

Estudio exploratorio de la interacción *Xanthogaleruca luteola* – *Ulmus* spp. en la ciudad de Córdoba

Lorena Luna¹, María T. Defagó¹ y Adriana Salvo¹

¹Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba, Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal CONICET, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Av. V. Sarsfield 1611 (X5016GCA) Córdoba, Argentina.

Fecha de recepción del manuscrito: 26/05/2014

Fecha de aceptación del manuscrito: 10/10/2014

Fecha de publicación: 16/03/2015

Resumen— *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae) es un herbívoro especialista, cuyos estados inmaduros y adultos son folívoros en árboles del género *Ulmus*. El objetivo de este trabajo fue explorar algunos aspectos de la interacción *X. luteola-Ulmus* spp. en la ciudad de Córdoba. En barrios de la ciudad con distinto grado de urbanización, se ubicaron y georreferenciaron un número variable de olmos. La herbivoría se midió en tres oportunidades, y se relacionó con la especie de olmo, aislamiento, diámetro del tronco y altura de los ejemplares, y con la orientación geográfica del follaje. Los datos se analizaron mediante ANOVA, análisis de regresión lineal y correlación de Spearman. Al final de las dos temporadas el 100% de los ejemplares muestreados presentaron algún indicio de daño, con valores que oscilaron entre 20 y 50% de hojas dañadas. *Ulmus procera* fue la especie más dañada y los mayores porcentajes de daño foliar se registraron en barrios periféricos. A comienzos de temporada se observó mayor herbivoría en árboles más altos y de mayor diámetro. No se registraron diferencias significativas en el daño foliar causado por el insecto en las distintas orientaciones del follaje, ni hubo relación entre el daño foliar y el índice de urbanización.

Palabras clave— "vaquita del olmo", herbivoría, urbanización, *Ulmus*, *Xanthogaleruca luteola*

Abstract— *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae) is a specialist herbivore, whose larvae and adults feed on leaves of the genus *Ulmus*. The aim of this work was to explore some aspects of the interaction *X. luteola-Ulmus* spp. in Córdoba city. Sites with different degrees of urbanization were chosen, and a variable number of elms were located and georeferenced. Herbivory was measured in three sample dates, and it was related to elm species, isolation, trunk diameter, and height of the specimens, and foliage orientation. Data were analyzed by ANOVA, linear regressions and Spearman correlations. At ends of the two seasons, 100% of the sampled trees showed damages, with values ranging between 20% and 50% of damaged leaves. *Ulmus procera* was the most damaged species, with highest percentage of leaf damage observed in the suburban areas. At the beginning of the season, higher herbivory was observed in the taller trees and those with the larger trunks. No significant differences were observed in damage levels caused by the insect in the foliage at different orientations, and no relationship between leaf damage and urbanization level was observed.

Keywords— "elm leaf beetle", herbivory, urbanization, *Ulmus*, *Xanthogaleruca luteola*

INTRODUCCIÓN

La "vaquita del olmo", *Xanthogaleruca luteola* Müll. (Coleoptera: Chrysomelidae) es una especie nativa del Hemisferio norte y en la actualidad cosmopolita. Es un herbívoro especialista, cuyos estados inmaduros y adultos se alimentan exclusivamente de hojas de árboles del género *Ulmus* L. (Ulmaceae), y se ha registrado sobre más de 15 especies de este género (Bianchi, 1995).

Dirección de contacto:

María T. Defagó, Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba, Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal CONICET, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Av. V. Sarsfield 1611 (X5016GCA), Tel: +54-351-4334141 interno 418, mdefago@yahoo.com.ar

En primavera, los adultos salen de la hibernación y vuelan hacia su planta hospedadora, donde se alimentan y oviponen. Los huevos son de color amarillo y se encuentran agrupados en la cara inferior de las hojas (Dreistadt et al., 2001; Romanik y Cadahia, 2002; Muñoz et al., 2003, Huerta et al., 2011). Las larvas consumen el parénquima foliar respetando las nervaduras dando a las hojas un aspecto de tul (hojas "esqueletonizadas"), mientras que el daño generado por la alimentación de ambos estados de desarrollo provoca abscisión foliar (Brugnoni, 1980, Folcia et al., 2005). Luego de completar su desarrollo, las larvas se ocultan en la corteza del tronco o en la base del árbol para pupar (Lawson y Dahlsten, 2003). En nuestra región, el ciclo de este coleóptero es de aproximadamente cuatro meses con al menos tres generaciones anuales (Huerta et al., 2011).

