

Factores que afectan el comportamiento de puesta en adultos del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae)

A. FARÍAS URRUTIA, F. GARCÍA MARÍ

Se ha estudiado el comportamiento de puesta de huevos sobre hojas de cítricos en adultos de *Phyllocnistis citrella* Stainton, con el fin de conocer la influencia de diversos factores sobre dos parámetros de la puesta, el número de huevos por hoja y la preferencia por el haz o el envés. Las experiencias se realizaron en laboratorio con brotes separados de la planta con 4 a 8 hojas, sobre los que se mantenían 10 adultos de minador durante 24 horas. La variedad o especie de cítrico es el factor que más influye en la densidad de puesta de entre todos los estudiados en este trabajo. Las puestas más elevadas se encuentran en limonero var. Fino ($4,17 \pm 0,24$ huevos/hoja), seguido de naranjos (naranja dulce var. Navelina $2,52 \pm 0,25$, y naranja amargo, $2,39 \pm 0,26$), mandarinos (Satsuma, $1,55 \pm 0,24$, clementina var. Clemenules, $1,41 \pm 0,24$), y el híbrido Ortanique, $1,38 \pm 0,24$. La menor puesta se observó en pomelo var. Star Ruby ($0,80 \pm 0,23$ huevos/hoja). Las hojas verticales registran un 50% más de puesta que las situadas en posición horizontal. Otros factores como la temperatura ambiental o el color de las hojas apenas inciden en la densidad de puesta. La puesta es similar en un rango de longitudes de hoja entre 15 y 25 mm, disminuyendo en hojas de menos de 12 mm o de más de 27 mm. En cuanto a la distribución de la puesta en haz o envés, en general ésta es próxima al 50%, aunque algunos factores pueden alterar esta preferencia. En hojas muy pequeñas (de menos de 8 mm de longitud) la puesta en el haz se reduce al 20%. Cuando la hoja horizontal muestra el envés en su cara superior la puesta en el haz se reduce al 33%. Si la densidad de puesta es baja (1 a 2 huevos/hoja), el porcentaje de puesta en el haz se reduce al 40% y cuando la temperatura ambiental es baja (18°C) la puesta en el haz se reduce al 45%. En el híbrido Ortanique el 64% de los huevos se encuentran en el haz de la hoja.

A. FARÍAS URRUTIA Y F. GARCÍA MARÍ. Entomología Agrícola, E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Valencia, camino de Vera 14 – 46022 Valencia. España.

Palabras clave: *Phyllocnistis citrella*, puesta, cítricos, temperatura, longitud hoja, haz, envés, posición espacial.

INTRODUCCIÓN

El minador de hojas de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton es un microlepidóptero que causa daños a los cítricos cultivados de todo el mundo. El daño se produce por galerías en las hojas tiernas en desarrollo, las cuales se curvan y deforman (Quayle, 1941). Provoca serios perjuicios económicos

especialmente en viveros y plantaciones jóvenes (Ebeling, 1959).

La hembra realiza la puesta exclusivamente en hojas jóvenes recién formadas (Badawy, 1967; Murai, 1974). La puesta en *P. citrella* parece que está condicionada por el tamaño de la hoja. Se han realizado pocas experiencias en laboratorio sobre esta preferencia, aunque existen algunas observaciones en

trabajos de campo. Así, Knapp *et al* (1995) indican que la puesta se efectúa en hojas con una longitud de 8 mm, decreciendo la puesta en la medida que aumenta la edad y tamaño de la hoja. Garrido y Gascón (1995), en observaciones hechas en distintas especies de cítricos, acotan el rango de puesta a hojas de 1 a 35 mm de longitud, preferentemente en los primeros cinco centímetros del brote. González (1996) dice que en campo la mayor receptividad se encuentra en hojas con un tamaño inferior a 30 mm de longitud. Según García Marí *et al* (1997) la puesta en campo se realiza preferentemente en hojas pequeñas de 10 a 25 mm de longitud.

La mayoría de los lepidópteros realiza la puesta preferentemente en el envés de la hoja (Nayar *et al*, 1976). En el caso del minador de hojas de los cítricos la información proporcionada por diversos autores en relación con la preferencia por el haz o por el envés para realizar la puesta resulta en ocasiones contradictoria. Así, Waterhouse (1998) informa que en algunos países como Japón y China a se considera que la mayoría de los huevos son depositados en el envés, pero en otros como India y Tailandia la mayoría de huevos parece que son depositados en el haz. En Sudán, Ba-Angood (1977) encuentra que el insecto prefiere invariablemente el envés para la puesta. En Australia la mayoría de los autores mencionan una mayor puesta en el envés (Beattie, 1989; Wilson, 1991; Waterhouse, 1998). Pero también se encuentra que la puesta es semejante en ambas caras de la hoja, como se ha obtenido en distintos trabajos en campo de España (Garrido, 1995; Garrido y Gascón, 1995; García Marí *et al*, 1997). En pruebas de laboratorio Margaix *et al* (1998) encuentran puesta en las dos caras, aunque significativamente menor en el haz. Knapp *et al* (1995) matizan que la puesta en el envés predomina cuando las hojas son muy pequeñas, pero a medida que la hoja se expande su superficie se hace más accesible y la puesta se puede dar en ambas caras de la hoja.

Uno de los factores que puede influir en la puesta de *P. citrella* es la especie de cítrico. Se han publicado varios trabajos sobre la

susceptibilidad de distintas variedades o especies de cítricos al ataque de *P. citrella* (Nayar *et al*, 1976; Ba-Angood, 1977; Singh y Rao, 1978), trabajos que se refieren a la preferencia del minador por desarrollarse y causar daños en alguna especie o variedad de cítricos y normalmente realizados observando en campo las diferencias del grado de ataque. En cuanto a la preferencia de puesta, Wilson (1991) en Australia encontró influencia de la especie o variedad, mientras que en Valencia (España), Garrido y Gascón (1995) no encontraron diferencia de puesta entre especies o variedades de cítricos.

