

Uso de fitosanitarios naturales en el control ecológico del minador de los cítricos en plantones de mandarino

A. DOMÍNGUEZ GENTO¹, E. LANCHAZO², J. ARMENGOL³, J.M. CAROT⁴

¹ Estació Experimental Agrària de Carcaixent; Pda. Barranquet, s/n, 46740 Carcaixent; tf: 9624304 00; e-mail: *esexag.carcaixent@agricultura.m400.gva.es*; *alfonsdgento@wol.es*

La Vall de la Casella, Coop.V.; Felip II, 31, 46600 Alzira; *lacasella@wanadoo.es*

² Ecomediterrània, Coop.V.

³ Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Valencia (U.P.V.)

⁴ Universidad Politécnica de Valencia, Camí de Vera, s/n, Valencia; tf: 96 387 73 47; *jcarot@eio.upv.es*

RESUMEN

En este trabajo se compara la eficacia de cuatro productos naturales, tres derivados de plantas (extracto de neem, azadiractina y extracto de ajo), y uno de origen mineral (aceite parafínico), en el control del minador de las hojas de los cítricos, en plantones de mandarinas Beatriz y Orogrande conducidos de forma ecológica. A la vista de los resultados, el control más efectivo fue ejercido por la azadiractina, aunque el resto tenía un comportamiento similar en cuanto a la reducción del daño foliar. Se puede afirmar que cualquiera de los cuatro tratamientos fueron suficientes para controlar la población del insecto, aunque el daño no parece haber reducido la capacidad de crecimiento en los plantones testigo.

INTRODUCCIÓN

Phyllocnistis citrella Stainton, es un microlepidóptero perteneciente a la familia Gracillariidae comúnmente conocido con el nombre de «minador de las hojas de los cítricos» (GARIJO y CASTILLO, 1994).

Este microlepidóptero apareció por primera vez en España en agosto de 1993 en la provincia de Málaga (GARIJO y GARCÍA, 1994), extendiéndose rápidamente por toda la zona citrícola española (GARCÍA MARÍ y col., 1997). Aún viviendo sobre huéspedes diversos, tiene marcada preferencia por aquellos que pertenecen a la familia botánica de las Rutáceas y, dentro de ellos, a los que pertenecen al género *Citrus* (GARRIDO, 1995). Presenta siete estados morfológicos: huevo, tres estados larvarios (ápodos), un estado adulto preinifal, un estado ninfal y el adulto.

El adulto o imago es el único estado que se desplaza entre plantas y mide unos 3 mm. Son de color plateado con unas bandas amarillas y, al final de las alas, tienen unas manchas negras y un fleco de pelos. Las hembras tienen actividades nocturnas y crepusculares. Ésta realiza las puestas debajo de las hojas más pequeñas de los brotes tiernos (GARRIDO y col., 1998), cerca del nervio central del haz o envés, desde la aparición de los primordios foliares hasta que éstas tienen un tamaño de unos 3 cm.

El número de generaciones de *P. citrella* oscila entre 5 y 13 (GARRIDO y GARCÍA, 1994); coexistiendo todas las fases evolutivas simultáneamente en todas las épocas de año, siendo sus poblaciones perceptibles a partir de junio y llegando a ser máximas a mediados de julio.

Después de la eclosión la larva traspasa la epidermis, se sitúa debajo de ésta y empieza a alimentarse y a formar la mina. El ciclo del minador de los cítricos es muy dependiente de la temperatura ambiental, pudiendo alargarse hasta más de 60 días en invierno y acortarse a unos 12-15 días en verano.

Los daños se producen de forma casi exclusiva en brotes tiernos, donde se realizan las puestas, principalmente en el limbo. Las larvas de *P. citrella* en sus distintos estadios excavan galerías subepitelias, desarrollando su actividad alimenticia que afecta a hojas jóvenes (incluso hojas adultas), brotes en crecimiento y en ocasiones a pequeños frutos recién cuajados.

La larva separa la cutícula del parénquima, excavando una galería sinuosa, que toma aspecto plateado debido a la penetración del aire. La cutícula se rompe con facilidad y al contacto con el aire y con exposiciones solares, se produce desecación, necrosis, rotura de trozos vegetales y finalmente desprendimiento de las hojas, y si se quedan en los brotes, éstas no realizan la fotosíntesis.

