

Las inyecciones al tronco anuales con abamectina y acetamiprid son efectivas para el control de la procesionaria del pino

Inmaculada Garrido-Jurado¹,
Jesús Tello², Luis Miguel Nuñez-
Vicente³, Meelad Yousef-
Yousef¹, Enrique Quesada-
Moraga, E., Lorenzo Gómez²

¹ Universidad de Córdoba.
E.T.S.I.A.M. Departamento
Agronomía.

² Fertinyect S.L. C. Córdoba.

³ Ministerio de Defensa.
Negociado Propiedades e
Infraestructuras. Córdoba.

La procesionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa* es uno de los principales fitófagos que atacan a los pinares. Sus daños van más allá del ámbito forestal pues en muchas ocasiones los pinos tienen valor recreativo y residencial. En el presente trabajo se muestran resultados preliminares de la actividad y persistencia de las materias activas abamectina y acetamiprid tras ser administradas mediante inyecciones al tronco, con objeto de conocer con qué periodicidad deben realizarse los tratamientos para un control eficaz de la plaga.

La procesionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Notodontidae) es la principal plaga de diversas especies de *Pinus* spp. en el sur de Europa y norte de África (EPPO, 2020). En España se estima que es capaz de defoliar más de 500.000 has por año, afectando en gran medida a la evolución de las masas forestales (Montoya y col., 2002). Sin embargo, su presencia y daños van más allá del ámbito forestal, pues en muchas ocasiones los pinos tienen valor recreativo y residencial, donde su presencia se convierte en un problema de salud pública, ya que las larvas, a partir de su tercer estadio (L3, L4, L5) se cubren de setas urticantes en la parte dorsal del abdomen, que provocan alergias en humanos y otros vertebrados, al ser liberadas a voluntad cuando las larvas se ven perturbadas (Avtzis y col., 2015).

Con una sola generación al año, tanto factores genéticos como ambientales pueden provocar que las pupas entren en una diapausa prolongada, quedando enterradas en el suelo hasta cuatro años (Figura 1), lo que puede ejercer gran influencia en sus enemigos naturales (parasitoides y depredadores). La dispersión de las hembras suele ser lo-

calizada, aunque excepcionalmente puede llegar a los 10 km, mientras que los machos vuelan hasta 60 km (Sauvard y Yart, 2015). Su dinámica poblacional está determinada por las condiciones ambientales, ocurriendo que en pinares con clima favorable este fitófago puede degradarlos en unos seis años, mientras que si las temperaturas bajan puntualmente de su nivel tolerable (<7°C) o en pinares a elevada altitud o latitud, la dinámica permite una recuperación de estos (Avtzis y col., 2015; Hódar y col. 2015). Asimismo, el incremento de temperatura de 0.48°C por década registrado entre 1973 y 2005 en la península ibérica ha sido probablemente la causa de que este insecto se encuentre tanto en elevaciones inusuales de hasta 1.800 metros sobre el nivel del mar (Roques y col., 2015) como en entornos urbanos, al haberse comprobado que el calentamiento urbano puede aumentar su supervivencia invernal al hacer avanzar las larvas a estadios posteriores más tolerantes al frío antes del período de frío invernal (Backe y col., 2022).

La Guía de Gestión Integrada (GIP) de coníferas (MAPA, 2022) y en el Plan de Lucha Integrada de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (Junta de Andalucía, 2013) fomentan medidas de control tanto biológicas (cajas anidaderas de aves depredadoras en otoño o parasitoides), como biotecnológicas (trampas de feromonas entre julio y noviembre), y ya contemplaba para las campañas 2022/23 y 2023/24 aplicaciones aéreas con la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki* (Junta de Andalucía, 2022). Sin embargo, en zonas de acceso al público en general (zonas urbanas, parques, etc...) la GIP recomienda tratamientos químicos, tanto por pulverización individual a cada bolsón, de manera terrestre o aérea a ultrabajo volumen, exclusivamente con deltametrina 1.5EW, así como por endoterapia, para pies aislados o pequeños rodales, particularmente en zonas urbanas, pues se administra el insecticida por vía intravascular, sin riesgo de deriva que comprometa la salud

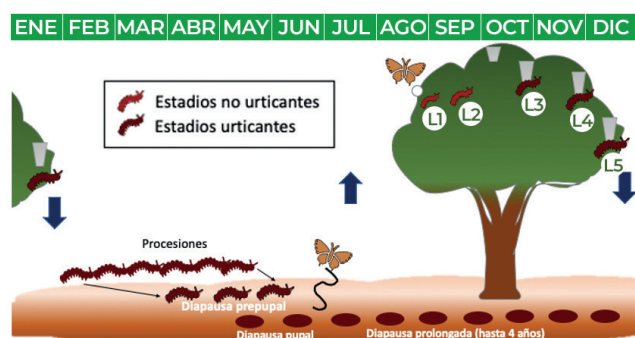


Figura 1. Ciclo biológico de la procesionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa*.

humana y animal. De hecho, por esta razón la endoterapia se ha convertido en los últimos años en prácticamente la única vía de control químico de plagas en ámbito urbano, hecho que viene refrendado por las recientes autorizaciones de algunas materias activas para su uso mediante endoterapia en varios países de la Unión Europea, mientras que su uso al aire libre ha sido prohibido (Reglamento UE 515/2023). En la actualidad, en España para coníferas sólo se encuentran autorizados algunos productos en base a abamectina y acetamiprid para el control de plagas de insectos en estas “zonas sensibles”.

