



LOS INSECTOS AGALLADORES ASOCIADOS A LOS EUCALIPTOS Y SUS BIOCONTROLADORES

Carmen M. HERNÁNDEZ², Sergio RAMOS³, Mario FLORES⁴, Andrea V. ANDORNO¹

RESUMEN

Los insectos agalladores *Leptocybe invasa* y *Ophelimus maskelli* son plagas de los eucaliptos de importancia mundial. En Argentina se registró la presencia espontánea de *Quadrastichus mendeli*, parasitoide de *L. invasa* y de *Closterocerus chamaeleon*, parasitoide de *O. maskelli*. En el presente trabajo se relevó la presencia y niveles de parasitismo de ambos biocontroladores en Concordia, Entre Ríos. Se registró la presencia de *Q. mendeli* en todas las muestras evaluadas, con niveles de parasitismo variables (4-80%) y *C. chamaeleon* con niveles de parasitismo altos, valores > 40% y alcanzó el 100% en más de la mitad de las muestras analizadas. Se discuten las implicancias del uso de estas especies como agentes de control biológico de las plagas de interés.

Palabras clave: plagas forestales, parasitoides, control biológico, *Eucalyptus* spp.

1. INTRODUCCIÓN

Las agallas son estructuras anormales de los tejidos u órganos de las plantas que se desarrollan como respuesta a la acción de agentes inductores, que en general son insectos. Los insectos obtienen refugio y alimento en estos tejidos vegetales caracterizados por presentar un crecimiento y multiplicación anormal de las células (Gonzales y Solis, 2015). Dentro del complejo de insectos agalladores asociados a los eucaliptos en Argentina se destaca la presencia de dos especies de himenópteros exóticos: *Leptocybe invasa* y *Ophelimus maskelli*.

Leptocybe invasa* y sus biocontroladores: *Selitrichodes neseri* y *Quadrastichus mendeli

Leptocybe invasa Fisher & La Salle (Hymenoptera Eulophidae) es una avispa originaria de Australia, que en nuestro país se halla presente desde el 2009 (Aquino *et al.* 2011). Actualmente es considerada una importante plaga a nivel mundial en plantaciones de eucaliptos. Se ha observado que ataca varias especies del género *Eucalyptus* entre las que se destacan: *E. camaldulensis*, *E. botryoides*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. dunnii*, *E. nitens*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. tereticornis* y *E. viminalis*, e híbridos (Nyeko *et al.*, 2009). En Misiones, Argentina, se observó que *E. tereticornis* fue la especie de eucalipto más sensible al ataque de avispa, mientras que otras especies: *E. dunnii*, *E. camaldulensis*, *E. grandis*, y un híbrido, *E. grandis* × *E. camaldulensis*, de importancia económica regional presentaron bajos niveles de daño (Eskiviski *et al.*, 2018). Esta especie presenta un desarrollo multivoltino (varias generaciones anuales). El desarrollo y la actividad de los adultos están influenciados por la temperatura. En la zona de Concordia, el adulto está activo desde mediados de primavera (fines de octubre) hasta fines de otoño y no se registran adultos durante el invierno.

L. invasa induce agallas en forma de protuberancia en las nervaduras de la hoja, pecíolos y tallos de árboles en crecimiento (Foto 1). La forma de las agallas es variable, ya que puede contener varias cámaras con insectos en su interior (pluriloculares) y pueden ser de color verdoso, castaño o rosa intenso dependiendo, entre otras cosas, de la especie de eucalipto atacada y de la edad de las agallas. La presencia de múltiples agallas determina que las hojas se enrollen y en ataques intensos puede ocurrir la defoliación o bien que los brotes tiernos colapsen (Foto 2), generando un debilitamiento y retraso en el crecimiento de los árboles y hasta la muerte de plantas jóvenes (Mendel *et al.*, 2004). Este insecto tiene una reproducción partenogenética telitoca (reproducción basada en células sexuales femeninas no fecundadas que dan origen a descendientes hembras) (Mendel *et al.*, 2004). Sin embargo, se encontraron machos adultos en Turquía, China e India.

² Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMyZA) INTA Castelar - hernandez.carmen@inta.gov.ar

³ Protección Forestal EEA Concordia INTA

⁴ Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial Regional Entre Ríos



El control biológico clásico constituye una táctica adecuada para el manejo de plagas exóticas invasoras, como la avispa de la agalla. En Australia, país de origen de la plaga, existe un complejo de enemigos naturales asociados a *L. invasa* entre los que se destacan: *Selitrichodes neseri* y *Quadrastichus mendeli*.

Selitrichodes neseri Kelly & La Salle. (Hymenoptera: Eulophidae) es un ectoparásito de larvas maduras-pupas de *L. invasa*. Este insecto posee un ciclo de vida corto y reproducción sexual (Dittrich-Schöder *et al.*, 2014). En Argentina este parasitoide fue introducido desde Chile en dos oportunidades, noviembre 2016 y abril 2017. Luego de la cuarentena del material y acorde a la reglamentación vigente se iniciaron las liberaciones en puntos seleccionados de la provincia de Buenos Aires. Posteriormente un pie de cría fue trasladado al centro Corrientes-Misiones del SENASA donde actualmente se mantiene una cría en laboratorio y más de 7 puntos de liberación de pequeños inóculos distribuidos en la provincia de Corrientes (SENASA Comunica, 26/10/2017; 1/08/2018). Recientemente, se ha iniciado la suelta de *S. neseri* en la provincia de Entre Ríos, en donde se espera ampliar los puntos de liberación en la temporada próxima (primavera-verano 2018-19) (Flores, 2018).

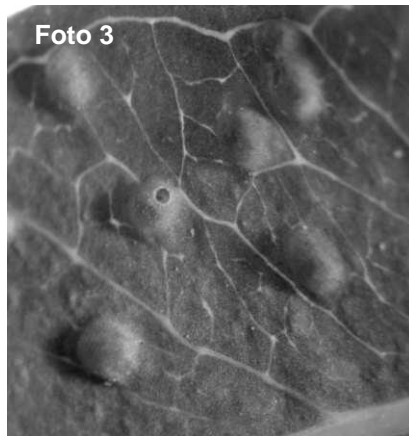
Asimismo, en Argentina se registró la presencia espontánea de ***Quadrastichus mendeli*** Kim & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae) en 2016 en un relevamiento de *L. invasa* en Buenos Aires (Aquino *et al.*, 2018). Se trata de un parasitoide con reproducción partenogenética telitoca (solo progenie hembra), solitario, con un ciclo de vida corto (Kim *et al.*, 2008). En Israel esta especie fue introducida como parte de un programa de control biológico clásico en 2007, obteniéndose un rápido establecimiento y dispersión. Posteriormente, en 2013 fue reportada la presencia de *Q. mendeli* en Italia y a pesar de que nunca había sido introducido deliberadamente, luego de tres años, el parasitoide logró dispersarse por el centro y sur del país determinando en algunos sitios el control de la plaga (Nugnes *et al.*, 2016).

Ophelimus maskelli* y su biocontrolador, *Closterocerus chamaeleon

Ophelimus maskelli (Ashmead) (Hymenoptera Eulophidae) es una plaga forestal de origen australiano que actualmente está presente en casi todos los continentes (Europa, Asia y América) (Doğanlar y Mendel, 2007). En nuestro país fue detectada en 2013 en *E. camaldulensis* en Buenos Aires (Aquino *et al.*, 2014). Esta avispa ataca varias especies del género *Eucalyptus* entre ellas: *E. botryoides*, *E. bridgesiana*, *E. camaldulensis*, *E. cinerea*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. gunii*, *E. nicholii*, *E. pulverulenta*, *E. robusta*, *E. rudis*, *E. saligna*, *E. tereticornis* y *E. viminalis*.