Cuando las hojas no soportan mucha población, pueden alcanzar su tamaño definitivo y, aunque en ellas se observen daños propios de las larvas, son aptas para realizar la función clorofílica, sin que repercuta mucho en el desarrollo vegetativo de las plantas.

Así pues, la acción del minador sobre el sistema foliar presenta un doble aspecto, uno cuantitativo de pérdida de masa foliar, y otro cualitativo de disminución o pérdida de capacidad fotosintética del árbol, por lo que éste perderá vigor, y en consecuencia se verá reducida su productividad. La gravedad de los daños evoluciona progresivamente a lo largo del año, hasta alcanzar un nivel máximo en las brotaciones de final de verano y otoño (GARRIDO y GARCÍA, 1994).

A pesar de que en un inicio fueron grandes los esfuerzos por introducir parasitoides específicos (GARCÍA MARÍ y col., 1997), parece que hoy el control ejercido por éstos y por los autóctonos que se han adaptado a su ciclo ha ido en aumento, controlando gran cantidad de población. Su importancia ha ido disminuyendo, sobre todo en plantaciones adultas, en las que no es considerada más que un problema «estético», sin influir al parecer en la producción final. No obstante, hay situaciones en las cuales sí que puede ser interesante su control externo como los plantones o reinjertados donde las brotaciones tiernas suelen ser abundantes, y tiene gran importancia el crecimiento rápido de la planta.

El presente trabajo se ha enfocado para probar distintos tratamientos con fitosanitarios naturales permitidos en el Reglamento (CEE) 2092/91 (y posteriores) de la producción ecológica, para ayudar al manejo ecológico de este insecto en estas situaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en las parcelas ecológicas de la cooperativa La Vall de la Casella, situadas en Alzira (València), dentro de la línea experimental de citricultura ecológica junto a la cooperativa Ecomediterrània, Coop.V.

El material vegetal utilizado para la experiencia corresponde a plántones de mandarina de la variedad Beatriz y Orogrande, injertadas ambas variedades de Clementinas en el patrón Citrange Carrizo.

En el momento de realizar la experiencia los plántones tenían 2 años, de los cuales el primero lo pasaron en vivero y el segundo ya en campo, concretamente la plantación se realizó en junio de 1999. El agua de riego se aplicó de forma localizada a través de un sistema de riego por goteo.

Se ejecutó un diseño del ensayo en cuatro bloques al azar (2 por cada variedad), con tres repeticiones por bloque en la variedad Orogrande y cuatro en la variedad Beatriz, dejando siempre una fila de árboles como borde en cada parcela.

Los insecticidas utilizados están reflejados en la Tabla I. Como mojante en los tratamientos con mochila se utilizó jabón potásico (pasa emulsionable) junto a aceite de colza (líquido soluble), a dosis muy bajas (0,3-0,5%) para que no interfirieran en los resultados.

Tabla I. Descripción de las materias activas y tratamientos del ensayo.

TRATAMIENTO	FORMULACIÓN	CASA COMERCIAL	DOSIS DE APLICACIÓN	FORMA DE APLICACIÓN
EXTRACTO DE AJO	LÍQUIDO SOLUBLE	Biagro	1,5 %	Pulverización en mochila de 15 L
EXTRACTO DE NEEM	LÍQUIDO SOLUBLE	Biagro	0,3 %	Pulverización en mochila de 15 L
AZADIRACTINA (A PARTIR DEL NEEM)	LÍQUIDO SOLUBLE	Sycam-Inagra	Sin diluir (concentrado)	Pintura en tronco joven (banda de 10 cm)
ACEITE PARAFINICO	LÍQUIDO SOLUBLE	Insecticidas Albelda	1,25%	Pulverización en mochila de 15 L
TESTIGO				

Se realizaron siete tratamientos con estas materias activas, a excepción de la azaradactina¹.

El comienzo de los tratamientos fue el 2 de junio, con la brotación de verano ya iniciada, habiéndose observado vuelos de adultos abundantes en días anteriores, y las primeras puestas; en estas condiciones de brotes tiernos y calor, el riesgo de daño era alto. La finalización de los tratamientos coincidió con la finalización de la brotación de verano (el último tratamiento fue el 20 de julio, cuando todas las hojas de los brotes tenían más de 5 cm). La cadencia de los tratamientos (entre 7 y 12 días) estuvo marcada por el ciclo biológico del minador. La población del minador crece en proporciones no previstas, pasando de casi no apreciarse daños a finales de mayo o principios de junio, a estar los árboles totalmente ocupados a partir de mediados de junio en las condiciones climáticas valencianas, completando su ciclo evolutivo en un máximo de 10-11 días.

