

## Respuesta poblacional del pulgón del lúpulo, *Phorodon humuli* (Schrank, 1801) (Hemiptera, Aphididae) a tratamientos aficidas en diferentes épocas

A. LORENZANA, A. HERMOSO DE MENDOZA, J.A. MAGADÁN, M.V. SECO

Se estudia la dinámica poblacional del pulgón del lúpulo, *Phorodon humuli* (Schrank), en plantas de lúpulo sometidas a tratamientos aficidas en diferentes épocas durante el año 2002. En cada planta se realizan tres medidas: a 2, 3,25 y 6 m de altura, obteniéndose el número de pulgones por m<sup>2</sup> de superficie de trepa. En las plantas que no recibieron tratamientos el esquema de la dinámica fue: ligero descenso de la población a finales de junio-principios de julio; pico de la población sobre mediados de julio; caída de la población hasta finales de agosto, momento en que empieza a ascender de nuevo. En los conos se encontró una pequeña población de pulgones durante todo el muestreo. En el resto de los grupos, que recibieron tratamientos, la dinámica poblacional fue: si se trató en junio, no se produjo el pico inicial de junio y los picos de julio y agosto fueron más pequeños; si se trató en julio o en agosto, no se observó el pico de agosto.

Los tratamientos aficidas más adecuados para el año 2002 hubieran sido, probablemente: un primer tratamiento en junio y uno segundo en la segunda mitad de julio – principios de agosto.

Dado el creciente interés del Control Integrado, sería interesante conocer el umbral económico de tratamiento de *P. humuli*. Este estudio sienta las bases para su cálculo.

A. LORENZANA. Laboratorio de Diagnóstico - Fundación Chicarro-Canseco-Banciella-E.S.T.I.A. -Universidad de León -24071- León.

A. HERMOSO DE MENDOZA. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias -46113-Moncada (Valencia).

J.A. MAGADÁN. S. A. Española de Fomento del Lúpulo -24270- Villanueva de Carrizo (León).

M.V. SECO. E.S.T.I. Agraria. Universidad de León -24071- León.

**Palabras clave:** *Phorodon humuli*, *Humulus lupulus*, lúpulo, dinámica poblacional, control integrado.

### INTRODUCCIÓN

El lúpulo (figs. 1 y 2) es una materia prima esencial para la fabricación de la cerveza, confiriéndole su amargor característico y otras propiedades organolépticas. Las flores femeninas se agrupan en conos (fig. 3) y están recubiertas de lupulina (fig. 4), sustancia responsable de estas propiedades.

Los principales países productores son Alemania, Estados Unidos, China y Repúbli-

ca Checa. Actualmente, España es el cuarto país productor de la Unión Europea, detrás de Alemania, Gran Bretaña y Francia. León es la provincia española donde se concentran la mayoría de las plantaciones, ocupando una superficie de 803 ha; éstas, junto con 5 ha cultivadas en La Rioja, constituyen el 100% de la superficie cultivada en España (Junta de Castilla y León, 2002).

El pulgón del lúpulo, *Phorodon humuli* (Schrank, 1801), es una de las principales pla-



Figura 1: Instalación de una plantación de lúpulo formada por postes y alambres; las plantas crecen a lo largo de cuerdas.



Figura 2: Plantación de lúpulo cuando las plantas han alcanzado su máxima altura (unos 6 m).



Figura 3: Las flores femeninas del lúpulo se agrupan en conos y empiezan a formarse a finales de junio o principios de julio.

gas del cultivo del lúpulo en todo el mundo. Presenta un ciclo dioico (necesita dos hospedadores: primario y secundario) y holocíclico (presenta una generación gámica, además de las hembras partenogenéticas). Su ciclo anual comienza con las fundadoras que han salido de los huevos de invierno y que se desarrollan sobre el hospedador primario: *Prunus* spp. (EPPLER, 1986) (fundamentalmente *P. domestica* (ciruelo), *P. spinosa* (endrino) y *P. cerasifera* var. *pisardii* (ciruelo ornamental), al igual que las generaciones sucesivas de hembras partenogenéticas vivíparas denominadas fundatrigenas (fig. 5).

A finales de la primavera aparece la generación de fundatrigenas aladas (fig. 5). La producción de pulgones alados en los *Prunus* spp. se realiza en respuesta a los cambios en la calidad de la comida. Kriz demostró en el año 1966 en la República Checa que la producción de ápteros se ve favorecida por las altas velocidades de nitrógeno a carbohidratos, que ocurren en las hojas jóvenes, mientras que la producción de alados se ve favorecida por las bajas velocidades de nitrógeno a carbohidratos, que ocurren en las hojas viejas (CRANHAM, 1982).

Esta generación emigra y coloniza el hospedador secundario: el lúpulo (figs. 6 y 7), tanto silvestre como cultivado. Se ha demostrado la relación existente entre la migración de *P. humuli* al lúpulo y las variables climáticas de temperatura, lluvia y luz durante



Figura 4: La lupulina es la sustancia anaranjada que cubre las flores femeninas y confiere a la cerveza sus propiedades organolépticas. (Fuente: Dr. Reinoso).

varios períodos (THOMAS y GOLDWIN, 1983). Así, existe un umbral mínimo de temperatura de 13 °C, por debajo del cual *P. humuli* no es capaz de volar (MUIR, 1968).

