilbert, 1971; Levin, 1973; Johnson, 1975) como en sistemas agronómicos (Stephens, 1959; Broersma et al., 1972; Johnson, 1975). Sin embargo, en el caso del crecimiento larvario de *S. lugens*, éste no disminuye por la presencia de tricomas urticantes, sino por el contrario, la mayor concentración de nitrógeno, fósforo y agua en las hojas hispídas, ejerce un efecto positivo sobre el crecimiento larvario del cuarto estadio de desarrollo. Esta mayor tasa de desarrollo puede tener consecuencias importantes sobre el ciclo de vida de

los esfíngidos. Otro fitófago de *W. urens*, el noctuido *Lophoceramia pyrrha* Druce presenta también una mayor tasa de crecimiento al alimentarse de hojas híspidas que con hojas lisas (Cano-Santana, 1987; Cano-Santana y Oyama, en preparación). *Sphinx lugens* y *L. pyrrha* son dos de los fitófagos más comunes que se alimentan del follaje de *W. urens* en condiciones naturales; *S. lugens* es considerado monófago y *L. pyrrha* oligófago (Cano-Santana y Oyama, 1994a). A pesar de sus diferencias en sus estrategias de forrajeo, es interesante observar que responden de manera similar al tratarlas con hojas híspidas y lisas de *W. urens*.

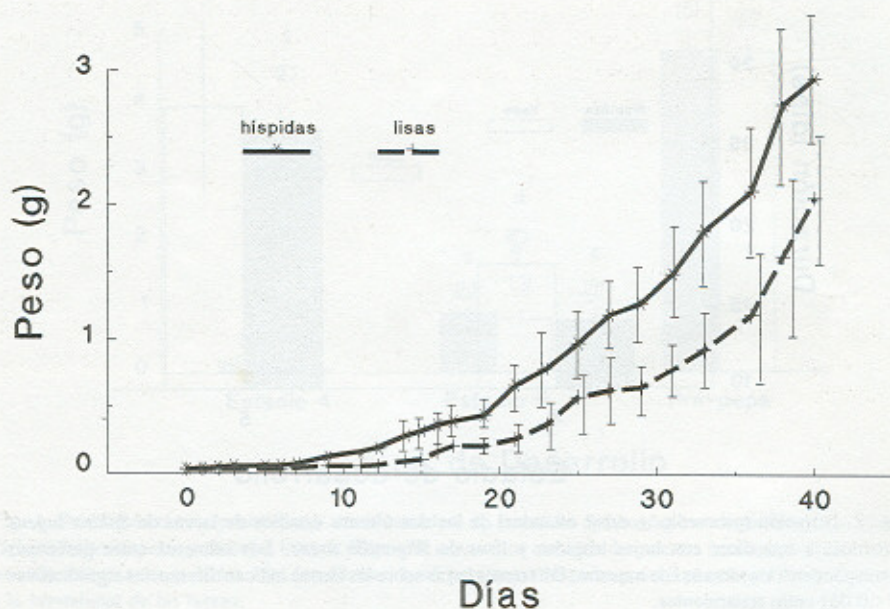


Fig. 3. Peso adquirido (promedio $\pm$ error estándar) de larvas de tres etapas de desarrollo de *S. lugens*, al ser sometidas a una dieta de hojas híspidas y lisas de *W. urens*. Mismas notas que en la Fig. 2.

Una primera conclusión que podemos extraer de nuestras observaciones es que los tricomas urticantes no ejercen un efecto negativo en el desarrollo de *S. lugens*. El nulo efecto de los tricomas urticantes sobre el desarrollo de los fitófagos ha sido encontrado en plantas cultivadas (Poos y Smith, 1931; Wolfenburger y Sleesman, 1963; Lukefahr et al., 1968; Starks y Merkle, 1977; Benedict et al., 1983) pero ha sido escasamente reportado en condiciones naturales.

Una segunda conclusión, es que la relación que guarda *S. lugens* con las hojas

de *W. urens* está determinada por la calidad nutricional de las hojas y no por la presencia de tricomas urticantes. Sin embargo, en un experimento de selectividad, se mostró que *S. lugens* no tiene una preferencia particular hacia uno de los dos tipos de hojas (Cano-Santana, 1987; Cano-Santana y Oyama, 1994b).

La presencia de tricomas urticantes está asociada con la poca disponibilidad de agua en el ambiente, por lo cual son más comunes en la temporada seca (Cano-Santana, 1987; Pérez-Estrada, 1993). Este hecho determina que las hojas híspidas (ricas nutricionalmente) escapen temporalmente de la mayoría de los fitófagos de *W. urens*, los cuales son más abundantes en la temporada de lluvias, por lo que esta planta sufre menores daños foliares (Cano-Santana, 1987; Cano-Santana y Oyama, 1992). Estudios colaterales muestran que la variabilidad en la pubescencia foliar de *W. urens* asociada a sus características nutricionales afecta la distribución de algunos de los insectos que se alimentan de esta planta (Cano-Santana, 1987; Cano-Santana y Oyama, 1994b).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente la paciente colaboración de Sonia Careaga, Juanita Martínez y Ricardo Vergara en el trabajo de campo y laboratorio. La revisión realizada por Xavier Bellés mejoró considerablemente el manuscrito. Este trabajo fue preparado cuando ZCS gozaba de una beca de posgrado del CONACyT.

