

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJÁN

COMPARACIÓN DE LA SEVERIDAD DE *Leptocybe invasa*

EN DISTINTOS MATERIALES DE *Eucalyptus sp.* Y

RELEVAMIENTO DE LA PRESENCIA DE PARASITOIDES

ASOCIADOS EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES

Investigación

Trabajo Final de Aplicación para optar por el título de Ingeniero

Agrónomo

Carrera Ingeniería Agronómica

JIMÉNEZ, IGNACIO MARTIN

Consejera: Riquelme Virgala, María Begoña

Tribunal evaluador: Calvente, Mariana

De Falco, Pablo Daniel

Penon, Eduardo Augusto

Mes, 2020

Luján, Buenos Aires, Argentina

Comparación de la severidad de *Leptocybe invasa* en distintos materiales de *Eucalyptus* sp. y relevamiento de la presencia de parasitoides asociados en la provincia de Corrientes.

Resumen

Leptocybe invasa es un microhimenóptero fitófago que afecta a distintas especies del género *Eucalyptus*, generando agallas en hojas, pecíolos y ramas jóvenes. Originaria de Australia, esta plaga fue registrada por primera vez en el país en el año 2010 en la provincia de Buenos Aires. Actualmente se encuentra en las principales regiones de producción forestal con eucalipto del país, entre ellas la más importante, la región mesopotámica. En Argentina aún son escasos los estudios que evalúan la diferente susceptibilidad de los materiales de eucalipto, en particular los clonales. Además, el registro de la presencia de enemigos naturales en las regiones productivas es un aspecto sumamente importante en especies de reciente introducción. Los objetivos del presente estudio fueron comparar la severidad de *L. invasa* en tres materiales genéticos de *Eucalyptus* y relevar la presencia de sus enemigos naturales, en un establecimiento agropecuario y forestal ubicado en la provincia de Corrientes. Con este fin, mensualmente se recolectaron ramas de tres sitios: un monte de *Eucalyptus grandis* proveniente de un huerto semillero clonal, un monte de *E. grandis* proveniente de un huerto clonal y cortinas y/o montes de sombra de *E. tereticornis*. En laboratorio se contabilizó el número de agallas, se midió su longitud, y, por último, las agallas fueron diseccionadas para registrar el estado de

desarrollo y la supervivencia de los individuos. Se estimó la severidad a través del porcentaje de hojas con presencia de al menos una agalla (Severidad I) y los milímetros de agalla por hoja infestada (Severidad II). Paralelamente, se registró la presencia de parasitoides dentro de las agallas en el estado de pupa o adulto por emerger, y fue estimado el porcentaje de parasitismo. Además, fueron colocadas trampas cromáticas pegajosas para monitorear los adultos de *L. invasa* y sus parasitoides. Las variables Severidad I, Severidad II y Supervivencia, fueron comparadas entre los materiales genéticos de *Eucalyptus* por estación del año.

La evaluación de las tres variables indicó que *E. grandis* de huerto semillero clonal fue el menos susceptible al daño por *L. invasa*, mientras que *E. tereticornis* fue el material más afectado.

Quadrastichus mendeli fue el único parasitoide encontrado, tanto en agallas como en trampas amarillas, siendo éste el primer registro de esta especie en la provincia de Corrientes. Los niveles de parasitismo oscilaron entre 13,3 y 65,5%, lo que posiciona a esta especie como un controlador biológico de interés.

Índice

<u>Resumen</u>	1
<u>Introducción</u>	4
Caracterización del género <i>Eucalyptus</i> y de las especies en estudio	5
Tipos de propagación de los eucaliptos	10
Especies consideradas plagas para los eucaliptos en Argentina	11
<i>Leptocybe invasa</i> (Hymenoptera: Eulophidae)	12
Biología de <i>Leptocybe invasa</i>	14
Control de <i>Leptocybe invasa</i>	15
<u>Objetivos</u>	19
<u>Hipótesis</u>	19
<u>Materiales y métodos</u>	20
Sitio de estudio	20
Muestreo	22
Análisis estadístico	26
<u>Resultados y Discusión</u>	28
Severidad	28
Supervivencia	29
Capturas de adultos y nivel de parasitismo	32
<u>Conclusión</u>	37
<u>Bibliografía</u>	38

Introducción

En el mundo hay casi 4000 millones de hectáreas de bosques, nativos e implantados. Los países con mayor superficie boscosa son Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos y China, sin embargo, esta superficie ha disminuido en las últimas décadas, debido a la deforestación de bosques nativos, principalmente, para liberar tierras para la agricultura. En contraposición, la superficie de bosques forestados ha ido aumentando de manera ininterrumpida en las últimas décadas, registrándose al año 2015, 291 millones de hectáreas. Un 60% de dicha superficie corresponde latifoliadas como: eucaliptos, acacias, heveas, tectonas, álamos y sauces; y un 40% a coníferas, principalmente pinos (FAO, 2016). Por su parte, la Argentina cuenta con una superficie de forestaciones cultivadas de aproximadamente 1.120.000 ha, siendo Corrientes, con 373.000 ha, la provincia con la mayor proporción (MAGyP, 2014).

Caracterización del género *Eucalyptus* y de las especies en estudio

El género *Eucalyptus* L'Hér pertenece a la familia Mirtáceas. Su área de distribución natural va desde los 7° de latitud norte a los 43° 39' de latitud sur. Se conocen más de 600 especies y subespecies, la mayoría de las cuales son originarias de Australia y Tasmania (Golfari, 1985).

Las especies de eucalipto producen grandes volúmenes de madera en ciclos cortos y debido a su capacidad de rebrote, pueden recuperarse rápidamente de daños producidos por incendios, sequías o ramoneo. Se adaptan a diversos climas y suelos, incluyendo regiones áridas. Este conjunto de condiciones es el que hace que, los eucaliptos, se encuentren entre las especies

de mayor importancia en forestaciones implantadas a nivel mundial (Golfari, 1985; Baraño *et al.*, 2014).

En Argentina, las especies del género *Eucalyptus* ocupan alrededor de un 22% del área forestada, representadas principalmente por *E. grandis* W. Hill, *E. saligna* Sm., *E. camaldulensis* Dehnh., *E. tereticornis* Sm., *E. viminalis* Labill. y *E. globulus* Labill. (Beale *et al.*, 2013). Particularmente en la provincia de Corrientes, 263.000 ha están implantadas con eucalipto, ubicándose en segundo lugar en cuanto a superficie, después de Misiones (FAO, 2016). En esta provincia, la principal especie implantada con fines productivos es *E. grandis*, mientras que *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* son frecuentemente utilizadas como cortinas forestales y de sombra en producciones agrícola ganaderas (MAGyP, 2014).

Eucalyptus grandis se caracteriza por presentar un fuste recto, que llega a 45-55 m de altura, y una corona angosta. La mayor parte de la corteza del tronco y las ramas es lisa, de color blanco, plateado, a veces verde. Es más rugosa en la base del tronco, y se desprende con facilidad. Las hojas juveniles son pecioladas, opuestas y luego alternadas, aovadas, de color verde o verde oscuro. Las hojas adultas son pecioladas, alternadas, lisas, lanceoladas, verdes en el haz y verde claro en el envés (fig. 1). La inflorescencia es axilar, simple, compuesta por siete flores. La misma se encuentra cubierta por un opérculo hasta la antesis (fig. 2). El fruto es una cápsula piriforme o cónica (fig. 3) (Meskimen y Francis, 1990; Orwa *et al.*, 2009).



Figura 1. Hojas adultas de *Eucalyptus grandis*. (Fuente: www.floragreatlakes.info)



Figura 2. Inflorescencia de *Eucalyptus grandis* (Fuente:hasbrouck.asu.edu)



Figura 3. Fruto de *Eucalyptus grandis* (Fuente: www.floragreatlakes.info)

Originalmente se distribuye en Australia, entre Newcastle (33° Lat. S) y Bundaberg (21° Lat. S). Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1100 msnm. El clima predominante es cálido y húmedo, con ausencia de heladas cerca del mar y algunas sobre altitudes mayores. Las precipitaciones son del orden de los 1000 a 3500 mm, con máximos durante el verano. Crece sobre suelos húmedos de origen aluvial o volcánico, profundos, bien drenados (Meskimen y Francis, 1990; Baraño *et al.*, 2014).

En Argentina la mayoría de los montes productivos se encuentran en la franja costera del río Uruguay, en las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Misiones. También se encuentran forestaciones en Salta, Jujuy y Tucumán. Los rendimientos promedio son de entre 20 y 50 m³/ha/año en turnos de 10 años, según la calidad del sitio. El destino principal es para postes cortos y largos, postes de menor diámetro y varillas para plantaciones frutícolas, fabricación de

laminados y muebles, pisos, cajones de frutas y pollos, tarimas, encofrados, triturado para tableros y pulpa para papel (Braier, 2004; Baraño *et al.*, 2014).