*P. humuli* no puede producir sobre el lúpulo formas aladas capaces de reinfestar otros lúpulos (CAMPBELL, 1985), con lo que el patrón e intensidad de la infestación dentro de las plantaciones es consecuencia del comportamiento de vuelo desde los *Prunus* spp. y posterior deposición en el lúpulo.

Durante el vuelo de búsqueda aproximadamente el 70% de los individuos vuelan dentro de 1,5 m sobre el suelo (BORN, 1968). Aunque las formas migrantes se acumulan sobre todo en los tejidos jóvenes cerca de los ápices de los tallos, la mayoría de ellas aterrizan en hojas expandidas de la parte baja de los tallos y luego sube por ellos (ANON., 1969).

CAMPBELL (1977a) concluyó que era el viento el factor que mayor influencia tenía en los patrones de colonización del lúpulo por *P. humuli*. Más tarde se pensó que los pulgones podrían responder a variaciones en la concentración de olores del huésped (VISSEK, 1988) más que al viento, si bien esto no se pudo probar hasta años más tarde. Finalmente, se demostró que las formas migratorias de *P. humuli* responden a estímulos procedentes de la planta huésped en el vuelo de búsqueda de la misma (CAMPBELL *et al.*,



Figura 5: Fundatrígenas ápteras y alada sobre *Prunus cerasifera* var. *pisardii* (ciruelo ornamental) en el mes de mayo.



Figura 6: Fundatrígenas aladas y virginógenas ápteras sobre lúpulo en el mes de junio.

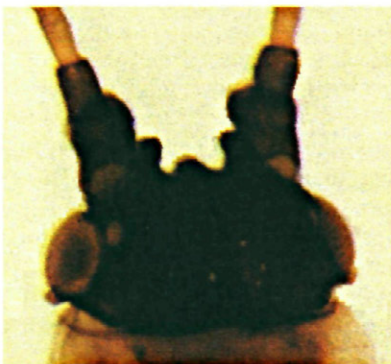


Figura 7: Detalles de *Phorodon humuli* alado sobre lúpulo en el mes de julio: procesos con forma de dedo en los tubérculos frontales (izqda.) y placa discal, sifones y cauda (dcha.).



Figura 8: Detalle de virginógenas ápteras (adulto y ninfa) sobre lúpulo en el mes de julio.

1993), planteando la posibilidad de utilizar las sustancias volátiles de la planta como parte de la estrategia de control del pulgón (LÖSEL *et al.*, 1996b).

Sobre el lúpulo se desarrollan durante el verano las sucesivas generaciones de virginógenas ápteras (figs. 6 y 8). A finales de este período aparecen las sexúparas y los machos alados; algunas de estas sexúparas junto con los machos realizarán el vuelo de reemigración hasta el hospedador primario, sobre el cual nacen y se desarrollan las ovíparas ápteras (hijas de las mencionadas sexúparas) que, tras la cópula con los machos reemigrantes, efectúan la puesta de los huevos de invierno.

El ciclo biológico de *P. humuli* se puede observar en la figura 9 (Fuente: NÚÑEZ, 1991).

El pulgón del lúpulo es responsable de dos tipos de daños, directos e indirectos. Los primeros son aquellos debidos a la absorción de la savia y a la inyección de saliva. Se consideran daños indirectos a la aparición de fumagina o negrilla (hongos que crecen sobre la melaza que desprende el pulgón) y a la transmisión de virosis.

Tanto los daños directos como la aparición de fumagina pueden detener el crecimiento y reducir el número de inflorescencias. Además, los pulgones y la fumagina en el interior de los conos de las plantas pueden

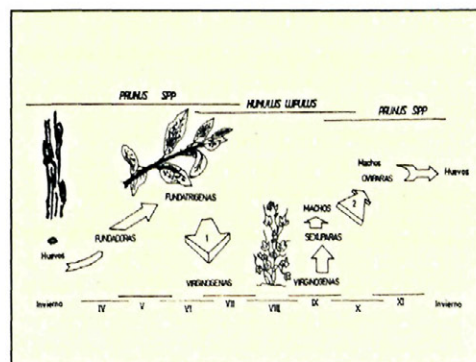


Figura 9: Ciclo biológico de *Phorodon humuli* (Schrank) (Fuente: NÚÑEZ, 1991).

reducir el valor del cultivo, llegando incluso, en casos extremos, a una pérdida total del mismo (THOMAS *et al.*, 1983).

En cuanto al otro tipo de daños indirectos, la transmisión de virus, el cultivo del lúpulo se ve afectado principalmente por cinco virus (SUTIC *et al.*, 1999): Hop Mosaic Carlavirus (HMV), Hop latent Carlavirus (HL<sub>T</sub>V), Hop American Latent Carlavirus (HA<sub>L</sub>V), Plum Pox Potyvirus (PPV) y Prunus Necrotic Ringspot Ilarvirus (PuNcRsV); todos ellos, excepto este último, son transmitidos de forma no persistente por el pulgón del lúpulo (BARBARA & ADAMS, 1981, BARBARA & ADAMS, 1983 y BARBARA & ADAMS, 1983a).

Los virus pueden llegar a constituir, al igual que en otros cultivos, un importante problema en el lúpulo; sin embargo, en España se han dedicado muy pocos estudios al diagnóstico de virus en este cultivo, no habiéndose realizado nunca en nuestro país ensayos de transferencia con su principal transmisor, el pulgón del lúpulo.