Para evaluar la eficiencia de los tratamientos, se observaron los plántones de los cítricos uno por uno, identificando la nueva brotación. Una vez identificado el nuevo brote se contaban las hojas que lo componían y se anotaban cuántas de ellas estaban atacadas y cuántas no, indicando si el minador estaba vivo o muerto.

En la observación se consideró que eran individuos vivos aquellos en los que la hoja presentaba la larva viva o aquella hoja que mostraba la galería completa y además presentaba un orificio, síntoma que el minador había completado su ciclo de larva y había salido ya como adulto.

Por otro lado estaban las hojas en las que se consideró que el individuo había muerto cuando la hoja presentaba galerías inacabadas, incompletas, hojas que presentaban galería que contenía en su interior la larva muerta o aquellas hojas en las que se notaba la puesta del adulto, como una pequeña picadura y se había detenido ahí su desarrollo.

Finalizada la brotación de verano, se anotó los centímetros que medía cada brote de todos los plantones presentes en nuestro ensayo, para evaluar si los tratamientos habían influido en el crecimiento de éstos.

Dado que la eficacia, en el caso del minador, no es suficiente para evaluar si realmente es efectivo el tratamiento, se evaluó el daño que cada plantón había padecido. Para ello se observaron las hojas de cada brote y el daño se calificó con la siguiente escala de valores:

Tabla II. Niveles de daño utilizados para valorar la infestación

NIVEL DE DAÑO	DAÑO VALORADO EN LA HOJA
0	Hoja sin superficie foliar afectada
1	Hoja con 0-25% de superficie foliar afectada
2	Hoja con 25-50% de superficie foliar afectada
3	Hoja con 50-75% de superficie foliar afectada
4	Hoja con 75-100% de superficie foliar afectada

El tratamiento de datos fue el siguiente:

- Para el cálculo de la **eficacia** se aplicó la fórmula de Abbot:

$$\%EFICACIA = V_t - V / V_t \times 100$$
 V_t: número de individuos vivos en el testigo.
 V: número de individuos vivos en el tratamiento.

- Para el cálculo de la **infestación** o daño foliar se aplicó la fórmula de Townsend-Heuberger:

$$\%INFESTACION = \Sigma (N \cdot V) / n \times 100$$
 N: número de hojas.
 V: valor representativo del nivel de daño producido (0,1,2,3 ó 4).
 n: máximo valor de daño (en nuestro caso el 4).

- Para el cálculo de los **parámetros de crecimiento** del árbol (longitud, número de hojas y número de brotes), así como en los individuos muertos, se calcularon las medias en las respectivas variedades obteniendo un valor numérico.

Ya que la pauta de distribución de las poblaciones de insectos sobre las plantas raramente siguió la distribución normal, para realizar el estudio estadístico de los resultados se tuvieron que realizar una serie de transformaciones. Por ejemplo, en resultados que eran un valor numérico le hemos aplicado la transformación logarítmica $\lg(x+1)$. En el caso de los resultados que eran porcentajes se le aplicó la transformación $x = \text{arc sen } p$.

En todos los casos se ha aplicado un análisis de la varianza, para observar las diferencias estadísticas entre los tratamientos para las distintas variables. El test con el que se valoraba era el LSD, con un 95% de significación.

Por último, se ha aplicado un Análisis Discriminante. El objetivo de este método estadístico es buscar las variables que más diferencias presentan entre tratamientos, lo cual se hace a través de una combinación lineal de las mismas.

