



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-463

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Daños estacionales a piñas y piñones de *Pinus pinea* de diferentes edades causados por *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera, Coreidae)

PONCE HERRERO, L.¹; PONCE DÍAZ, A.¹; SACRISTÁN VELASCO, A.¹ Y PAJARES ALONSO, J.A.¹

¹Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible, Universidad de Valladolid-CIFOR INIA, Av. Madrid 44, 34004 Palencia.

Resumen

La disminución de la producción y del rendimiento de las piñas de *Pinus pinea* L. en la Región Mediterránea se ha relacionado con la presencia de *Leptoglossus occidentalis*. La ausencia de signos que permiten asignar su autoría dificulta la estimación de los daños causados por esta plaga. Se realizó un estudio para evaluar el efecto de la alimentación *L. occidentalis* en piñas de 1^{er}, 2^o y 3^{er} año y caracterizar la tipología de daños. Durante 2015, en un Banco Clonal (Tordesillas; Valladolid) se embolsaron temporalmente dos hembras vírgenes o dos ninfas en un total de 279 piñas de tres edades durante diferentes periodos. Se realizó un seguimiento semanal y en el otoño se recolectaron las piñas de 3^{er} año para medir su rendimiento y cuantificar los daños. La supervivencia de las piñas de 1^{er} y 2^o año se evaluó al cabo de un año. *L. occidentalis* daña severamente las piñas de todas las edades. El 86% de las piñas de 1^{er} año abortaron cuando sufrieron alimentación al comienzo de su desarrollo, mientras que entre el 100% y el 86% de las piñas de 2^o año abortaron cuando fueron atacadas entre primavera y mediados del verano. La alimentación en piñas de 3^{er} año durante mayo y abril causó más del 60% de los abortos de las piñas, resultado significativamente mayor que en el resto de los tratamientos. El rendimiento de las piñas no abortadas en los tratamientos de junio y julio se vio significativamente reducido a la mitad con respecto a los controles. El porcentaje de piñones dañados fue significativamente mayor en los tratamientos de junio y julio que en los controles. Se determinaron tres tipos generales de daño en los piñones no abortados, asociados a las diferentes etapas de desarrollo de las piñas. El daño a los embriones fue mayor entre principios y mediados del verano, mientras que los daños al endospermo aumentaron a lo largo del verano.

Palabras clave

Chinche de las piñas, pino piñonero, alimentación, rendimiento, embriones, endospermo.

1. Introducción

El chinche de las piñas, *Leptoglossus occidentalis*, es una plaga que ataca las piñas y las semillas de las coníferas. Es originaria del oeste de Norteamérica, y se ha extendido en las últimas décadas por el norte de África, Europa y Asia (China, Corea y Japón) (AHN et al., 2013). En Europa, fue citada por primera vez en Italia en 1999, y en España la primera detección fue en Cataluña en 2003 (GALLEGO et al., 2013).

Los principales daños causados por *L. occidentalis* son de naturaleza económica. En EEUU y Canadá ha provocado con graves pérdidas en huertos semilleros (BATES & BORDEN, 2006). En la región mediterránea se ha asociado con importantes reducciones en la producción y rendimiento de las piñas de *P. pinea* L. (ROVERSI et al., 2011). El piñón blanco es uno de los recursos no madereros de mayor importancia económica en los montes españoles de pino piñonero, llegando a alcanzar un precio de 100 €/kg (CALAMA et al., 2016). Según el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) la producción de piñón con cáscara en 2010 fue de 4.485 T, lo que supuso un beneficio estimado de 11.344.813 €.

En la Meseta Norte, el rendimiento de piñón blanco sobre peso de piña se ha reducido desde un valor histórico medio de 3,5 - 4% a menos del 2 - 3% en los últimos años (MUTKE et al., 2016), una fuerte disminución posiblemente asociada con la acción del chinche de las piñas.