El 28 de diciembre de 2021 se realizaron tratamientos con dispositivos de endoterapia Ynject Pino® (Fertinyect, España, Fig. 2), los cuales incluían abamectina (1 dosis) y acetamiprid (2 dosis), aplicando en todos los casos 1 ynject cada 25-30cm de perímetro de tronco. Los tratamientos se realizaron en varios pies de *Pinus halepensis* Mill. con grado de infestación 1, con algunos bolsones en los bordes de la masa, claros y pies aislados, situados en dos pinares en Cerro Muriano (Córdoba), uno en el núcleo poblacional y otro en la Base Militar, a través de su departamento de gestión ambiental (con certificación ISO 14001:2015), que considera de gran importancia el establecer relaciones que impulsen estudios o ensayos que de manera preventiva fomenten la eliminación de plagas, atendiendo a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, con objeto de promover la seguridad y la salud de los trabajadores a través de una prevención de riesgos laborales, por lo que considera de vital importancia impulsar las técnicas como la endoterapia, que evitan inhalaciones de productos químicos pulverizados en el ambiente.

Análisis de persistencia de materias activas en hoja

Se recogieron acículas a los 2, 7, 90 y 270 días después del tratamiento (DDT), para comprobar la concentración de materia activa. En el Servicio Central de Apoyo a la Investigación (SCAI) de la Universidad de Córdoba se determinaron los µg de materia activa por kg de acículas, mediante HPLC-MS (Tabla 1). Puede observarse que, mientras el control (inyectado con agua) no presentó residuos de materia activa inyectada, la cantidad de los insecticidas inyectados fue aumentando a lo largo del tiempo, incrementándose al menos durante los primeros 90 días. Sin embargo, los residuos a 270 días disminuyeron en una media del 96%, indicador de la falta de eficacia que se daría por la falta de persistencia del insecticida nueve meses después del tratamiento.



Figura 2. Dispositivos de inyección aplicados durante el ensayo.

Ensayo de mortalidad en campo

7 días tras la inyección se recogieron bolsones para examinar la mortalidad a corto plazo, contando las larvas muertas y vivas en su interior. Hubo diferencias significativas respecto al control [$\chi^2(1) = 312.87$, $p < 0.001$]. Si bien se observó mortalidad en todos los tratamientos, sólo fue del 100% para los pinos tratados con abamectina, presentándose en los demás tratamientos una mayor variabilidad, dada la heterogeneidad de los bolsones analizados.

Ensayos de mortalidad en laboratorio

Se recogieron acículas a los 2 y 7 días que se ofrecieron a larvas de procesionaria L4 recogidas en campo. Se hicieron tres repeticiones de 6 insectos cada una para cada tratamiento. Las acículas recogidas 2 días después de la inyección se ofrecieron entre los días 1 y 4 de experimento y las recogidas 7 días después de la inyección se ofrecieron entre los días 5 y 10 de experimento. Se evaluó la mortalidad de las larvas diariamente. También hubo diferencias entre tratamientos [$\chi^2(1) = 32.68$, $p < 0.001$], con mortalidades comprendidas entre 16.6% para el tratamiento control, del 55% y el 95% para las dosis baja y alta de acetamiprid respectivamente y del 100% para el tratamiento con abamectina. La Figura 3 muestra la evolución del coeficiente de supervivencia a lo largo de los 10 días de tratamiento. Como puede observarse hay un descenso mayor en el tratamiento con abamectina, que se ve acusado cuando las larvas son alimentadas con hojas recogidas después de 7 días desde la inyección. Los tiempos medios de supervivencia oscilaron entre 6.2 y 9.2 días para los tratamientos con abamectina y control, respectivamente.

Tabla 1. Concentración de materia activa (µg/kg) en acículas de pino tratado mediante endoterapia y analizada mediante HPLC-MS.

	Tratamiento	Dosis	Días después de la inyección (DDT)			
		(g i.a) pto inyección	2	7	90	270
CONT	Control agua	NP	0	0	0	0
ABA	Abamectina 1.8%	0,063	61.5	238	675	27
ACE1	Acetamiprid 20%	0,6 (dosis baja)	<20	4048.64	50750	1,525
ACE2	Acetamiprid 20%	0,8 (dosis alta)	<20	6212.98	66550	1,73

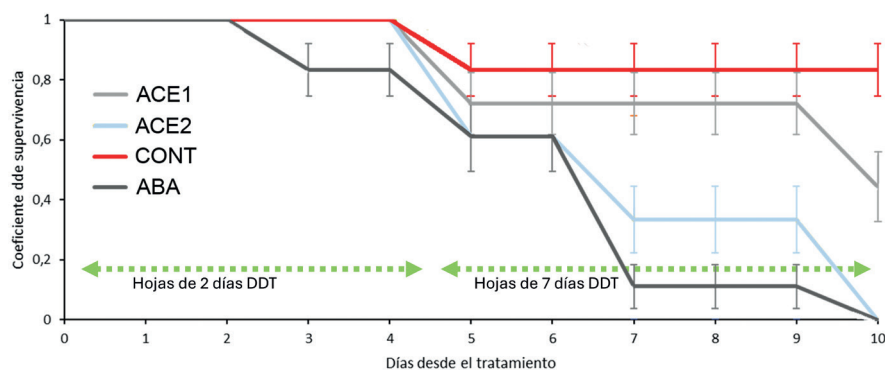


Figura 3. Evolución del coeficiente de supervivencia de larvas de *Thaumetopoea pityocampa* alimentadas con acículas recogidas de árboles tratados mediante inyección al tronco con abamectina y control agua.

Discusión

Los resultados tanto de los ensayos de campo como de laboratorio muestran que, aunque los tratamientos mediante inyección al tronco con abamectina son los más efectivos para el control de la procesionaria del pino, también los tratamientos con acetamiprid, especialmente a las dosis más altas, son altamente eficaces, aunque con un tiempo de acción más lento, lo que presumiblemente puede asociarse a una menor movilidad del acetamiprid

en el xilema respecto a la abamectina. Los análisis de las acículas a los 90 días muestran un acusado incremento de la materia activa en ellas, si bien la degradación de la materia activa tras 270 días DDT hace que ésta descienda a niveles sustancialmente inferiores a los que podrían considerarse letales para el insecto. Estos resultados preliminares indicarían que, para asegurar la máxima eficacia, la periodicidad mínima con la que se deberían realizar los tratamientos con abamectina debe ser anual siempre que haya infestación.

Bibliografía

- Backe, K., y col. 2022. Human health risks of pine processionary caterpillars increase with urban warming. XXVI International Congress of Entomology (Helsinki, Finlandia) (pp. 94).
- Battisti, A., y col. 2015. Natural history of the processionary moths (*Thaumetopoea* spp.): new insights in relation to climate change. En: Processionary moths and climate change: An update (pp. 15-79). Springer, Dordrecht.
- EPPO, 2020. EPPO Datasheet: *Thaumetopoea pityocampa*. (26-11-2020).
- Fettig, C.J. y col. 2013. Efficacy of abamectin and tebuconazole injections to protect Lodgepole Pine from mortality attributed to Mountain Pine Beetle (Coleoptera: Curculionidae) attack and progression of Blue Stain Fungi. J. Entomol. Sci. 48: 270-278.
- Jactel, H. y col. 2015. Insect-tree interactions in *Thaumetopoea pityocampa*. En: Processionary moths and climate change: An update, (pp. 265-310). Springer, Dordrecht.
- James, R. y col. 2006. Prevention of pine wilt of scots pine (*Pinus sylvestris*) with systemic abamectin injections. Arboric. Urban For. 32: 195-201.
- Junta de Andalucía. 2013. Plan de Lucha Integrada de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Pp. 43.
- Gyuris y col. 2024. Horticulturae 10, 278.
- Junta de Andalucía, portal ambiental. 2022. Más de 2 millones para controlar plagas en zonas forestales de forma respetuosa con el entorno. (12/04/2022).
- Kiss, M., y col. 2021. Preliminary results about the efficacy of abamectin trunk injection against the walnut husk fly (*Rhagoletis completa*). J. Plant Dis. Prot. 128: 333-338
- MAPAMA 2022. Guía de gestión integrada de plagas coníferas.
- Montoya R. y col. 2002. Procesionaria del pino: *Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff.: Lepidóptera Fam. Thaumetopoeidae. Inf. Técnicas Gob. Aragón 2: 1-6.
- Registro de productos fitosanitarios. 2022. URL: Consulta oficial, 10 de agosto de 2022
- Roques, A. y col. 2015. Climate warming and past and present distribution of the processionary moths (*Thaumetopoea* spp.) in Europe, Asia Minor and North Africa. En: Processionary moths and climate change: an update (pp. 81-161). Springer, Dordrecht.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2023/515, 8 de marzo de 2023.