RESULTADOS

En el conteo de individuos la menor presencia de individuos vivos se obtuvo en el tratamiento con azadiractina y el menor número de individuos muertos en el testigo como se ve a continuación:

Tabla III. Resultados de la eficacia de los distintos tratamientos, así como de los individuos vivos y muertos

VARIEDAD	BEATRIZ			OROGRANDE			MEDIA	
	VIVOS	MUER-TOS	EFICA-CIA (%)	VIVOS	MUER-TOS	EFICA-CIA (%)	VIVOS	MUER-TOS
TRATAMIENTO								
AJO	0,66 b*	1,36 b	66,64 a	0,68 a	1,38 b	87,14 a	0,67 a	1,37 bc
ACEITE	0,77 b	0,82 b	62,59 a	1,29 a	1,14 b	77,05 a	1,02 a	0,98 ab
AZARADACTINA	0,48 b	2,70 a	75,45 a	0,25 a	1,93 b	95,29 a	0,37 a	2,32 c
NEEM	1,05 b	0,98 b	48,54 a	0,75 a	1,44 b	87,55 a	0,90 a	1,21 ab
TESTIGO	1,98 a	0,97 b	0 b	5,54 b	0,31 a	0 b	3,76 b	0,66 a

* Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente a $P < 0.95\%$ de significación, según el ANOVA con test LSD.

En cuanto al efecto de los tratamientos sobre la vegetación, tenemos que indicar que ninguno de los tratamientos ha afectado al desarrollo vegetativo de los plántones, ya que no difieren estadísticamente de los plántones que actuaron como testigo, salvo en el caso de las hojas por brote para el ajo en Clemenules. En las Figuras 1 y 2 se detallan alguno de estos resultados, en los que se puede observar cómo el ajo parece tener una tendencia a disminuir el desarrollo, aunque no se llegasen a observar diferencias significativas remarcables respecto al testigo.

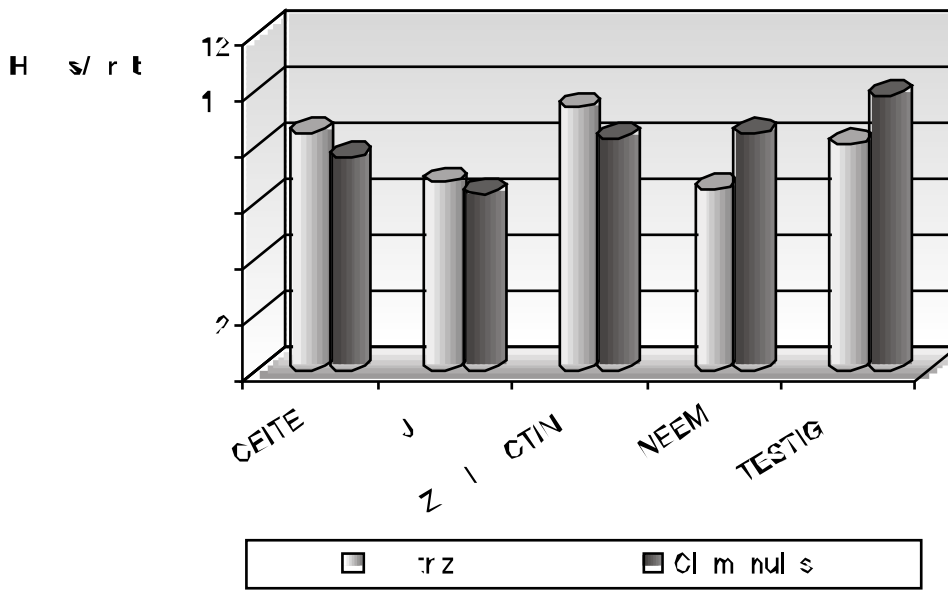


Figura 1. Media del número de hojas por brote en los plantones objeto de estudio (Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente a $P < 0.95\%$ de significación, según el ANOVA con test LSD)