Una de las razones que ha impedido la asignación segura del chinche como agente causante de los daños es la ausencia de síntomas o signos específicos que los relacionen. Diversos trabajos han tratado de caracterizar los daños causados por esta especie sobre diferentes especies forestales. KOERBER (1963) y BRACALINI et al. (2013) no observaron variaciones morfológicas sobre piñas de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco y de *P. pinea*, respectivamente, sobre las que se alimentó *L. occidentalis*. BATES et al. (2000) analizaron radiográficamente semillas *P. menziesii* observando una disminución del endospermo tras la alimentación de *L. occidentalis*.

No existen, por tanto, evidencias suficientes que permitan relacionar las recientes pérdidas observadas en la cosecha de pino piñonero en diversos países circunmediterráneos con la acción de este chinche.

2. Objetivos

Con el fin de evaluar la disminución de la producción y del rendimiento de la cosecha de piñas en los últimos años, posiblemente causada por *L. occidentalis*, se llevaron a cabo varios experimentos de campo en los que se embolsaron adultos y ninfas en piñas de todas las edades durante 2015 y 2016. Además, se trató de caracterizar y relacionar los daños observados en los piñones con la alimentación de *L. occidentalis*.

3. Metodología

Los ensayos se llevaron a cabo en el banco clonal de *P. pinea* de “El Molinillo”, situado en Tordesillas, Valladolid (675 m s.n.m.; X: 337.455 Y: 4.596.041; ETRS Huso 30N). La parcela de ensayos está compuesta por 139 pies injertados, repartidos en 12 filas y 12 columnas.

A finales del invierno del 2015 se contaron todas las piñas de 2º y 3º año de la parcela. Seguidamente, se seleccionaron varios grupos de árboles y de piñas en cada árbol (excluyendo el eje del árbol) para los distintos ensayos: 15 árboles con 5 piñas de 3º año cada uno, 10 árboles con 5 piñas de 3º año y 15 árboles con 5 piñas de 2º año. Las piñas seleccionadas se aislaron individualmente en bolsas de malla de plástico de 1 mm de luz (cuadradas de 35 x 25 cm para las de 3º año y cilíndricas de 10 cm de diámetro por 18 cm de largo, cerradas en un extremo, para las de 2º año). A principios de julio se seleccionaron 5 piñas de 1º año recién formadas en cada uno de 15 árboles, que fueron aisladas en bolsas (cilíndricas de 5,5 cm de diámetro por 13 cm de largo).

Los insectos utilizados para los tratamientos fueron obtenidos de una colonia de laboratorio como progenie de primera generación de padres silvestres colectados en Castilla y León. Los tratamientos consistieron en el embolsamiento de 2 hembras vírgenes (piñas de 2º y 3º año) durante 2 semanas o 2 ninfas de los estadios 3º y 4º (piñas de 1º año) durante 1 semana, en diversos momentos a lo largo de la estación de crecimiento de las piñas. Los embolsamientos fueron examinados al cabo de 1 semana y los adultos muertos fueron sustituidos. Después del tratamiento las piñas continuaron aisladas en las bolsas. En cada experimento, una de las piñas de cada árbol se dejó como control protegido sin tratamiento, y también se seleccionó una piña no protegida como control expuesto a la acción de la población natural del chinche en la parcela. En la Tabla 1 se muestran las fechas de los distintos tratamientos. En cada experimento, todos los tratamientos se instalaron en cada uno de los árboles, que actuaron como factor bloque de un diseño experimental de bloques completos al azar. El estado de las piñas tratadas fue examinado visualmente cada semana hasta mediados de octubre.

Tabla 1. Fecha del tratamiento, edad de las piñas y número de árboles utilizados en los experimentos.

Experimento	Número de árboles	Edad piñas	Fecha tratamiento
1	15	3º	10/24 abril
			7/21 mayo
			5/18 junio
			3/16 julio
2	15	2º	7/21 mayo
			4/18 junio
			3/16 julio
3	15	1º	2/9 junio
			20/27 agosto

Las piñas de 3^{er} año fueron cosechadas el 2 de diciembre y procesadas en laboratorio. Cada piña se midió, pesó en verde y secó en estufa a 45°C durante aproximadamente una semana. Posteriormente, cada piña se pesó en seco y se extrajeron los piñones, descartando aquellos con una longitud menor de 4 mm. Los piñones con testa se contabilizaron y pesaron antes de su apertura manual. Una vez abiertos se clasificaron en abortados, dañados y sanos, se contabilizaron y se pesaron sin testa.

