



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-482

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

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Variabilidad espacio-temporal en el daño asociado a *Leptoglossus occidentalis* en pinares de *Pinus pinea* de la provincia de Valladolid

CALAMA, R.^{1,3}, GORDO, F.J.², MUTKE, S.^{1,3}, MADRIGAL, G.^{1,3}, CONDE, M.¹, RAPOSO, R.^{1,3}, ELVIRA, M.^{1,3}, PARDOS, M.^{1,3}

¹ INIA-CIFOR. Dpto. Selvicultura y Gestión de los Sistemas Forestales

² Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid. Junta de Castilla y León

³ iuFOR. Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible INIA-UVa

Resumen

El piñón de *Pinus pinea* L. constituye uno de los principales productos forestales de la cuenca mediterránea. En los últimos años se ha detectado por parte del sector una disminución en los rendimientos en piñón de las piñas. Esta caída de rendimiento viene motivada por un incremento significativo del número de piñones dañados, asociado a la presencia de la chinche exótica *Leptoglossus occidentalis* Heidemann.

Se presenta un avance de los resultados correspondientes al seguimiento de la evolución espacio-temporal de la tasa de daño en piñones asociado a *L. occidentalis* realizado durante tres años consecutivos (2013 a 2015) en 30 parcelas localizadas en la provincia de Valladolid. Se analiza el posible efecto de parámetros caracterizadores de la comarca de estudio, estación y masa (madurez, espesura), así como del clima anual y de la cantidad de fruto disponible, sobre la mayor o menor incidencia en la tasa de daño en piñón. Los resultados permiten identificar un mayor nivel de afección en las estaciones localizadas en los páramos calizos, en aquellas masas con mayor espesura y con pies de menor tamaño. Se observa además una mayor tasa de daños en los años con menor cosecha, y mayor sequía primaveral. Los resultados indican que una gestión orientada a maximizar la producción y el tamaño individual de piña pueden conducir a menores tasas de daño en los piñones.

Palabras clave

Rendimiento en piñón, pino piñonero, selvicultura preventiva, chinche.

1. Introducción

El piñón de *Pinus pinea* L. constituye uno de los principales productos forestales de la cuenca mediterránea, alcanzando un valor de mercado minorista superior a los 100 €/kg. El producto final de interés, el piñón blanco, se obtiene tras la cosecha de las piñas de los árboles, bien por medios manuales o mecanizados. La posterior transformación industrial de las piñas consiste en su secado, extracción de piñones, cascado de los mismos y clasificación. Desde el punto de vista de los transformadores industriales, la variable caracterizadora de la calidad de la piña es el rendimiento final en peso del piñón blanco de las piñas verdes (razón entre el peso del piñón blanco obtenido y el peso de piñas verdes entrante en fábrica). Valores históricos citados para este rendimiento final se sitúan en torno al 3.5-4.0 % para la provincia de Huelva (serie 1992-1999; MONTERO et al. 2004), 2.7-4.4% para Valladolid (serie 1996-1999, en CALAMA et al. 2015); 1.9 - 4.1 % para el Sistema Central (serie 1996 - 2003, en MORALES 2009).

Esa variable queda definida por el producto entre el rendimiento en peso del piñón con cáscara de las piñas verdes y el rendimiento en piñón blanco del piñón con cáscara. El rendimiento en peso del piñón con cáscara de las piñas verdes es una variable en la que tradicionalmente se ha observado una gran variabilidad interanual (13,7 - 18,8%, en GORDO, 2004), asociada a factores tales como el tamaño de la piña, el tamaño de los piñones y el número de piñones por kg de piña verde, factores estos a su vez muy relacionados con las precipitaciones ocurridas en el periodo de engorde de las piñas inmaduras, lo que ocurre durante el último de los tres años del ciclo de maduración (MUTKE et

al. 2007). Un bajo valor asociado a este rendimiento se identificó tradicionalmente como el responsable de los bajos rendimientos finales en algunos años excepcionales. Por el contrario, las observaciones indicaban un valor casi constante en el rendimiento en piñón blanco de los piñones con cáscara, situado en torno al 22-25%.

A partir de la cosecha 2011-2012 se detectó en las fábricas una caída significativa en los rendimientos finales en piñón blanco en las piñas procedentes de distintas regiones españolas y portuguesas (SOUSA et al., 2012; MUTKE et al. 2015), que desde entonces se han situado en valores medios en todas las regiones españolas por debajo del 1 – 3% (CALAMA et al. 2015), provocando graves pérdidas de producción y rentabilidad en el sector industrial asociado. Pronto se comprobó que esta caída se relaciona con una drástica reducción en el rendimiento en piñón blanco de los piñones con cáscara, motivado por un espectacular incremento del porcentaje de piñones vanos y dañados (figura 1). Como ejemplo, en la provincia de Valladolid en las campañas a partir de 2012-2013 se alcanzaron valores medios de tasa de daño en piñones de entre el 45%-60%, frente a los valores medios inferiores al 20% medidos antes del año 2000 (CALAMA et al., 2015). En los últimos años, valores similares se detectaron en todos los países de producción de piñón mediterráneo, desde Portugal hasta Líbano (MUTKE et al., 2016)

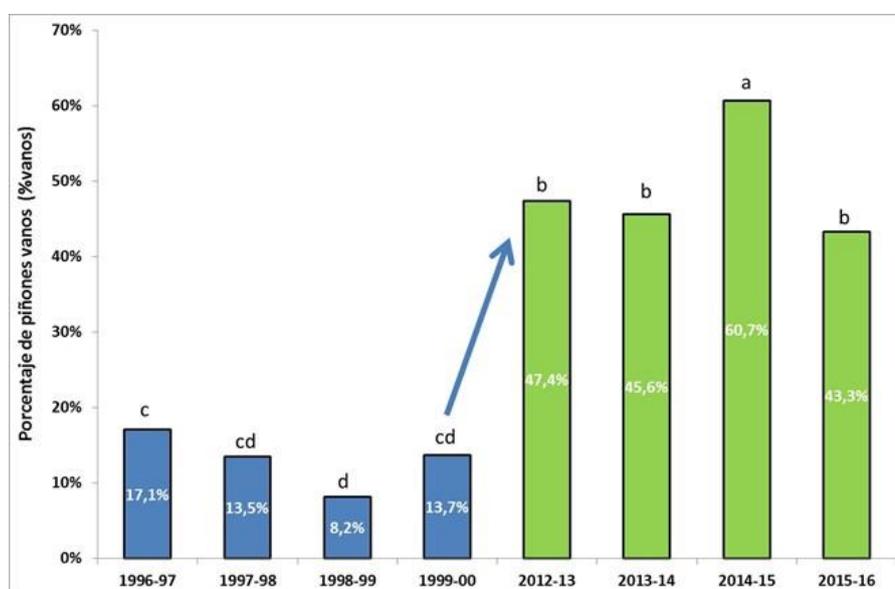


Figura 1. Comparación en el porcentaje de piñones dañados en la provincia de Valladolid, series históricas 1996-1999 frente a muestreos recientes 2012-2015 (Calama et al. 2015). Años con distinta letra indican diferencias significativas con un p -valor $< 0,05$

En una primera fase, el estudio del incremento en el número de piñones dañados se ha centrado en identificar el agente causante. Las evidencias recientes (SOUSA et al., 2012; CALAMA et al. 2016a) asocian este daño generalizado a la introducción accidental en 1999 y posterior rápida expansión por todo Europa, el Magreb y Asia Menor de la chinche exótica *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, hemíptero succionador de semillas de coníferas (ROVERSI et al., 2011), y que se ha asociado a pérdidas drásticas en la producción de semilla en distintas especies de coníferas en Europa (LESIEUR et al. 2014). Una vez identificado el agente causal, las nuevas líneas de investigación deben orientarse a estudiar si existen diferentes patrones espaciotemporales de afección, al objeto de identificar factores de vulnerabilidad y resistencia frente a la plaga, que permitan definir propuestas de gestión orientadas a minimizar el impacto del ataque y poder desarrollar estrategias de control integral de esta plaga. El presente trabajo se enmarca dentro de esta línea de investigación.

2. Objetivos

Se plantea estudiar la evolución espacio-temporal en el nivel de daño en los piñones de *P. pinea* asociado a *L. occidentalis*, utilizando para ellos los datos procedentes del muestreo realizado en tres campañas (2013-2014 a 2015-2016) de 30 parcelas localizadas en la provincia de Valladolid. Este objetivo se concreta en los siguientes objetivos específicos:

- Análisis exploratorio de la evolución espacio-temporal del daño
- Identificación de factores de estación, rodal y climáticos que definan el patrón espacio temporal de daño
- Elaborar propuestas de gestión que minimicen el impacto de la plaga

3. Metodología

Muestreos en campo

Desde el año 1996 el CIFOR-INIA, en colaboración con el Servicio Territorial de Medio ambiente de Valladolid, mantienen una red de parcelas en masas de *Pinus pinea*, orientadas a estudiar el efecto de la gestión y del clima sobre la dinámica y producción (madera y piña) de estos pinares. Estas parcelas son inventariadas con una periodicidad de 7-8 años, realizándose el último inventario en invierno de 2016 (ver <https://sites.google.com/site/regeneracionnatural/proyecto-rta2013-00011-c02-00/difusion-y-transferencia>).