En cuanto a la especie *E. tereticornis*, los ejemplares adultos son de porte mediano a grande, de aspecto piramidal, fuste recto y copa densa. La corteza es lisa de color blanquecino o grisáceo. La misma se desprende en forma de tiras, y puede permanecer en la base. Las hojas juveniles son, en principio opuestas y luego alternas, pecioladas, aovadas, de bordes enteros y glabras. Las hojas adultas son lanceoladas y estrechas, a menudo falcadas, coriáceas, acuminadas y péndulas. Miden entre 7 y 20 cm de largo (fig. 4). La inflorescencia es una umbela axilar con cuatro o más flores. El opérculo es cónico o ligeramente rostrado. El fruto es hemiesférico de 6 a 10 mm de diámetro por 6 a 10 mm de largo. Posee de tres a cinco valvas bien exsertas (fig. 5) (SINAVIMO, 2019).



Figura 4: Hojas de *Eucalyptus tereticornis* (Fuente: plants.usda.gov)



Figura 5: Inflorescencia y frutos de *Eucalyptus tereticornis* (Fuente: SINAVIMO, 2019).

La distribución nativa en Australia, va desde el sudeste de Victoria hasta el sur de Papua, Nueva Guinea, entre los 15° y 38° de latitud sur. Se encuentra en altitudes desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm. Se desarrolla en diversas condiciones climáticas, desde sin heladas en la costa hasta 30 heladas anuales, y con precipitaciones anuales de entre 650 y 3000 mm. Los suelos son aluvionales ricos y arenosos (Braier, 2004; Barañao *et al.*, 2014).

En Argentina las plantaciones se encuentran en Entre Ríos, Corrientes, Santa Fe y Córdoba, y en menor medida en Santiago del Estero, Jujuy y el Valle del Rio Grande. En los mejores suelos tiene rendimientos de 25-30 m³/ha/año en turnos de 10 años. Se utiliza para fabricación de tableros de fibra, aglomerados, varillas para alambrado, leña, carbón, parquet, entablonado y tarugado (Braier, 2004; Barañao *et al.*, 2014).

Tipos de propagación de los eucaliptos

En los viveros forestales, la producción de ejemplares de eucalipto se realiza de forma sexual o asexual. El primer caso es el convencional y consiste en recolectar semillas de ejemplares adultos selectos (huerto semillero) para luego sembrarlas. La siembra puede ser en almácigos, con posterior repique, o puede ser directa en la bandeja o bolsa final del plantin. En la actualidad se encuentran, en la Argentina, varias alternativas de fuentes semilleras de *E. grandis* (Aguerre *et al.*, 1995; Harrand *et al.*, 2017).

En la producción asexual no se utilizan semillas, sino porciones de tejido vegetativo de plantas seleccionadas (huerto clonal). Dentro de la misma existen dos formas de propagación. Una es la micropropagación, que consiste en obtener plantines clonales mediante técnicas de propagación de cultivos *in vitro*. Esta técnica de laboratorio se utiliza generalmente para obtener plantas madre. La otra es la propagación por estacas, en la que se utilizan porciones de ramas, de entre 12 y 15 cm de longitud que son plantadas en recipientes con sustratos específicos. En este caso, se controlan las condiciones de temperatura, humedad y luminosidad para asegurar el enraizamiento. Esta última técnica es la más utilizada para producir plantines clonales a gran escala, ya que permite obtener materiales con características deseadas en menor tiempo (FAO, 1981; Harrand *et al.*, 2017).

La implantación de un monte clonal tiene un mayor costo. Por lo tanto, el productor debe darle a las plantas mayores cuidados silviculturales para que la misma exprese su potencial productivo y así se justifique la mayor inversión.

Como ventaja, los montes clonales son más homogéneos, facilitando los manejos silviculturales e industriales de la madera obtenida. Por otro lado, la menor variación genética los hace más susceptibles a adversidades bióticas (enfermedades, insectos plaga) y abióticas (heladas, sequia, carencias edáficas) (Griffin, 2014; Harrand *et al.*, 2017).

En el año 2003 el INTA Concordia inscribió 10 clones de *E. grandis* para que puedan ser utilizados por viveros comerciales. En la actualidad la estación cuenta con más de 500 clones de *E. grandis* y sus híbridos interespecíficos en evaluación. Aunque no se tienen datos certeros, se estima que un 25% de las plantaciones de *Eucalyptus* de la Mesopotamia se están realizando con este tipo de material de propagación (Harrand *et al.*, 2017).

Especies consideradas plagas para los eucaliptos en Argentina

Por tratarse de plantas exóticas, la sanidad de los eucaliptos se ha caracterizado por estar asociada a especies plaga de su mismo origen, cuyo número ha ido creciendo en los últimos años debido a la expansión mundial de las plantaciones y a la comercialización global de productos forestales (Bouvet *et al.*, 2005; Paine *et al.*, 2011; Botto *et al.*, 2012). Entre las primeras especies que se han detectado asociadas a eucaliptos se encuentran los gorgojos defoliadores del género *Gonipterus* Schoengerr (Coleoptera, Curculionidae), los insectos xilófagos *Phoracantha semipunctata* Fabricius y *P. recurva* Newman (Coleoptera, Cerambycidae) y varias especies neotropicales de hormigas cortadoras de los géneros *Acromyrmex* Mair. y *Atta* Fabricius (Hymenoptera, Formicidae). Sin embargo, durante los últimos diez años se ha incrementado el número de

especies fitófagas que ha ingresado al país. Entre ellas se pueden mencionar a los psílidos *Glycaspis brimblecombei* Moore, *Balstopsylla occidentalis* Taylor, *Ctenarytaina eucalypti* Mask y *C. spatulata* Taylor (Hemiptera, Psyllidae) (Bouvet *et al.*, 2005), a la chinche del bronceado *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero y Dellape (Hemiptera, Thaumastocoridae) (Noack y Coviella, 2006; Carpintero y Dellape, 2006) y a las avispa galícolas *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Aquino *et al.*, 2011) y *Ophelimus maskelli* Ashmead (Hymenoptera, Eulophidae) (Aquino *et al.*, 2014).

***Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae)**

La “avispa de la agalla del eucalipto”, *Leptocybe invasa* es una plaga originaria de algunas regiones de Oceanía. Pertenece a la familia de los Eulófidos, que son un grupo de pequeñas avispa, en su mayoría parasitoides. A su vez, pertenece a la subfamilia Tetrastichinae donde las especies presentan hábitos de vida más variados y en donde se ubican las especies fitófagas (La Salle, 2005).

La hembra de *L. invasa* (fig. 6) tiene un tamaño de entre 1,1 – 1,4 mm. La cabeza y el cuerpo son de color castaño con brillo metálico azul verdoso. El macho no ha sido descrito en el trabajo original de Mendel *et al* (2004), sin embargo, han sido registrados especímenes en Asia (Doganlar, 2005; Costa *et al.*, 2008; Zheng, 2018).

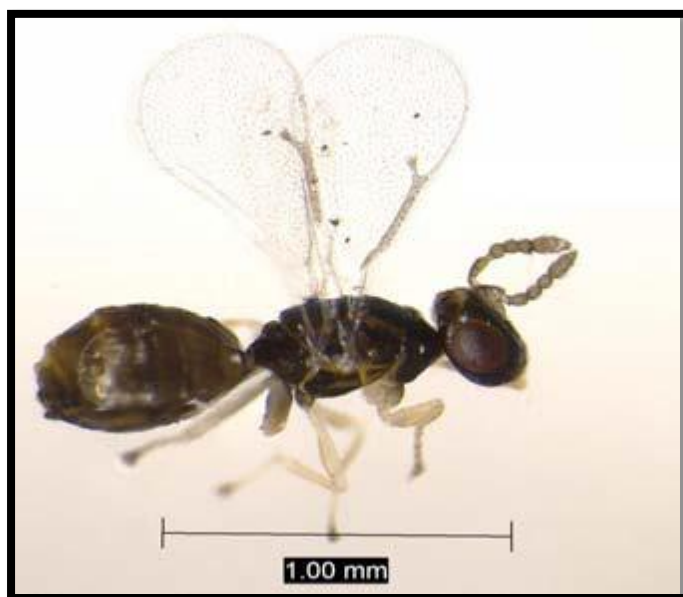


Figura 6: Hembra adulta de *Leptocybe invasa* (Fuente: Vastrad y Ramanagouda, 2014).

Fue registrada fuera de su lugar de origen por primera vez en el año 2000 en plantaciones jóvenes de Israel; en 2002 y en 2003 se había extendido por Oriente, el Mediterráneo europeo, y norte de África, llegando en 2007 a Sudáfrica (Pensotti *et al.*, 2012). En 2008 fue registrada en el continente americano, en las regiones de La Florida (EEUU) y los estados de Bahía y San Pablo (Brasil), mientras que en Argentina fue registrada en 2010 en plantaciones de la provincia de Buenos Aires (Aquino *et al.*, 2011).