Para luchar contra *P. humuli* en León se realizan habitualmente 2-3 tratamientos insectidas durante el cultivo, según vaya apareciendo o no pulgón. En otros países se utilizan distintos umbrales de intervención: en E.E.U.U., primer tratamiento al observar 15-20 pulgones / hoja durante los meses de junio o julio o, si se observan muchos depre-

dadores del pulgón durante estas fechas, esperar a que haya 25-30 pulgones / hoja (JAMES, comunic. personal); en Alemania se recomienda el primer tratamiento con 50-100 pulgones / hoja a finales de junio, principios de julio (ROSSBAUER, 1983); en Portugal se recomienda empezar a tratar al alcanzar un grado de infestación 3, que equivale a unos 80 pulgones / hoja (ILHARCO *et al.*, 1979, ILHARCO, 1985), cifra que también es aconsejada en Francia (TROUVE *et al.*, 1997); en Inglaterra son los cultivadores los que realizan los tratamientos siguiendo su propio criterio (CAMPBELL, comunic. personal). En cualquier caso, la fijación del umbral de daño siempre se ha hecho de forma aproximativa, presentado grandes variaciones según los autores.

El fin de este trabajo es el estudio de la dinámica poblacional de *Phorodon humuli* en plantas de lúpulo sometidas a tratamientos aficidas en diferentes épocas, comprobando cuáles son los más eficaces para controlar la población del pulgón.

Este estudio servirá además de base para el cálculo del nivel de daño económico (conocido internacionalmente como EIL por sus siglas en inglés: Economic Injury Level) y de su derivado el umbral económico (ET: Economic Threshold). La función pérdida de producción según la densidad de la plaga es necesaria para determinar dicho daño (HIGLEY y PEDIGO, 1996), y para su cálculo interesa mantener grupos de plantas con diferente nivel de pulgón, viendo posteriormente cómo influye éste en la producción final; el someter a las plantas de lúpulo a diferentes tratamientos aficidas supone que tendrán distintos niveles de pulgón.

El umbral económico de tratamiento es fundamental para combatir al pulgón dentro de un programa de Control Integrado.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante el año 2002 en la parcela de lúpulo, variedad Nugget, situada en la finca experimental de la Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria

de la Universidad de León. La superficie de esta parcela es de 0,76 ha y el marco de plantación de 3 x 1,5 m, resultando un total de 40 líneas cultivadas con 40 plantas por línea; el sentido de las líneas es N-S.

Se seleccionaron para el estudio las nueve filas últimas del lado oeste de la parcela, estableciendo en ellas seis grupos de plantas que llevarían tratamiento aficida en distinta época:

**A:** plantas sin tratamiento aficida.

**B:** plantas con un tratamiento aficida en el mes de agosto.

**C:** plantas con un tratamiento aficida en el mes de julio.

**D:** plantas con un tratamiento aficida en el mes de junio.

**E:** plantas con los tratamientos aficidas necesarios para mantener la población del pulgón a nivel 0 o con el mínimo número de pulgones posible.

**F:** plantas con los tratamientos aficidas habituales en la parcela en un año normal de cultivo.

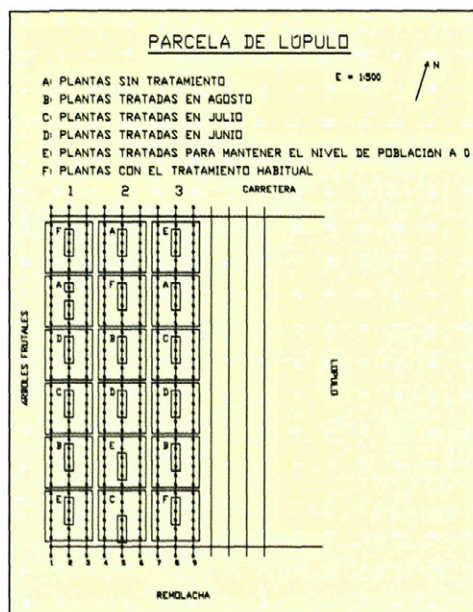


Figura 10: Parcela de lúpulo con los seis grupos de plantas: sin tratar (A) o con tratamiento aficida en diferente época (B, C, D, E, F).



Figura 11: Unidad de medida (20 x 30 cm) utilizada para contar los pulgones.

Se realizaron tres repeticiones de cada grupo, con una distribución por bloques al azar. Cada grupo constituía una pequeña parcela de  $6 \times 3 = 18$  plantas. Esas tres repeticiones dieron lugar a tres subparcelas con seis grupos de plantas cada una.



Figura 12: Muestreo de *Phorodon humuli* a 6 m de altura.

Con el fin de evitar que el tratamiento de un grupo afectase a los contiguos, en los grupos de dieciocho plantas se muestrearon sólo las tres plantas centrales (eligiéndose otras próximas si éstas no resultaban representativas).

La distribución final de los distintos grupos de plantas se puede observar en la figura 10.

Todos los tratamientos se realizaron con el producto imidacloprid (gasto: 8cc/16l y subparcela) y se empleó una mochila para evitar que se produjeran derivas de un grupo a otro. Las épocas de tratamiento fueron:

- 1º: mediados de junio (grupos D, E y F).
- 2º: mediados de julio (grupos C y E).
- 3º: mediados de agosto (grupos B y E).