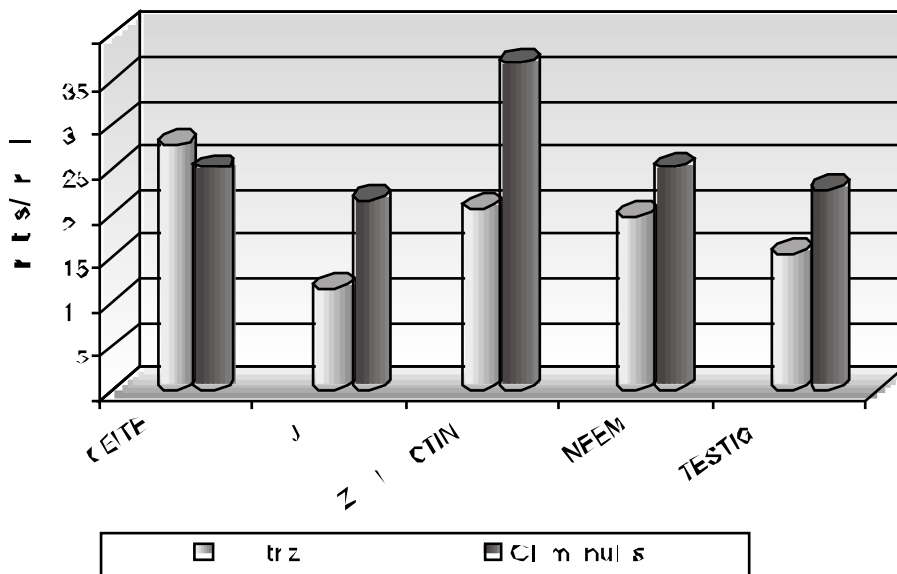


Figura 2. Media del número de brotes por árbol en los plantones objeto de estudio (Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente a $P < 0.95\%$ de significación, según el ANOVA con test LSD)

Los resultados obtenidos en el daño producido en la superficie foliar de los plantones han sido los siguientes:

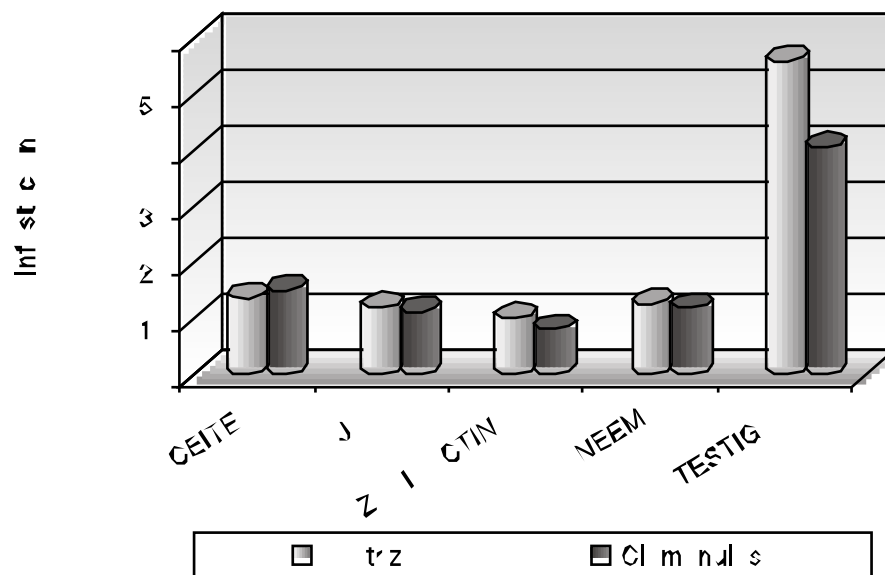


Figura 3. Infestación en los plantones tratados y los testigos, obtenida a partir de los niveles de daño en la superficie foliar. Puede observarse que el los testigos se aproxima al 50% de infestación, difiriendo de todos los tratamientos (Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente a $P < 0.95\%$ de significación, según el ANOVA con test LSD)

Como se puede observar la diferencia de los tratamientos empleados en el ensayo y los plantones testigo es clara. Entre los tratamientos no existen diferencias significativas, pero se puede afirmar que en el tratamiento de azadiractina el daño del minador ha sido menor, ya que la mayoría de las hojas estaban situadas en niveles de 0 y 1 tal como puede observarse en las figuras 4 y 5. En estas se puede comparar la distribución por niveles de daño, en donde realmente se diferencian los tratamientos y, fundamentalmente el testigo (siendo el único que alcanza niveles de daño 3 y 4 considerables).

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Como variables se han escogido aquellas que, a priori, puedan parecer más interesantes a la hora de interpretar y tipificar los tratamientos y el crecimiento del árbol. Así, hemos escogido las siguientes: longitud del brote, nº de hojas por brote, nº de brotes por árbol, eficacia sobre la infestación, nº de formas vivas y nº de formas muertas; cada una de éstas se ha valorado con su transformación pertinente.