Biología de *Leptocybe invasa*

Es un microhimenóptero fitófago gallícola que se reproduce generalmente por partenogénesis telitóquica. Las hembras oviponen exclusivamente en especies del género *Eucalyptus*, preferentemente en el envés de las hojas, a ambos lados de la nervadura, peciolos y tallos jóvenes. Los huevos son colocados en línea, separados entre sí por 0,3 – 0,5 mm (Mendel *et al.*, 2004). Luego de la oviposición, el canal por donde se inyectó el huevo se taponan con células

necrosadas; en la zona epidérmica y tejido subepidérmico dañados se produce una ligera suberificación (Gonzalez & Solis, 2015). La formación de la agalla comienza alrededor del huevo depositado, produciéndose una hiperplasia que se observa exteriormente como una protuberancia esférica, manifestación que se denomina “agalla”. A medida que las agallas crecen pueden confluir en una sola con lo cual se pueden observar varias cámaras o lóculos continuos (fig. 7).



Figura 7: Agallas de *L. invasa* (Fuente: Aquino *et al.*, 2011)

Las agallas están formadas por cuatro estratos de tejidos, pero la larva solo se alimenta del estrato nutricio, que es el más próximo al insecto (Gonzalez & Solis, 2015). Luego de cumplir tres estadios larvales (Mendel *et al.*, 2004), empupa dentro de la agalla y el adulto forma el canal de salida con sus mandíbulas, que desde el exterior se observa como un orificio.

Debido a la formación de las agallas, se pueden producir el enrollamiento de las hojas, reducción en el crecimiento, muerte de tejidos e incluso de la planta en ejemplares jóvenes, según la severidad del ataque (Mendel *et al.*, 2004).

Los adultos son de vida libre y se ha determinado que tienen una longevidad promedio de 8 días. Se estima que se cumplen entre 2 a 3 generaciones por año (Aquino *et al.*, 2011). La figura 8 muestra los distintos estadios de desarrollo de *L. invasa*.

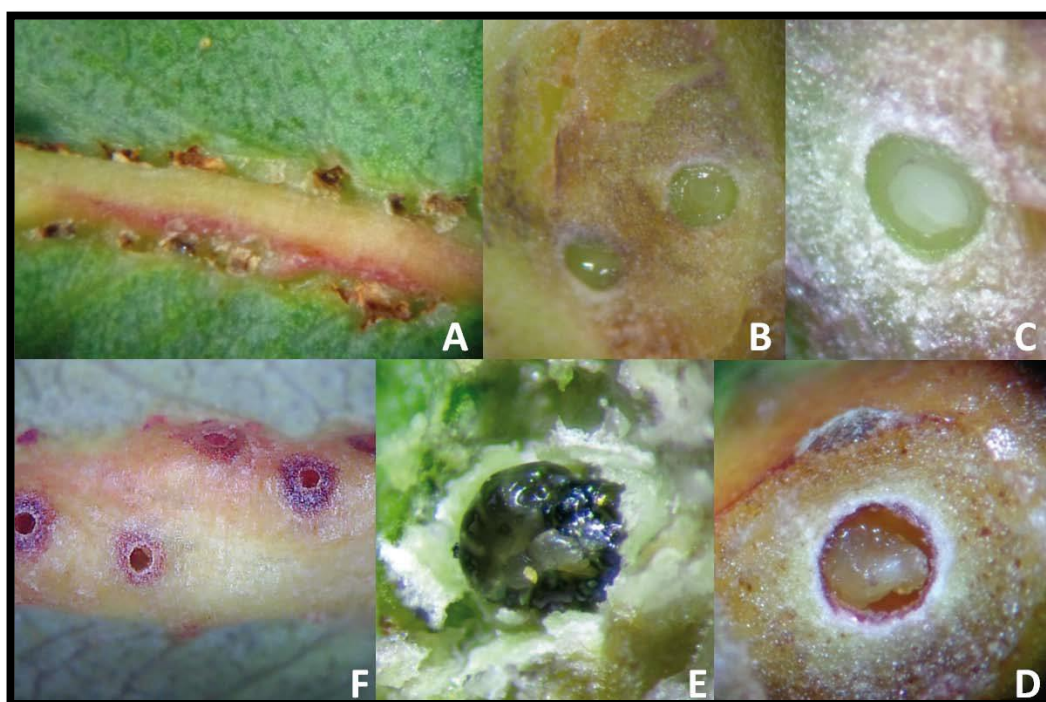


Figura 8: Estadios de desarrollo de *L. invasa* dentro de las agallas. A: marcas de oviposición; B y C: larvas en los primeros estadios, D: larva madurando; E: estado pupa-adulto; F: orificio de emergencia del adulto (Fuente: Jorge, *et al.* 2014)

Control de *Leptocybe invasa*

En referencia a las medidas de control, a partir de su detección, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) declaró en el año 2011

la emergencia fitosanitaria a través de la Resolución 322/2011. Posteriormente, dada la amplia distribución de la plaga en el territorio argentino, SENASA determinó que las medidas de control se limiten a los establecimientos productores de material de propagación, reglamentando la aplicación de los principios activos Acetamiprid, Tiametoxam e Imidacloprid para el control químico. En este mismo artículo, se dispone que en los casos en los que no se aplique control, cualquier material con sintomatología causada por *L. invasa* debe ser destruido (SENASA, 2014). La eficiencia de control con estos y otros principios activos ha sido variable y además es una práctica no recomendada en montes comerciales (Jhala *et al.*, 2010; Ramos, 2015; Ansa *et al.*, en prensa).

El ingreso y colonización de nuevas especies fitófagas a un ambiente sin la presencia de enemigos naturales que controlen su crecimiento poblacional, permite que la misma se disperse rápidamente por el territorio (Vitousek, 1990). En el caso particular de *L. invasa*, esta especie no ingresó junto con alguno de sus controladores biológicos y esto posibilitó que se convirtiera en un serio riesgo para la producción en viveros y plantaciones jóvenes.

Frente a esta situación toman importancia los métodos de control biológico clásico a través de la importación, cuarentena, cría masiva y liberación de enemigos naturales provenientes del lugar de origen de la plaga (Van Driesche & Hoddle, 2008). En este sentido, se han seleccionado y liberado distintas especies de parasitoides de este gallícola, entre las que se encuentran, *Quadrastichus mendeli*, *Selitrichodes krycery* Kim & La Salle y *Selitrichodes neseri* Kelly & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae) (Kim *et al.*, 2008; Kelly *et al.*, 2012). *Quadrastichus mendeli* Kim & La Salle (fig. 9) es un parasitoide larval de reciente

detección en la provincia de Buenos Aires (Aquino *et al.*, 2017), mientras que *S. neseri* (fig. 10) es un parasitoide larvo-pupal que fue introducido en la región del noreste argentino (SENASA, 2020). *S. krycery* ha sido introducido con éxito en Israel como controlador biológico (Kim *et al.*, 2008)



Figura 9: Hembra adulta de *Quadrastichus mendeli*. (Fuente: Shylesha, 2008).



Figura 10: Hembra adulta de *Selitrichodes neseri*. (Fuente: Kelly *et al.*, 2012).

La selección de materiales genéticos menos susceptibles o preferidos por determinadas plagas, es otra herramienta utilizada para disminuir los daños de las mismas. Existen antecedentes relacionados a la preferencia alimentaria de varias plagas animales de los eucaliptos, en los que se ha observado un comportamiento diferencial de estas especies según el material genético, llegando a seleccionar aún a nivel de procedencias (Thu *et al.*, 2009; Javaregowda y Prabhu, 2010; Santadino *et al.*, 2013; Martínez *et al.*, 2015), incluyendo estudios que involucran específicamente a *L. invasa* (Durand *et al.*, 2011; Guerreiro *et al.*, 2015; Eskiviski *et al.*, 2018; Gudrun *et al.*, s/f).

Estudios recientes han explicado la relación entre la susceptibilidad a *L. invasa* de distintos eucaliptos y su producción de metabolitos secundarios. En ellos se encontró una relación entre la transcripción de genes de terpenos y la tolerancia de distintos materiales a *L. invasa* (Oates *et al.*, 2015). En otros estudios se encontró que la concentración de distintos tipos de terpenos determina la susceptibilidad o tolerancia de *E. grandis* a *L. invasa* (Naidoo *et al.*, 2018). Además, se ha visto que contenidos de flavonoides, taninos y fenoles totales son mayores en clones tolerantes (Yao Jun *et al.*, 2010; Hua-feng, *et al.*, 2012), y que la concentración de los mismos aumentó luego del daño (Wei, *et al.*, 2013).

La región Mesopotámica, y en particular la provincia de Corrientes, es uno de los principales polos forestales de nuestro país, en donde las plantaciones son afectadas por el gallícola *L. invasa* en los primeros años de implantación. Esto hace relevante el estudio de la severidad, de esta especie plaga en los materiales

genéticos de la región y el relevamiento de la presencia de sus posibles biocontroladores.

Objetivos

-Comparar la severidad de *Leptocybe invasa* en distintos materiales de *Eucalyptus* en el centro este de la provincia de Corrientes.

-Relevar la presencia de parasitoides asociados a *Leptocybe invasa* en la región.

Hipótesis

-Los distintos materiales de *Eucalyptus* presentan diferentes grados de susceptibilidad a *Leptocybe invasa*.

-Existen especies de parasitoides de *Leptocybe invasa* en la región.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

La toma de muestras se realizó en un establecimiento ubicado en el partido de Paso de los Libres, provincia de Corrientes, Argentina (29° 47' S, 57°24' O). El clima de la región es templado-cálido/sub tropical, con una temperatura media de 21 °C. Las precipitaciones anuales promedio son de 1400 mm. Los suelos son Paleudalfes según la clasificación de USDA (United States Department of Agriculture) (Cruzate y Panigatti, 2008). Se encuentra dentro de la eco región Campos y Malezales, la cual es una prolongación de la selva paranaense,

caracterizada por vastos pastizales de llanura interrumpidos por pequeños parches boscosos (Matteucci, 2011).

La figura 11 muestra las precipitaciones promedio históricas mensuales en el partido de Mercedes, Corrientes (aproximadamente a 60 Km del sitio de muestreo) y las precipitaciones registradas en el año de estudio. Las mismas fueron cercanas a la media histórica, excepto, durante los meses de noviembre, diciembre y enero, donde fueron mayores.

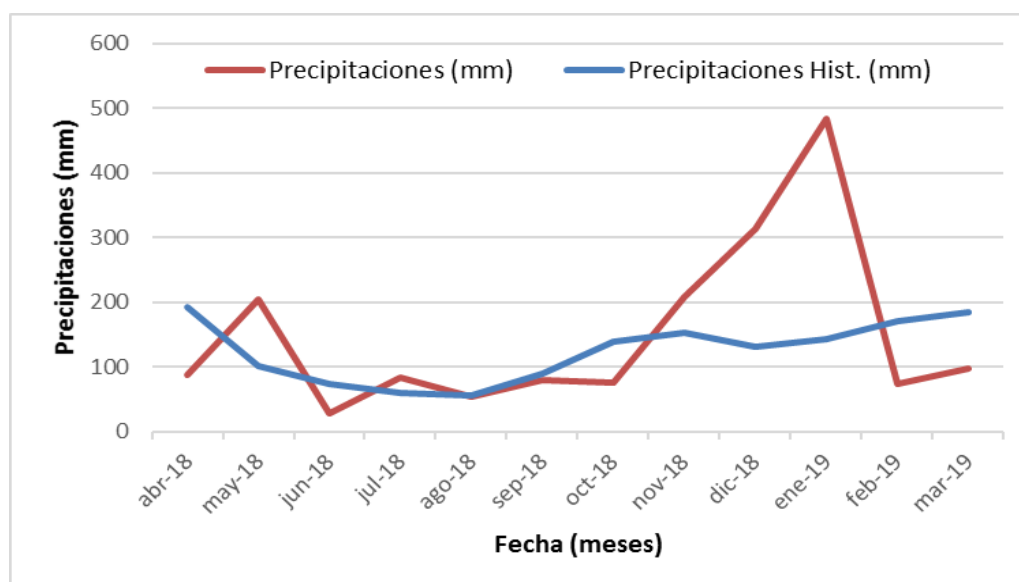


Figura 11. Precipitaciones de Mercedes (Corrientes). (Fuente: Sistema de información y gestión agrometeorológica, INTA).

En la figura 12 se grafica la temperatura media del año de estudio y la histórica para los distintos meses. No se observan anomalías durante el año de muestreo.

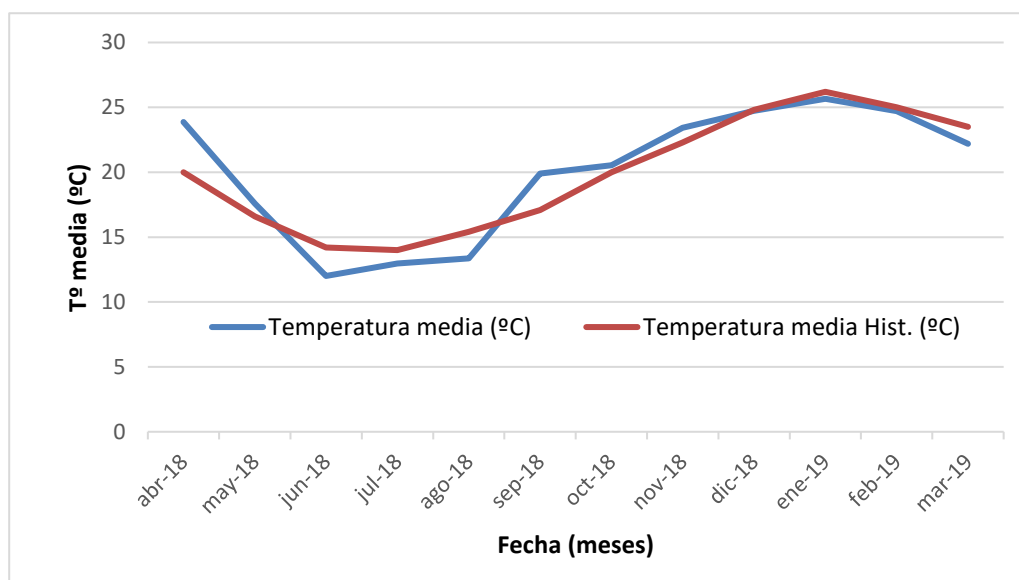


Figura 12. Temperatura histórica media de Mercedes (Corrientes) y durante el período de muestreo. (Fuente: Sistema de información y gestión agrometeorológica, INTA).

Muestreo

Los muestreos fueron realizados en tres montes, de distintos materiales genéticos de eucalipto, ubicados en el mismo establecimiento: una variedad de *E. grandis* proveniente de un huerto semillero clonal HSC 1.5 PF-CIEF (V), un clon de *E. grandis* Clon G009 PF-CIEF (C) (fig. 13) y ejemplares de *E. tereticornis* que formaban cortinas o montes de sombra (X) (fig. 14). Los dos montes de *E. grandis* son plantaciones comerciales cuyo destino será la producción de postes.



Figura 93: Montes de *E. grandis*. Clon (C): G009 PF-CIEF izquierda; Variedad (V): HSC 1.5 PF-CIEF derecha (Fuente: Ignacio Jiménez)



Figura 14: Monte de *E. tereticornis*. Cortina (X) (Fuente: Ignacio Jiménez)

La figura 15 indica la ubicación del establecimiento y de los montes analizados y en la Tabla 1 se muestran los datos más relevantes de los mismos.

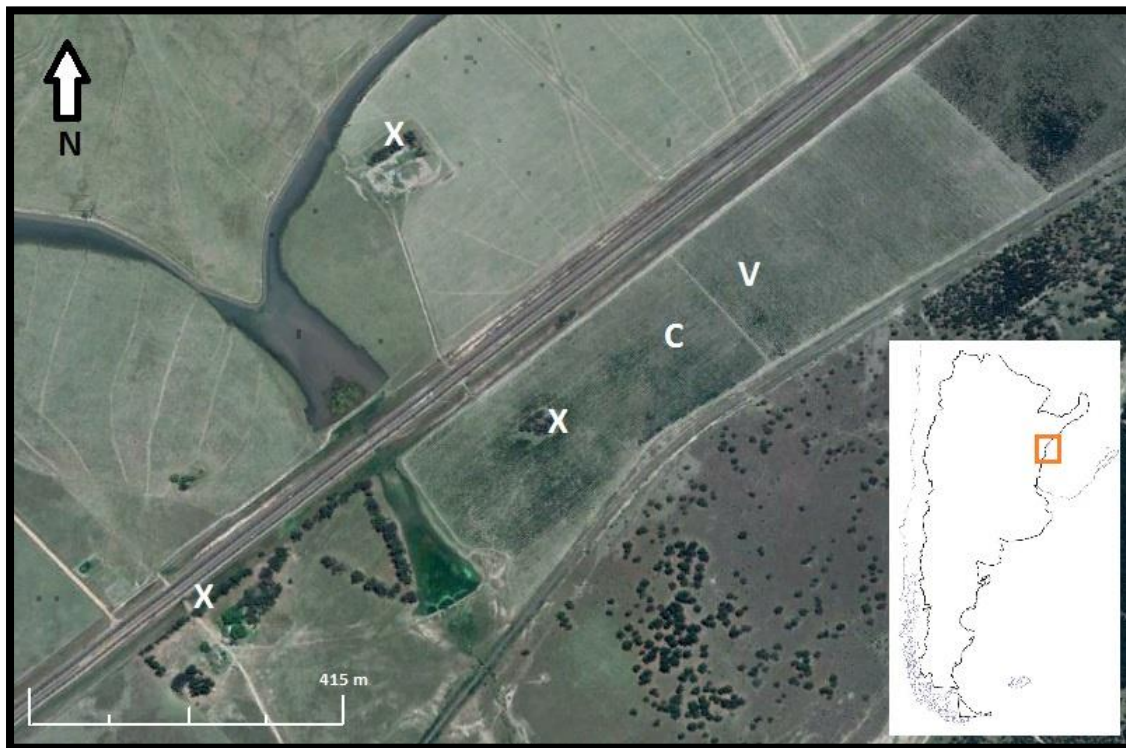


Figura 15. Ubicación de los montes donde se realizaron los muestreos. V: Variedad, C: Clon, X: Cortina. (Fuente: GoogleMaps. 2019. Adaptado por Ignacio Jiménez).