Ophelimus maskelli a diferencia de *L. invasa* induce la formación de pequeñas agallas circulares en la lámina foliar que presentan una coloración verde o rojiza dependiendo de la ubicación de las hojas atacadas respecto de la radiación solar (Foto 3). Por cada agalla se desarrolla un único insecto. En ataques intensos una gran superficie de las hojas suele estar densamente cubierta de agallas (Foto 4), los árboles presentan serios niveles de desecación, senescencia y abscisión prematura de hojas (Protasov *et al.*, 2007). Esta especie es partenogenética con desarrollo multivoltino. En Australia, país de origen de la plaga, se hallaron al menos cuatro especies de parasitoides pertenecientes a las familias Eulophidae y Mymaridae (Mendel *et al.*, 2007), entre los que destaca *Closterocerus chamaeleon*, (Doğanlar y Mendel, 2007; Mendel *et al.*, 2007).



En Argentina *Closterocerus chamaeleon* (Girault) (Hymenoptera: Eulophidae) fue detectado conjuntamente con *O. maskelli* en 2013 en Buenos Aires (Aquino *et al.*, 2014). Es una especie con reproducción partenogenética telitoca (solo progenie hembra), alta fecundidad, ciclo de vida corto y gran capacidad de dispersión. Esta especie ha sido utilizada exitosamente en estrategias de control biológico clásico de *O. maskelli* en Israel e Italia (Mendel *et al.*, 2007; Caleca *et al.*, 2011).

En este trabajo se evaluó el nivel de parasitismo de *Q. mendeli* y *C. chamaeleon* en montes de eucaliptos infestados con *L. invasa* y *O. maskelli* en Concordia, Entre Ríos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se relevó la actividad de los parasitoides en cuatro sitios de la EEA Concordia y en un sitio ubicado en El Duraznal, todos localizados en el departamento de Concordia, provincia de Entre Ríos, durante verano-otoño 2017-2018 (Cuadro 1).

En todos los lotes se constató la presencia de ambas plagas, excepto en los plantados recientemente (Sitios 2 y 4) donde no se observó ataque de *O. maskelli*. Adicionalmente en los sitios 3A y 3B se realizan monitoreos de la población de *L. invasa*, mediante trampas pegajosas desde 2013. En los lotes seleccionados se identificaron los árboles con ataque de las plagas y se colectó material vegetal. Las muestras consistieron en trozos de ramas de 20-40 cm con agallas desarrolladas de *L. invasa* (LI) y/o *O. maskelli* (OM). En cada muestra se registró: la fecha de colecta, el sitio, la especie/clon de eucalipto y la cantidad de hojas afectadas. El material vegetal obtenido se acondicionó en bolsas plásticas entre papeles absorbentes humedecidos con agua y fueron remitidas al laboratorio de Lucha Biológica (IILB) del IMYZA- INTA Castelar. En el laboratorio se revisó el material vegetal y se acondicionó en recipientes de vidrio con papel absorbente humedecido separándose por tipo de agalla (LI u OM). Los recipientes fueron tapados con voile y ubicados en una cámara de cría con condiciones controladas (T: 25±2°C, HR: 50-70% e iluminación natural) hasta la emergencia de los insectos adultos. Los adultos obtenidos fueron identificados por especie y contabilizados, determinándose el porcentaje de parasitismo como:

$$\text{Adultos emergidos del parasitoide} / \text{Total adultos emergidos.}$$



Cuadro 1. Sitios de muestreo en Concordia (Entre Ríos).