Los importantes daños que *X. luteola* produce a los olmos del arbolado urbano han impulsado en distintas regiones del mundo donde se distribuye, el estudio de la

preferencia de éste fitófago por sus hospedadores, a fin de implantar las menos apetecidas (Hall et al., 1987). Varios estudios muestran que *U. pumila* es una especie notablemente susceptible al ataque de larvas y adultos de *X. luteola* (Miller y Ware, 1994, 1997, 1999).

En las ciudades, el nivel de urbanización puede alterar el estado sanitario de los árboles y por consiguiente afectar la incidencia de los herbívoros. En algunos casos, los insectos fitófagos pueden registrar explosiones poblacionales en zonas urbanas debido a que las plantas están sometidas a cierto grado de estrés, respecto a las mismas especies creciendo en ambientes naturales (Raupp et al., 2010). Por otra parte, plantas que crecen a la sombra podrían ser más palatables que las expuestas al sol (Louda et al., 1987; Maiorana, 1981; Collinge y Louda, 1988; Muth et al., 2008) y proporcionar además, condiciones menos extremas para los insectos, por lo que se esperaría mayor herbivoría en ellas. Varias explicaciones fueron planteadas respecto a la respuesta de los insectos a la insolación y existen al menos dos revisiones sobre el tema (Connor, 2006; Muth et al., 2008).

En la Ciudad de Córdoba, Argentina, las especies de olmos más frecuentes son *Ulmus pumila* L., *U. procera* Salisb. y *U. americana* L., todas cultivadas con fines ornamentales. *Ulmus pumila* es originario de Asia, *U. procera* es una especie originaria del sur y oeste de Europa y *U. americana* es nativa de Estados Unidos (Izurietta, 1998).

En este trabajo nos planteamos estudiar algunos aspectos de la interacción *X. luteola* - *Ulmus* spp. en el ambiente urbano de la Ciudad de Córdoba, que podrían incidir en los niveles de daño que causa el herbívoro tales como especie de olmo, orientación del follaje, aislamiento, diámetro del tronco y altura de los ejemplares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se eligieron ocho puntos de muestreo ubicados en distintos barrios de la ciudad de Córdoba con diferente grado de urbanización. En la zona central los barrios *Centro* (Latitud: 31°24'52.64"S - Longitud: 64°10'47.06"O) y *Observatorio* (Latitud: 31°25'13.30"S - Longitud: 64°12'7.68"O), al norte *Guiñazú* (Latitud: 31°18'34.20"S - Longitud: 64°10'28.07"O), al sur *Jardín* (Latitud: 31°26'58.76"S - Longitud: 64°10'42.16"O) e *Inaudi* (Latitud: 31°28'42.88"S - Longitud: 64°11'19.13"O), al oeste *Argüello* (Latitud: 31°20'42.89"S - Longitud: 64°15'19.31"O) y *Chateau Carreras* (Latitud: 31°23'17.29"S - Longitud: 64°15'35.68"O) y en el sector este de la ciudad *Pueyrredón* (Latitud: 31°24'2.10"S - Longitud: 64° 9'51.60"O).

En cada sitio se ubicó un ejemplar al que se denominó "olmo central", a partir del cual se trazaron seis transectas de aproximadamente 300 m que coincidieron con calles y avenidas. En dichas transectas se observaron todos los olmos presentes, en adelante "olmos colindantes", registrándose su ubicación geográfica exacta en mapas de cada sector. Se realizaron tres muestreos, en Marzo de 2011, Noviembre de 2011 y en Marzo de 2012, coincidentes con los inicios (noviembre) y fines (marzo) de la actividad del insecto a campo.

El grado de urbanización fue medido mediante un índice, tomado de Fenoglio et al., (2009), que se corresponde al primer eje de un análisis de componentes principales basado en 6 variables cuantitativas estimadas en los mismos puntos de muestreo (tráfico vehicular, distancia al centro de la ciudad, altura de las edificaciones, cobertura vegetal, superficie dedicada a jardines, temperatura de superficie).

