



8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya - 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



Uso de repelentes de *Tomicus destruens* en la gestión del arbolado dañado por incendios forestales

MAS, H.^{1*}, PAPARSENOS, C.¹, MARCO, L.², SAINZ, C.³, PEÑALVER, J.³, GALLEGOS, D.^{4,5}, PÉREZ-LAORGA, E.⁶, ETXEBESTE, I.⁷

¹ Laboratori de Sanitat Forestal. CIEF. VAERSA-Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica (Generalitat Valenciana). Avda Comarques del País Valencià 114, 46930, Quart de Poblet (València)

² Sección Forestal - Castelló. Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. Generalitat Valenciana. Avda. Hermanos Bou, 47, 2º, 12003, Castelló de la Plana

³ Sección Forestal - Valencia. Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. Generalitat Valenciana. C/ Gregorio Gea, 27, 5º. 46009, Valencia.

⁴ Sanidad Agrícola ECONEX, S.L., C/ Mayor, Nº 15B - Edificio ECONEX - Apartado de Correos Nº 167, 30149 Siscar (Murcia)

⁵ Departamento de Ecología, Universidad de Alicante, Campus de Sant Vicent del Raspeig, 03690, Alicante.

⁶ Dirección General de Gestión del Medio Natural y de Evaluación Ambiental. Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. Generalitat Valenciana. Ciutat administrativa 9 d'octubre -torre 1. C/ Castán Tobeñas, 77. 46018 València

⁷ Errez, Kooperatiba elkartea txikia. Errrotabarri 5, 01160 Aramaio, Araba.

*Autor para correspondencia: hugo.mas@gmail.com

Resumen

Los incendios forestales, en la orla mediterránea, son procesos ecológicos recurrentes que generan debilidad en el arbolado de forma intermitente, influyendo en las relaciones ecosistémicas entre los insectos saproxílicos y sus hospedantes potenciales. La gestión forestal posterior a los incendios está sujeta permanentemente a fuertes controversias por parte de los gestores forestales. Una de ellas es la referente a la corta de pies con diferentes grados de afectación por el incendio y en función de su capacidad de supervivencia posterior. Muchos de estos pies dañados por el fuego y fuertemente debilitados son un material de cría adecuado para algunas especies de insectos saproxílicos, entre ellas las de algunos perforadores semiagresivos, como *Tomicus destruens* (Wollaston, 1865), que pueden aumentar sus poblaciones y, como consecuencia, incrementarse el riesgo de aparición de focos. El alcohol bencílico ha demostrado tener capacidades repelentes sobre este perforador, y existen productos comerciales enfocados a su uso en jardinería. En este trabajo se analiza la eficacia de esta sustancia activa en la protección de árboles con diferentes intensidades de daño por fuego frente una eventual colonización de *T. destruens* en la provincia de Valencia.

Palabras clave

Pinus halepensis, *Pinus pinaster*, Scolytinae, ecología química.

1. Introducción

El desarrollo, en los últimos años, de la ecología química y su aplicación en la gestión de plagas agrícolas y forestales es, sin duda, uno de los grandes avances en sanidad vegetal (MONTGOMERY et al, 2021). No obstante, por razones económicas y técnicas, muchos de los productos comercializados están autorizados únicamente en el ámbito de la sanidad agrícola y de la jardinería, y no en el de la sanidad forestal (MAPA, online). El ecosistema forestal es mucho más complejo que los ecosistemas agrícolas y el enfoque de la sanidad forestal difiere de la sanidad agrícola, entre otras razones, por esta.

La falta de regulación y control en el mercado hace que muchos productos sean comercializados y puestos a disposición del comprador sin haber sido lo suficientemente testados o con indicaciones insuficientes sobre su uso adecuado. La aparición constante de nuevos medios de

defensa en el mercado y los protocolos de transparencia en la gestión económica de las administraciones públicas pueden conllevar grandes dificultades en la selección de las mejores herramientas disponibles para el control de las plagas, no siempre las más baratas (EDUARDO PÉREZ-LAORGA. Com Pers).

Paralelamente, la participación pública y la existencia de colectivos interesados también es un elemento a tener en cuenta a la hora de planificar las diferentes estrategias de gestión, toda vez que estos grupos demandan la utilización de herramientas de gestión existentes en el mercado, aunque no se pueda garantizar su eficacia en el ámbito forestal.

Las administraciones públicas, en definitiva, deben justificar constantemente el uso de las diferentes técnicas y métodos de control a la hora de planificar la gestión de la sanidad forestal. Para ello, desde hace más de una década, el Laboratori de Sanitat Forestal de la Generalitat Valenciana ha acometido la evaluación, basándose en criterios científicos, de nuevos productos que aparecen en el mercado, con el objetivo de poder justificar técnicamente la utilización de las diferentes herramientas de las que se dispone.