En la campaña 2013-2014, en 30 parcelas de la red en las que se mantiene la recogida anual de fruto se procedió a realizar un muestreo consistente en seleccionar un total de 25 piñas con apariencia exterior sana. Las 30 parcelas se seleccionaron al objeto de incluir una representación en tres de las principales unidades ecológicas del territorio: las campiñas arenosas, los páramos calizos y las terrazas fluviales. Las piñas se seleccionaban de entre las apeadas en el estudio anual de producción de fruto que se lleva a cabo en estas parcelas. Estas piñas eran identificadas y enviadas al laboratorio de biometría del CIFOR-INIA, donde se procedió a dividir de manera aleatoria las muestras en lotes de 5 piñas (5 lotes por parcela, 150 lotes en total). El muestreo se repitió en las campañas 2014-2015 y 2015-2016, aunque reduciéndose el número de piñas por parcela a 15 (3 lotes por parcela, 90 lotes por año).

Análisis en laboratorio

El análisis experimental sigue el protocolo del CIFOR-INIA y el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid en los estudios de rendimiento de piñón correspondientes al periodo 1996-2003. Una vez identificado en el laboratorio cada uno de los lotes de piñas sanas, se realizó su pesado en verde en laboratorio, mediante balanza de precisión 1 g. Posteriormente las piñas se colocaban en bandejas de aluminio y se secaron en una estufa a 40-45°C, hasta conseguir la apertura de las piñas, lo que se produjo aproximadamente a la semana. Una vez abiertas las piñas, la muestra se volvió a pesar, obteniéndose el peso seco y la humedad relativa inicial de la muestra. Al objeto de poder comparar muestras con distintas humedades, todos los cálculos se refieren a una humedad estándar de 37%.

A continuación se procedió al cascado de las piñas y extracción manual de todos los piñones de las piñas del lote, separando los piñones considerados por su tamaño como normales de los abortos (de longitud inferior a 4 mm) que no se incluyen en el siguiente análisis. Los piñones normales de cada lote se limpian en una centrifugadora, y posteriormente cuentan utilizando una máquina contadora automática de semillas, y se pesan en báscula con precisión de 0,1 gramos. A partir de estos análisis es posible definir variables tales como peso medio (en verde y seco) de una piña, número de piñones por piña y por kg de piña (verde y seca), peso medio del piñón con cáscara, y rendimiento en peso del piñón con cáscara de las piñas verdes (figura 2).



Figura 2. Distintas fases del análisis en laboratorio

Posteriormente, del total de piñones normales de cada lote, se procede a separar de forma aleatoria una submuestra de 50 piñones, que era pesada en báscula de precisión 0,1 g. Estos piñones eran posteriormente cascados con una cizalla o cascador, separándose los piñones vacíos, vanos o con embrión desecado de los sanos o piñón blanco. Los piñones considerados como vanos se contaron y clasificaron de acuerdo al tipo de daño en tres categorías (figura 3) compatibles con los daños observados por *L. occidentalis* en ensayos controlados (CALAMA et al. 2016a). Los piñones sanos se contaron y pesaron. A partir de los análisis anteriores se calculan las siguientes variables: tasa de piñones dañados (variable estudiada en este trabajo), rendimiento en piñón blanco del piñón con cáscara, peso medio del piñón sin cáscara, y rendimiento final en piñón blanco de la piña verde.



Figura 3. Tipología de daño en piñón de *Pinus pinea*

Análisis estadístico

El presente trabajo se centra exclusivamente en la variable tasa de piñones dañados del lote k de la parcela i en el año j , V_{ijk} , variable que puede adoptar valores entre 0 y 1. Desde el punto de vista estadístico puede asociarse a una distribución de tipo binomial, expresada como el número de piñones dañados medidos en una muestra de 50 piñones.

En una primera fase de tipo exploratorio, se analizó si existen diferencias en la tasa de piñones dañados entre las distintas zonas ecológicas (3 niveles), las distintas campañas de estudio (3 niveles) y sus posibles interacciones. En una segunda fase, se intentó identificar el patrón espacial en la tasa de piñones dañados, estudiando el efecto que pueden tener, además de la zona ecológica, atributos a escala de la parcela: área basimétrica, edad, diámetro medio cuadrático, número de pies por ha, índice de espaciamento de Reineke, índice de calidad de estación. Por último, se evaluó el efecto que pueden tener en la variabilidad temporal del nivel de daño atributos variables con el tiempo (factores climáticos, número de piñas cosechadas en la parcela en un determinado año, producción media por ha en el monte en un determinado año).

Dado el carácter binomial de la variable de respuesta, los análisis se plantean como modelos lineales generalizados, utilizando una función de linealización de tipo logit. Asimismo, y dado el carácter jerárquico de la variable de respuesta se propone la inclusión de efectos aleatorios de parcela, de año (no en el caso del análisis exploratorio, donde se considera un efecto fijo) y de la interacción parcela x año. La estructura final del modelo sería:

$$\text{logit}(V_{ijk}) = \log\left(\frac{V_{ijk}}{1-V_{ijk}}\right) = \mu + X\beta + p_i + y_j + (p \times y)_{ij} + e_{ijk} \quad [1]$$

Donde μ representa la constante del modelo, X el conjunto de potenciales variables explicativas (efectos fijos), β los parámetros asociados a esas variables; p_i , y_j y $(p \times y)_{ij}$ efectos aleatorios de parcela, año y parcela x año, distribuidas según una normal de media cero y varianzas σ_p^2 , σ_y^2 y σ_{py}^2 respectivamente.

4. Resultados

El análisis exploratorio reveló diferencias muy significativas entre años (p-valor < 0.0001), presentando la campaña 2014-2015 un valor de tasa de daños muy superior al de las otras dos campañas. En cuanto a las zonas las diferencias fueron menos marcadas, identificándose una diferencia poco significativa (p-valor < 0.10) entre las terrazas fluviales (con menores tasas de daños) y las otras dos zonas. Por último se observó un efecto significativo (p-valor < 0.05) de la interacción (figura 4).

El análisis del posible efecto de los atributos de parcela sobre la tasa de daño en los piñones identificó que, complementando el efecto de la zona, existe un efecto significativo de la densidad de la parcela y del tamaño medio de sus árboles: a mayores valores de área basimétrica se corresponden mayores valores de tasa de daño, mientras que en el caso del diámetro medio cuadrático a mayores valores se observan menores tasas de daño (tabla 1)

Por último se estudió el posible efecto de las variables asociadas al patrón de variabilidad interanual, evaluando su entrada en el modelo definido en el paso anterior. La abundancia de la cosecha en la campaña no fue significativa ni a escala parcela (número de piñas cosechadas en la parcela, p-valor 0.5810), ni a escala del monte (producción media de piña por hectárea recogida en el monte, p-valor 0.9978). Tampoco la suma de las precipitaciones durante el periodo de mayor actividad de *L. occidentalis* (de marzo a septiembre anterior a la recogida, CALAMA et al. 2016a) resultó significativa (p-valor 0.2079).

Sí que debe destacarse que la campaña con mayor afección (campaña 2014-2015) se corresponde con el año más seco, con una precipitación acumulada entre marzo y septiembre de 2014 de entre 75-95 mm, según zonas, frente a los 230-280 mm de 2013 y los 140-165 de 2015. Además esta campaña 2014-2015 fue la de menor producción media provincial, no alcanzando los 20 kg/ha, frente a los 58 kg/ha de la campaña de 2013-2014 y los 67 de 2015-2016. En cualquier caso, estos valores de producción media se sitúan muy por debajo de la media provincial de 195 kg/ha (periodo 1963-2014).