Cada olmo censado fue determinado a nivel específico mediante la observación de hojas, frutos y corteza, mediante el empleo de claves dicotómicas (Jeffers, 1999; Izurietta, 1998; Lahitte y Hurrell, 2001; Martín et al, 2001).

En cada olmo central se tomaron al azar 20 hojas del follaje expuesto a cada punto cardinal (N, S, E y W) (n=80). Otras variables medidas en los olmos centrales fueron aislamiento (promedio de las distancias entre el olmo central y los colindantes), diámetro del tronco (medido a la altura del pecho) y altura total del ejemplar (medida directamente o estimada usando objetos de referencia o mediante escalímetro). Para estimar el grado de herbivoría sufrido por los olmos en los tres muestreos realizados se estimó mediante la variable daño foliar como:

$$\Sigma (\% \text{Daño/Hoja})/N$$

Donde, "%Daño/Hoja" es el porcentaje de lámina foliar ausente (estimado visualmente siempre por el mismo operador) y "N" el total de hojas colectadas.

Análisis de datos

Para determinar si existieron diferencias en el daño causado por el insecto en diferentes especies de *Ulmus* se utilizó análisis de varianza, o Test de Kruskal-Wallis, (dependiendo del cumplimiento de los supuestos de parametricidad que presentaron los datos), tomando los datos obtenidos de los olmos centrales como réplicas. Los valores de daño registrados en las hojas ubicadas en los distintos puntos cardinales de los árboles se compararon mediante Test t para muestras apareadas para cada par de orientaciones, tomando como réplicas los ocho árboles centrales. Estos datos se mostraron mediante gráficos exploratorios de medias y errores estándar (EE). La relación entre porcentaje de daño foliar del árbol y el diámetro del tronco y la altura del ejemplar, se analizó mediante correlaciones de Spearman. Empleando análisis de regresión lineal se estudió la relación entre los niveles de daño que presentaron los ejemplares en los distintos barrios muestreados y el índice de urbanización (Fenoglio et al., 2009). El programa utilizado para realizar todos los análisis fue InfoStat 2013 (Di Rienzo et al 2011).

RESULTADOS

Del total de olmos analizados al final de las temporadas estivales 2011 y 2012, el 100% de los ejemplares estudiados (n=60) presentaron algún tipo de daño causado por *X. luteola*, mientras que a escala de hoja, el daño promedio fue del 38% (EE=2,4). En nuestro relevamiento *U. pumila* y *U. procera* resultaron las especies más frecuentes. Considerando todos los árboles estudiados el 55% correspondió a *U. pumila*, el 30% a *U. procera*, el 3%

a híbridos de ambas especies y el 12% no se lograron identificar por problemas de inaccesibilidad a los ejemplares.

Al analizar el daño foliar de los olmos centrales ubicados en los diferentes barrios, encontramos que el más dañado, en los dos períodos estudiados, fue el ubicado en barrio Chateau Carreras. Los árboles situados en Pueyrredón y Chateau fueron los más afectados al finalizar la temporada 2011, diferenciándose significativamente del ubicado en Barrio Jardín ($H=35,38; p<0,0001$) (Fig. 1A). En cambio, al final de la temporada estival 2012 el ubicado en Argüello recibió un 30% menos de defoliación respecto a Chateau ($H=118,14; p<0,0001$) (Fig. 1B).