Los piñones abortados y dañados se clasificaron según CALAMA et al. (2016) con modificaciones (Figura 1):

- Abortados: Piñones vanos, mayores de 4 mm pero con tamaño inferior al normal, a veces fusionados a la escama.
- Dañados tipo A: Piñones de tamaño normal, sin embrión ni endospermo con tegmen pegado a la testa.
- Dañados tipo B: Piñones con embrión seco, sin endospermo o con éste malformado y con tegmen fusionado a la cáscara o deformado.
- Dañados tipo C: Piñones con embrión vivo dentro del endospermo, que aparece total o parcialmente dañado, tegmen normal.



Figura 1. Piñones dañados. De izquierda a derecha: Abortado, dañados Tipo A, Tipo B y Tipo C.

Análisis estadístico

La mortalidad en las piñas de 1º y 2º año, fue analizada mediante un test Chi-cuadrado de Pearson para comprobar el efecto de los tratamientos sobre la supervivencia las piñas, seguido de un test exacto de Fisher aplicando la corrección de Bonferroni (CRAWLEY, 2012) para las comparaciones entre los diferentes tratamientos, para un valor de $\alpha = 0.05$. En las piñas de 3^{er} año, las variables respuesta rendimiento, porcentaje (%) de piñones abortados, porcentaje (%) piñones dañados, porcentaje (%) de daños tipo A, B y C fueron analizadas ajustando los factores bloque y tratamiento a una distribución del error de Poisson, o quasiPoisson (en caso de sobredispersión) en un modelo lineal generalizado (GLM) con función loglink. Cuando se detectaron efectos significativos de los tratamientos ($P < 0.05$), las medias se compararon mediante el test de Tukey para un valor de $\alpha = 0.05$. Todos los cálculos se realizaron utilizando el paquete informático R (THE R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014).

4. Resultados

Hubo diferencias significativas en la mortalidad de las piñas entre los tratamientos, tanto en las de 1^{er} año como en las de 2^o año (Tabla 2). La mortalidad de las piñas de 1^{er} año fue significativamente mayor en las piñas tratadas la primera semana de julio que en los controles. Las piñas embolsadas con ninfas a finales de agosto, sin embargo, sufrieron una mortalidad mucho menor, no significativamente superior a las piñas embolsadas de los controles, que no sufrieron mortalidad alguna. Similarmente, se observó una mortalidad decreciente a lo largo de la estación en los embolsamientos de las piñas de 2^o año. Así, todas las piñas embolsadas en mayo se secaron, mientras que solo lo hizo, significativamente menos, aproximadamente la tercera parte de aquellas sometidas a alimentación a finales de agosto o la octava parte de los controles. No hubo diferencias significativas en la mortalidad sufrida por las piñas embolsadas a fines de primavera o a principios de verano.

Tabla 2. Mortalidad en la primavera de 2016 de las piñas de 1^o y 2^o año tratadas en 2015. Los tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($\alpha = 0.05$)

Tratamiento (2015)	Piñas de 1 ^o (%) mortalidad
2/9 julio	86,6 a
20/27 agosto	13,3 b
Control	0,0 b
Tratamiento (2015)	Piñas de 2 ^o (%) mortalidad
7/21 mayo	100 a
4/18 junio	86,6 ab
2/16 julio	80,0 ab
20 ago/3 sept	35,7 bc
Control	13,3 c

Todas las piñas de 3^{er} año embolsadas 2 semanas con hembras de *L. occidentalis* en primavera (abril o mayo) se secaron (Figura 2). El rendimiento de las piñas tratadas aumentó según los embolsamientos con el chinche se produjeron más tarde a lo largo de la estación de crecimiento de las piñas. El rendimiento de las piñas tratadas a principios de verano apenas superó el 2%, (2,07% y 2,38% en junio y julio respectivamente) significativamente menos que el rendimiento de las piñas embolsadas control, que alcanzó un valor medio del 4,18%. Las piñas expuestas (no embolsadas) obtuvieron un rendimiento del 3,50%, no significativamente diferente del obtenido por los controles protegidos.