Tomicus destruens es una especie de distribución mediterránea y macaronésica considerada como uno de los escolítidos más relevante en los pinares mediterráneos, atacando fundamentalmente a las especies *P. halepensis*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. brutia*, *P. canariensis*, *P. radiata* y muy ocasionalmente *P. nigra*. Está muy distribuido en la península ibérica, exceptuando las montañas que rodean la Meseta Norte, Pirineos y las mayores altitudes de las cordilleras Béticas (VEGA & NOFSTETTER, 2014). En la Comunitat Valenciana es una de las plagas nativas más importantes y la que requiere mayor gestión por parte de la administración forestal (GENERALITAT VALENCIANA, 2013).

El alcohol bencílico ha demostrado ser un repelente de *T. destruens* (PEVERIERI et al, 2004; GUERRERO et al, 1997) y actualmente se encuentra comercializado en España, indicado para la protección de pinos aislados en jardinería (SANIDAD AGRÍCOLA ECONEX, S.L., on-line). No obstante, hasta la fecha nunca había sido probado para su uso más o menos extensivo en el ámbito forestal.

En los ecosistemas mediterráneos, las sequías y los incendios forestales son dos de las principales causas que pueden poner grandes cantidades de madera a disposición de los insectos saproxílicos, especialmente, a disposición de *T. destruens* (VEGA & NOFSTETTER, 2014). Uno de los problemas de gestión recurrentes en la Comunitat Valenciana tras el paso de un incendio es la gestión de la madera quemada y, especialmente, de la parcialmente quemada. Algunos estudios se han desarrollado en este sentido para dotar de base científica a las decisiones tomadas por los gestores (BORDÓN et al, 2012).

La madera parcialmente quemada puede suponer un material de cría adecuado para *T. destruens* que, al aumentar sus poblaciones y en un contexto de debilidad (habitual, aunque de manera fluctuante, en los ecosistemas mediterráneos), podría aumentar el riesgo de aparición de focos de perforadores durante los años posteriores (VEGA & NOFSTETTER, 2014). Por otro lado, la presencia de bosquetes parcialmente quemados en el interior de los incendios, ofrece la posibilidad de que dichos bosquetes actúen como árboles-padre para la futura regeneración (GENERALITAT VALENCIANA, 2013).

En 2012, la Generalitat Valenciana publicó internamente unas instrucciones para selecciones los árboles parcialmente quemados que deberían ser extraídos tras un incendio en función de las probabilidades de supervivencia de los mismos, basándose en los estudios realizados por BORDÓN et al (2012). No obstante, dicho estudio no relacionaba la muerte posterior de árboles parcialmente quemados con la colonización potencial por *T. destruens*.

Tras la sequía que tuvo lugar la Comunitat Valenciana de 2013 a 2015, más de un millón de árboles murieron. Una parte de esta madera muerta permitió los aumentos poblacionales de *T. destruens* en zonas concretas del territorio (DE LA SERRANA et al, 2015; MAS et al, 2017). Aunque posteriormente no se observó un aumento significativo de brotes o focos de *T. destruens*, sí que se tradujo en un claro aumento la presión por parte de la opinión pública para la gestión del perforador (EDUARDO PÉREZ- LAORGA, Com pers).

Paralelamente, la aparición en el mercado de repelentes de *T. destruens*, planteó la posibilidad de utilizar esta herramienta en la gestión de la madera parcialmente quemada. En este trabajo se analiza la eficacia de esta sustancia activa en la protección de árboles con diferentes intensidades de daño por fuego frente una eventual colonización de *T. destruens* en la provincia de Valencia.

2. Objetivos

El objetivo, por tanto, de este ensayo piloto fue evaluar si el alcohol bencílico dispensado por los repelentes comerciales “ECONEX REPELENTE DE TOMICUS 120 DÍAS” (SANIDAD AGRÍCOLA ECONEX, S.L., Santomera, Murcia) recomendados para la protección de pinos contra el ataque de perforadores en jardinería podía ser eficaz para la protección contra la colonización por este perforador de árboles parcialmente quemados en incendios forestales.

3. Metodología

La zona de estudio está ubicada en los límites de un incendio forestal que tuvo lugar en el término municipal de Llutxent (Valencia) el día 06/08/2018. El incendio afectó a un pinar maduro de *P. halepensis* y a algunas zonas de pinar maduro de *P. pinaster*. La zona de estudio consistió en los límites del incendio en los cuales los árboles quedaron parcialmente afectados por el fuego.

A lo largo del perímetro del incendio fueron seleccionados 82 pares de pinos. Cada par de árboles fue seleccionado de forma que fuesen de la misma especie, tuviesen un diámetro similar y el mismo grado de afectación por fuego siguiendo las instrucciones establecidas por el Servicio de Ordenación y Gestión Forestal de la Generalitat Valenciana, basadas en los estudios realizados por BORDÓN et al (2012). Cada árbol fue, por tanto, tipificado según el porcentaje de copa quemada y la altura de fuste quemado, ya que estas dos variables mostraron ser las más correlacionadas con la capacidad de supervivencia del arbolado en incendios forestales en la Comunitat Valenciana (BORDