

Eficacia de aplicaciones foliares de insecticidas, con Torre de Potter, sobre adultos de *Aubeonymus mariaefranciscae* Roudier (Coleóptera, Curculionidae)

V. MARCO y P. CASTAÑERA

De los nueve insecticidas ensayados, el Naturalis-L y la cipermetrina no mostraron ninguna eficacia contra adultos de *Aubeonymus mariaefranciscae*. La eficacia de los siete insecticidas organofosforados, fue variable. Productos como el acefato y el fosalone no causaron una mortalidad significativa respecto al testigo. El malation manifestó una eficacia muy limitada con una mortalidad de un 24%. Los demás organofosforados ensayados mostraron una alta eficacia, por lo que se efectuó el análisis probit. El metil-paration tuvo la mayor Dosis Letal 50 (DL50). El clorpirifos resultó ser 1.4 veces más efectivo que el metil-clorpirifos y 1.5 más que el metil-paration. La DL90 para el diazinon fue la más alta, dado que la pendiente de su recta probit fue inferior a la de las demás. La DL90 para el metil-paration, clorpirifos y metil-clorpirifos fue menor que las dosis respectivas recomendadas en tratamientos de campo.

V. MARCO y P. CASTAÑERA: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Centro de Investigaciones Biológicas, Dpto de Biología de Plantas. Velázquez, 144, 28006, Madrid.

Palabras clave: Curculiónidos, *Aubeonymus*, maripaca, insecticidas, torre de Potter, remolacha azucarera.

INTRODUCCIÓN

Aubeonymus mariaefranciscae Roudier es una plaga de gran importancia económica para la remolacha azucarera en Andalucía. Sus primeros daños sobre el cultivo fueron detectados en Montemayor (Córdoba) y Écija (Sevilla) en 1979. El daño se repitió la campaña siguiente en las mismas zonas, extendiéndose a nuevos focos en Fernán Núñez (Córdoba) y Porcuna (Jaén) (SANTIAGO-ALVAREZ *et al.*, 1982). El insecto no sólo fue descubierto como una nueva plaga sino también como una especie aún no descrita (ROUDIER, 1981). Desde aquel momento, la superficie afectada fue aumentando hasta unas 3.000 ha distribuidas por las provincias de Córdoba, Sevilla y Jaén en

1990 (GIRALDO y ALVARADO, 1990a). Recientemente, se ha detectado un nuevo foco en Carmona (Sevilla) (AYALA, comunicación personal).

Durante el otoño, tras la siembra, pueden tener lugar ataques muy severos cuando el cultivo está próximo a focos con elevadas densidades de población de adultos que terminan en esta época su estivación. Los daños sobre radículas, hipocotilos y cotiledones que inician los adultos desde el mismo momento de la nascencia, causan la muerte de las plántulas. En ocasiones, se hace necesaria la resiembra del cultivo. También en primavera pueden producir daños tanto los adultos como las larvas. Al alimentarse de raíz y hojas los primeros y de raíz las larvas, son responsables de pérdidas

en producción cifradas en reducciones de un 30% en peso de raíz, con densidades de 20 larvas/planta (GIRALDO y ALVARADO, 1990b).

En la actualidad, para luchar contra esta plaga se recomienda la no repetición del cultivo en parcelas afectadas y la creación de barreras frente a la misma, mediante siembra de franjas circundantes de alta densidad con semilla multigermen protegida con insecticidas. Asimismo, se incorporan insecticidas en el pildorado y en las líneas de siembra y se realizan aplicaciones foliares a lo largo del desarrollo del cultivo (Asociación para la Mejora del Cultivo de la Remolacha Azucarera -AIMCRA-, 1995).

El insecticida más usado, en aplicaciones foliares, es el metil-paration (AIMCRA, 1995). Las características toxicológicas de este compuesto le hacen poco recomendable para su utilización en el control integrado. La búsqueda de nuevos productos eficaces y con mejores características toxicológicas es de gran interés económico y ecológico. Los estudios sobre la eficacia de insecticidas en aplicaciones foliares en campo son difíciles, dado que es complicado estimar las densidades iniciales de población, así como las progresivas y continuadas infestaciones y las migraciones entre parcelas de los ensayos de *A. mariae-franciscæ*. Por ello, es necesario realizar ensayos previos en condicio-

nes controladas de laboratorio, lo que permitirá seleccionar los más efectivos para posteriores estudios de campo.