Para contar los pulgones en las plantas se utilizó como unidad de medida un bastidor rectangular de madera de 20 x 30 cm (fig. 11). Se contó el número de pulgones (adultos más ninfas) dentro de este bastidor a tres alturas diferentes: 2, 3,25 y 6 m, anotándose el número de hojas sin pulgón, número de hojas con pulgón y el número de pulgones por hoja, siempre dentro de ese bastidor (fig. 12). El muestreo se realizó semanalmente, desde el 21 de junio al 9 de septiembre, contando una semana en el tutor izquierdo de la planta y la semana siguiente en el derecho.

La unidad que se utiliza habitualmente para expresar la densidad de *Phorodon humuli* es el número de pulgones por hoja, si bien también se pueden usar otras como el número de pulgones por  $\text{dm}^2$  de hoja (CAMPBELL, 1978) o por  $\text{m}^2$  de planta (empleada por HERMOSO DE MENDOZA *et al.*, 2001, para *Aphis gossypii* en clementinos). La unidad que se empleó en este estudio fue el número de pulgones por  $\text{m}^2$  de superficie de trepa.

A partir del mes de agosto se recogieron conos de plantas de los grupos que no hubiesen recibido tratamiento fitosanitario a las alturas de 2, 3,25 y 6 m para comprobar si había o no pulgones en ellos; estas plantas no se correspondían con las tres de cada subparcela en las que se realizaba el conteo de los pulgones para no interferir en la dinámica poblacional del pulgón en las mismas. Para extraer los pulgones de los conos se utilizó el embudo de Berlesse.

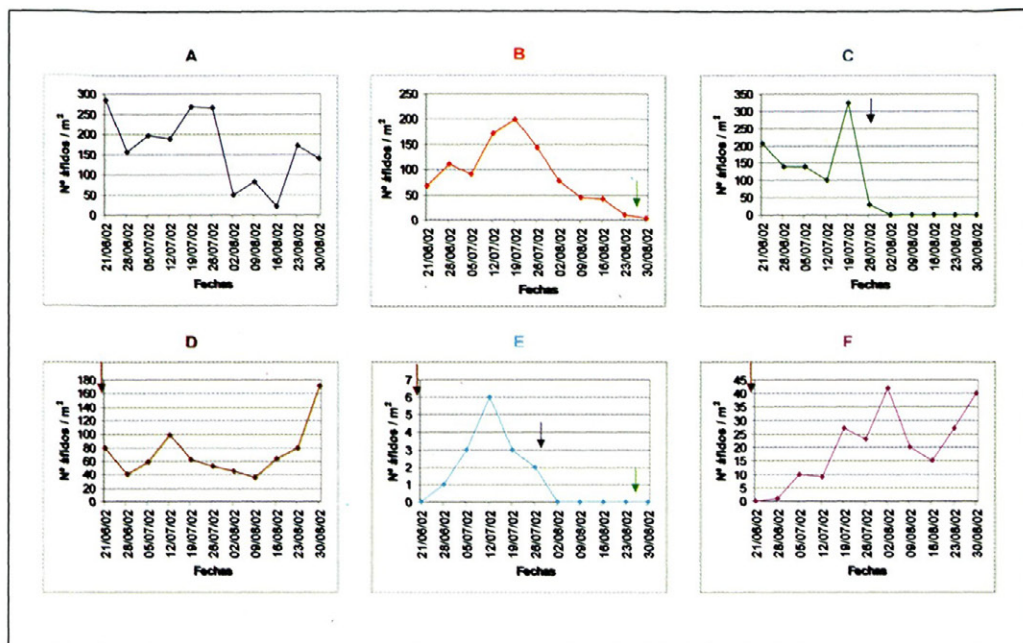


Figura 13: Evolución durante el año 2002 del número de *Phorodon humuli* por m<sup>2</sup> de superficie de trepa en seis grupos de plantas de lúpulo (A, B, C, D, E, F) con tratamientos aficidas en diferente época.

Los enemigos naturales de *Phorodon humuli* no se contabilizaron, si bien se observó en campo toda la fauna encontrada a la vez que se hacían los muestreos, recogiendo aquella desconocida para su posterior identificación en el laboratorio.

## RESULTADOS

En las figura 13 se representa la evolución durante el año 2002 del número de *Phorodon humuli* por m<sup>2</sup> de superficie de trepa para los seis grupos de plantas de lúpulo con tratamientos aficidas en diferentes épocas. Las flechas indican el momento en que se realizó un tratamiento.

Grupo sin tratamiento (A): el día 21 de junio, fecha en la que comenzó el muestreo, se encontraron ya poblaciones elevadas de pulgones; a continuación se produjo un ligero descenso de la población entre finales de junio-principios de julio. El pico máximo de la población se alcanza sobre mediados de julio. La población cae hasta finales de agos-

to, momento en que empieza a ascender de nuevo.

La población de pulgones encontrada en conos fue pequeña durante todo el muestreo.

Grupos tratados (B, C, D, E y F): si el tratamiento se realizó en junio, no se partió del pico inicial de junio (la deriva observada en la subparcela 2 del grupo B al D durante el tratamiento de junio hizo que se partiera de una mayor cantidad de pulgones en el grupo D que en el B, cuando debería de haber sido al revés) y los picos de julio y agosto fueron más pequeños. Si se trató en julio o en agosto, sí se observó el pico de julio (el tratamiento se realizó con posterioridad), pero no el de agosto.