La selección del lugar de puesta también puede ser determinada por el color, aspecto que ha sido bien estudiado en algunos lepidópteros como *Tegiticula maculata* Riley (Lepidoptera: Prodoxidae) (Renwick y Chew, 1994) o en las mariposas *Pieris brassicae* L. y *P. rapae* L. (Lepidoptera: Pieridae) (Schoonhoven *et al*, 1998), pero en *P. citrella* sólo se ha encontrado referencia al uso del color en trampas y con poco éxito (Costa Comelles *et al*, 1995).

Conocer la influencia de algunos factores en el proceso de puesta del minador de hojas de los cítricos *Phyllocnistis citrella* es el principal objetivo de este trabajo. Los factores específicamente estudiados son la temperatura, el tamaño de la hoja, la especie o variedad de cítrico, la posición espacial de la superficie foliar y el color de la hoja, determinando su influencia en dos parámetros de la puesta: el número de huevos por hoja y la preferencia por el haz o el envés de la hoja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Adultos de minador de los cítricos. Se utilizaron adultos de minador provenientes de una cría en invernadero sobre plántones de naranjo amargo, que se mantenía a temperaturas entre 18°C y 25°C, con un fotoperiodo de 16 horas de luz cada 24 horas.

Experiencias sobre brotes. Se utilizaron brotes de naranjo amargo (*Citrus aurantium*

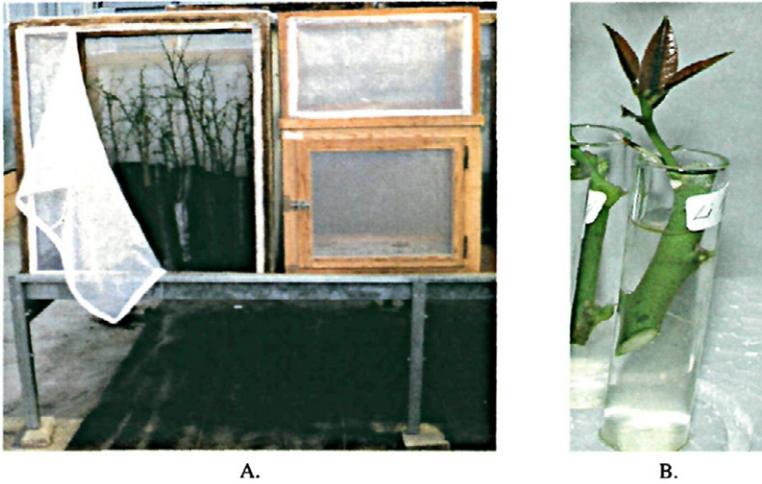


Foto 1.—Los brotes se obtenían de plantones de uno a dos años, aislados en jaulas de cría (A), una vez emergidas hojas apropiadas para la puesta, el brote se desprendía de la planta y se sumergía en solución nutritiva (B).

L.) separados de la planta, de una longitud media de 8 cm y sin síntomas de plagas o enfermedades, con hojas de diversos tamaños en función del objetivo de la experiencia. De 1 a 2 cm del extremo inferior del brote recién cortado era introducido en la solución nutritiva descrita por Moutotus y Fos (1973) (Foto 1).

Los brotes se conseguían deshojando completamente plantones de uno a dos años y manteniéndolos aislados en una jaula. Así se inducía a rebrotar y se evitaba la puesta del minador antes del inicio de la experiencia (Foto 1).

Se iniciaba la experiencia de puesta colectando grupos de 30 a 50 adultos de minador de 1-3 días de edad que se mantenían juntos por 48 horas en las cámaras climáticas en el interior de tubos de cristal de 8 cm de altura y 2 cm de diámetro. Luego se seleccionaban al azar 10 adultos y se introducían en un recipiente cilíndrico de plástico transparente, de 18 cm de altura y un diámetro de 8 cm, conteniendo un brote recién desprendido de la planta y con el extremo inmerso en solución nutritiva, al que previamente se le medía la longitud de cada una de sus hojas (Foto 2). A las 24 horas se procedía a medir la longitud de cada hoja del brote y a contar

el número de huevos puestos en el haz y en el envés de la hoja.

Todos los ensayos en brotes se llevaron a cabo en cámaras climáticas con una temperatura de 21-24°C, 60-80% de humedad rela-

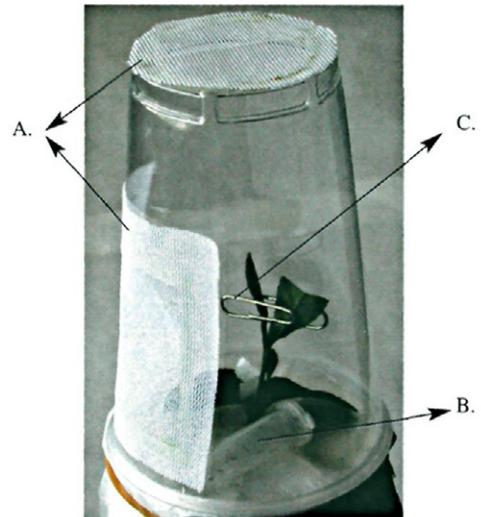


Foto 2.—Los brotes se cubrían con un recipiente plástico y se introducían los diez adultos de minador. A las 24 horas se procedía a las mediciones. (A) aperturas para permitir ventilación; (B) adultos de minador recién introducidos; (C) alambre para asegurar la posición de la hoja por 24 horas.

tiva y fotoperiodo de 16 horas de luz cada 24 horas. El ensayo de influencia de la temperatura se llevó a cabo en cámaras climáticas con temperaturas medias de 18°C, 21°C, 24°C y 27°C, con una humedad relativa de 67%, 79%, 67% y 56% respectivamente, y un fotoperiodo común de 16 horas de luz en 24 horas.