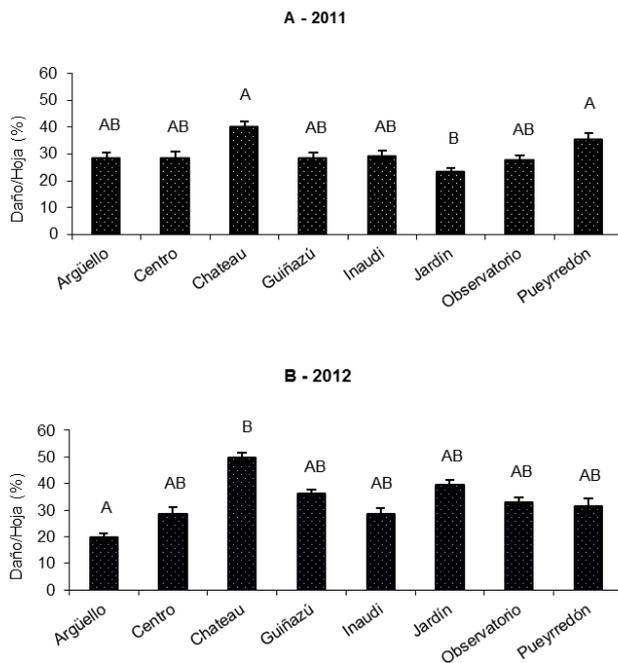


Fig. 1: Daño foliar (%) de *Ulmus* spp al finalizar las temporadas estivales: A) temporada 2011 y B) temporada 2012, en los distintos barrios de la ciudad de Córdoba. Letras diferentes indican diferencias significativas según Kruskal-Wallis ($H; p<0,0001$).

Por otra parte, el daño foliar que presentaron los ejemplares de *Ulmus* en los distintos barrios no se relacionó con el índice de urbanización para ninguno de los muestreos realizados (final de temporada 2011: $R^2= 0,001; p= 0,93$; comienzo de temporada 2012: $R^2= 0,07; p= 0,52$; final de temporada 2012: $R^2= 0,02; p= 0,75; n= 8$ en los tres casos). En cambio, el daño foliar se relacionó significativamente con el aislamiento de los árboles centrales en los muestreos realizados al final de ambas temporadas (2011: $R^2= 0,55; p=0,03$; (Fig. 2A); 2012: $R^2= 0,52; p=0,04$; (Fig. 2B)), mientras que a comienzo de la temporada 2012 no se observó dicha relación ($R^2= 0,03; p= 0,70$).

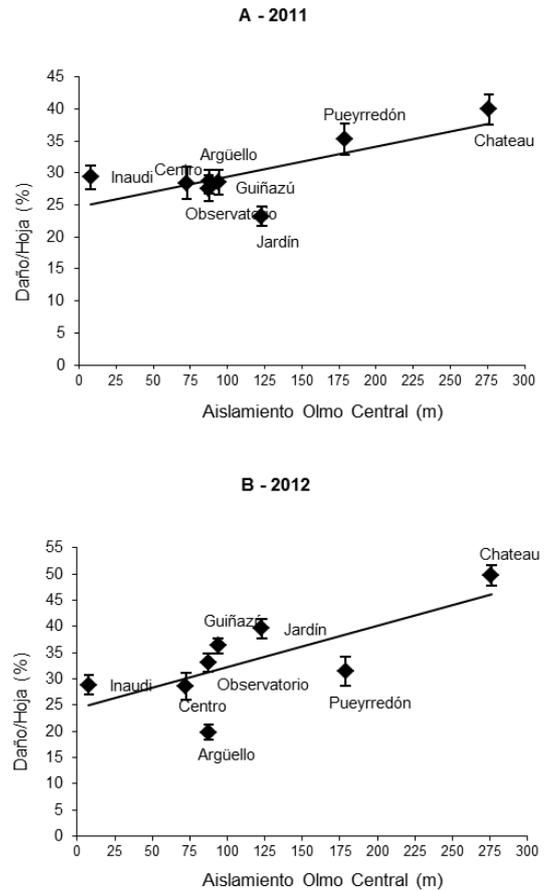


Fig. 2: Relación entre daño foliar promedio (%) y el aislamiento (distancia promedio a olmos colindantes; m) del ejemplar en los barrios de la ciudad de Córdoba a final de temporadas: A) temporada 2011 y B) temporada 2012. Las barras verticales en cada punto indican el error estándar.

Al evaluarse la altura del olmo central en relación al daño foliar, se observó al comienzo de la temporada 2012, una correlación positiva entre estas variables (Spearman= 0,51; $p<0,0001$) (Fig. 3). En cambio al final de las temporadas estivales la correlación registrada fue inversa o no la hubo (temporada 2011 Spearman= -0,12; $p=0,003$; temporada 2012 Spearman= -0,02; $p=0,53$).