LITERATURA CITADA

- BECK, S.D. 1965. Resistance of plants to insects. *Ann. Rev. Entomol.* 10: 207-232.
- BENEDICT, J.H. T.F. LEIGH Y A.H. HYER. 1983. *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) oviposition behavior, growth, and survival in relation to cotton trichome density. *Environ. Entomol.* 12: 331-335.
- BEUTELSPACHER, C. 1972. La Familia Sphingidae (Insecta: Lepidoptera) en el Pedregal de San Angel, D.F. México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México* 1: 17-24.
- BROERSMA, D.B., R.I. BERNARD Y W.H. LUKMANN. 1972. Some effects of soybean pubescence on populations of the potato leafhopper. *J. Econ. Entomol.* 65: 78-82.
- CANO-SANTANA, Z. 1987. *Ecología de la relación entre Wigandia urens y sus herbívoros en el Pedregal de San Angel, D.F. (México)*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- CANO-SANTANA, Z. Y K. OYAMA. 1992. Variation in leaf trichomes and nutrients of *Wigandia urens* (Hydrophyllaceae) and its implications for herbivory. *Oecologia* 92: 405-409.
- CANO-SANTANA, Z. Y K. OYAMA. 1994a. Ambito alimenticio de tres especies de insectos herbívoros de *Wigandia urens* (Hydrophyllaceae). *Southw. Entomol.* (en prensa).
- CANO-SANTANA, Z. Y K. OYAMA. 1994b. *Wigandia urens* (Hydrophyllaceae): Un mosaico de recursos para sus insectos herbívoros. *Acta Bot. Mex.* (en prensa).
- DADD, R.H. 1963. Feeding behavior and nutrition in grasshoppers and locusts. *Adv. Insect Physiol.* 1: 47-111.
- DADD, R.H. 1973. Insect nutrition: current developments and metabolic implications. *Ann. Rev. Entomol.*

Cano-Santana y Oyama: Crecimiento de Sphinx lugens

18: 381-420.

- DENNO, R.F. Y M.S. MCCLURE (EDS.). 1983. *Variable Plants and Herbivores in Natural and Managed Systems*. Academic Press, New York.
- FEENY, P. 1976. Plant apparency and chemical defense. *Recent Adv. Phytochem.* 10: 1-40.
- GILBERT, L. 1971. Butterfly-plant coevolution: has *Passiflora adenopoda* won the selectional race with *Heliconii* butterflies? *Science* 172: 585-586.
- GÓMEZ, F., L. QUIJANO, J.S. CALDERÓN Y T. RÍOS. 1980. Terpenoids isolated from *Wigandia kunthii*. *Phytochemistry* 19: 2022-2023.
- JANZEN, D. H. (ED.). 1983. *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago.
- JOHNSON, B. 1953. The injurious effects of the hooked epidermal hairs of french beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on *Aphis caccivora* Koch. *Bull. Entomol. Res.* 44: 779-788.
- JOHNSON, H.B. 1975. Plant pubescence: an ecological perspective. *Bot. Rev.* 41: 233-258.
- LEVIN, D.A. 1973. The role of trichomes in plant defense. *Quar. Rev. Biol.* 48: 3-15.
- LEVIN, D.A. 1976. The chemical defenses of plant pathogens and herbivores. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 7: 121-160.
- LUKEFAHR, M.J., C.B. COWAN JR., L.A. BARIOLA Y J.E. HOUGHTALING. 1968. Cotton strains resistance to the cotton leafhopper. *J. Econ. Entomol.* 61: 661-664.
- MATTSON, W.J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11: 119-161.
- PÉREZ-ESTRADA, L. 1993. *Factores que afectan la densidad de tricomas urticantes en Wigandia urens (Hydrophyllaceae)*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México.
- POOS, F.W. Y 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.
- PYKE, D.A. Y J.N. THOMPSON. 1986. Statistical analysis of survival and removal rate experiments. *Ecology* 67: 240-245.
- ROSENTHAL, G.A. Y D.H. JANZEN (EDS.). 1979. *Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites*. Academic Press, New York.
- RZEDOWSKI, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Angel (D.F. México). *An. Esc. Cien. Biol. I.P.N. Méx.* 8: 59-159.
- SCHOONHOVEN, L.M. 1968. Chemosensory bases of host plant selection. *Ann. Rev. Entomol.* 13: 115-136.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1973. The insect/plant relationships - an evolutionary perspective, pp. 3-30. En: van Emden (ed.). *Insect/Plant Relationships*. Blackwell Scientific Pub., Oxford.
- STARKS, K.J. Y O.G. MERKLE. 1977. Low level resistance in wheat to greenbug. *J. Econ. Entomol.* 70: 305-306.
- STEPHENS, S.G. 1959. Laboratory studies of feeding and oviposition preferences of *Anthonomus grandis* Both. *J. Econ. Entomol.* 524: 390-396.
- STRONG, D.R., J.H. LAWTON Y T.R.E. SOUTHWOOD. 1984. *Insects on plants*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- WOLFENBURGER, D.A. Y J.P. SLEESMAN. 1963. Variation in susceptibility of soybean pubescent types, broad bean, and runner bean varieties and plant introductions to the potato leafhopper. *J. Econ. Entomol.* 56: 895-897.
- ZAR, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Recibido: 4 marzo 1991.

Aceptado: 13 agosto 1992.