Tabla 1. Características de los tres sitios y materiales genéticos relevados.

	Edad (años)	Densidad (pl/ha)	Superficie (ha)
Clon (C)	4	833	20
Variedad (V)	4	833	20
Cortina (X)	20-40	--	--

El muestreo consistió en tomar seis ramas de 20 cm de longitud con síntomas de daño de *L. invasa* por cada tratamiento y en cada fecha de muestreo. Además, en cada sitio fueron colocadas seis trampas amarillas pegajosas en

árboles seleccionados de manera sistemática trazando una transecta (fig. 16). Las mismas median 3 x 8 cm y fueron colocadas a 1.5 m de altura aproximadamente.



Figura 16. Trampa amarilla para la captura de adultos de *Leptocybe invasa* y sus parasitoides. (Fuente: Ignacio Jiménez).

Las ramas y trampas se recolectaron mensualmente entre abril de 2018 y febrero de 2019. Para el clon no se recolectaron ramas los meses de enero y febrero de 2019 debido a trabajos de poda realizados en el monte. Las muestras fueron colocadas en bolsas rotuladas y llevadas al laboratorio de Zoología Agrícola de la UNLu (Universidad Nacional de Lujan) para realizar las mediciones y observaciones.

En cada rama fueron contabilizados el número de hojas totales (HT) y la cantidad de hojas con presencia de agallas (HA). Todas las agallas fueron medidas con calibre digital, registrándose su longitud (individual o en grupo

cuando se presentaron de esa forma [mmA]). Posteriormente, bajo lupa estereoscópica (Zeiss ® Stemi 508), fueron diseccionadas para registrar el estado de desarrollo de los individuos y su supervivencia. Los registros fueron clasificados como: oviposición (O), sin desarrollo (S/D), larva viva (LV), larva muerta (LM), pupa (PP), adulto (AD) y orificio de salida (OS). Debido a la dificultad en determinar si las agallas incipientes correspondieron a marcas de oviposición o a agallas sin desarrollo, se tomó el criterio de incluirlas en la primera categoría durante primavera, que corresponde al período de mayor actividad de los adultos y en la segunda categoría en las restantes estaciones.

Además, fue registrada la presencia dentro de las agallas del parasitoides *Quadrastichus mendeli* a partir del estado de pupa (PP QUA) y adulto por emerger (AD QUA).

Con los datos registrados se calcularon las siguientes variables:

$$\text{Severidad I}(\%) = \frac{HA}{HT}$$

$$\text{Severidad II} = \frac{mmA}{HA}$$

$$\text{Supervivencia}(\%) = 100 \times \frac{(O^* + LV + PP + AD + OS)}{(O + LV + PP + AD + OS + S/D + LM)}$$

$$\text{Parasitismo}(\%) = 100 \times \frac{(PPQUA + ADQUA)}{(PPQUA + ADQUA + PP + AD)}$$

(O*): incluidas sólo durante la primavera.

Las trampas amarillas fueron observadas bajo lupa para identificar y cuantificar los adultos de *L. invasa* y los de sus parasitoides. Este análisis se realizó por trampa, ya que no siempre se recuperaron todas las trampas. Para diferenciar las especies halladas se utilizaron las descripciones taxonómicas de Kim *et al.* (2008) y Mendel *et al.* (2004).

Análisis estadístico

Para evaluar la susceptibilidad de cada material genético, se compararon las variables *Severidad I* (porcentaje de hojas con daño por rama), *Severidad II* (mm de agalla/hoja) y *Supervivencia* (porcentaje de agallas con desarrollo: oviposiciones, larvas y/o pupas vivas). Estas variables fueron analizadas en cada estación del año. Previamente, se pusieron a prueba los supuestos de normalidad y homocedasticidad de las variables.

La Severidad I y II fueron estudiadas por medio de un análisis de varianza de un factor (material genético), mientras que la supervivencia fue analizada con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, por no cumplir el supuesto de normalidad (Prueba de Kolmogorov-Smirnov, $p > 0,05$). Los análisis fueron realizados para cada estación del año por separado.

Las capturas de adultos de *L. invasa*, de los parasitoides encontrados y la suma de ambos por trampa, fueron comparadas entre los materiales genéticos con un análisis de varianza, considerando a las fechas como bloques.

Cuando los análisis resultaron significativos, para separar los tratamientos fueron usadas la Prueba de Tukey (para muestras de n desigual) y la de Conover, para los análisis paramétricos y no paramétricos, respectivamente.

El programa utilizado fue el InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2018), y se tuvo en cuenta un nivel de significancia del 5% en todos los análisis.

Resultados y Discusión

Severidad

En las figuras 17 y 18 se presentan las variables Severidad I y Severidad II respectivamente, para cada uno de los tres materiales y estaciones del año. No se observaron diferencias entre los montes para la Severidad I dentro de la misma estación, excepto en el invierno, cuando *E. tereticornis* (cortina) presentó un porcentaje de hojas con agallas significativamente mayor (fig. 17). Sin embargo, para la Severidad II tanto en otoño como en invierno fue mayor el tamaño de las agallas en las hojas infestadas de la cortina (fig. 18).

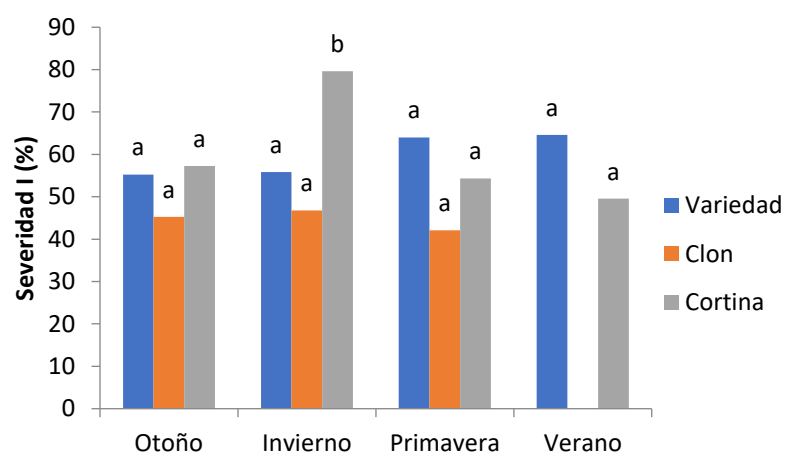


Figura 107: Porcentaje de hojas con agallas (Severidad I) en las distintas estaciones del año y materiales de *Eucalyptus*. Letras distintas en la misma estación indican diferencias significativas (Prueba de Tuckey, $p < 0,05$).

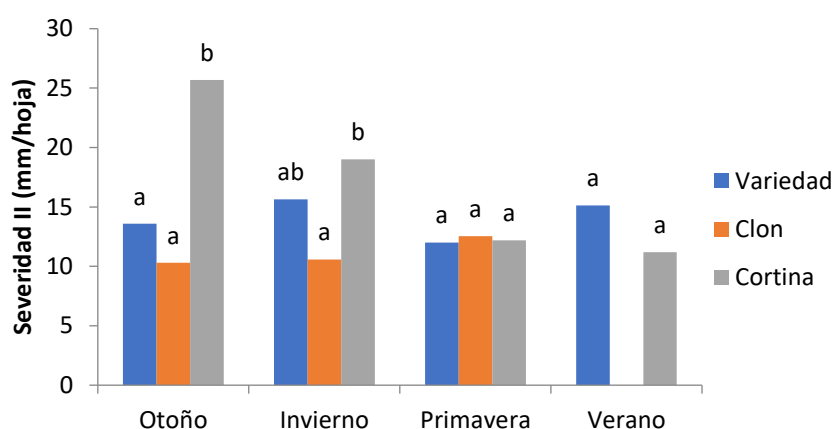


Figura 118: Longitud media de las agallas por hoja infectada (Severidad II) en las distintas estaciones del año y materiales de *Eucalyptus*. Letras distintas en la misma estación indican diferencias significativas (Prueba de Tuckey, $p < 0,05$).

Supervivencia

En dos de las tres estaciones en las que fue evaluado el clon, la supervivencia en este material fue significativamente menor que en los otros dos materiales (fig.

19). En primavera, no se evidenciaron diferencias significativas, probablemente debido a que la gran mayoría de las agallas en esta estación corresponden a marcas de oviposición, las que se consideraron en su totalidad como vivas. Por su parte, en el verano la supervivencia fue mayor en la cortina que en la variedad.

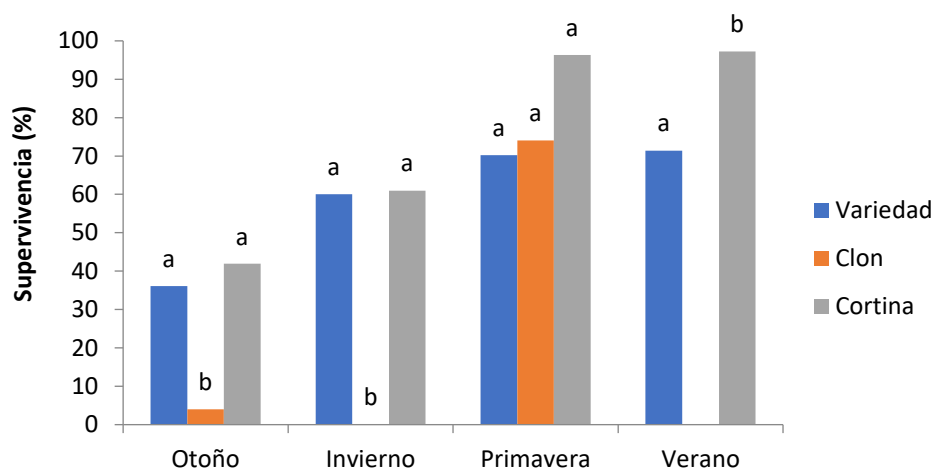


Figura 129: Supervivencia de *Leptocybe invasa* en las distintas estaciones del año y materiales de *Eucalyptus*. Letras distintas en la misma estación indican diferencias significativas (Prueba de Conover, $p < 0,05$).

El análisis de las tres variables en su conjunto indicaría que *L. invasa* no presenta preferencia para oviponer entre los materiales de eucalipto analizados, ya que todas las variables evaluadas no difirieron en la primavera, período en el que la mayoría de las agallas se encuentran en este estado de desarrollo. Al contrario, según un estudio realizado en Brasil la preferencia para oviponer y el grado de desarrollo de las posturas podrían estar determinadas por factores genéticos de los ejemplares de *Eucalyptus* (Guerreiro *et al.*, 2015). En el presente

estudio, es probable que la cercanía de los distintos montes haya dificultado a *L. invasa* su selección al oviponer (ver figs. 13, 14 y 15).

Por otro lado, se puede observar que en el monte clonal menos del 50% de las hojas presentaron agallas durante el muestreo (Severidad I), porcentaje que resultó significativamente menor cuando las agallas se encontraron en estado de larva desarrollada o pupa, principales estados de reposo invernal (Ansa *et al.*, 2018). Finalmente, la supervivencia fue considerablemente menor en el clon durante otoño e invierno. A estos resultados se suma la ausencia de orificios de salida en el clon durante todo el año, lo que indicaría que la avispa no logra cumplir su desarrollo en este material. Estas observaciones sugieren una menor susceptibilidad del material clonal de *E. grandis* a *L. invasa*.

Diversos estudios han demostrado la existencia de grados de susceptibilidad en distintos materiales de *Eucalyptus*. En Sudáfrica, fueron analizadas plantas de 30-50 cm de altura pertenecientes a 49 genotipos de cinco especies de *Eucalyptus*, encontrando que 22 de estos materiales resultaron susceptibles (Gudrun *et al.*, s/f). En India, ejemplares jóvenes de un material clonal de *E. camaldulensis* mostraron daños severos o altos, mientras que los ejemplares de clones de *E. grandis* tuvieron daños severos o bajos (Karnataka, 2010). Por su parte, un estudio llevado a cabo en Vietnam también encontró distintos niveles de tolerancia a *L. invasa* en 18 especies de *Eucalyptus*. Entre ellas, si bien *E. tereticornis* y *E. grandis* fueron susceptibles, distintas variedades de *E. grandis* presentaron los mayores niveles de tolerancia (Thu *et al.*, 2009).

En nuestro país, en Misiones se evaluó la susceptibilidad a *L. invasa* de distintas especies e híbridos de un año de edad, en donde *E. tereticornis* fue la especie más susceptible, mientras que *E. grandis* se encontró entre las más resistentes (Eskiviski *et al.*, 2018). Estas observaciones concuerdan con los resultados encontrados en esta tesis.

La serie de investigaciones antes descritas indicarían una relación entre la genética de la planta y su grado de tolerancia a *L. invasa*. Sin embargo, otros factores como las condiciones climáticas (Mutitu *et al.*, 2007; Zhu *et al.*, 2012) y la edad de la planta también podrían influir en su susceptibilidad (Thu *et al.*, 2009).

Capturas de adultos y nivel de parasitismo

Las trampas amarillas capturaron tanto ejemplares de *L. invasa* (fig. 20), como de uno de sus parasitoides, *Quadrastichus mendeli* (fig. 21).



Figura 20: Adulto de *Leptocybe invasa* capturado con trampa amarilla (Fuente: Ignacio Jiménez).



Figura 21: Adulto de *Quadrastichus mendeli* capturado con trampa amarilla (Fuente: Ignacio Jiménez).

Las capturas de ambas especies fueron graficadas en su conjunto para cada monte en las diferentes fechas de muestreo (fig. 22). Es importante aclarar que las capturas están expresadas como ejemplares por trampa porque no en todas las fechas de muestreo se encontraron las seis trampas de cada tratamiento.

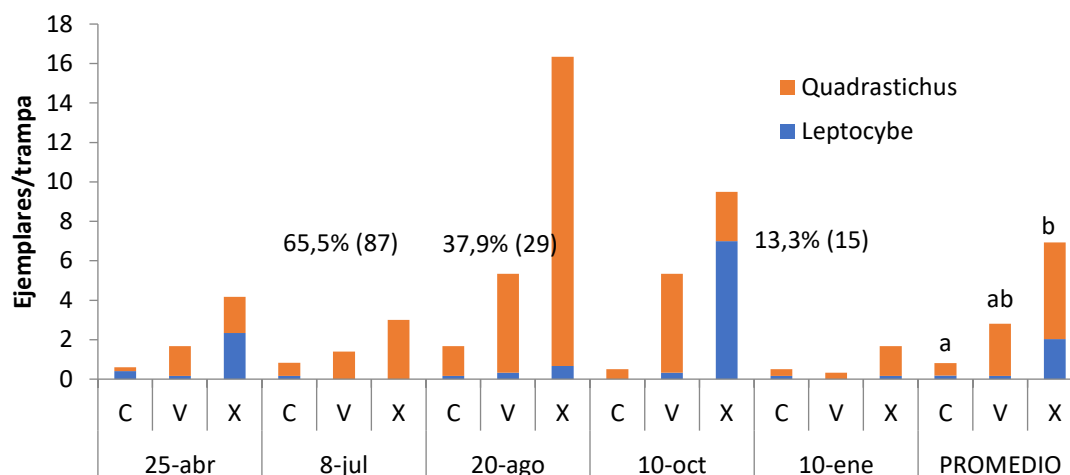


Figura 22: Promedio de adultos por trampa de *Quadrastichus mendeli* y *Leptocybe invasa* y porcentaje de parasitismo (n). C (clon), V (variedad), X (cortina). Letras distintas en el promedio de ejemplares totales por trampa, indican diferencias significativas (prueba de Tukey $p < 0,05$).

Al igual que en las trampas, en la disección de agallas la única especie de parasitoide encontrada fue *Q. mendeli* (fig. 23). En la figura 22 se presentan los niveles de parasitismo, correspondientes principalmente a agallas encontradas en la cortina de *E. tereticornis* y en menor medida en la variedad de *E. grandis*. En las muestras del monte clonal, nunca se encontraron pupas ni adultos por emerger ni de *L. invasa* ni de su parasitoide.



Figura 23: Pupa de *Quadrastichus mendeli* en agalla parasitada (Fuente: Ignacio Jiménez).

Tanto las capturas de *L. invasa* como las de su parasitoide, no presentaron diferencias significativas entre los distintos montes. Sin embargo, al comparar la suma de ambas especies, el análisis arrojó diferencias en el nivel poblacional de cada material de *Eucalyptus* (fig. 22). En la cortina fueron capturados significativamente más ejemplares que en el clon, mientras que la variedad presentó un nivel poblacional intermedio. Este análisis pareciera ser más representativo ya que la presencia de una especie depende directamente de la otra. Al presentar menores niveles de daño y supervivencia en el clon, era de esperar que las capturas de *L. invasa* en estado adulto, así como su parasitoide, sean menores en ese sitio. Por otro lado, como se dijo anteriormente, el porcentaje de parasitismo (valores que se encuentran sobre las barras) sólo se calculó para la variedad y la cortina, ya que en el clon no se hallaron pupas ni adultos por emerger de ninguna de las dos especies.