En el estudio de la influencia de la especie de cítrico en la puesta se utilizaron brotes de limonero var. Fino (*Citrus limon* L.), naranjo dulce var. Navelina (*Citrus sinensis* L.), naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.), mandarina Satsuma (*Citrus unshiu* Marc.), clementina var. Clemenules (*Citrus reticulata* Blanco), el híbrido Ortanique (*C. reticulata* B. x *C. sinensis* L.) y pomelo var. Star Ruby (*Citrus paradisi* Macf.).

En el estudio de la posición espacial de la superficie foliar se evaluó la puesta con hojas dispuestas verticalmente y horizontalmente, sujetando el peciolo con alambres sin afectar al limbo foliar (Foto 2). Las hojas horizontales a su vez podían tener el envés en la cara inferior (horizontal normal) o en la cara superior (horizontal inversa).

La influencia del color de la hoja se evaluó con brotes recolectados en el campo, en parcelas donde la población del minador era abundante. Se midió la longitud de la hoja y número de huevos en haz y envés. Finalmente se determinaba el color utilizando para ello el equipo medidor portátil SPAD-502, con un área de medida de 2x3 mm que permite su uso en hojas muy pequeñas. El medidor SPAD mide la transmitancia de la clorofila en la región del rojo e infrarrojo cercano, lo que permite determinar tonalidades de verde, desde verde amarillento a verde oscuro.

Análisis de datos. En el análisis de los datos de tamaño de las hojas, éstas se agrupan en siete categorías: “menor que 8”, “10” (representa a todas las hojas con una longitud entre 8 y 12 mm), “15” (corresponde a las hojas con longitud entre 13 y 17 mm), “20” (agrupa las hojas de 18 a 22 mm longitud), “25” (hojas de 23 a 27 mm), “30” (ho-

jas de 28 a 32) y “mayor que 32”. En la influencia del color en la puesta se procedió a agrupar las hojas en seis categorías de color.

El análisis estadístico de la densidad de puesta se realizó utilizando el programa estadístico Statgraphics, efectuándose la transformación de raíz cuadrada para el número de huevos/hoja. Se hizo análisis de varianza (multifactorial) con dos factores (longitud y temperatura) y análisis de varianza simple en los otros aspectos analizados. Las medias se compararon con la prueba de mínima diferencia significativa (MDS) al 5%. La comparación entre haz y envés se realizó con la prueba *t*-Student de comparación de medias al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia de la temperatura y de la longitud de la hoja. El análisis de varianza con dos factores muestra que la temperatura y la interacción longitud y temperatura no son significativas ($F = 0,51$; g.l. = 3, 602; $p > 0,05$ y $F = 1,15$; g.l. = 18, 629; $p > 0,05$, respectivamente). Es decir, entre las cuatro temperaturas ensayadas al considerar el conjunto de todas las hojas no hay diferencias significativas, obteniéndose $4,17 \pm 0,24$ huevos día/hoja a 18°C, $3,93 \pm 0,29$ a 21°C, $3,67 \pm 0,29$ a 24°C y $4,53 \pm 0,25$ a 27°C. Margaix *et al* (1998) tampoco encuentra diferencia en la puesta de *P. citrella* en laboratorio entre 20°C y 25°C.

La longitud de la hoja influye de forma decisiva en la puesta ($F = 17,45$; g.l. = 6, 629; $p < 0,05$). La mayor puesta se obtiene en hojas de 15 a 25 mm de longitud, disminuyendo en hojas de menor tamaño (debido probablemente a la escasa superficie disponible) y también en las hojas más grandes (posiblemente por encontrarse ya algo endurecidas) (Figura 1). Los datos aportados por otros autores sobre la distribución de la puesta de *P. citrella* son escasos y realizados siempre con observaciones de campo. Según Knapp *et al* (1995) las hojas recién formadas de menos de 8 mm de longitud son las prefe-

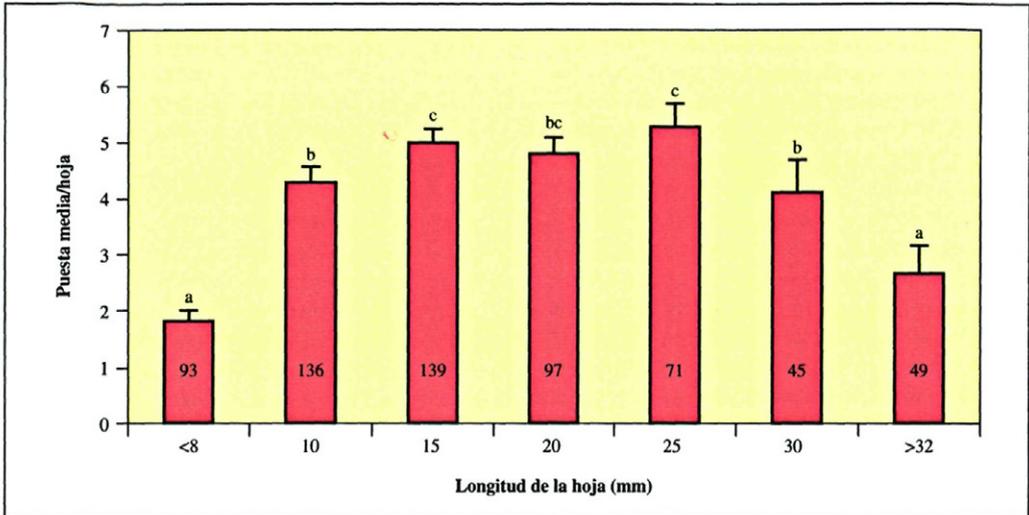


Figura 1.—Puesta del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella* según la longitud de la hoja. Letras distintas indican diferencias significativas entre las clases de longitud de la hoja al nivel $p < 0,05$ en la prueba MDS. La línea vertical sobre cada barra representa el error estándar y en la base se indica el número de observaciones.

ridas para la oviposición y ésta disminuye a medida que aumenta la edad y tamaño de la hoja. Garrido (1995) en la variedad Navel, obtuvo la mayor puesta en el rango de 25 a 30 mm. Posteriormente, Garrido y Gascón (1995) encontraron el mayor número de huevos en el rango de tamaño de 20 a 25 mm en las variedades Navel y Clementina, y en el rango 10 a 15 en la variedad Fortune. González (1996) determinó que el 48% de los huevos se encontraban en las hojas con longitud menor a 20 mm en la variedad Navelate. Según García Marí *et al* (1997), a partir de datos de campo de numerosas parcelas de varias especies o variedades de cítricos, las hembras de *P. citrella* muestran preferencia por realizar la puesta en hojas de 10 a 30 mm de longitud.