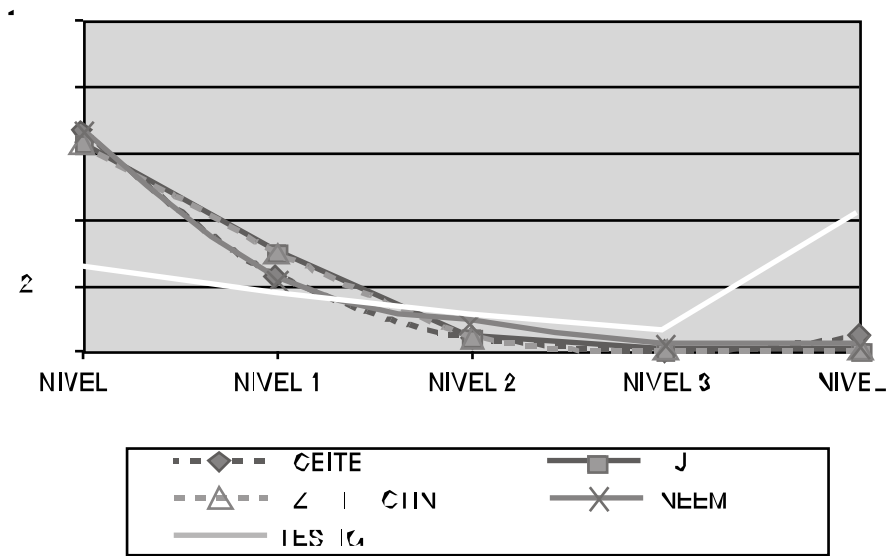


Figura 4. Distribución de la infestación en los diferentes niveles de estudio, para la variedad Beatriz. Puede observarse que el testigo tiene una mayor cantidad en los últimos niveles (de mayor daño foliar) que los tratados, y una menor proporción en los niveles inferiores. Los de menor daño serían el ajo y la azadiractina, ambos con la mayor parte de la distribución en los niveles 0 y 1

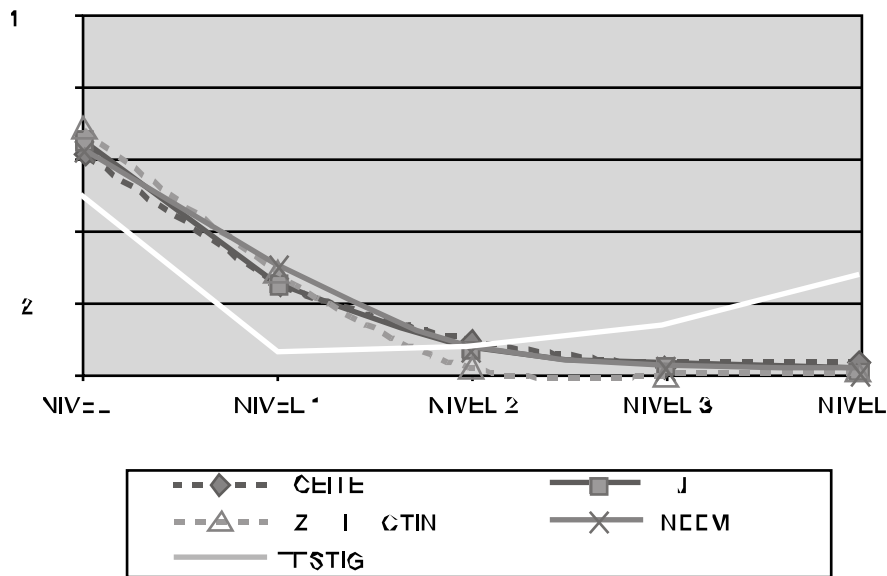


Figura 5. Distribución de la infestación en los diferentes niveles de estudio, para la variedad Orogrande. El testigo se comporta como en el caso de la Beatriz. En este caso el de menor daño sería la azadiractina, pues el resto sigue idénticas pautas

Variable clasificada: TRATAMIENTO

Variabes independientes:

LOG BROTES_ARBOL

LOG HOJAS_BROTE

LOG HOJAS_ARBOL

LOG VIVOS

LOG MUERTOS

Eficacia

A la vista de los resultados, se han encontrado dos funciones discriminantes significativas que recogen el 97% de la información de los datos originales.