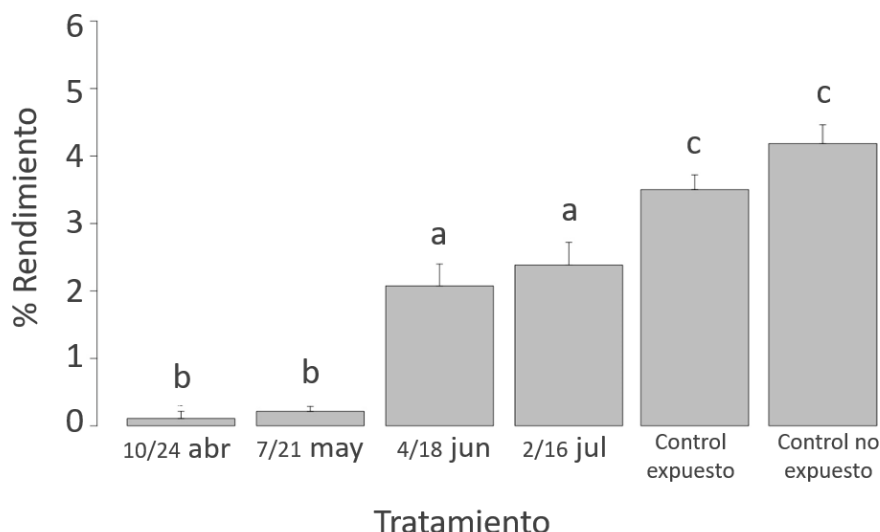


Figura 2. Rendimiento de las piñas de 3er año en los diferentes tratamientos.

Los embolsamientos de adultos en las piñas de 3er año en primavera causaron el aborto de prácticamente la totalidad de los piñones, generalmente al producirse el aborto de la piña (Figura 3). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el porcentaje de piñones abortados entre los embolsamientos de verano (15,8% y 22,19%) y los controles expuestos (18,74%) o protegidos (15,83%).

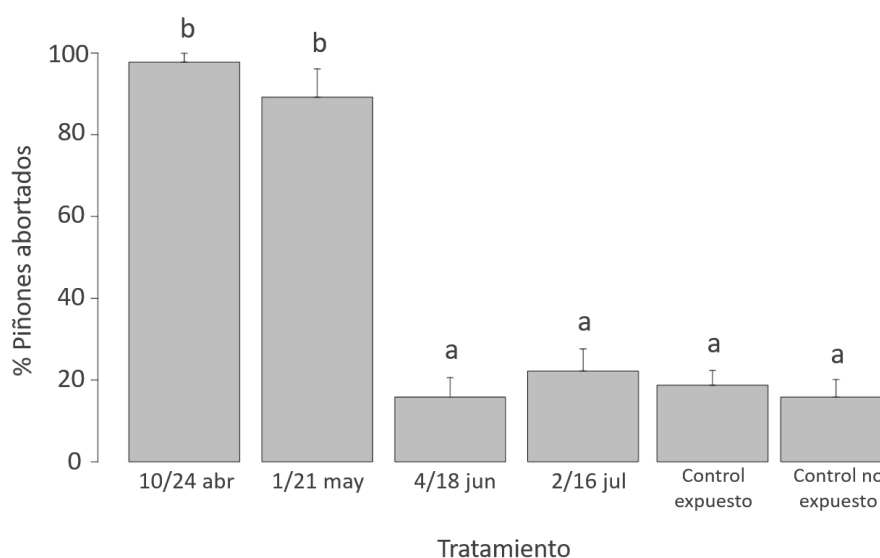


Figura 3. Porcentaje de piñones abortados de las piñas de 3er año en los diferentes tratamientos.

Entre los piñones que no abortaron, se encontró una elevada proporción de piñones dañados en los embolsamientos realizados a principios de verano (58,5%). Este porcentaje se redujo ligera y no significativamente (49,5%) cuando los embolsamientos se realizaron un mes más tarde. Los controles, tanto expuestos como protegidos, tuvieron una proporción de daños significativamente menor (21,96% y 10,96% respectivamente).

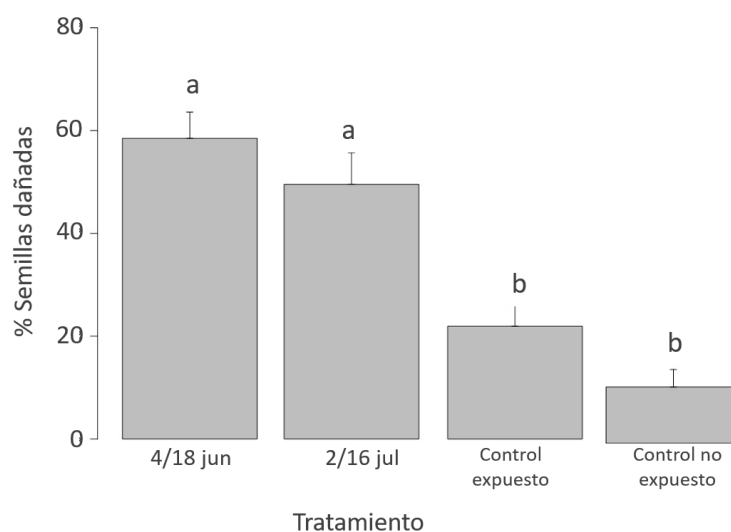


Figura 4. Porcentaje de piñones dañados de las piñas de 3er año en los diferentes tratamientos.

Se encontraron diferencias significativas entre la tipología de los daños observados en las piñas embolsadas con el chinche a lo largo del verano y los registrados en los controles (Tabla 3). Las piñas que recibieron la alimentación controlada del chinche en verano (junio y julio) mostraron una elevada proporción de daños de tipo B (embrión formado pero muerto, sin endospermo; aprox. el 80%), mientras que en los controles la proporción de estos daños fue próxima al 50%. Se observó una disminución significativa de los daños de tipo A (piñones vanos) entre junio y julio, y contrariamente se observó un aumento de los daños de tipo C (daños al endospermo) entre dichos meses. En los controles, expuestos y no expuestos, los daños se repartieron en proporciones similares entre los daños de tipo B y C, mientras que los de tipo A fueron casi inexistentes.

Tabla 3. Porcentaje de cada tipo de daño por fecha de tratamiento sobre el 100% de los piñones dañados.

Tratamiento	Daños tipo A (%)	Daños tipo B (%)	Daños tipo C (%)
4 – 18 junio	13,8 a	78,9 a	9,2 a
2 – 16 julio	4,9 b	84,1 a	14,0 a
Control expuesto	1,5 b	44,0 b	54,5 b
Control aislado	1.2 b	53.6 b	45,2 b

5. Discusión

Los resultados del embolsamiento de piñas de *P. pinea* de diferentes edades con ninfas y adultos de *L. occidentalis* mostraron que este insecto es capaz de provocar reducciones en la producción de las piñas y en el rendimiento de la cosecha de piñón blanco como las observadas últimamente en los pinares de Castilla y León.

Se observó una evidente variación en la cantidad de daño provocado por este insecto según la alimentación se produjo en distintos momentos del desarrollo de las piñas a lo largo de la estación. Cuando las ninfas del chinche se alimentaron sobre las piñas de 1^{er} año poco tiempo después de su polinización (primeros de julio) causaron su completa mortalidad. Cuando la alimentación se realizó sobre piñas más lignificadas, al final del verano, la mortalidad se redujo apreciablemente y no difirió de los controles. Similarmente, la alimentación de las hembras del chinche causó una mortalidad

significativamente decreciente a lo largo de la estación (100% a mediados de primavera y 35,7% a finales de verano) sobre las piñas de 2º año. Estos elevados valores de mortalidad son similares a los obtenidos por ROVERSI et al. (2014) en Italia, quienes observaron un 60% de abortos en piñas de 1º año y un 80% de abortos en piñas de 2º año. Igualmente, todas las piñas de 3º año que recibieron alimentación de hembras en abril o mayo abortaron, mientras que apenas hubo mortalidad en las piñas embolsadas con el chinche el resto de la estación. Esta mayor mortalidad de las piñas de todas las edades al comienzo de su desarrollo estaría relacionada tanto con el tamaño de las piñas, especialmente en las de 3º año, como con el proceso de lignificación, ya que el endurecimiento de las escamas podría dificultar la inserción del estilete de *L. occidentalis*. La longitud del estilete de ninfas y adultos determina la profundidad de su acceso al interior de las piñas, condicionando el tipo de daño causado. Así, en las piñas de 3º año a partir de verano el estilete de los adultos no llega a alcanzar las partes más internas. No obstante, PIMPAO et al. (2016) encontraron que la longitud del estilete de todos estadios ninfales, excepto el 1º, y de los adultos, les facultaba para alcanzar los óvulos de las piñas de 3º año en primavera.

A lo largo de la estación, las piñas de 3º año aumentan fuertemente de tamaño, se endurecen y los piñones van desarrollándose. Correspondientemente, el rendimiento y el tipo de daños causados por la alimentación del chinche varían a lo largo de este desarrollo de las piñas. De esta manera, el chinche provoca una reducción del rendimiento a la mitad cuando se alimenta al comenzar el desarrollo de los piñones (junio y principios de julio). En nuestros ensayos, las piñas protegidas control obtuvieron rendimientos del 4%, un valor considerado normal, mientras que los rendimientos del 2% alcanzados por las piñas tratadas en junio y julio se encuentran dentro del rango observado en los últimos años (MUTKE et al., 2016).

La reducción del rendimiento en las piñas no abortadas es debida a un fuerte aumento de los daños causados a los piñones. La proporción de piñones dañados llegó a ser casi del 60% en los tratamientos de principios de junio y un poco menor, aproximadamente el 50%, en los de principios de julio, valores significativamente mayores que los encontrados en los controles protegidos (11%) y expuestos (22%). Un nivel de daños del 70% ha sido citado por BATES et al. (2010) en embolsamientos de dos individuos adultos durante dos semanas con piñas de *P. menziesii*. En Italia, desde el primer registro del chinche en las masas de *P. pinea* de Toscana el porcentaje de semillas sanas ha disminuido del 70 al 6% (BRACALINI et al., 2013).

Se encontraron diferencias no solamente el nivel de daño, sino también en la tipología del daño entre las piñas tratadas y aquellas que no sufrieron alimentación controlada. Las piñas que recibieron la alimentación del chinche a principios de verano mostraron una alta prevalencia de daños que supusieron la muerte del embrión (daños tipo B), mientras que las proporciones de piñones en los que el embrión ni siquiera llegó a formarse (daños tipo A), o sólo el endospermo resultó parcialmente dañado (daños tipo C), fueron claramente menores. Por el contrario, tanto en las piñas control protegidas como en las expuestas la tipología de los daños fue diferente: prácticamente la mitad de los piñones dañados habían sufrido la muerte del embrión, y la otra mitad presentó distintos grados de daños parciales al endospermo, pero no al embrión. CALAMA et al. (2016) en su caracterización de los daños en piñas expuestas en la Meseta Norte encontró una prevalencia de daños al embrión. KOERBER (1963) asoció la alimentación de *L. occidentalis* a semillas de *P. menziesii* con endospermo destruido, reducido, arrugado y amarillento. En las pequeñas semillas de esta especie es de esperar que los daños al embrión y al endospermo se produzcan simultáneamente. Las semillas o piñones vacíos (daños tipos A en nuestro estudio) podrían asociarse a un fracaso de la polinización (KOERBER, 1963), resultando la asociación de la tipología de daño con la alimentación de *L. occidentalis* no clara. En nuestro caso, sin embargo, se observó una disminución, no significativa, de este tipo de daños entre los tratamientos de junio y julio (14% vs 5%) y además éstos fueron significativamente menores en los controles (aprox. 1%). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre los controles protegidos y los expuestos en el rendimiento, en la proporción de piñones dañados, y en la tipología de los daños. Ello podría deberse a la escasa presencia de *L. occidentalis* silvestres en la