MARCO y CASTAÑERA (1994) estudiaron, en laboratorio, la eficacia de diversos productos utilizando torre de Potter y dosis equivalentes a las recomendadas en campo. El presente trabajo tiene por objeto ampliar la lista de productos ensayados, y caracterizar la actividad insecticida de los más eficaces mediante el ajuste de las correspondientes rectas de regresión ponderada probit.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material biológico

Los adultos de *A. mariae-franciscæ* utilizados en los ensayos fueron recolectados en Santaella (Córdoba) en noviembre de 1994 sobre restos de remolacha azucarera de la campaña anterior. La población se mantuvo en una cámara de crecimiento, sobre raíces y hojas de remolacha, cv. Eva, a 22±2°C de temperatura, 75±5% HR y un régimen de fotoperiodo de 16:8 (Luz:Oscuridad).

Insecticidas

En el Cuadro 1 se especifican los insecticidas seleccionados para evaluar su eficacia frente a *A. mariae-franciscæ*.

Cuadro 1. Materia activa (i.a.), producto comercial y grupo químico de los Insecticidas seleccionados.

Materia activa	Producto comercial	Grupo químico
Esporas <i>B. bassiana</i>	Naturalis-L (2,3.10 ⁷ esporas/ml)	Insecticida biológico
Cipermetrina	Afrisect 10 EC (100 gai.a./l)	Piretroide
Acefato	Ortene 75 SP (750 g i.a./l)	Organofosforado
Clorpirifos	Dursban 48 (480 g i.a./l)	Organofosforado
Fosalone	Zolone 35 LE (350 g i.a./l)	Organofosforado
Malation	Malafin 50 LE (500 g i.a./l)	Organofosforado
Metil-clorpirifos	Reldan 50 (500 g i.a./l)	Organofosforado
Diazinon	Basudin 60 E (600 g i.a./l)	Organofosforado
Metil-paration	Parax (350 g i.a./l)	Organofosforado

Cuadro 2. Dosis (g de materia activa /ha) de los insecticidas utilizadas en los análisis probit.

Clorpirifos	Metil-clorpirifos	Diazinon	Metil-paration
96	100	60	87,5
144	150	90	122,5
216	225	135	171,5
324	337,5	202,5	240,1
486	506,25	303,75	336
-	-	600	-

Método de aplicación de insecticidas

Las aplicaciones de los distintos insecticidas se realizaron utilizando una torre de Potter para pulverizaciones de precisión en laboratorio (POTTER, 1952). Cada unidad experimental se trató con 3,17 ml de la correspondiente solución insecticida. La presión de aire utilizada fue de 50 Kp. Esta presión se consiguió mediante un compresor de aire Burkard, modelo 0523-703 Q-R 32 X. Con estas condiciones sobre la plataforma de pulverización se aplicaron niveles de caldo equivalentes a 400 l/ha (normalmente utilizado en tratamientos de campo).

Las unidades experimentales consistieron en vasos de plástico de 7 cm altura y 7 cm de diámetro. Cada uno se rellenó con arena de río humedecida, hasta unos 4 cm. Sobre la arena se clavó, por su peciolo, una hoja de remolacha azucarera, cv. Eva. Estas unidades experimentales se colocaron en la plataforma de pulverización de la torre de Potter y se realizaron los tratamientos con las correspondientes soluciones insecticidas.

Tres horas después del tratamiento se introdujeron 10 adultos de *A. mariae-franciscæ* por vaso y se confinaron con la ayuda de otro, también de plástico y de 15 cm de alto x 6 cm de diámetro. Los recintos se mantuvieron bajo condiciones ambientales iguales a las antes descritas para mantener la población.

Se llevaron a cabo dos tipos de experimentos:

I. Eficacia de insecticidas a dosis equivalentes a las recomendadas en tratamientos de campo. Para cada uno de los insecticidas ensayados y para el testigo, tratado con agua, se utilizaron 5 repeticiones de 10 adultos/repetición. El número de adultos muertos se registró a los 3, 7 y 14 días de los tratamientos.

II. Análisis probit. Para los cuatro insecticidas más efectivos se llevó a cabo el análisis probit. Para cada insecticida se utilizaron 5 dosis (6 para el diazinon) y un testigo tratado únicamente con agua. Con cada dosis y el testigo se utilizaron 5 repeticiones de 10 adultos cada una. Dado que el nivel de mortalidad es generalmente proporcional al logaritmo de la dosis, se utilizaron series de ellas en progresión geométrica. El Cuadro 2 muestra las dosis utilizadas con cada insecticida. La mortalidad de los adultos se registró a los 3 días del tratamiento.

Análisis estadísticos

Los análisis de comparación de medias se llevaron a cabo según las recomendaciones de MILLIKEN y JOHNSON (1984). Se comprobaron las hipótesis a priori del test F de Análisis de la Varianza mediante los tests de Kolmogorov-Smirnoff sobre residuos (para la normalidad) y de Bartlett (para la homocedasticidad). En ningún caso se cumplió la hipótesis de normalidad de las poblaciones por lo que se procedió a utilizar el test no paramétrico de Kruskal-Wallis que indicó la existencia de diferencias significativas en

Cuadro 3. Mortalidad a lo largo del tiempo de las aplicaciones foliares de insecticidas con torre de Potter, a las dosis recomendadas en campo, sobre adultos de *A. mariaefranciscæ*.

Tratamiento	Dosis (l/ha)	Mortalidad (%) a los x días del tratamiento ¹		
		(x=) 3	7	14
Testigo	-	0±0a	0±0a	0±0a
Acefato	0.40*	0±0a	0±0a	0±0a
<i>B. bassiana</i>	0.75	0±0a	0±0a	0±0a
Fosalone	2.00	2±1,8a	5±3,9a	5±3,9a
Cipermetrin	1.50	4±2,2a	4±2,2a	4±2,2a
Malation	2.00	12±3,3a	24±11,2b	24±11,2b
Metil-clorpirifos	1.50	98±1,8b	100±0c	100±0c
Clorpirifos	1.50	100±0b	100±0c	100±0c
Diazinon	0.75	100±0b	100±0c	100±0c
Metil-paration	2.00	93±4.7b	100±0c	100±0c

*Dosis en kg/ha.

1. Valores medios de n=50 adultos de *A. mariaefranciscæ*. Valores seguidos por letras distintas, dentro de cada columna, son significativamente distintos (P<0.05). Pruebas de Kruskal Wallis y Mann-Witney.

todos los casos. Posteriormente se utilizó el test no paramétrico de Mann-Wytney para establecer entre qué medias existían tales diferencias. En todos los tests se consideró un nivel de significación del 5%. Para su ejecución se utilizó el programa estadístico Statgraphics, Versión 5.0 (STATGRAPHICS, 1987).

En el experimento II, se ajustaron las rectas de regresión ponderada probit y se estimaron las DL50 y DL90 para la mortalidad de los adultos y sus límites fiduciales al 95% utilizando el programa Polo (RUSSELL *et al.*, 1977) basado en FINNEY (1971). Se desarrolló un test de paralelismo según el método de estimación de las potencias relativas. Para establecer qué líneas paralelas eran diferentes o no se utilizó el criterio de solapamiento de los límites fiduciales de las potencias relativas al nivel del 5%.

RESULTADOS

Eficacia de insecticidas a las dosis recomendadas en tratamientos de campo

Los resultados obtenidos en este ensayo se recogen en el Cuadro 3. Los compuestos acefato, fosalone, cipermetrina y el preparado a base de esporas de *B. bassiana* no produjeron una mortalidad significativamente diferente de la ocurrida en el testigo. El malation mostró poca efectividad con una mortalidad del 24% a partir del día 7 después del tratamiento, observándose una elevada variabilidad entre repeticiones. Sólo los organofosforados metil-clorpirifos, clorpirifos, diazinon y metil-paration causaron una mortalidad altamente significativa, alrededor del 100%, a los 3 días del tratamiento.