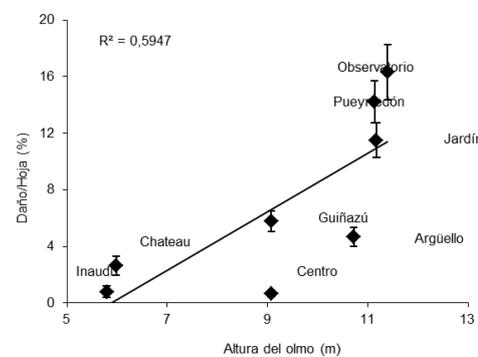


Fig. 3: Daño foliar promedio (%) en relación a la altura del olmo central (m) en el muestreo de comienzo de temporada 2012. Las barras verticales en cada punto indican el error estándar.

En relación al diámetro del tronco se observaron correlaciones similares a las obtenidas al evaluarse la altura de los árboles. El daño foliar a comienzos de la temporada 2012 se correlacionó positivamente con el diámetro de los troncos (Spearman= 0,33; $p < 0,0001$) (Fig. 4) mientras que la relación fue inversa en ambos finales de temporadas (2011: Spearman= -0,07; $p = 0,07$; 2012: Spearman= -0,20; $p < 0,0001$).

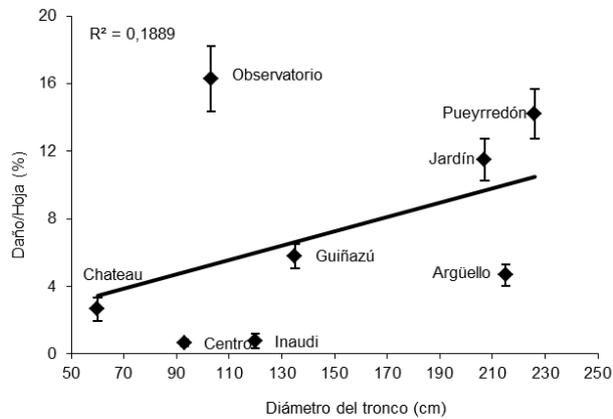


Fig. 4: Daño foliar promedio (%) en relación al diámetro del tronco del olmo central (cm) en el muestreo de comienzo de temporada 2012. Las barras verticales en cada punto indican el error estándar.

La orientación del follaje no se relacionó en forma significativa con los porcentajes de daño generados por *X. luteola* sobre los olmos, en ninguno de los muestreos (Test t para muestras apareadas $p > 0,1$ en todos los casos). A campo se encontraron diferencias significativas en el daño foliar entre especies siendo las hojas de *U. procera* las más dañadas en ambos finales de temporada (temporada 2011: $H = 8,88$; $p = 0,0028$; temporada 2012: $H = 8,47$; $p = 0,0036$; $n = 320$ hojas por especie de olmo) (Fig. 5).

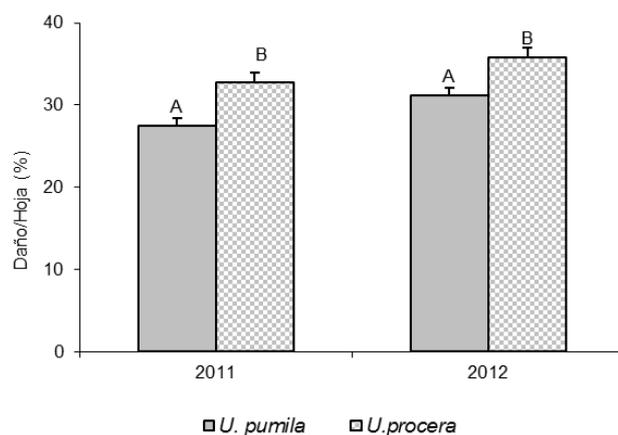


Fig. 5: Daño foliar promedio (%) según la especie del ejemplar de olmo central hacia el final de las temporadas de crecimiento 2011 y 2012. Letras diferentes indican diferencias significativas según Kruskal-Wallis (H ; $p < 0,005$).