Todos estos trabajos exponen resultados obtenidos en el campo y en esas condiciones la puesta que observan puede ser influida por otros factores, como la existencia previa de larvas o huevos puestos cuando las hojas eran más pequeñas. Sólo la experiencia realizada para este trabajo refleja con exactitud la preferencia de puesta por la hembra según la longitud de la hoja.

Preferencia por haz o envés de la hoja.

Considerando los datos de todas las temperaturas conjuntamente, la densidad de puesta es similar en las dos caras de la hoja, tanto en el haz ($2,00 \pm 0,08$ huevos/haz) como en el envés ($2,09 \pm 0,07$ huevos/envés), lo que representa el 49% de puesta en el haz, sin diferencias significativas entre ambas caras ($t = -1,50$; g.l. = 629; $p > 0,05$). Sin embargo, a 18°C hay significativamente menos proporción de huevos en el haz, con el 45% de la puesta ($t = -2,38$; g.l. = 187; $p < 0,05$; huevos diarios/haz: $1,88 \pm 0,13$; huevos diarios/envés: $2,29 \pm 0,14$). En los ensayos a otras temperaturas, la puesta es similar en haz y en envés sin diferencias significativas ni a 21°C , con el 47% de la puesta en el haz ($t = -1,27$; g.l. = 126; $p > 0,05$), ni a 24°C , con el 51% de puesta en el haz ($t = 0,22$; g.l. = 133; $p > 0,05$) ni a 27°C , con el 52% de puesta en el haz ($t = 0,49$; g.l. = 180; $p > 0,05$).

Además de la ligera reducción de la proporción de huevos puestos en el haz a temperaturas bajas, se observa que la distribución de la puesta en haz o envés de la hoja parece estar influida también por la densidad de puesta. Se ha calculado la relación entre

los tres parámetros, porcentaje de huevos puestos en el haz (Z), temperatura (T) y número de huevos por hoja (m) utilizando los datos experimentales de un total de 571 hojas donde se contó la puesta. La relación entre "Z" y las dos variables "T" y "m" se ha obtenido con un ajuste a una regresión múltiple en la que se han introducido términos lineales, cuadráticos, cúbicos, logarítmico y raíz cuadrada, así como sus inversos, y todo ello tanto para cada una de las variables como para su producto. El ajuste múltiple se ha realizado por pasos en que se fueron adicionando términos, comenzando por los que más variabilidad explican, hasta que se deja de obtener un incremento significativo de la variabilidad explicada.

Se obtiene así la ecuación:

$$Z = 23,35 \cdot \log(m \cdot T) + 7,748/m^2$$

con un valor del coeficiente de correlación múltiple "r" de 0,8792 (ANOVA; $F = 968,9$; g.l. = 2, 569; $p < 0,01$). En la figura 2 se representa gráficamente esta ecuación.

En la Figura 2 se puede ver que la densidad de puesta influye de forma bastante acu-

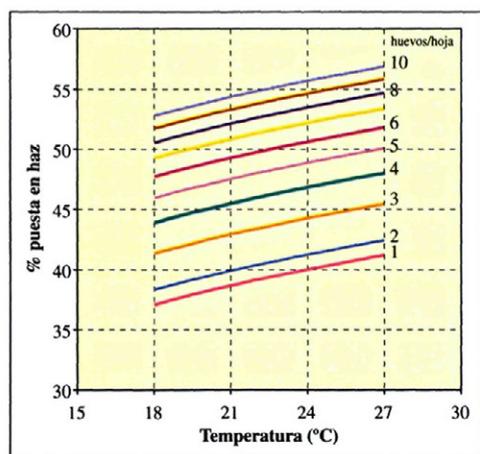


Figura 2.—Influencia de la temperatura y de la densidad poblacional en la distribución de los huevos de *Phyllocnistis citrella* en el haz y en el envés de la hoja. Se ha representado el porcentaje de puesta en el haz (Z) en función de la temperatura (T) y el número de huevos por hoja (m), según la ecuación $Z = 23,35 \cdot \log(m \cdot T) + 7,748/m^2$.

sada en la preferencia por haz o por envés. Así, cuando la puesta media es 1 a 2 huevos/hoja, sólo el 40% se encuentra en el haz, mientras que con una puesta media de 10 huevos/hoja, el 55% de la puesta es en el haz.

Se ha demostrado que en minador han evolucionado mecanismos que previenen una posible mortalidad por interferencia cuando las poblaciones del minador sobre la hoja aumentan (Murai, 1974) y este ligero cambio de preferencia por haz o por envés puede ser parte de ese mecanismo.

La preferencia por haz o envés para realizar la puesta no se desvía del 50% a distintas longitudes de hoja, con una notable excepción. En las hojas muy pequeñas, de menos de 8 mm, apenas el 20% de la puesta se realiza en el haz. También en hojas en torno a los 10 mm la puesta es significativamente menor en el haz, con el 45% de la puesta en esa cara (Figura 3; $F = 21,86$; g.l. = 6, 563; $p < 0,05$).

La menor puesta en el haz obtenida en hojas de menos de 8 mm podría explicarse porque en ese tamaño la hoja se presenta parcialmente cerrada por el haz en la mayoría de los casos, representando una barrera física para la puesta de la hembra de minador en esa cara. El envés, sin embargo está mejor expuesto a ese tamaño, facilitando así que el insecto se pose sobre el envés de la hoja. De la misma opinión son Garrido y Gascón (1995) y Knapp *et al* (1995), que observan que cuando las hojas son muy pequeñas se encuentran parcialmente plegadas hacia el haz, lo que impide o dificulta la puesta en dicha cara.