parcela de ensayos durante la primavera y la mayor parte del verano, de forma que en las piñas expuestas no, o raramente, sufrieron la acción del chinche en ese periodo. Las inspecciones visuales en las piñas de la parcela solo detectaron la presencia de ninfas y adultos desde fines de agosto.

Así pues, se encontró una relación entre la alimentación de *L. occidentalis* y la disminución de la producción y el rendimiento de la cosecha de piñas, ya fuese por aborto de las piñas o por daños en los piñones. Estos efectos fueron mayores cuanto más temprano se produjo la acción del chinche a lo largo del desarrollo de las estructuras reproductivas. Por otro lado, la asignación de los daños observados en monte a *L. occidentalis* sigue resultando problemática. En nuestros experimentos el espectro de tipos de daño resultó cuantitativamente diferente entre las piñas de 3º que recibieron alimentación a principio del verano y los controles, pero no sabemos si éstas diferencias se presentarán también cuando la acción del chinche sea más tardía durante la estación. Se han utilizado métodos moleculares para ayudar a éste propósito. BRACALINI et al. (2015) desarrollaron dos pares de primers específicos para la detección de ADN de *L. occidentalis* sobre semillas de coníferas, aunque no consiguieron detectar ADN de esta plaga en piñones. Es necesario, pues, seguir profundizando en el estudio de los daños causados por esta plaga que permita una asignación más segura de su incidencia.

6. Conclusiones

El chinche de las piñas causó daños severos a piñas y piñones de *P. pinea* en experimentos de alimentación controlada. La intensidad de los daños provocados dependió de la edad de las piñas y de la época de alimentación a lo largo de su periodo de desarrollo.

Las piñas de 1º año abortaron cuando el ataque se produjo a principios de verano, las de 2º año lo hicieron si el ataque fue entre mediados de primavera y principios de verano y las de 3º año se secaron cuando la alimentación se realizó entre mediados y finales de la primavera.

El rendimiento de los controles alcanzó valores normales, mientras que el de las piñas que sufrieron alimentación del chinche (no abortadas) se vio reducido a la mitad. El rendimiento aumentó según la alimentación se fue retrasando a lo largo de la estación.

Los daños a los piñones en las piñas de 3º año disminuyeron a lo largo del verano. La tipología del daño pareció estar asociada a las diferentes etapas de desarrollo de las piñas. El daño a los embriones fue mayor entre principios y mediados del verano, mientras que los daños al endospermo aumentaron a lo largo del verano. La proporción de los distintos tipos de daño fue diferente en los controles.

7. Agradecimientos

Agradecemos la ayuda de campo y el apoyo prestados por F.J. Gordo, los agentes medioambientales del Servicio Forestal de Castilla y León en Valladolid y al personal del Centro de Sanidad Forestal de Castilla y León (Calabazanos, Palencia). G. Álvarez-Baz colaboró en los análisis estadísticos. Este trabajo ha sido financiado por la Diputación de Valladolid (Proyecto PROPINEA) y por la Junta de Castilla y León mediante el “Convenio de colaboración entre la Junta de Castilla y León y la Universidad de Valladolid para la realización de un estudio sobre plagas de perforadores de piñas en *Pinus pinea* L.”.

8. Bibliografía

AHN, S.J.; SON D.; CHOO, H.Y.; PARK, C.G.; 2013. The first record on *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) in Korea, a potential pest of the pinaceous tree species. *J. Asia Pacific Entomol.* 16 281–284.

BATES, S. L.; BORDEN, J. H.; 2005. Life table for *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) and prediction of damage in lodgepole pine seed orchards. *Agric. Forest Entomol.*, 7(2), 145-151.