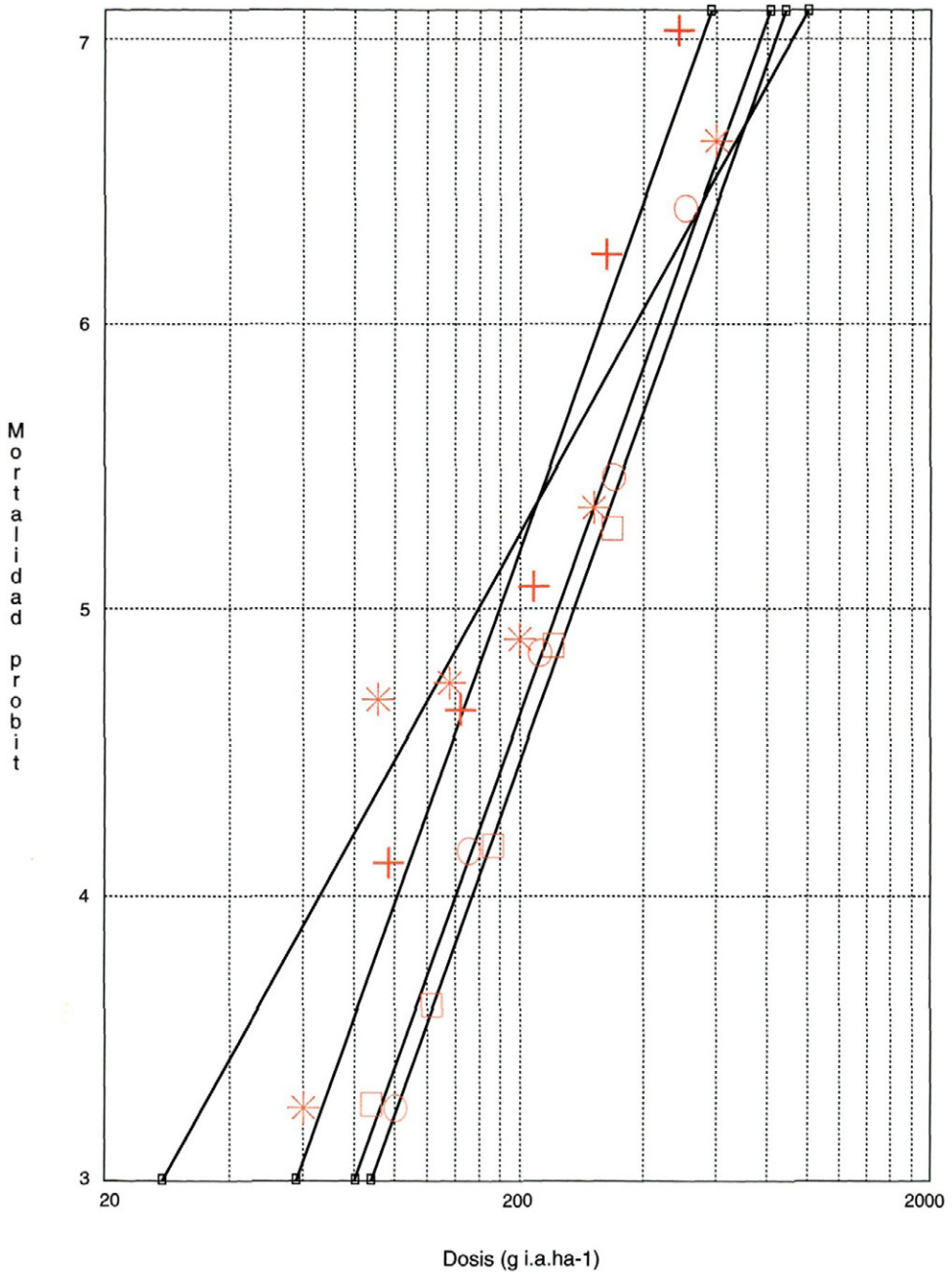


Fig. 1.— Rectas de regresión ponderada probit, ajustadas para la mortalidad de adultos de *Aubeonymus mariae-francisciae*, a los tres días del tratamiento en aplicación foliar. Las rectas corresponden al metil-clorpirifos (o), clorpirifos (+), metil-paration (□) y diazinon (*). Las tres primeras están forzadas al paralelismo.

Análisis probit

En la figura 1 se representan los ajustes de las rectas de regresión ponderada probit para los porcentajes de mortalidad obtenidos a los tres días del tratamiento con clorpirifos, metil-clorpirifos, metil-paration y diazinon. El Cuadro 4 muestra la toxicidad comparada de los cuatro plaguicidas. El test de paralelismo no fue significativo al 5% para los tres primeros compuestos por lo que se pudieron representar por rectas paralelas de pendiente común $b=4,083\pm 0,298$. Las rectas correspondientes al metil-clorpirifos y al metil-paration resultaron ser significativamente iguales, de acuerdo a las potencias relativas estimadas y sus límites fiduciales al 95%. Sin embargo, la recta correspondiente al clorpirifos fue significativamente diferente de ellas bajo el mismo criterio.