En cuanto a los enemigos naturales, se observaron desde mediados de junio (en los grupos que no recibieron tratamiento en junio) adultos de coccinélidos, fundamentalmente *Coccinella septempunctata* y *Adalia bipunctata* (fig. 14). A principios de julio se encontraron huevos de coccinélidos, aunque de forma esporádica. Apenas se vieron



Figura 14: *Adalia bipunctata* alimentándose sobre una colonia de *Phorodon humuli*.

adultos de coccinélidos en la segunda mitad del mes de julio, no observándose ninguno durante el mes de agosto. Se observaron huevos de crisópidos durante todo el muestreo, incluso en los grupos tratados, pero muy pocos adultos. También se encontró alguna momia de pulgón. A partir del 9 de agosto se encontraron en los conos individuos de *Anthocoris* spp. (extraídos con el embudo de Berlesse), si bien siempre en cantidades reducidas.

## DISCUSIÓN

Se puede observar que la dinámica poblacional de *Phorodon humuli* es similar en los seis grupos de plantas con tratamientos aficidas, aunque con distinta escala en el número de pulgones debido a dichos tratamientos.

En los gráficos de todos los grupos (fig. 13) aparecen a lo largo del tiempo ascensos y descensos del número de pulgones. Al margen de cualquier explicación a estos cambios de población, siempre habrá que tener en cuenta los patrones de migración del pulgón. Estos patrones, como ya se comentó en la introducción del trabajo, hay que relacionarlos con los hospedadores primarios del pulgón, las especies del género *Prunus*; a medida que las hojas de estos envejecen, la velocidad de transformación de nitrógeno a carbohidratos disminuye, con lo que se pro-

voca la formación de alados (CRANHAM, 1982). Al principio las sucesivas generaciones de pulgones se distancian en el tiempo, pero luego las generaciones se van solapando cada vez más, con lo que es mejor mencionar la migración de primavera de *P. humuli* como un único suceso controlado por el tiempo a través de su hospedador primario. Si la primavera es calurosa y seca, la migración comenzará mucho antes que si es fría y húmeda (CAMPBELL, comunic. personal). Sin embargo, la formación en otoño de sexúparas y machos alados está controlada por la duración del día, con lo que siempre comienza en la misma época del año (CAMPBELL, comunic. personal).

La población de *P. humuli* desarrollada tanto en las plantas de estudio como en el resto de plantaciones de lúpulo de la provincia (MAGADÁN, comunic. personal) durante el verano 2002 ha sido pequeña; este nivel tan bajo se ha repetido en los últimos años, no ocurriendo así en años anteriores, en los que las poblaciones del pulgón alcanzaban niveles muy elevados.

La dinámica de población de *P. humuli* es muy semejante a la descrita para el mismo en Estados Unidos (CAMPBELL y CONE, 1994), pero los resultados contrastan con los obtenidos en la República Checa (HRDÝ, 1980) y en Gran Bretaña (CAMPBELL, 1978; AVELING, 1981; GOLLER *et al.*, 1997), donde la población del pulgón descende en la segunda quincena de julio, permaneciendo en niveles muy bajos hasta la cosecha.

En el estudio que CAMPBELL y CONE realizaron en el año 1994 sobre la influencia de los depredadores en el desarrollo de la población de *P. humuli*, se refleja el importante papel de los mismos, llegando incluso a explicar los ascensos y descensos de la población del pulgón por, exclusivamente, los depredadores. Debido a la semejanza entre la curva obtenida por Campbell y Cone y la descrita en este trabajo, se plantea la necesidad de realizar un estudio mucho más detallado de la influencia de los enemigos naturales de *P. humuli* en el cultivo del lúpulo.



El primer descenso poblacional del pulgón a finales de junio – principios de julio podría deberse a esos primeros adultos de coccinélidos encontrados a principios de julio. Debido al tiempo que estos y otros depredadores necesitan para su desarrollo, la población del pulgón puede crecer rápidamente (CAMPBELL, 1978), alcanzando su pico máximo hacia mediados de julio.

En el estudio de CAMPBELL y CONE (1994) los depredadores también alcanzan su pico en esta época, provocando el descenso de la población de *P. humuli* a finales de julio – principios de agosto. Estos autores afirman que los depredadores son los responsables de este descenso de la población, ya que en plantas aisladas de depredadores la población no disminuye en esta época, sino que sigue aumentando.

En nuestro caso, hacia mediados – finales de julio no se vieron apenas coccinélidos, lo que nos lleva a pensar, al igual que a GOLLER, NUNNENMACHER y GOLDBACH en su trabajo en Gran Bretaña en el año 1997, que esta disminución en la densidad de la población del pulgón debe ser asignada no sólo a los enemigos naturales, sino también a factores intrínsecos de la dinámica de población del pulgón (CAMPBELL, 1983). Se sabe muy poco acerca de cómo influyen las variables climáticas en *P. humuli* (CAMPBELL, comunic. personal):

Lluvias muy fuertes podrían eliminar al pulgón de las plantas, pero los números se recuperarían en unos pocos días (CAMPBELL, 1978). Las únicas lluvias fuertes que han caído sobre la parcela de lúpulo en el verano 2002 han tenido lugar a finales del mes de agosto, aumentando precisamente la población en esta época.