La primera función (en forma estandarizada) es:

$0,11 * \text{brotes}/\text{árbol} + 0,10 * \text{Log hojas}/\text{brote} - 0,48 * \text{Log hojas}/\text{árbol} + 0,65 \text{Log vivos} - 0,37$
 $\text{Log muertos} - 0,56 * \text{eficacia sobre infestación}$
 y la segunda:

$-0,60 * \text{brotes}/\text{árbol} - 0,87 * \text{Log hojas}/\text{brote} - 0,01 * \text{Log hojas}/\text{árbol} - 0,22 \text{Log vivos} - 0,35$
 $\text{Log muertos} - 0,37 * \text{eficacia sobre infestación}$

Dado que los coeficientes son ponderados, su valor absoluto nos indica cuales de ellos tienen más peso. Así se observa como, en el primer caso, los minadores vivos, la eficacia sobre la infestación y las hojas por árbol tienen un peso relativo superior al resto, mientras que podríamos considerar que tanto los brotes por árbol como las hojas por brote no tienen apenas importancia a la hora de separar los tratamientos del testigo. En el caso de la separación de los tratamientos entre sí, la función que parece determinarlos es la 2ª, donde tienen un gran peso específico las hojas por brote y los brotes por árbol, aunque también deberían considerarse la eficacia sobre la infestación y los minadores muertos.

En la tabla IV, el método clasifica los datos observados en grupos. Puede verse qué tratamientos son parecidos a través de la valoración porcentual (a mayor porcentaje, mayor parecido entre tratamientos).

Tabla IV. Clasificación de los tratamientos, según el análisis discriminante aplicado
(Porcentaje de casos correctamente clasificados: 62,71%)

TRATAMIENTO ACTUAL	TRATAMIENTO PREDICHO				
	ACEITE	AJO	AZADIRACTINA	NEEM	TESTIGO
ACEITE	4 33.33%	2 16.67%	1 8.33%	4 33.33%	1 8.33%
AJO	0 0%	6 50.00%	2 16.67%	4 33.33%	0 0.00%
AZADIRACTINA	0 0.00%	0 0.00%	11 91.67%	1 8.33%	0 0.00%
NEEM	0 0.00%	2 18.18%	2 18.18%	7 63.64%	0 0.00%
TESTIGO	2 16.67%	1 8.33%	0 0.00%	0 0.00%	9 75.00%

Como puede observarse, si nos basamos en los resultados obtenidos en la tabla anterior, el tratamiento de aceite se asemeja al del neem, y éste al del ajo y viceversa. El testigo y la azadiractina, por su lado, son los que más se distinguen del resto. Esto puede observarse también en la figura 6, donde la función del eje de las x distingue entre el testigo y los tratamientos y la del eje de las y entre éstos últimos, de los cuales sobresale la azadiractina.

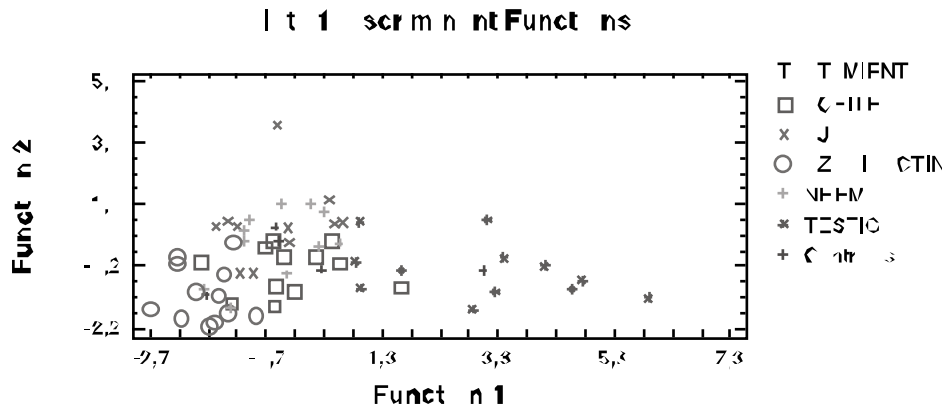


Figura VI: Gráfica obtenida por análisis discriminante, donde la función del eje de las x distingue entre el testigo y los tratamientos, y la función del eje de las y los propios tratamientos entre sí

Estos resultados corroboran los obtenidos en los análisis de la varianza realizados anteriormente, en los cuáles también resalta el tratamiento con azadiractina del resto, aunque sin demasiadas diferencias; por otro lado, todos se distinguen del testigo.