La recta ajustada para el diazinon no fue paralela a las demás. La figura 1 muestra cómo el Diazinon es más efectivo para bajos niveles de mortalidad. Sin embargo, para porcentajes de mortalidad más elevados, requiere dosis mayores que el resto de compuestos.

DISCUSIÓN

En la actualidad, sólo se utiliza, en aplicaciones foliares, el metil-paration con resultados aceptables (AYALA *et al.*, 1994).

Sin embargo, la formulación utilizada de este producto resulta tener malas características toxicológicas tanto para el hombre (C y Tóxico T) como para la fauna terrestre (C), acuícola (C) o incluso insectos útiles como las abejas (D) (LIÑÁN, 1995). Por otro lado, el uso reiterado de una única materia activa con un determinado modo de acción podría acarrear la aparición de resistencias que llevarían a un problema importante en la lucha contra este curculiónido. Por lo tanto, es de gran interés encontrar otros insecticidas efectivos, preferiblemente con modos de acción diferentes al metil-paration y una toxicología más favorable que éste.

Los resultados derivados del presente trabajo, así como los ya publicados por MARCO y CASTAÑERA (1994) indicaron que los insecticidas ensayados en laboratorio de grupos químicos diferentes a los organofosforados, no tuvieron una eficacia lo suficientemente alta como para efectuar investigaciones posteriores en campo. En nuestro estudio, el piretroide cipermetrina, utilizado en la lucha contra otros curculiónidos, no manifestó ninguna eficacia sobre adultos de *A. mariae-francisciae*. El comportamiento de los insecticidas organofosforados, fue variable. Productos como el acefato y el fosalone no causaron una mortalidad significativamente diferente de la ocurrida en el testigo a los 14 días del tratamiento. Con el malation, sólo un 24% de los adultos murieron en este tiempo manifestando así, una eficacia muy

Cuadro 4. Toxicidad comparada de cuatro insecticidas organofosforados sobre adultos de *A. mariae-francisciae* en condiciones de laboratorio.

Insecticida	Recta probit	DL50 (g i.a./ha)	DL90 (g i.a./ha)	Potencias relativas
Metil-paration	$y = -4,932 + 4,083 x$	270,6 (241,6-305,7)	557,3 (467,2-678,0)	0,91 (0,78-1,07)
Clorpirifos	$y = -4,192 + 4,083 x$	178,2 (158,0-200,0)	367,1 (321,5-429,8)	1,39 (1,19-1,63)
Metil-clorpirifos	$y = -4,774 + 4,083 x$	247,6 (223,0-275,3)	509,9 (444,6-603,8)	1
Diazinon	$y = -4,932 + 2,437 x$	182,9 (117,0-320,9)	613,9 (340,6-5.169,8)	-

limitada. Por el contrario, los otros organofosforados ensayados mostraron una alta eficacia, consiguiendo la mortalidad de todos los adultos tratados a partir de los siete días de la aplicación foliar.

De los insecticidas a los que se aplicó el análisis probit, el metil-paration tuvo la mayor DL50, sin embargo, su toxicidad sólo se pudo comparar con la del clorpirifos y metil clorpirifos para todo rango de mortalidad. El clorpirifos fue 1,4 veces más efectivo que el metil-clorpirifos y 1,5 más que el metil-paration. La DL90 para el diazinon fue la más alta dado que la pendiente de su recta probit fue inferior a la de las demás. La DL90 para el metil-paration, clorpirifos y metil-clorpirifos fue menor que las dosis respectivas recomendadas en tratamientos de campo. Por otra parte, la toxicología de las formulaciones utilizadas para el clorpirifos (Tóxico, Xn, T,B,C, y D), metil-clorpirifos (Nocivo Xn, B, C y D) y diazinon

(Nocivo Xn, B, B, y D) (LIÑAN, 1995) son más favorables que la de la utilizada para el metil-paration. Estos datos, confieren un gran interés a dichos insecticidas, aunque es necesario verificar la eficacia del clorpirifos, metil-clorpirifos y diazinon en condiciones de campo, así como comprobar también, en estas condiciones, si los dos primeros productos y el metil-paration seguirían siendo eficaces utilizando dosis inferiores a las actualmente recomendadas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) la financiación de una beca postdoctoral a V. Marco y a la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) la financiación del trabajo a través del Proyecto AGF95-0065-CO2-01.