Los mismos resultados que los obtenidos en estas experiencias, con número de huevos similar en haz y envés, observan en campo diversos autores como Garrido (1995), Garrido y Gascón (1995), Knapp *et al* (1995) y González (1996). Sin embargo, Margaix (2000), en experiencias de laboratorio a distintas temperaturas, utilizando plantas de naranjo amargo, obtuvo puesta siempre significativamente menor en el haz (34% de los huevos en el haz a 15°C, 39% a 20°C, 42% a 25°C y 39% a 30°C). La razón de la discre-

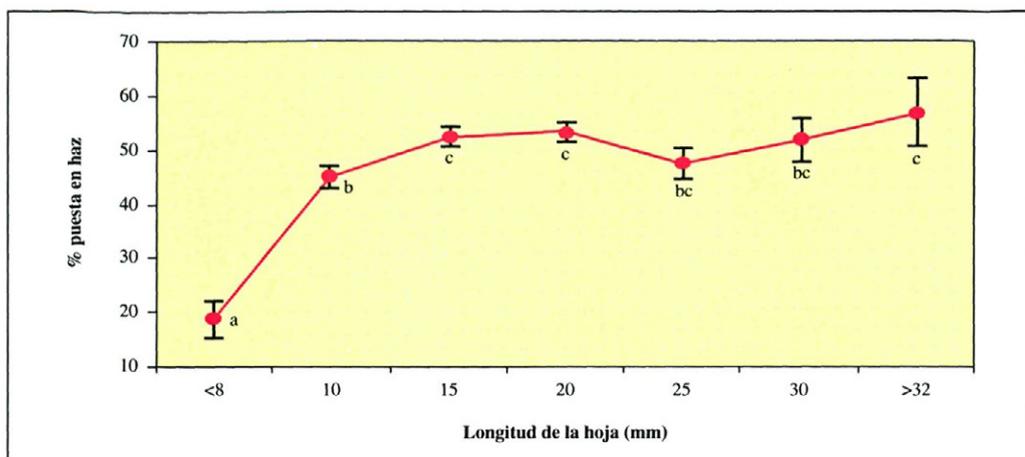


Figura 3.—Preferencia por haz o envés de la hoja en función de su longitud. Letras distintas indican diferencias significativas entre categorías de longitud de hoja al nivel $p < 0,05$ en la prueba MDS. Las líneas verticales representan el error estándar.

pancia con los resultados obtenidos en este estudio podría encontrarse en la metodología que emplea dicha autora, con un número bajo de huevos por hoja (cambiaba las plantas diariamente) y posiblemente también con algunas hojas muy pequeñas, menores a 10 mm. Ambos factores reducen la proporción de huevos puestos en el haz de la hoja según los resultados de este trabajo. En hojas pequeñas (de 1 a 10 mm) obtenidas de campo, Garrido y Gascón (1995) contabilizaron un 27% de puesta en el haz, pero a tamaños de hoja mayores la puesta era semejante en las dos caras, concordando con lo obtenido en estos ensayos.

Es notable que algunos autores indiquen que la puesta del minador se realiza preferentemente en el envés, e incluso señalan que rara vez ocurre en el haz. En Japón (Clausen, 1931) y Australia (Sabine, 1971) la mayoría de los huevos son puestos en el envés. Ba-Angood (1977) en Sudán observa que invariablemente el insecto prefiere el envés de la hoja para la puesta. Wilson (1991) en Australia encontró un 30% de huevos en el haz para una media de 3,7 huevos/hoja en hojas de mandarina y 33% de puesta en el haz para 9,7 huevos/hoja en hojas de pomelo. En algunos países se indica, por el contrario, que la mayoría de los huevos son

puestos en el haz, como India y Tailandia (Clausen, 1931).

Los trabajos publicados recientemente y las observaciones propias ponen de manifiesto que en la región mediterránea la puesta parece realizarse en las dos caras de la hoja, sin demasiadas diferencias. No está claro porque hay discrepancia con otras zonas. Es posible que al producirse el proceso de expansión del minador en los años 90, haya existido también un cambio de su comportamiento ecológico o que existan subespecies o incluso varias especies crípticas dentro de lo que actualmente se considera una sola especie. No se debe descartar que, en algunos casos, cuando se cita la preferencia por el envés, las observaciones se efectuaran en función del número de larvas que se desarrollan en las hojas, ya que la mortalidad siempre es mayor en el haz y es propio de *P. citrella* que la mayor parte de los adultos evolucionen de larvas ubicadas en el envés (Ba-Angood, 1977; Garrido y Gascón, 1995; García Marí *et al*, 1996).

Influencia de la especie de cítrico en la puesta. Se han encontrado diferencias significativas muy importantes entre especies de cítricos en relación con la densidad de la puesta de minador de los cítricos ($F = 23,35$;