No existen registros previos de este parasitoide en la provincia de Corrientes, por lo que este estudio sería el primero en registrarlo y analizar su desarrollo a lo largo del año en dicha provincia. *Quadrastichus mendeli* es un microhimenoptero ectoparasitoide nativo de Australia que se reproduce por telitoquia (Sangtongpraow y Charernsom, 2019). Los ejemplares miden entre 1,15 – 1,35 mm de longitud y su cuerpo es mayormente amarillo con marcas marrón oscuro (Shylesha, 2008). Estudios llevados a cabo en Israel y Tailandia estimaron que su desarrollo, desde la oviposición hasta la emergencia, es de alrededor de 30 días (Kim, *et al.* 2008; Sangtongpraow y Charernsom, 2019). La longevidad de los adultos depende de la alimentación suministrada, por lo que varía entre 3 - 6 días en Israel (Kim, *et al.* 2008) y 4 - 7 días en Tailandia (Shylesha, 2008). Se ha demostrado que no parasita otras especies de insectos beneficiosos (Shylesha, 2008).

El porcentaje de parasitismo obtenido en Israel fue de 73%, registrando una tasa de parasitismo de 2,5 agallas/día (Kim, *et al.* 2008). Otro estudio realizado en India arrojó un porcentaje de parasitismo de 81 – 94% (Shylesha, 2008). En Italia, el parasitismo promedio de varias localidades fue de entre 30,2 y 50,5% (Nugnes *et al.* 2016). Algunos de estos valores son similares o superiores a los encontrados en este trabajo, lo que podría deberse a la incipiente colonización de este enemigo natural en la región.

La corta duración del ciclo de *Q. mendeli* (alrededor de cinco veces menos que *L. invasa*), y su alta tasa de parasitismo hacen de esta una especie de importancia en el control de la avispa de la agalla.

Conclusión

El monte clonal de *Eucalyptus grandis* fue el material menos susceptible al daño de *Leptocybe invasa*, encontrándose en el mismo sólo marcas de oviposición que en ningún caso continuaron con su desarrollo. Asociado a esto, la población de adultos y parasitoides capturada en este monte también fue menor.

Fue encontrada la especie *Quadrastichus mendeli* parasitando espontáneamente agallas de *L. invasa* lo que constituye el primer registro de la especie para la provincia de Corrientes.

Bibliografía

Aguerre, M., Carpineti, L., Dalla Tea, F., Denegri, G., Frangi, J., Garran, S., Gimenez, E., Glade, J., Larocca, L., Marco, M., Mendonza, L., Cln Pujato, J., Rembado, G., Sanchez Acosta, M. Y Vaccaro, N. 1995. Manual para productores de eucaliptos de la Mesopotamia Argentina. Subsecretaría de Producción Agropecuaria y Mercados. 7: 36-40. Disponible en:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_para_productores_de_eucaliptos_de_la_mesopotam.pdf

Ansa, A.; Barrientos, G.; Dettler, A.; Eggs, A.; Riquelme Virgala, M. B. & Santadino, M. 2018. Caracterización de la población invernante de *Leptocybe invasa* (Hymenoptera, Eulophidae) en dos especies de *Eucaliptus* en el NE de Buenos Aires. X Congreso Argentino de Entomología. Mendoza, mayo de 2018.

Aquino, D. A.; Botto E. N.; Loíacono M. S.; Pathauer P. 2011. “Avispa de la agalla del eucalipto”, *Leptocybe invasa* Fischer & Lasalle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae), en Argentina, Revista de Investigación Agropecuaria. Vol. 37: 160-164

Aquino, D.; Hernández, C.; Cuello, E.; Andorno, A. & Botto, E. 2014. Primera cita de la Argentina de *Ophelimus maskelli* (Ashmed) (Hymenoptera: Eulophidae) y su parasitoide, *Closterocerus chamaeleon* (Girault) (Hymenoptera: Eulophidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 73 (3-4): 179-182

Ansa A., Santadino M., Natello I., Barrientos G., Dettler A., Sobero y Rojo P., Coviella C. y M. B. Riquelme Virgala. Evaluación de algunos insecticidas

sistémicos sobre dos importantes plagas del género *Eucalyptus*. En prensa. Quebracho Revista de Ciencias Forestales.

Baraño, J. J.; Craig, E. y Cucciuffo, E. 2014. *Eucalyptus*, Dasonomía. Material didáctico asignatura Dasonomía. Departamento de Tecnología, Universidad nacional de Luján.

Beale, I. y Ortiz, E. C. 2013. El Sector Forestal Argentino: Eucaliptos. Revista de Divulgación Técnica.

Botto, E. N.; Adorno, A. V.; 2012. Insectos exóticos invasivos que han afectado recientemente a los eucaliptos en la Argentina. VIII Congreso Argentino de Entomología. 17 al 20 de abril de 2012. Bariloche, Argentina. Resúmenes de trabajos. Pág. 312.

Bouvet, J. P. R.; L. Harrand y D. Burckhardt. 2005. Primera cita de *Blastopsylla occidentalis* y *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) para la República Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. 64(1-2): 99-102.

Braier, G. 2004. Tendencias y perspectivas del sector forestal al año 2020

Argentina. FAO. Disponible en:
<http://forestindustria.magyp.gob.ar/archivos/tecnica-e-informacion/tendencias-y-perspectivas-al-2020.pdf>

Carpintero, D. L. y Dellapé, P. M. 2006. A new species of *Thaumastocoris* Kirkaldy from Argentina (Heteroptera: Thaumastocoridae: Thaumastocorinae). Zootaxa, 1228: 61-68.

Costa, V., A. E. Berti Filho, C. F. Wilcken, J. L. Stape, J. Lasalle & L. de D. Teixeira. 2008. *Eucalyptus* gall wasp, *Leptocybe invasa* Fischer & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) in Brazil: new forest pest reaches the New World. Rev. Agric., 83(2): 136-139.

Cruzate, G. y Panigatti, J. L. 2008. Suelos y ambientes de Corrientes, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Di Rienzo, F., Casanoves, M., Balzarini, G., Gonzalez, L. y Tablada, M. 2018. InfoStat versión 2018. Grupo infostat, fca, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Volume 115.

Doganlar, O. 2005. Occurrence of *Leptocybe invasa* Fischer & LaSalle, 2004 (Hymenoptera: Eulophidae) on *Eucalyptus camaldulensis* in Turkey, with a description of the male sex. Zool. Middle East, 35: 112-114.

Durand, N.; Rodrigues, J. C.; Mateus, E.; Boavida, C. y Branco, M. 2011. Susceptibility Variation in *Eucalyptus* spp. in Relation to *Leptocybe invasa* and *Ophelimus maskelli* (Hymenoptera: Eulophidae), Two Invasive Gall Wasps Occurring in Portugal. Silva Lusitana. 19: 19-31.

Eskiviski, E., Schapovaloff, M., Dummel, D., Fernández, M. y Aguirre, F. 2018. Susceptibility of eucalyptus species and hybrids to the gall wasp *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) in northern Misiones, Argentina. Forest Systems. 27.

FAO. 1981. El Eucaliptus en la repoblación forestal. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/AC459S/AC459S00.htm#TOC>

FAO. 2016. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015, segunda edición. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4808s.pdf>

Golfari, L. 1985. Distribución regional y condiciones ecológicas de los eucaliptos cultivados en la Argentina. Problemas inherentes. CIEF Buenos Aires.

González, A. & Solís, S. 2015. Anatomía y morfogénesis de las agallas producidas por *Leptocybe invasa* en plantas de *Eucalyptus*. Boletín Sociedad Argentina de Botanica 50 (2): 141-151.