DISCUSIÓN

En el relevamiento realizado se observó que el 100% de los ejemplares estudiados mostraron algún tipo de daño,

independientemente de la especie de *Ulmus* evaluada. Los datos existentes hasta el momento para Córdoba se limitaban a citar presencia de daño provocado por *X. luteola* sobre *U. pumila* (Izurietta, 1998).

Las plantas-hospederas ubicadas en zonas urbanas están expuestas a diferentes condiciones ambientales respecto a aquellas de la misma especie ubicadas en la periferia, pudiendo presentar diferencias en cuanto a su "atractivo" para los herbívoros (McIntyre, 2000). Al analizar el efecto de la urbanización esperábamos que los árboles en zonas más urbanizadas fuesen más vulnerables al ataque de fitófagos al estar sometidos a mayor estrés que aquellos ubicados en áreas menos pobladas (Muth et al., 2008; Peralta et al. 2011). Se ha demostrado que el déficit de agua, la compactación de suelo, la limitación de espacio para las raíces, contaminación del aire y el sombreado del follaje pueden inducir explosiones en poblaciones de insectos volviéndolos plaga, debido a los complejos cambios fisiológicos sufridos por el huésped. Estos efectos incluyen el aumento de nutrientes solubles y la disminución en la producción de compuestos secundarios importantes para la defensa contra herbívoros (Maiorana, 1981; Dreistadt et al., 1990; Raupp et al., 2010). A diferencia de lo esperado, el aumento de la urbanización no tuvo una marcada influencia sobre el daño foliar registrado en los diferentes barrios.

En las ciudades, la presencia de barreras físicas horizontales y/o verticales pueden hacer difícil y riesgosa la dispersión de insectos y presentar un obstáculo en la búsqueda de hábitats convenientes para su desarrollo (Peralta et al., 2011). De acuerdo a nuestras observaciones, cuando las distancias entre los ejemplares fueron menores el daño en cada ejemplar disminuyó, posiblemente porque se repartió entre todos los ejemplares presentes en el sitio. Cuando el olmo central se encontraba aislado respecto a los colindantes, se observó un mayor porcentaje de herbivoría sobre el mismo. Muchos crisomélidos, entre los que se encuentra *X. luteola*, el apareamiento, la oviposición y la alimentación de larvas y adultos tiene lugar en la misma planta, por lo que la baja tasa de dispersión de éstos fitófagos estaría asociada al alto grado de especialización entre el herbívoro y su planta hospedadora (Strauss, 1988). Esto coincide con observaciones que indican que cuando los árboles se encuentran en parches pequeños y separados las poblaciones de insectos fitófagos pueden aumentar considerablemente (Dreistadt et al., 1990). Es de destacar que esta relación se hizo evidente al analizar datos de final de temporada (ambos años) pero no al inicio, lo cual indicaría que la tendencia se hace notable con datos de herbivoría acumulada a lo largo de todo el período de actividad de los insectos.

En el campo pueden observarse olmos infestados, entre otros no atacados. En este trabajo, se observó que los olmos más altos y con troncos de mayor diámetro presentaron altos porcentajes de daño foliar al comienzo de la temporada estival. Esto podría deberse a que los árboles de gran porte son encontrados en primer lugar por los adultos colonizantes de *X. luteola*, lo cual ya ha sido observado en otros estudios (Lemen, 1981). Por otra parte, investigaciones en otros sistemas concluyen que las plantas de mayor altura y con mayor diámetro del tronco presentan la mayor tasa de consumo foliar, lo cual pueda deberse a

que son más conspicuos para los insectos (Sánchez-Ramos et al., 2010).

Por otra parte, se ha registrado que las plantas crecen más lentamente en condiciones de baja intensidad de luz, tienen menos energía a su disposición para utilizarla en la producción de compuestos defensivos y por lo tanto son más apetecibles para los herbívoros (Maiorana, 1981). Dahlsten et al., (1985, 1998) observaron diferencias significativas en la densidad de huevos colocados por este coleóptero en los distintos puntos cardinales, siendo el número de huevos y la defoliación mayor en la orientación sur. Si bien esperábamos encontrar diferencias en la herbivoría del follaje orientado a distintos puntos cardinales debido a que están expuestos a distintas condiciones microclimáticas, esto no fue observado en nuestros resultados.