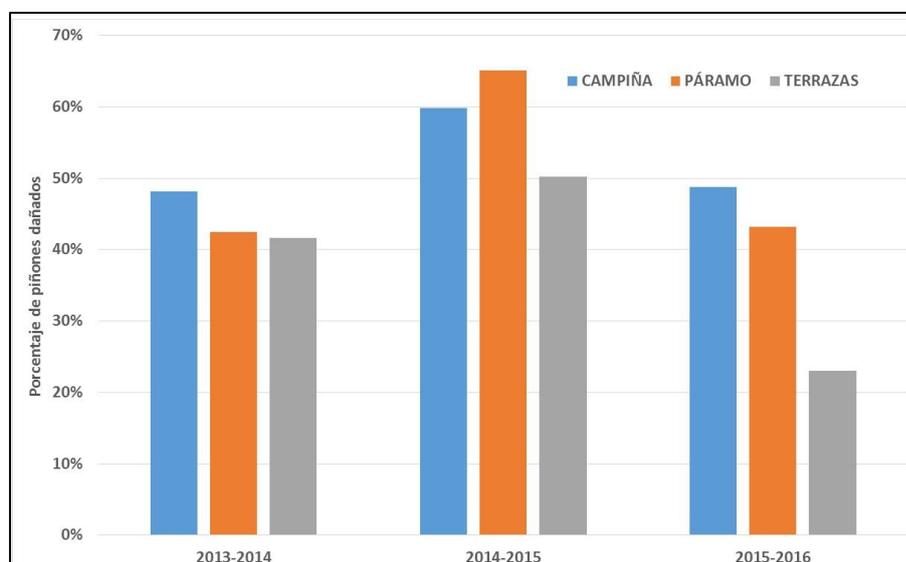


Figura 4. Porcentaje de piñón dañado según zona de análisis y campaña.

Tabla 1. Estimadores de los parámetros del modelo [1]

Tipo efecto	Parámetro	Estimador	p-valor
Fijo	Constante	-0,2387	0,7413
	Campiña	0,6146	0,0357
	Páramos	0,8160	0,0206
	Terrazas	0	-
	Dg	-0,0171	0,0774
	AB	0,0221	0,0507
Componente varianza	Parámetro	Estimador	Error estándar
	Parcela	0,0267	0,0831
	Año	0,2153	0,2491
	Parcela x año	0,5793	0,1281

5. Discusión y conclusiones

Los resultados indican un patrón de variabilidad espacial y temporal en la tasa de daño asociado a *L. occidentalis* en piñones de *P. pinea*. El análisis revela cierta dependencia espacial a gran escala, identificando diferencias entre las zonas ecológicas en las que se divide el territorio. La tasa de daño en las campiñas arenosas y en los páramos calizos es similar, y significativamente superior al observado en las zonas de terrazas fluviales. Esta zona suele presentar producciones de piña significativamente mayores que el resto de zonas (CALAMA et al. 2016b), así como piñas de mayor peso y tamaño, factores asociados al aporte externo de agua en el freático procedente de los ríos Duero y Pisuerga (GORDO 2004). Mayor número de piñas y de mayor tamaño implican un mayor número de piñones (MORALES, 2009), y por tanto, mayor disponibilidad de recurso, lo que puede traducirse en una menor tasa de daños (BATES & BORDEN, 2005). Asimismo, piñas de mayor tamaño

implican mayor dificultad de acceso del estilete de *L. occidentalis* a los piñones, y presumiblemente, menor tasa de daño.

Un segundo patrón de dependencia espacial, a escala de la parcela, se asocia con la espesura del rodal y el tamaño del árbol medio. El análisis revela que en parcelas con mayor área basimétrica la tasa de daño es mayor, mientras que en parcelas con mayor tamaño medio (diámetro medio cuadrático) el nivel de afección es menor. Este resultado apunta a que en masas jóvenes y densas la tasa de daño es mayor que en masas maduras y abiertas. Este fenómeno podría explicarse por dos razones: (i) facilidad de acceso y vuelo de los insectos desde un árbol a otro en pinares densos, donde la distancia entre copas es menor, y (ii) menor producción individual en los pinares jóvenes, y de nuevo, mayor intensidad predatoria sobre el recurso (BATES & BORDEN, 2005).

En cuanto a la variabilidad temporal, la corta serie analizada (3 años) impide identificar efectos significativos asociados al clima o la disponibilidad local del recurso (piña). Sin embargo, el hecho de que las mayores tasas de daño se concentren en la campaña 2014-2015, que es la que presenta menor producción de piña, y además con menor tamaño promedio, debido al periodo muy seco observado entre marzo y septiembre de 2014, apunta de nuevo a una dependencia entre la cantidad de cosecha, el tamaño de las piñas y la tasa de daño observada.

Los resultados anteriores indican que las prácticas de gestión orientadas a aumentar la producción de piña, tales como la aplicación temprana de claras o el alargamiento del turno (Pardos et al. 2015), puede reducir la tasa de daño en los piñones. Asimismo, y únicamente aplicable en plantaciones altamente productivas, prácticas como la fertirrigación, orientadas a aumentar tanto la cosecha como el tamaño individual de la piña, pueden reducir el nivel de daño (NAVE et al. 2016).