BATES, S.L.; BORDEN, J.H.; KERMODE, A.R. BENNETT, R.G. 2010. Impact of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) on Douglas-Fir Seed Production. *J. Econ. Entomol.*, 93(5), 1444-1451.

BRACALINI, M.; BENEDETTELLI, S.; CROCI, F.; TERRENI, P.; TIBERI, Z.; PANZAVOLTA, T. 2013. Cone and Seed Pests of *Pinus pinea*: Assessment and Characterization of Damage. *J. Econ. Entomol.* 106(1): 229-234.

BRACALINI, M.; CERBONESCHI, M.; CROCI, F.; PANZAVOLTA, T.; TIBERI, R.; BIANCALANI, C.; MACCONI, S.; TEGLI, S.; 2015. Alien pest molecular diagnostics: can DNA traces be exploited to assess the damage caused by the western conifer seed bug on stone pine fructification?. *Bulletin of Insectology* 68 (1): 51-60.

CALAMA, R.; GORDO, F.J.; CONDE, M.; MADRIGAL, G.; MUTKE, S.; PARDOS, M.; GARRIGA, E.; MONTERO, G.; FINAT, L.; MARTÍN, R.; CUBERO, D.; 2016. Pérdidas de rendimiento de piña y piñón en las masas de *Pinus pinea*. Jornada final proyecto PROPINEA Pedrajas San Esteban, 29 febrero 2016.

CALAMA, R.; GORDO, J.; MADRIGAL, G.; MUTKE, S.; CONDE, M.; MONTERO, G.; PARDOS, M.; 2016. Enhanced tools for predicting annual stone pine (*Pinus pinea* L.) cone production at tree and forest scale in Inner Spain. *Forest Systems*, 25(3), 079.

CRAWLEY, M. J. (2012). The R book. John Wiley & Sons. 942. Chichester,

GALLEGO, D.; MÁS, H.; GONZÁLEZ-ROSA, E.; SÁNCHEZ-GARCÍA, F. J.; 2013. Primeros resultados sobre el origen de las poblaciones de *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 en la península Ibérica. 6º Congreso Forestal Español, 6CFE01-408.

KOERBER, T.W. 1963. *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera, Coreidae), a Newly Discovered Pest of Coniferous Seed. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 56(2), 229-234.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (MAPAMA). 2010. Anuario de Estadística Forestal 2010.

MUTKE, S.; CALAMA, R.; GORDO, J.; NICOLAS, J.L.; HERRERO, N.; ROQUES, A.; 2015. Pérdida del rendimiento en piñón blanco de *Pinus pinea* en fábrica - *Leptoglossus* y la Seca de la Piña. III Reunión Científica de Sanidad Forestal, Madrid, 7-8 octubre 2015.

PIMPÃO, M.; VALDIVIESSO, T.; TRINDADE, C.S.; NAVES, P.; SOUSA, E.; 2016. *Leptoglossus occidentalis* Damages on Stone Pine Female Reproductive Structures. 2nd International Meeting on Mediterranean Stone Pine for Agroforestry, Oeiras, Portugal, 18 - 20 mayo 2016.

ROVERSI, P.F.; STRONG, W.B.; CALECA, V.; MALTESE, M.; PEVERIERI, G.S.; MARIANELLI, I.; MARZIALI, I.; STRANGI, A.; 2011. Introduction into Italy of *Gryon pennsylvanicum* (Ashmead), an egg parasitoid of the alien invasive bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann. *EPPO Bulletin*, 41(1), 72-75.

ROVERSI, P. F.; SABBATINI PEVERIERI, G.; MALTESE, M.; FURLAN, P.; STRONG, W. B.; CALECA, V. 2014. Pre-release risk assessment of the egg parasitoid *Gryon pennsylvanicum* for classical biological control of *Leptoglossus occidentalis*. *J. appl. Entomol.*, 138(1-2):27-35.

THE R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, Available from [URL:http://www.r-project.org](http://www.r-project.org).