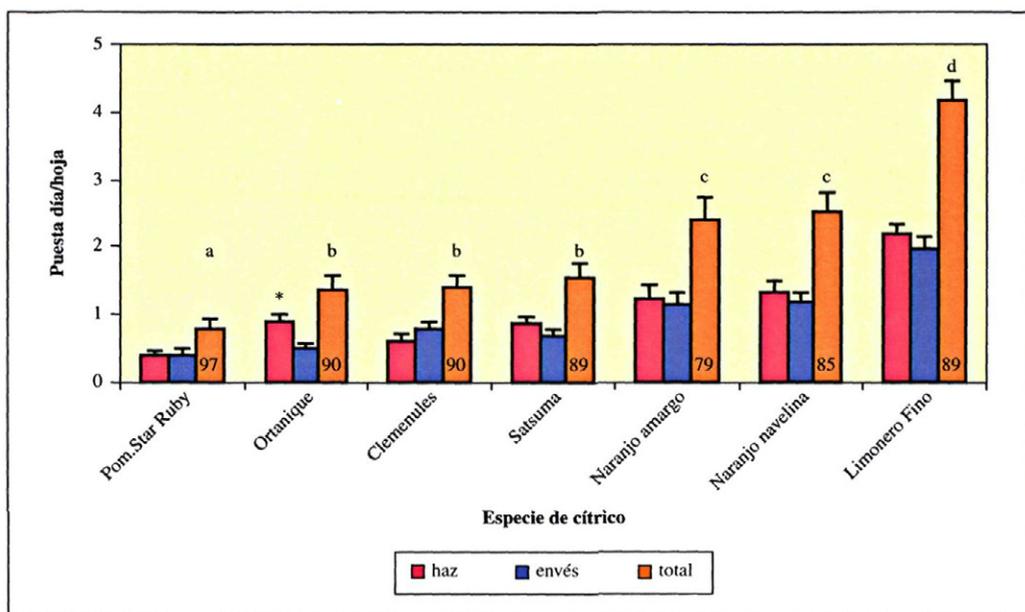


Figura 4.—Puesta de *Phyllocnistis citrella* en función de la especie de cítrico. Las letras distintas indican diferencias significativas entre las especies ($p < 0,05$) en la prueba MDS. La línea vertical representa el error estándar y en la base se indica el número de observaciones. El asterisco representa diferencia significativa entre haz y envés ($p < 0,05$) en la prueba *t*-Student.

g.l. = 6, 612; $p < 0,05$). En la figura 4 se puede observar que la especie con mayor puesta fue limonero var. Fino con $4,17 \pm 0,24$ huevos/hoja, seguida de naranjos (naranja dulce var. Navelina $2,52 \pm 0,25$ y naranja amargo $2,39 \pm 0,26$), mandarinas (Satsuma $1,55 \pm 0,24$, Clemenules $1,41 \pm 0,24$), y el híbrido Ortanique $1,38 \pm 0,24$. Por último, la menor puesta se observó en pomelo Star Ruby, con $0,80 \pm 0,23$ huevos/hoja.

En cuanto a la preferencia por haz o envés de la hoja, la figura 4 muestra que en todas las especies o variedades de cítricos la proporción de puesta en haz o envés fue similar, excepto en el híbrido Ortanique. Este híbrido muestra una puesta significativamente mayor ($t = 2,22$; g.l. = 89; $p < 0,05$) en el haz ($0,88 \pm 0,13$ huevos/hoja) que en el envés ($0,50 \pm 0,08$ huevos/hoja), lo que representa que en el haz se encuentran el 64% de los huevos.

Wilson (1991) en estudios de campo, determinó también un efecto de la especie de cítrico en la puesta. La mayor puesta la obtiene con pomelo Marsh ($9,7 \pm 7,6$ huevos/

hoja) y la menor con pomelo Wheeney y mandarina Emperador ($3,2 \pm 0,8$ y $3,7 \pm 1,9$ huevos /hoja, respectivamente). Además, en las cinco especies analizadas siempre la puesta fue menor en el haz (32% de puesta en haz en promedio). Garrido y Gascón (1995) en observaciones de campo, no encuentran diferencias en densidad de puesta ni en preferencia por haz o envés entre las variedades Fortuna, Navel y Clementina, con una distribución próxima al 50% de puesta en cada cara de la hoja.

Estas referencias basadas en observaciones realizadas de campo son difícilmente comparables con los resultados obtenidos en este trabajo, ya que la puesta en campo oscila de forma muy acusada, pues está influida por la abundancia de minador y el número de brotes tiernos por árbol, entre otros factores (observaciones propias no publicadas).

Influencia de la posición espacial de la superficie foliar. Se ha observado que la posición de la hoja en el espacio influye tanto

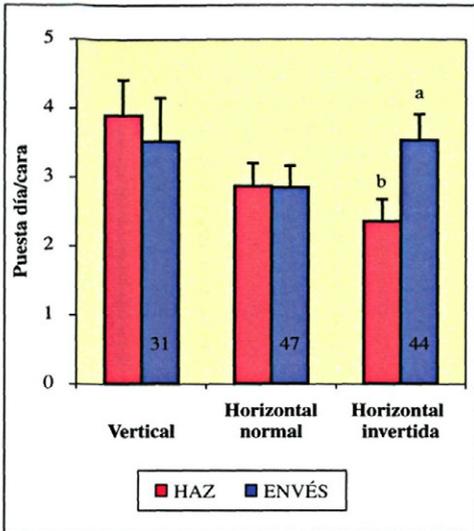


Figura 5.—Preferencia por haz y envés del minador de las hojas de los cítricos *Phyllocnistis citrella* según la posición espacial de la hoja. Las letras distintas indican diferencia significativa entre las caras al nivel $p < 0,05$ en la prueba *t*-Student. No se han incluido las letras cuando no hay diferencias significativas. En la parte superior de las barras la línea vertical representa el error estándar y en la base se indica el número de observaciones.

en la abundancia de puesta como en su distribución en haz o envés de la hoja. En relación con la densidad de puesta, se obtuvo una puesta significativamente mayor ($F = 4,05$;

$g.l. = 1, 121$; $p < 0,05$) en hojas dispuestas verticalmente ($7,42 \pm 0,76$ huevos/hoja) respecto a hojas horizontales ($5,80 \pm 0,44$).

Por otra parte, en relación con la preferencia por una cara de la hoja, tanto en hojas verticales como en hojas horizontales en posición normal (con el haz en la parte superior), la puesta en haz y envés fue similar. Sin embargo, al situar hojas horizontales con el haz en la parte inferior, se encontró un 50% más de puesta en el envés de la hoja que en el haz (Figura 5).