Vientos muy fuertes también podrían arrastrar al pulgón y causar daños en la planta; este no es nuestro caso, pero sí el de muchos lugares de Gran Bretaña, donde se van obligados a colocar elevadas barreras alrededor de las plantaciones de lúpulo (CAMPBELL, comunic. personal).

La temperatura es, sin embargo, un factor a tener muy en cuenta en nuestro caso, pues

elevadas temperaturas durante unas pocas horas en verano pueden llegar a matar a los pulgones. La temperatura óptima constante para *P. humuli* está alrededor de 18 – 20 °C (CAMPBELL, comunic. personal). Cuando CAMPBELL (1983) crió dos generaciones del pulgón a 25 °C sufrieron estrés térmico y las hembras de la segunda generación fueron mucho más pequeñas que las de la primera. Las altas temperaturas registradas durante la segunda mitad del mes de julio (la mayoría de los días, excepto los últimos del mes, una temperatura media superior a los 20 °C y una temperatura máxima por encima de los 30 °C (datos de la estación meteorológica de la E.S.T.I. Agraria) pudieron haber causado una elevada mortalidad en la población del pulgón. Sería interesante estudiar cuánto tiempo puede *P. humuli* sobrevivir con nuevas temperaturas medias diarias.

La población del pulgón se mantiene en bajos niveles durante agosto, hasta que a mediados – finales de dicho mes vuelve a dispararse. De nuevo la gráfica de la población coincide con la descrita por CAMPBELL y CONE (1994), que explican este nuevo crecimiento de la población del pulgón alegando que el control por parte de los depredadores falla porque las larvas de coccinélidos están pupando. Este no parece ser aquí el caso dada la práctica ausencia de depredadores durante la segunda mitad del mes de julio y el mes de agosto; podría ser que los depredadores se alimentaran de pulgón durante la primera mitad del mes de julio, pero que la cantidad de éstos que quedó tras la bajada de la población fuese tan reducida, que los depredadores no fuesen capaces de sobrevivir al no tener alimento, permitiendo que la población de pulgones empezase a crecer de nuevo. Por otro lado, las temperaturas a finales del mes de agosto bajaron en relación a los calurosos días anteriores, con lo que el hábitat para *P. humuli* se hizo más adecuado.

Con todo esto, se puede concluir que sería de gran interés el estudio de la respuesta a la liberación de coccinélidos en el cultivo del lúpulo, a diferentes velocidades y tiempos.

Es preciso recordar también el valioso papel que otros enemigos naturales, los antocóridos, podrían desempeñar, pues son los únicos depredadores encontrados en conos (CRANHAM, 1982). Durante los años setenta y ochenta los antocóridos eran descritos por AVELING (1977, 1981) como los depredadores de *P. humuli* más abundantes en todos los lugares que él había estudiado. A ellos se les hacía responsables en Inglaterra del rápido descenso de la población del pulgón en julio – agosto (CRANHAM, 1982). En estudios más recientes realizados en Inglaterra (GOLLER *et al.*, 1997) los coccinéidos restan importancia a los antocóridos, que empiezan a encontrarse en cantidades menores.

En Estados Unidos el número de antocóridos encontrados en conos ha sido siempre muy reducido, nunca suficiente para prevenir ataques importantes de pulgones en conos (CAMPBELL y CONE, 1994).

En este estudio también se han encontrado muy pocos antocóridos en el interior de los conos. Sin embargo, no deberían olvidarse estos importantes agentes, pues es crucial controlar los pulgones mientras los conos se están formando. La estructura de los conos es un hábitat ideal para los pulgones; se supone que los protegen de las altas temperaturas y, además, la traslocación de los productos sistémicos está muy limitada en ellos debido a que sus brácteas tienen muy pocos estomas (CRANHAM, 1982).

Se han encontrado pocos antocóridos en el interior de los conos, pero también se han observado pocos pulgones aquí. Si cuando se produjo el descenso acusado en la población de pulgones (principios de agosto) se hubiesen encontrado cantidades elevadas de pulgones en los conos, se podría pensar que los pulgones habían emigrado de las hojas a los conos en busca de alimento rico en savia y que, una vez que los conos maduraban y, por tanto, perdían riqueza, (finales de agosto) volvían a las hojas. Este movimiento de pulgones fue descrito en otro trabajo realizado anteriormente en la provincia de León (TIZADO *et al.*, 1991). En nuestro caso no ha sucedido así pero, aunque la marcha del pulgón a

los conos no haya sido la causa principal del descenso, seguro que ha contribuido al mismo.

En cualquier caso, sería interesante conocer si la infestación de los conos ha tenido lugar al final de la estación en agosto cuando los pulgones escapan a los depredadores, o si los pulgones ya habían penetrado antes cuando los conos empezaban a desarrollarse. Si el nivel de infestación de los conos fuese consecuencia de una penetración temprana de los pulgones, podría considerarse la posibilidad de aumentar el número de depredadores antes de su fecha habitual de aparición y también favorecer aquellos depredadores con habilidad apropiada de búsqueda. En este estudio se detectan pulgones en conos por primera vez el nueve de agosto, con lo que todo apunta a que pocos pulgones colonizaron los conos que empezaban a desarrollarse, produciéndose más tarde la infestación.