Griffin, A. R. 2014. Clones or improved seedlings of *Eucalyptus*? Not a simple choice. International Forestry Review. Vol.16. Disponible en: <https://www.ingentaconnect.com/content/cfa/ifr/2014/00000016/00000002/art00010?crawler=true>

Gudrun, D. Michael, J. W. Brett, P. H. y Bernard, S. s/f. Diversity in *Eucalyptus* susceptibility to the gall-forming wasp *Leptocybe invasa*. Disponible en: https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/20457/DittrichSchro%cc%88der_Diversity_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Guerreiro, J. C. Del Quiqui, E. M. Masqueti De Oliveira, A. H. Maciel, J. P. Dileli M. W. y Ferreira-Filho, P. J. 2015. Susceptibility of *Eucalyptus* spp. (Myrtales: Myrtaceae) and clones to *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) in Paraná, Brazil. The Florida Entomologist. 98(2): 787-789

Harrand, L. Oberschelp, J. Mastrandrea, C. 2017. Curso: Principios técnicos para el cultivo de especies forestales de Entre Ríos. Ministerio de Agroindustria. Disponible en:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/materiales_geneticos_y_tecnologia_de_la_madera.pdf

Hua-feng, Z., Wen-tong, K., Shun-li, C., Xing-hao, C. y Xiu-qin. L. 2012. Study on the relationship between *Eucalyptus* clones and the damage degrees caused by *Leptocybe invasa* Fisher et La Salle. Journal of Fujian College of Forestry. Disponible en: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotat-FJLB201204011.htm

Jhala, R., Patel, M., Vaghela, N. 2010. Effectiveness of insecticides against blue gum chalcid, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae), infesting *Eucalyptus* seedlings in middle Gujarat, India. Karnataka J. Agric. Sci.

Javaregowda, J y Prabhu, ST. 2010. Susceptibility of *Eucalyptus* species and clones to gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher and La Salle (Eulophidae: Hymenoptera) in Karnataka. Karnataka Journal of Agricultural Sciences 23, 220-221.

Jorge, C., Gómez. D. y Martínez-Crosa, G. 2014. La avispa agalladora del eucalipto *Leptocybe invasa*: reconocimiento, daños y posibles estrategias de manejo. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, VI Jornada técnica de protección forestal. Uruguay.

Karnataka, J. 2010. Susceptibility of *Eucalyptus* species and clones to gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher and La Salle (Eulophidae: Hymenoptera) in Karnataka. Journal of Agricultural Sciences, 23 (1).

Kelly, J., La Salle, J., Harney, M., Dittrich-Schröder, G. y Hurley, B. 2012. *Selitrichodes neseri* n. sp., a new parasitoid of the eucalyptus gall wasp *Leptocybe*

invasa Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae). Zootaxa. 3333. 50-57.

Kim, I K., Mendel, K., Protasov, A., Blumberg, D. y La Salle, J. 2008. Taxonomy, biology, and efficacy of two Australian parasitoids of the eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae). Zootaxa1910: 1–20.

La Salle, J. 2005. Biology of gall inducers and evolution of gall induction in Chalcidoidea (Hymenoptera: Eulophidae, Eurytomidae, Pteromalidae, Tanaostigmatidae, Torymidae) pp 507–537. Raman, A., Schaefer, C.W. &Withers, T.M. (eds). Biology, ecology, and evolution of gall-Inducing arthropods. Science Publishers, Inc., Enfield, New Hampshire, EEUU. 817 pp. (2 vols.).

Martínez, C., Riquelme Virgala, M.B., Santadino, M.V., De Haro, A.M. y Barañao, J.J. 2015. Estudios sobre el comportamiento de forrajeo de *Acromyrmex lundii* Guering (Hymenoptera, Formicidae) y su efecto sobre el crecimiento de *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae). Revista Arvore (Brasil) 39(1): 10p.

Matteucci, S.D. 2011. Capítulo 7. Ecorregión Campos y Malezas. En: Morello, J., Matteucci, J., Rodriguez, A. y Silva, M. Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. 1° ed. Buenos Aires. Ed. Orientación gráfica. 752p.

Mendel, Z., Protasov, A., Fisher, N. y La Salle, J. 2004. Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on Eucalyptus. Australian Journal of Entomology.

Meskimen, G., Francis, J. K. 1990. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Rose gum eucalyptus. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.

Mutitu, K.E., Otieno, B.O., Oeba, V.O., Nyeko, P. & Day, R.K. 2007. Spatial distribution of the Blue Gum Chalcid, *Leptocybe invasa* on *Eucalyptus* species in Kenya. *Discovery and Innovation*, 19,369–394.

Naidoo, S., Christie, N., Acosta, J. J., Mphahlele, M. M., Payn, K. G., Myburg, A. A. y Külheim, K. 2018. Terpenes associated with resistance against the gall wasp, *Leptocybe invasa*, in *Eucalyptus grandis*. *Plant, cell and environment*. Vol. 41: 1840-1851.

Noack, A. E. y Coviella C. E. 2006. *Thaumastocoris australicus* Kirkaldy (Hemiptera: Thaumastocoridae): first record of this invasive pest of *Eucalyptus* in the Americas. *General and Applied Entomology* 35: 13-14.

Nugnes, F., Gebiola, M., Gualtieri, L., Russo, E., Sasso, R., y 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.

Oates, C. N., Külheim, C., Myburg, A. A., Slippers, B. y Naidoo, S. 2015. The Transcriptome and Terpene Profile of *Eucalyptus grandis* Reveals Mechanisms of Defense Against the Insect Pest, *Leptocybe invasa*. *Plant Cell Physiol*. 56(7): 1418–1428.

Orwa et al. 2009. *Eucalyptus grandis*. Disponible en: http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Eucalyptus_grandis.PDF

Paine, T. D., Steinbauer, M. J. y Lawson, S. A. 2011. Native and exotic pests of *Eucalyptus*: a worldwide perspective. Annual review of entomology. 56:181-201.

Pensotti, S., Mendy, M. B.; Pombo, M. J. 2012. Control de la avispa de la agalla del eucalipto *Leptocybe invasa* Fischer & Lasalle. XXVI Jornadas forestales de Entre Ríos.

Ramos, S. 2015. Problemas sanitarios en forestaciones de eucalipto de la Mesopotamia Argentina. - XXIX Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia.

MAGyP. 2014. Argentina: Plantaciones Forestales Y Gestión Sostenible. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. –UCAR. http://forestaindustria.magyp.gob.ar/backup2/_archivos/_ambiente/publi_ambiental.pdf

Sangtongpraow, B. y Charernsom, K. 2019. Biological traits of *Quadrastichus mendeli* (Hymenoptera, Eulophidae), parasitoid of the *Eucalyptus* gall wasp *Leptocybe invasa* (Hymenoptera, Eulophidae) in Thailand. EDP Sciences: 26, 8.

Santadino, M., Liljethrom G., Coviella, C. 2013. Feeding and oviposition preferences of *Thaumastocoris peregrinus* (Heteroptera: Thaumastocoridae). Abstracts. Annual Meeting Entomological Society of America. Austin, Tx. USA, 10-13 Nov., 2013.

SENASA. 2014. Resolución-166-2014-SENASA - Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.

SENASA. 2020. Se liberan pequeñas avispas para controlar plaga que afecta a eucaliptos. Disponible en: <http://www.senasa.gob.ar/senasa->

[comunica/noticias/se-liberan-pequenas-avispa-para-controlar-plaga-que-afecta-eucaliptos](#)

Shylesha, A. N. 2008. Classical biological control of eucalyptus gall wasp *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle. National bureau of agriculturally important insects, p.o.box no 2491, h.a. Farm post, bellary road, hebbal, bangalore 560 024.

SINAVIMO (Sistema nacional argentino de vigilancia y monitoreo de plagas).

2019. *Eucalyptus tereticornis*. Disponible en:

<https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/eucalyptus-tereticornis>

Thu, Q.; Dell, B. & Burgess, T. 2009. Susceptibility of 18 *Eucalyptus* species to the gall wasp *Leptocybe invasa* in the nursery and young plantations in Vietnam. Science Asia 35: 113-117

Van Driesche R. y Hoddle M. 2008. Control of Pests and Weeds by Natural Enemies: An Introduction to Biological Control. Blackwell, Malden, MA, USA.

Vastrad, S. y Ramanagouda, H. 2014. Invasive Gall Wasp (*Leptocybe invasa*) in Eucalypt and Its Management.

Vitousek, P.1990. Biological Invasions and Ecosystem Processes: towards an integration of population biology and ecosystem studies. Ecosystem Management. Springer, New York, EEUU.

Wei, W., JianMin, Xu., GuangYou, L., Chao, H., ShiJun, W. y ZhaoHua, L. 2013. Effects on secondary metabolite contents in *Eucalyptus* strains damaged by *Leptocybe invasa*. Journal of Tropical and Subtropical Botany. Vol.21 (6): 521-528.

YaoJun, W., MingShan, C., DeWei, L., JiTong, L., YuanLi, Q., HuaYan, H. y JianRen, J. 2010.Effect of the damage of *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle on condensed tannin contents of different *Eucalyptus* clones. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition). Vol.34 (6): 1-4.

Zheng, X. L., Kai H., Zong-You L., Jun Z., Yang Y., Xiu-Hao L., Wen. 2018. Offspring sex ratio and reproductive tactics of *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae): testing the effect of environmental characteristics. International Journal of Tropical Insect Science. 1-6.

Zhu, F. L., Ren, S. X., Qiu, B. L., Huang, Z., y Peng, Z. Q. 2012. The abundance and population dynamics of *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) galls on *Eucalyptus* spp. in China. Journal of Integrative Agriculture. 11(12): 2116-2123.