6. Agradecimientos

El presente trabajo se desarrolla en el marco del proyecto RTA-2013-00011-C2.1 y del convenio PROPINEA entre el INIA, Diputación de Valladolid e ITACYL. Los autores quieren expresar su agradecimiento a los Agentes Forestales del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid por su ayuda en el mantenimiento del dispositivo experimental.

7. Bibliografía

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 For Entom* 7: 145–151.

CALAMA, R.; PARDOS, M.; CONDE, M.; MADRIGAL, G.; MUTKE, S.; MONTERO, G.; GORDO, F.J.; 2015. Pérdidas de rendimiento en piñón en piñas de *Pinus pinea* L.: análisis interregional.. Poster III Reunión Científica de Sanidad Forestal SECF. Madrid 7-8 octubre 2015

CALAMA, R.; GORDO, F.J.; RAPOSO, R.; ELVIRA, M.; MUTKE, S.; PASCUAL, S.; PARDOS, M.; 2016a. Pine nut damage on immature cones of *Pinus pinea* L: evidences for *Leptoglossus* causality. AgroPine. 2nd International meeting on Mediterranean stone pine for agroforestry. Oeiras, Portugal. 18-20 may 2016

CALAMA, R.; GORDO, J.; MADRIGAL, G.; MUTKE, S.; CONDE, M.; MONTERO, G.; PARDOS, M.; 2016b. Enhanced tools for predicting annual stone pine (*Pinus pinea* L.) cone production at tree and forest scale in Inner Spain. *Forest Systems*, 25(3), e079.

GORDO, F.J.; 2004. Selección de grandes productores de fruto de *Pinus pinea* L. en la Meseta Norte. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

LESIEUR, V.; YART, A.; GUILBON, S.; LORME, P, AUGER-ROZENBERG, M.A.; ROQUES, A.; 2014 The invasive *Leptoglossus* seed bug, a threat for comercial seed crops, but for conifer diversity? *Biol Invasions* 16: 1833–1849

MONTERO, G.; RUIZ-PEINADO, R.; CANDELA, J.A.; CAÑELLAS, I.; GUTIERREZ, M.; PAVÓN, J.; ALONSO, A.; del RÍO, M.; BACHILLER, A.; CALAMA, R.; 2004. Selvicultura de *Pinus pinea* L. (Cap. 3) En El Pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía: Ecología, Distribución y Selvicultura, p. 113-252. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía

MORALES, L.; 2009. Modelos para la predicción del contenido y calidad de piñón en piñas de *Pinus pinea* L. en los valles del Tiétar y del Alberche. Proyecto Fin de Carrera, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

MUTKE, S.; IGLESIAS, S.; GIL, L.; 2007. Selección de clones de pino piñonero sobresalientes en la producción de piña. *Invest Agr Sist Rec For* 16(1): 39-51.

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.. Poster III Reunión Científica de Sanidad Forestal SECF. Madrid 7-8 octubre 2015

MUTKE, S., ROQUES, A., CALAMA, R.; 2016. Impact of the dry cone syndrome on kernel yield from stone pine cones. AgroPine 2nd International meeting on Mediterranean stone pine for agroforestry. Oeiras, Portugal. 18-20 may 2016

NAVES, P.; SANTOS, L.; GODINHO-FERREIRA, P.; PIMPÃO, M.; VALDIVIESSO, T.; RODRIGUES, A.; SOUSA, E.; 2016. Does forest management have an effect on cone pest damage? Oral presentation. AgroPine. 2nd International meeting on Mediterranean stone pine for agroforestry. Oeiras, Portugal. 18-20 may 2016

PARDOS, M.; CALAMA, R.; MAROSCHEK, M.; RAMMER, W.; LEXER, M.J.; 2015. A model-based analysis of climate change vulnerability of *Pinus pinea* stands under multi-objective management in the Northern Plateau of Spain. *Annals of Forest Science* doi: DOI 10.1007/s13595-015-0520-7

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

SOUSA, E.; FERREIRA, C.; PIMPÃO, M.; NAVES, P.; VALDIVIESSO, T.; VARELA, C.; 2012. Sanidade dos povoamentos de pinheiro manso em Portugal. Seminário UNAC Valorização da Fileira da Pinha/Pinhão, Alcácer do Sal, 18 de Setembro de 2012