En cuanto a la época de realización de los tratamientos se puede concluir lo siguiente:

- Grupo A: resulta peligroso no realizar ningún tratamiento, pues la población podría alcanzar elevados niveles poblacionales en un momento determinado.

- Grupo B: no parece adecuado un solo tratamiento en agosto debido a que la planta ha podido soportar antes cantidades elevadas de pulgón que, por otro lado, se podrían haber refugiado en conos.

- Grupo C: no es muy conveniente tratar una sola vez en julio (peor si el tratamiento es posterior al pico máximo de la población), pues las plantas podrían verse ya seriamente afectadas.

- Grupo D: no es conveniente realizar un solo tratamiento en junio, pues al final del cultivo la población podría dispararse de nuevo.

- Grupo E: tres tratamientos (junio, julio y agosto) resultan excesivos debido a la escasa población desarrollada durante el verano 2002.

- Grupo F: sólo se trató una vez en junio, cuando, a nuestro parecer, debería haberse tratado de nuevo a mediados de agosto para evitar el incremento final de la población.

Con todo esto, los tratamientos aficidas que posiblemente hubieran resultado más adecuados para este año 2002 son, a nuestro entender:

- Un primer tratamiento en junio, cuando los enemigos naturales todavía no han llegado al lúpulo.

- Un segundo tratamiento en la segunda mitad de julio – principios de agosto para evitar ese incremento final de la población, si bien con este tratamiento eliminaríamos los posibles coccinélidos que podrían resurgir a finales de agosto.

Como resumen de este apartado, se puede decir que la necesidad de control de *Phorodon humuli* depende de la relación entre los niveles de infestación del pulgón, la reducción del rendimiento y los costes de control.

Tal y como dijeron CAMPBELL y CONE (1994) y GOLLER, NUNNENMACHER y GOLDBACH (1997) se precisa una mayor cuantificación en este tema. Dado el creciente interés del Control Integrado, sería muy interesante conocer el umbral económico de tratamiento de *Phorodon humuli*. Este estudio puede sentar las bases para su cálculo.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por la Junta de Castilla y León, proyecto número LE57/02.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a Alfonso Pérez, Piedad Campelo y Blanca Ramírez por su inestimable ayuda en los trabajos de campo y laboratorio.

## ABSTRACT

LORENZANA, A., A. HERMOSO DE MENDOZA, J.A. MAGADÁN, M.V. SECO (2004): Population response of the hop aphid, *Phorodon humuli* (Schrank, 1801) (Homoptera, Aphididae), to aphid treatments at different times. *Bol. San. Veg. Plagas*, 30: 427-438.

Population dynamics of *Phorodon humuli* (Schrank) is studied on hop plants treated at different times during 2002, checking which one of them is the most efficient for controlling the pest. Aphids are counted at heights of 2m, 3.25m and 6m on each plant, calculating the number of aphids by m<sup>2</sup> of plant surface. Population dynamics was as follows: a) Untreated group: slight decrease in population at the end of June-beginning of July; peak numbers of aphids in mid-July; break down of the population until the end of August, and new increase in population at the end of this month. Cones: small aphid population throughout sampling. b) Treated groups: if treatment was in June, there was no peak in this month, and peaks in July and August were smaller. If treatment was in July or in August, there was no peak in August.

The most efficient aphid treatments for the year 2002 are probably: a first treatment in June and a second one in second half of July-beginning of August.

It would be very valuable to know the Economic Threshold of *P. humuli* given the increasing importance of integrated control. This study constitutes the basis for its calculation.

**Key words:** *Phorodon humuli*, *Humulus lupulus*, hop, population dynamics, integrated control.

## REFERENCIAS

- ANONYMOUS, 1969: Report of the East Malling Research Station. *Entomology*, 43.
- AVELING, C., 1977: *The biology of anthocorids (Heteroptera: Anthocoridae) and their role in the integrated control of the damson-hop aphid, Phorodon humuli (Schrank)*. Ph. D. Thesis, University of London.
- AVELING, C., 1981: The role of *Anthocoris* species (Hemiptera: Anthocoridae) in the integrated control of the damson-hop aphid (*Phorodon humuli*). *Annals of Applied Biology*, 97: 143-153.
- BARBARA D. J. & ADAMS, A. N., 1981: Hop mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, Nº. 241.
- BARBARA D. J. & ADAMS, A. N., 1983: Hop latent virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, Nº. 261.
- BARBARA D. J. & ADAMS, A. N., 1983a: American hop latent virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, Nº. 262.