Influencia del color de la hoja. Al estudiar la puesta del minador de los cítricos en hojas con colores que varían del verde amarillento al verde oscuro, se encontró que el color no tiene un efecto en la puesta (Figura 6, $F = 0,14$; $g.l. = 5, 67$; $p > 0,05$), con una media de $3,94 \pm 0,87$ huevos/hoja en todas las hojas. El color de la hoja tampoco parece afectar a la preferencia por haz o envés, ya que se encuentra alrededor del 47% de puesta en el haz en todo el rango de colores ensayado ($F = 0,11$; $g.l. = 5, 55$; $p > 0,05$).

El color del sustrato es un factor importante de selección del lugar de puesta en lepidópteros de hábitos diurnos (Renwick y Chew, 1994; Schoonhoven *et al*, 1998), pero no parece tener incidencia en una especie

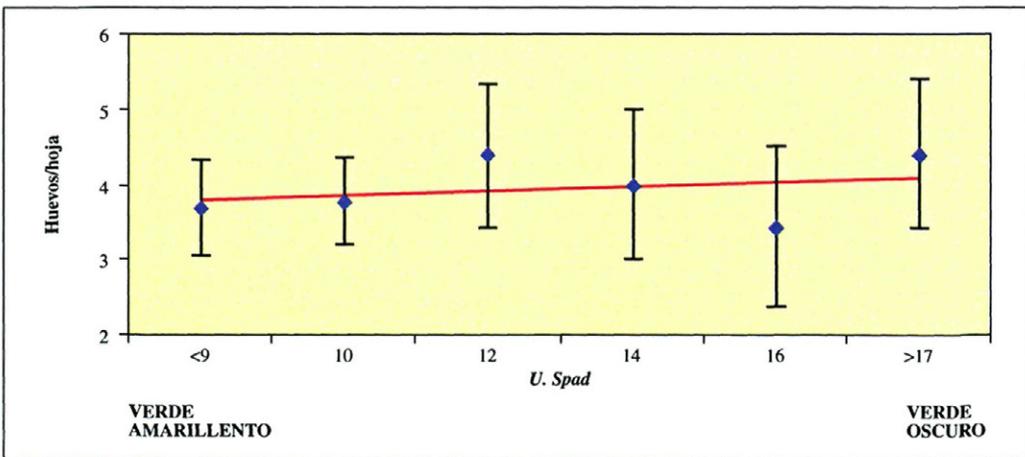


Figura 6.—Puesta de *Phyllocnistis citrella* según el color de la hoja. Las líneas verticales representan el error estándar, y línea roja representa la tendencia.

como *P. citrella*, cuyos adultos son activos por la noche, y que realizan la puesta aparentemente al anochecer y al amanecer (Knapp *et al.*, 1995) en condiciones de baja iluminación.

CONCLUSIONES

De entre todos los factores estudiados en este trabajo que pueden influir en la abundancia o densidad de puesta por hoja del minador de hojas de cítricos quizás el más importante es la variedad o especie de cítrico. Al comparar siete variedades o especies, las puestas más elevadas se encuentran en limonero var. Fino ($4,17 \pm 0,24$ huevos/hoja), seguido de naranjos (naranja dulce var. Navelina, $2,52 \pm 0,25$ y naranja amargo, $2,39 \pm 0,26$), mandarinos (Satsuma, $1,55 \pm 0,24$, clementina var. Clemenules, $1,41 \pm 0,24$), y el híbrido Ortanique, $1,38 \pm 0,24$. Por último, la menor puesta se observó en pomelo var. Star Ruby, con $0,80 \pm 0,23$ huevos/hoja. La posición de la hoja también parece influir decisivamente en la densidad de puesta, ya que las hojas verticales registran un 50% más de puesta que las situadas en posición horizontal.

Otros factores como la temperatura ambiental o el color de las hojas apenas inciden

en la densidad de puesta. La puesta es asimismo similar en un amplio rango de longitudes de hoja entre 10 y 30 mm, disminuyendo acusadamente en hojas de menos de 8 mm o de más de 32 mm.

En relación con el otro parámetro medido, la distribución de la puesta en haz o envés, en general ésta es próxima al 50% en cada cara, aunque algunos factores pueden alterar esta preferencia de forma notable. Casi todas las desviaciones significativas obtenidas han sido en el sentido de reducir el porcentaje de puesta en el haz. Así, en hojas muy pequeñas (de menos de 8 mm de longitud) la puesta en el haz se reduce al 20%, cuando la hoja horizontal muestra el envés en su cara superior la puesta en el haz se reduce al 33%, cuando la densidad de puesta es baja (1 a 2 huevos/hoja) el porcentaje de puesta en el haz se reduce al 40%, y cuando la temperatura ambiental es baja (18°C) la puesta en el haz se reduce al 45%. Solamente en un caso se observa un incremento significativo de puesta en el haz por encima de la media: en el híbrido Ortanique el 64% de los huevos se encuentran en el haz de la hoja. Factores como el color y la posición vertical u horizontal de la hoja no influyen en la distribución de la puesta entre haz y envés.

ABSTRACT

FARÍAS URRUTIA, A., F. GARCÍA MARÍ. 2002. Factors that influence the egg-laying behaviour of adults of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 28: 493-503.

The egg-laying behaviour of *Phyllocnistis citrella* Stainton on citrus leaves has been studied to determine the influence of several factors on two parameters, the number of eggs per leaf and the preference for the abaxial (upperside) or adaxial (lowerside) surface of the leaf. The experiences were developed at the laboratory using sour orange citrus shoots detached from the plant; ten leafminer adults were maintained on the shoots for 24 hours. Considering all factors tested in this experience, the citrus species or variety is the factor that shows higher influence on egg density. The highest egg density was found on lemon var. Fino ($4,17 \pm 0,24$ eggs/leaf), followed by oranges (sweet orange var. Navelina, $2,52 \pm 0,24$, and sour orange, $2,39 \pm 0,26$), tangerines (Satsuma, $1,55 \pm 0,24$, clementine var. Clemenules, $1,41 \pm 0,24$), and the hybrid Ortanique, $1,38 \pm 0,24$. The lowest number of eggs per leaf was observed in grapefruit var. Star Ruby ($0,80 \pm 0,23$ eggs/leaf). Vertical leaves bear 50% more eggs than horizontal leaves. Other factors as temperature or leaf colour do not affect egg density. Egg abundance is similar for a range of leaf lengths going from 15 to 25 mm, decreasing in leaves shorter than 12 mm or longer than 27 mm. In relation with the