Xanthogalleruca luteola se alimenta sobre más de 15 especies de *Ulmus* (Bianchi, 1995). Si bien no se ha evaluado comparativamente la incidencia de este herbívoro sobre cada una de las especies, algunos trabajos indican que las más defoliadas son *U. procera* y *U. pumila* (Luck y Scriven, 1979; Hall et al., 1987). Por su parte, varios estudios han demostrado que *U. pumila* es una de las especies preferidas por *X. luteola* respecto a otras especies asiáticas y sus híbridos (Miller y Ware, 1994, 1997, 1999; Folcia et al., 2005). Nuestros registros indicarían que si bien, para la ciudad de Córdoba *U. pumila* es la especie más abundante, *U. procera* es el preferido por este insecto, lo que concuerda con estudios realizados en California (Dahlsten et al., 1998).

Se detectaron altos niveles de herbivoría causados por *X. luteola* en los olmos de la ciudad de Córdoba. La preferencia del herbívoro, y características individuales de los ejemplares tales como aislamiento y porte se han observado en el presente trabajo como factores que influyen sobre los niveles de daño en los ejemplares de olmos en la ciudad de Córdoba. Ni la orientación del follaje de los ejemplares ni los niveles de urbanización en la ciudad parecen afectar la herbivoría por *X. luteola*. Para avanzar en el conocimiento de esta interacción y para estar en condiciones de proponer medidas de manejo de este especialista, se considera necesario conocer la ocurrencia de enemigos naturales del herbívoro, determinar si los factores abióticos afectan la herbivoría y medir más detalladamente la incidencia del herbívoro sobre el estado fitosanitario de los olmos de la ciudad de Córdoba.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo contó con el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología del Gobierno de la Provincia de Córdoba.