Sitio	Ubicación	Coordenadas	Características
1	EEA Concordia INTA	31° 22' 24.08" S 58° 06' 44.39" O	Huerto semillero <i>Eucalyptus camaldulensis</i> . Plantación 1997. Suelo arenoso. Loma
2	EEA Concordia INTA	31° 21' 53.32" S 58° 06' 12.61" O	Ensayo experimental <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> . Plantación noviembre 2017. Suelo mestizo. Bajo
3A	EEA Concordia INTA	31° 21' 40.18" S 58° 06' 36.87" O	Lote comercial <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E.</i> <i>camaldulensis</i> . Plantación 2008. Suelo arenoso. Bajo
3B	EEA Concordia INTA	31°21'40.04" S 58°06'34.66" O	Lote comercial <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E.</i> <i>camaldulensis</i> . Plantación 2008. Suelo arenoso. Loma
4	El Duraznal (Concordia)	31° 18' 54.47" S 58° 17' 55.63" O	Ensayo experimental <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> . Plantación octubre 2017. Suelo mestizo. Bajo

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relevamiento de los parasitoides *Quadrastichus mendeli* y *Closterocerus chamaeleon*

En relación a la avispa de la agalla se observó que *Q. mendeli* está presente en todos los sitios evaluados en las distintas fechas. La cantidad de hojas atacadas fue variable entre los sitios y las fechas. Las diferencias observadas pueden estar asociadas al origen de las plantas, ya que el origen fue seminal en el Sitio 1 y distintas fuentes clonales en los Sitios 2, 3A, 3B y 4, lo que implica diferencias en la susceptibilidad al ataque de estas plagas. Los niveles de parasitismo de *Q. mendeli* fueron variables entre los sitios y las fechas, con valores entre 4% y 80% (Cuadro 2).

Cuadro 2. Presencia y niveles de parasitismo de *Quadrastichus mendeli* asociado a agallas de *Leptocybe invasa* en *Eucalyptus* spp. en Concordia, Entre Ríos.

Sitio	Fecha de muestreo	Hojas con agallas	Adultos emergidos*	Parasitismo (%)
1	8/3/18	< 4	25	24
2	8/3/18	16	129	19,4
	23/5/18	>100**	283	79,83
3A	8/3/18	41	122	46,72
3A+B	23/5/18	>100**	6	50
3B	8/3/18	33	37	29,73
4	23/5/18	>100**	801	4,34

* Corresponde al total adultos de *L. invasa* + *Q. mendeli*

** Muestras con alto nivel de infestación: presencia de agallas en hojas, peciolo y ramas

Quadrastichus mendeli fue registrado inicialmente en 2016 en Buenos Aires, y posteriormente se lo detectó en Entre Ríos (Concordia), Corrientes (Virasoro) y en Misiones (Eldorado). Estos resultados son alentadores ya que, si bien se desconoce la forma de ingreso al país, hasta la fecha se lo ha



registrado en al menos 4 provincias con distintas condiciones climáticas. Asimismo, en otros países también se registraron valores de parasitismo variables para *Q. mendeli*. En Italia donde esta especie apareció de forma espontánea se registraron valores promedio entre 30 y 50% de parasitismo y su presencia está asociada a la disminución de los niveles de infestación de *L. invasa* en algunas áreas (Nugnes *et al.*, 2016). También, en China *Q. mendeli* está ampliamente distribuida con niveles de parasitismo variables entre las distintas regiones geográficas, con valores promedio de 7,6 a 95,6% (Xia-Lin *et al.*, 2016).

En relación a *Ophelimus maskelli*, se halló a su parasitoide, *C. chamaeleon*, en el 100% de las muestras evaluadas. *O. maskelli* es una plaga de reciente detección en la zona de Concordia, no obstante ello, desde el primer registro de su ataque, en diciembre de 2017 en un lote de *E. camaldulensis* de la EEA Concordia, a la fecha se la puede encontrar en varios lotes forestales de la EEA (sitios 1, 3A y 3B). Afortunadamente los niveles de parasitismo de *C. chamaeleon* fueron altos, con valores mayores al 40%, y alcanzó el 100% en cuatro de las seis muestras evaluadas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Presencia y niveles de parasitismo de *Closterocerus chamaeleon* asociado a agallas de *Ophelimus maskelli* en *Eucalyptus* spp. de Concordia, Entre Ríos.