- BORN, M., 1968: Beitrage zur Bionomie von *Phorodon humuli* (Scrank, 1801). *Archiv für Pflanzenschutz*, **4**: 37-52.
- CAMPBELL, C.A.M., 1977a: Distribution of damson - hop aphid (*Phorodon humuli*) migrants on hops in relation to hop variety and wind shelter. *Ann. appl. Biol.*, **87**: 315-325.
- CAMPBELL, C. A. M., 1977b: A laboratory evaluation of *Anthocoris nemorum* (Hem.: Anthocoridae) as predators of *Phorodon humuli* (Hom.: Aphididae). *Entomophaga*, **22** (3): 309-314.
- CAMPBELL, C. A. M., 1978: Regulation of the damson-hop aphid (*Phorodon humuli* (Schrank.)) on hops (*Humulus lupulus* L.) by predators. *Journal of Horticulture Science*, **53** (3): 235-242.
- CAMPBELL, C. A. M., 1983: Antibiosis in hop (*Humulus lupulus*) to the damson-hop aphid, *Phorodon humuli*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **33**: 57-62.
- CAMPBELL, C. A. M., 1985: Has the damson-hop aphid an alatae alienicolous morph? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **12**: 171-180.
- CAMPBELL, C. A. M., PETERSSON, J., PICKETT, J.A., WADHAMS, L.J. & WOODCOCK, C.M., 1993: Spring migration of the damson-hop aphid, *Phorodon humuli* (Homoptera, Aphididae), and summer host plant-derived semiochemicals derived on feeding. *Journal of Chemical Ecology*, **19** (7): 1569-1576.
- CAMPBELL, C. A. M. & CONE, W. W., 1994: Influence of predators on population development of *Phorodon humuli* (Homoptera: Aphididae) on hops. *Environmental Entomology*, **23** (6): 1391-1396.
- CRANHAM, J.E., 1982: Integrated control of damson-hop aphid, *Phorodon humuli*, on english hops: a review of recent work. *Agriculture and Environment*, **7**: 63-71.
- EPLER, A., 1986: Untersuchungen zur Wirstwahl von *Phorodon humuli* Schr. 1. Besiedelte Pflanzenarten Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz **59**: 1-8.
- GOLLER, E., NUNNENMACHER, L. & GOLDBACH, H. E., 1997: Faba beans as a cover crop in organically grown hops: influence on aphids and aphid antagonists. *Entomological Research in Organic Agriculture*, **279-284**.
- HERMOSO DE MENDOZA, A., BELLIORE, B., CARBONELL, E.A. & REAL, V., 2001: Economic thresholds for *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) on *Citrus clementina*. *J. Econ. Entomol.*, **94** (2): 439-444.
- HIGLEY, L. G. & PEDIGO, L. P., 1996: *Economic Thresholds for integrated pest management*. University of Nebraska Press, Lincoln, 328 pp.
- HRD, I., 1980: Integrierter Pflanzenschutz im Hopfenbau. In Proceedings, International Symposium of IOBC/WPRS on Integrated Control in Agriculture and Forestry. Wien, 8.-12-79 (IOBC/WPRS, ed.), 267-280.
- ILHARCO, F. A., PINTO, J. & VIEIRA, J. J., 1979: *O piolho do lúpulo na regio da Braganza*. Serviços Regionais de Agricultura. Direcção Regional de Trás-os-Montes. Protecção a Produção Agrícola.
- ILHARCO, F. A., 1985: O piolho do lúpulo na regio da Braganza. *Amigos de Braganza*, **8**: 1-15.
- LÖSEL, P. M., LINDEMANN, J., SCHERKENBECK, J., CAMPBELL, C.A.M., HARDIE, J., PICKETT, J.A. & WADHAMS, L.J., 1996a: Effect of primary-host kairomones on the attractiveness of the hop-aphid sex pheromone to *Phorodon humuli* males and gynoparae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **80**: 79-82.
- LÖSEL, P. M., LINDEMANN, J., SCHERKENBECK, J. MAIER, J. ENGELHARD, B., CAMPBELL, C.A.M., HARDIE, J., PICKETT, J.A., WADHAMS, L.J., ELBERT, A. & THIELKING, G., 1996b: The potential of semiochemicals for control of *Phorodon humuli* (Homoptera: Aphididae). *Pestic. Sci.*, **48**: 293-303.
- MUIR, R. C., 1968: Damson-hop aphid, *Phorodon humuli* (Schr.) in Entomology (Anon.). Annual Report of East Malling Research Station for 1967, p. 45.
- NÚÑEZ, E., 1991: *Bases para el desarrollo de un programa de control integrado de los pulgones (Hom., Aphididae) en la provincia sde León*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Univ. de León. 341 pp.
- ROSSBAUER, G., 1983: Blattlausbekämpfung im hopfen- erst zählen, dann spritzen. *Hopfen- Rundschau*, **34**: 226-229.
- SUTIC, D.D., Ford, R.E. & Tosic, M.T., 1999: *Handbook of plant virus diseases*. CRC Press. Washington, 553 pp.
- THOMAS, G. G. & GOLDWIN, G. K., 1983: Associations between weather factors and the spring migration of the damson - hop aphid, *Phorodon humuli*. *Ann. appl. Biol.*, **102**: 7-17.
- TIZADO, E. J., NÚÑEZ, E. & NIETO, J.M., 1991: El pulgón del lúpulo, *Phorodon humuli* (Hom. Aphididae): estudio de la evolución poblacional sobre su hospedador secundario, *Humulus lupulus*. *Boll. Lab. Ent. Agr. Filippo Silvestri*, **48**: 143-153.
- TROUVE, C., LEDEE, S., FERRAN, A. & BRUN, J., 1997: Biological control of the damson-hop aphid, *Phorodon humuli* (Hom: Aphididae), using the ladybeetle *Harmonia axyridis* (Col.: Coccinellidae). *Entomophaga*, **42** (1/2): 57-62.
- VISSER, J. H., 1988: Host-Plant finding by insects: orientation, sensory input and search patterns. *J. Insect. Physiol.*, **34** (3): 259-268.

(Recepción: 2 septiembre 2003)

(Aceptación: 21 noviembre 2003)