REFERENCIAS

- [1] Bianchi M. (1995), "Observaciones sobre la biología de *Xanthogalleruca luteola* Müller (Coleoptera: Chrysomelidae) en el Uruguay". *Boletín de Investigación* 54:1-12.
- [2] Brugnoli H. C. (1980), "Plagas Forestales". Ed. Hemisferio Sur.
- [3] Collinge S. K. y Louda S. M. (1988), "Patterns of resource use by a Drosophilid (Diptera) leaf miner on a native crucifer". *Entomological Society of America* 81:733-741.
- [4] Connor E. F. (2006), "Effects of the light environment on oviposition preference and survival of a leaf-mining moth, *Cameraria hamadryadella* (Lepidoptera: Gracillariidae), on *Quercus alba* L." *Ecological Entomology* 31:179-184.
- [5] Dahlsten D. L., Hajek A. E., Clair D. J., Dreistadt S. H., Rowney D. L., Lewis V.R. (1985), "Pest management in the urban forest". *California Agriculture* 39:21-22.
- [6] Dahlsten D. L., Rowney D. L., Lawson A. B. (1998), "IPM helps control elm leaf beetle". *California Agriculture* 52:8-23.
- [7] Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M. G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C. W. (2011), "InfoStat versión 2011". Grupo infoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- [8] Dreistadt S. H., Dahlsten D. L., Frankie G. W. (1990), "Urban forest and insect ecology". *BioScience* 4:192-198.
- [9] Dreistadt S., Dahlsten, D., Lawson, A. (2001), "Elm leaf beetle". Publication 7403. Davis, CA. UC Statwide IPM Project, University of California.
- [10] Fenoglio M. S., Salvo A., Estallo E. (2009), "Effects of urbanisation on the parasitoid community of a leafminer". *Acta Oecologica* 35: 318-326.
- [11] Folcia A. M., Michetti M. H., Pelicano A. E. (2005), "Aspectos biológicos y preferencia alimentaria de la vaquita del olmo *Xanthogalleruca luteola* (Müller) (Coleoptera: Chrysomelidae)". *IDESIA* 23:7-12.
- [12] Hall R.W., Townsend A. M., Barger J. H. (1987), "Suitability of thirteen different host species for elm leaf beetle, *Xanthogalleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae)". *Journal of Environmental Horticulture* 5:143-145.
- [13] Izurieta G. (1998), "Los árboles de Córdoba, especies ornamentales exóticas y nativas comúnmente utilizadas en el arbolado urbano y rural". Córdoba: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Recursos Renovables de la Provincia.
- [14] Huerta H., Chiffelle I., Puga K., Azúa F., Jiménez R., Araya J. E. (2011), "Life cycle of *Xanthogalleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Santiago, Chile, and sex phenotype differentiation of adults". *Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas* 37:57-64.
- [15] Jeffers J. N. R. (1999), "Leaf variation in the genus *Ulmus*". *Forestry* 3:103-190.
- [16] Lahitte, H. B. y Hurrell J. A. (2001), "Arboles Urbanos 2". Colección Biota Rioplatense. Ed. L.O.L.A.
- [17] Lawson B. y Dahlsten D. L. (2003), "Evaluation of systemic insecticides as a treatment option in integrated pest management of the elm leaf beetle, *Xanthogalleruca luteola* (Müller) (Coleoptera: Chrysomelidae)". *Journal of Economic Entomology* 96:1455-1462.
- [18] Lemen C. A. (1981), "Elm trees and elm leaf beetles: patterns of herbivory". *Oikos* 36:65-67.
- [19] Louda S. M., Dixon P. M., Huntly N. J. (1987), "Herbivory in sun versus shade at a natural meadow-woodland ecotone in the Rocky Mountains". *Vegetatio* 72:141-149.
- [20] Luck, R. F. y Scriven, G. T. (1979), "The elm leaf beetle, *Pyrrhalta luteola*, in southern California: Its host preference and host impact". *Environmental Entomology* 8:307-303.
- [21] Maiorana V. C. (1981), "Herbivory in sun and shade". *Biological Journal of Linnean Society* 15:151-156.
- [22] Martín E., Hernández R. J., Cañada, N., Ibarra V., Pérez M., López, Delgado J. (2001), "Galeruca del olmo, *Xanthogalleruca luteola* Müll." Informaciones Técnicas, Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón.
- [23] McIntyre N. E. (2000), "Ecology of urban arthropods: A review and a call to action". *Annals of the Entomological Society of America* 93:825-835
- [24] Miller F. y Ware G. (1994), "Preference for and suitability of selected elms, *Ulmus* spp., and their hybrids for the elm leaf beetle (*Pyrrhalta luteola* Coleoptera: Chrysomelidae)". *Journal of Environmental Horticulture* 12:231-235.
- [25] Miller F. y Ware G. 1997. Preference for and suitability of Asian elms species and hybrids for the adult elm leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology* 90: 1641-1645.
- [26] Miller F. y Ware G. 1999. Resistance of elms of the *Ulmus davidiana* complex to defoliation by the adult elm leaf beetle

- (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology* 92: 1147–1150.
- [27] Muñoz C., Pérez V., Cobos P., Hernández R., Sánchez G. (2003), “Sanidad Forestal”. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- [28] Muth N. Z., Kluger E. C., Levy J. H., Edwards M. J., Niesenbaum R. A. (2008), “Increased per capita herbivory in the shade: necessity, feedback, or luxury consumption?” *Ecoscience* 15:182-188.
- [29] Peralta G., Fenoglio M. S., Salvo A. (2011), “Physical barriers and corridors in urban habitats affect colonization and parasitism rates of a specialist leaf miner”. *Ecological Entomology* 36:673–679.
- [30] Raupp M. J., Shrewsbury P. M., Herms D. A. (2010), “Ecology of Herbivorous Arthropods in Urban Landscapes”. *Annual Review of Entomology* 55:19-38.
- [31] Romanik M. y Cadahia D. (2002), “Plagas de insectos en las masas forestales”. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- [32] Sánchez-Ramos, G., Reyes-Castillo P., Mora Olivo A., Martínez-Ávalos J. G. (2010), “Estudio de la herbivoría de la palma camedor (*Chamaedorea radicalis*) Mart., en la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas, México”. *Acta Zoologica Mexicana* 26:153-172.
- [33] Strauss S. Y. (1988), “The Chrysomelidae: a useful group for investigating herbivore-herbivore interactions”. In: *Biology of Chrysomelidae*. Springer Netherlands.