Sitio	Fecha de muestreo	Hojas con agallas	Adultos emergidos*	Parasitismo (%)
1	26/12/17	6	41	41,46
	8/3/18	16	412	99,51
	23/5/18	94	65	100
3A	8/3/18	3	20	100
3 A+B	25/3/18	87	240	100
3B	8/3/18	1	10	100

* Corresponde al total adultos de *Ophelimus maskelli* + parasitoide

En nuestro país, *O. maskelli* y *C. chamaeleon* fueron detectados inicialmente en Buenos Aires en 2013. A la fecha se registró a *C. chamaeleon* también en Concordia, donde se realizaron muestreos para relevar su presencia. Los altos niveles de parasitismo aquí registrados se encuentran en concordancia con los valores hallados en otros países. En Italia, donde se importó a este parasitoide en 2006, luego de un año desde su liberación en el campo se registraron niveles de parasitismo promedio mayores al 65%, con algunos sitios alcanzando niveles del 100% de parasitismo (Caleca *et al.*, 2011). En Israel, donde se liberó a esta especie en 2005, se registraron niveles de parasitismo promedio de 41±18% (Mendel *et al.*, 2007).

Liberaciones de *Selitrichodes neseri* como agente de control biológico de *Leptocybe invasa* en Entre Ríos

En el marco del programa nacional de control biológico de la avispa de la agalla, en mayo del 2018 se realizó la primera liberación de adultos de *S. neseri* en un lote de *Eucalyptus* híbridos GxC con alto nivel de infestación de *L. invasa* ubicado en la EEA Concordia de INTA. Se liberó un pequeño inóculo de insectos (machos y hembras) en un árbol central del lote donde se observaron abundantes agallas desarrolladas en condiciones óptimas para ser parasitadas. Se espera evaluar la presencia y los niveles de parasitismo de esta especie en la primavera-verano del 2018-2019 y continuar con las liberaciones inoculativas de adultos de este biocontrolador.



4. CONCLUSIONES

Es importante destacar que se registró a *Q. mendeli* y *C. chamaeleon* en todas las muestras con presencia de las plagas evaluadas en Concordia. Estos resultados son alentadores y sería importante continuar con el estudio de estos enemigos naturales ya que aportan un factor de mortalidad en las poblaciones de las plagas de interés. En el futuro se espera poder estudiar la distribución de estos parasitoides en el país y evaluar los niveles de parasitismo en otras regiones. Asimismo, es fundamental evaluar aspectos de la biología de estas especies como su desarrollo estacional y la supervivencia de los insectos adultos en distintas condiciones experimentales, para conocer los umbrales de actividad de los enemigos naturales. En relación a *S. neseri* se evaluará su establecimiento y dispersión en la región.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AQUINO D.A., BOTTO E.N., LOIÁCONO M.S., PATHAUER P. 2011. Avispa de la agalla del eucalipto, *Leptocybe invasa* Fischer & Lasalle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae), en Argentina. RIA 37(2): 159-164
- AQUINO D.A., ANDORNO A.V., PATHAUER P.S., BOTTO E.N., LÓPEZ S.N. 2018. Primera cita de *Quadrastichus mendeli* (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae) de Argentina, asociado a agallas de *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae). Acta zoológica lilloana 62 (Suplemento: VI Reunión Argentina de Parasitoidólogos en La Plata 2017): 50-52.
- AQUINO D.A., HERNÁNDEZ C.M., CUELLO E.M., ANDORNO A.V., BOTTO E.N. 2014. Primera cita de la Argentina de *Ophelimus maskelli* (Ashmead) (Hymenoptera: Eulophidae) y su parasitoides, *Closterocerus chamaeleon* (Girault) (Hymenoptera: Eulophidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 73(3-4), 179-182
- CALECA, V., LO VERDE G., RIZZO M.C., RIZZO R. 2011. Dispersal rate and parasitism by *Closterocerus chamaeleon* (Girault) after its release in Sicily to control *Ophelimus maskelli* (Ashmead) (Hymenoptera, Eulophidae). *Biological Control* 57: 66-73.
- DITTRICH-SCHRÖDER G., HARNEY M., NESER S., JOFF T, BUSH S., HURLEY B., WINGFIELD M.J., SLIPPERS B. 2014. Biology and host preference of *Selitrichodes neseri*: A potential biological control agent of the Eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa*. *Biological Control* 78, 33-41.
- DOĞANLAR O. & Z. MENDEL. 2007. First record of the Eucalyptus gall wasp *Ophelimus maskelli* and its parasitoid, *Closterocerus chamaeleon*, in Turkey. *Phytoparasitica* 35(4): 333-335.
- ESKIVISKI R.E., M. E. SCHAPOVALOFF, D.M. DUMMEL, M.M.F., AGUIRRE, F.L. 2018. Susceptibility of eucalyptus species and hybrids to the gall wasp *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) in northern Misiones, Argentina. *Forest Systems* 27(1), eSC01, 4 pages. DOI: <https://doi.org/10.5424/fs/2018271-11573>.
- FLORES PALENZONA M. 2018. Liberación de Controladores Biológicos de plagas de Eucaliptos en Concordia. Disponible en: <http://entrierosforestal.blogspot.com/2018/05/liberacion-de-controladores-biologicos.html>
- GONZALEZ A.M. Y SOLÍS S.M. 2015. Anatomía y morfogénesis de las agallas producidas por *Leptocybe invasa* en plantas de *Eucalyptus*. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50 (2): 141-151.