ABSTRACT

MARCO, V. y P. CASTAÑERA, 1996: Effects of foliar applied insecticides by Potter tower on *Aubeonimus mariaefranciscæ* Roudier (Coleoptera, Curculionidae) adults. *Bol. San. Veg. Plagas*, 22 (4): 659-666.

Nine insecticides were tested to control *Aubeonimus mariaefranciscæ*. Esforande B. Bassiana and cypermethrin did not have any effect. Two of the seven organophosphorous insecticides tested, acephate and phosalone did not show a significant mortality. Malathion shows a small effect with 24% mortality. The other organophosphorous insecticides were very effective, hence, probit analysis was applied to them. Parathion-methyl shows the highest LD50. Chlorpirifos resulted 1.4 fold more effective than chlorpirifos-methyl and 1.5 more than parathion-methyl. Diazinon showed the highest LD90, since the slope of the probit line was the smallest. The LD90 of parathion-methyl, chlorpirifos and chlorpirifos-methyl was smaller than the field doses recommended.

Key words: Curculionids, *Aubeonimus*, maripaca, insecticides, Potter tower, sugar beet.

REFERENCIAS

- AIMCRA, 1995. Protección desde la siembra hasta la primavera en condiciones de siembra otoñal. AIMCRA. *Actualidad remolachero-azucarera*. 47: 26-36.
- AYALA, J.; DOMÍNGUEZ, M.; TABERNER, A., y CASTAÑEDA, P., 1994. Biología, ecología y medidas de protección del *Aubeonimus mariaefranciscæ*. AIMCRA *Actualidad remolachero-azucarera*. 41: 38-42.
- FINNEY, D. J., 1971. *Probit Analysis*. Cambridge University Press. Cambridge. 333 pp.
- GIRALDO, G., y ALVARADO, M., 1990a. Distribución geográfica de *Aubeonimus mariaefranciscæ* Roud. (Coleoptera: Curculionidae) plaga de la remolacha. *Bol. San. Veg. Plagas*. 16: 399-404.
- GIRALDO, G., y ALVARADO, M., 1990b. Estudios sobre *Aubeonimus mariaefranciscæ* Roud. Plaga de la

- remolacha. *Cuadernos de Fitopatología*. **24**: 116-121.
- LIÑÁN, C., 1995. *Vademecum de productos fitosanitarios*. Ediciones Agrotécnicas, S.L.. 568 pp.
- MARCO, V., y CASTAÑERA, P., 1994. Evaluación en laboratorio de insecticidas contra adultos de *Aubeonymus mariaefranciscae* Roudier (Coleóptera, Curculionidae). *Invest. Agrar. : fuera de serie no. 2*, 111-118.
- MILLIKEN, G., y JOHNSON, D. E., 1984. Analysis of messy data. Volume I: Designed of experiments. Van Nostrand Reynhold. 473 pp.
- POTTER, C., 1952. An improved laboratory apparatus for applying direct sprays and surface films, with data on the electrostatic charge on atomized spray fluids. *Ann. appl. Biol.* **1**: 1-29.
- RUSSELL, R. N.; ROBERTSON, J. L., y SAVIN, N. E., 1977. Polo: A new computer program for probit analysis. *Bull. Entomol. Soc. Am.* **23**: 209-215.
- ROUDIER, A., 1981. Description d'une espèce nouvelle d'*Aubeonymus* et revision du genre. *Bull. Soc. ent. France*. **86**: 237-244.
- SANTIAGO-ÁLVAREZ, C., D'AGUILAR, J., y CABEZUELO, P., 1982. *Aubeonymus mariaefranciscae*, une espèce nuisible à la betterave dans le sud de l'Espagne. *Bull. soc. ent. France*. **87** (2): 70-72.
- STATGRAPHICS, 1987. User's guide. Graphic software system, STSC Inc. Rockville, MD.

(Aceptado para su publicación: 26 Enero 1996)