distribution of eggs on the adaxial or abaxial surfaces of the leaf, in general this distribution approaches 50%, though some factors can change this ratio. In very small leaves (less than 8 mm long) only 20% of eggs are laid on the abaxial surface, when horizontal leaves have this abaxial surface situated on the upper side of the leaf, egg-laying on this side is only 33%, when the egg density is low (1-2 eggs/leaf), the percentage of eggs on the abaxial surface is 40% and finally when temperature is low (18°C) only 45% of the eggs were found on the abaxial surface. In the hybrid Ortanique 64% of the eggs were found on the abaxial side.

Keys words: *Phyllocnistis citrella*, egg-laying, citrus, temperature, leaf size, adaxial and abaxial surface, position of the leaf.

REFERENCIAS

- BA-ANGOOD S.A.S., 1977. A contribution to the biology and occurrence of the Citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Stainton. (Gracillariidae, Lepid.) in the Sudan. *Z. ang. Ent.*, **83** (1977): 106-111.
- BADAWY A., 1967. The morphology and biology of *Phyllocnistis citrella* Stainton, a citrus leaf miner in Sudan. *Bull. Soc. Ent. Egypte*, **51**: 95-103.
- BEATTIE G.A.C., 1989. Citrus leaf miner. Biological and Chemical Research Institute. Rydalmere. Agfact H2.AE.4, first edition. 4 pp.
- CLAUSEN C.P., 1931. Two citrus leaf miners of the Far East. *Tecnical Bulletin*, United States Department of Agriculture 252. 13pp.
- COSTA COMELLES J., R. VERCHER, A. SANTAMARÍA y F. GARCÍA MARÍ. 1997. Evolución poblacional anual del minador de hojas *Phyllocnistis citrella* y su parasitoido *Phygadeuonidae* en una parcela de naranjo. *Levante Agrícola*, (4º trimestre): 300-304.
- EBELING W., 1959. Subtropical fruit pests. University of California. Division of Agricultural Sciences. Los Angeles. California. EUA.
- GARCÍA MARÍ F., J. COSTA COMELLES y R. VERCHER, 1996. Biología y regulación natural de las poblaciones del minador de los cítricos. Actas del II congreso Cítrico de l'Horta Sud Ajuntament de Picassent, 3 i 4 d'octubre 1996.
- GARCÍA MARÍ F., J. COSTA COMELLES, R. VERCHER y C. GRANDA, 1997. El minador de hojas de los cítricos: Presente y futuro de una plaga importada. *Phytoma España*, **92**: 94-102.
- GARRIDO, A., 1995. El minador de los cítricos. Aspectos biológicos y enemigos naturales encontrados en España. *Vida Rural*, **14**: 62-65.
- GARRIDO A. e I. GASCÓN, 1995. Distribución de fases inmaduras de *Phyllocnistis citrella* Stainton, según el tamaño de la hoja. *Bol. San. Veg. Plagas*, **21**: 559-571.
- GONZÁLEZ L., 1996. Estudio de diferentes parámetros y correlaciones de interés para el seguimiento de las poblaciones y el daño del minador de los brotes de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton. (Lepidoptera. Gracillariidae, Phyllocnistinae). *Levante Agrícola*, **336**:232-246.
- KNAPP J.L., L. G. ALBRIGO, H.W. BROWNING, R.C. BULLOCK, J.B. HEPPNER, D.G. HALL, M.A. HOY, R. NGUYEN, J.E. PEÑA and P.A. STANSLY, 1995. Citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Stainton: Current Status in Florida. University of Florida 1995. Gainesville: Ins. Food Agric. Sc., Univ. Florida. 35 pp.
- MARGAIX C., J. JACAS y A. GARRIDO, 1998. Parámetros de reproducción de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en condiciones controladas. *Bol. San. Veg. Plagas*, **24**: 207-218.
- MARGAIX, C., 2000. Parámetros abióticos que inciden en la biología de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Valencia.
- MOUTOUS, G. et A. FOS, 1973. Essais de rhizogénèse chez la feuille de Vigne isolée. *Revue de Zoologie Agricole et Pathologie végétale*, Premier trimestre 1973: 27 - 32.
- MURAI M., 1974. Studies on the interference among larvae of the Citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae). *Res. Popul. Ecol.*, **16**: 80-111.
- NAYAR K.K., T. N. ANANTHAKRISHNAN and B. V. DAVID, 1976. General and applied entomology. Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi.
- QUAYLE H., 1941. Insects of citrus and other subtropical fruits. Comstock Publishing Company, Inc. New York. NY. EUA.
- RENWICK J.A. and F.S. CHEW, 1994. Oviposition behavior in Lepidoptera. *Annu. Rev. Entol.*, **39**: 377-400.
- SABINE B.N.E., 1971. Citrus leaf miner. *Queensland Agricultural Journal*, **97**: 127-129.
- SHOONHOVEN L.M., T. JERMY and J.J.A. VAN LOON, 1998. Insect-plant biology. From physiology to evolution. Chapman and Hall. London. U.K.
- SINGH S.P. and N.S. RAO, 1978. Relative susceptibilities of different species/varieties of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton. Proc. Intn. Soc. Citriculture (Griffith:Australia): 174-177.
- WATERHOUSE D.F., 1998. Biological control of insect pests: Southeast asian. ACIAR Monograph N° 51. Canberra. Australia.
- WILSON C.G., 1991. Notes on *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae) attacking four citrus varieties in Darwin. *J. Aust. ent. Soc.*, **30**: 77-78.

(Recepción: 9 enero 2002)

(Aceptación: 25 marzo 2002)