CONCLUSIONES

1. Los plantones tratados han sufrido un menor daño, tanto en porcentaje de eficacia como en superficie foliar dañada o infestación.
2. El mejor resultado ha sido el obtenido con el tratamiento de azadiractina. En ambas variedades se ha comportado de manera muy satisfactoria en cuanto a la mortalidad de individuos. El daño ocasionado en la mayoría de las hojas de los brotes ha sido inferior al 25% de la superficie foliar, no viéndose de este modo afectada la realización de la fotosíntesis. Este resultado puede tener relación con la sistemía comprobada de este preparado natural puro, extraído a partir del neem, ya que las larvas jóvenes de los insectos ya dentro de las minas se veían afectados tan sólo por este tratamiento (se iniciaba la galería y morían al poco de entrar en contacto con el producto). Podría también recomendarse para otros minadores o insectos de difícil control con insecticidas naturales de contacto (la mayoría).
3. El resto de tratamientos tienen comportamientos similares entre sí, no difiriendo de la azadiractina más que en el nº de minadores muertos y los niveles de daño. Habría que calcu-

lar los costes económicos en posteriores ensayos de campo, ya que la mayor frecuencia de estos tratamientos puede decantar la balanza hacia el pintado de troncos con azadiractina.

4. Con respecto a la disminución de la superficie foliar útil, controlada con el conteo de hojas, brotes y longitud de los brotes, podemos indicar que los tratamientos no han influido de manera negativa en el desarrollo de estos, ya que las medias obtenidas eran muy similares al testigo, si exceptuamos al ajo. Hay que señalar que, al observar en campo los plantones tratados con ajo, parecía existir un efecto reductor, plasmado en los resultados obtenidos en el nº de hojas y brotes. Se debería realizar posteriores experiencias para confirmar o desmentir este efecto.

Dadas las particularidades biológicas del minador, no se debe recomendar ningún tratamiento hasta que las condiciones de temperaturas y brotaciones jóvenes dejen observar los inicios de daño en hojas. Debe, a su vez, interrumpirse cualquier tratamiento en el momento en que las hojas superen los 5 cm y se endurezcan.

Las situaciones recomendables en las cuales podríamos hacer uso de estos tratamientos serán aquellas en las que los daños superan el nivel de estéticos y el control biológico natural no es suficiente. Suele ser así en algunas situaciones especiales, como los plantones o las reinjertadas, donde las brotaciones tiernas suelen ser abundantes y tiene gran importancia el crecimiento rápido de la planta.

AGRADECIMIENTOS

A los agricultores La Vall de la Casella y Ecomediterrània, Coop.V.

Este ensayo forma de las líneas experimentales apoyadas por la Conselleria de Agricultura y Pesca de la Generalitat Valenciana.

BIBLIOGRAFÍA

- ALFARO LASSALA, F. (1994). El minador de las hojas. Nuevo problema en los cítricos; El agricultor cualificado nº 0, p. 46-50.
- GARCÍA MARÍ, F.; COSTA COMELLES, J.; VERCHER, R.; CASTRILLÓN, D.; OLMEDA, T.; GARRO, R.; ALONSO, D. (1997). Lucha biológica contra el minador; Levante Agrícola nº 339, pp. 122-127.
- GARIJO, C.; CASTILLO (1994). Aspectos biológicos y enemigos naturales del minador de las hojas de los cítricos encontrados en España; Levante Agrícola nº 330, pp. 13-20.
- GARIJO, C.; GARCÍA, J. (1994). Minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton); Phytoma España nº 58.
- GARRIDO, A. (1995). El minador de las hojas de los cítricos: estado actual y evolución futura; Levante Agrícola nº 330; pp. 11-12.
- GARRIDO, A.; JACAS, J.; MARGAIX, C.; TADEO, F. (1998). Biología del minador de las hojas de los cítricos; Levante Agrícola nº 343; pp. 167-170.

NOTAS

- ¹ Siguiendo las instrucciones del fabricante, la azadiractina se pintó en tronco tres veces, una primera al inicio de los demás tratamientos (en los primeros síntomas de daño), una segunda a los 15 días de la 1ª, y una tercera vez a los 30 días de la 2ª. Se pintaba una banda de unos 10 cm de tronco, todo alrededor, siempre que la corteza estuviese verde o, al menos, no estuviese endurecida (es decir, que tuviera posibilidad de absorber el producto, aprovechando las propiedades sistémicas del producto).