- KIM I-K., MENDEL Z.V.I., PROTASOV A., BLUMBERG D., LA SALLE J. 2008. Taxonomy, biology and efficacy of two Australian parasitoids of the eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae). *Zootaxa*, 1910: 1-20
- MENDEL Z., PROTASOV A., FISHER N., LA SALLE J. 2004. Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus*. *Austral Entomology*, 43, 101–113.
- MENDEL, Z., PROTASOV A., BLUMBERG D., BRAND D., SAPHIR N., MADAR Z., LA SALLE J. 2007. Release and recovery of parasitoids of the Eucalyptus gall wasp *Ophelimus maskellii* in Israel. *Phytoparasitica* 35(4): 330-332.
- NUGNES F., GEBIOLA M., GUALTIERI L., RUSSO E., SASSO R., BERNARDO U. 2016. When exotic biocontrol agents travel without Passport: first record of *Quadrastichus mendeli*, parasitoid of the blue gum chalcid *Leptocybe invasa*, in Italy. *Bulletin of Insectology*, 69 (1): 85-91.
- NYEKO, P., MUTITU E.K., DAY R.K. 2009. Eucalyptus infestation by *Leptocybe invasa* in Uganda. *Afr. J. Ecol.* 47: 299-307.
- SENASA COMUNICA. 1/08/2018. Se liberan pequeñas avispas para controlar plaga que afecta a eucaliptos. En: <http://www.senasa.gob.ar/senasa-comunica/noticias/se-liberan-pequenas-avispa-para-controlar-plaga-que-afecta-eucaliptos>.
- SENASA COMUNICA. 26/10/2017. Primera liberación a campo del controlador biológico de *Leptocybe invasa*. En: <http://senasa.gob.ar/senasa-comunica/noticias/primera-liberacion-campo-del-controlador-biologico-de-leptocybe-invasa>.
- XIA-LIN ZHENG, ZONG-YOU HUANG, DAN DONG, CHUN-HUI GUO, JUN LI, ZHEN-DE YANG, XIU-HAO YANG AND WEN LU. 2016. Parasitoids of the eucalyptus gall wasp *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) in China. *Parasite*, 23: 58. DOI: <https://doi.org/10.1051/parasite/2016071>.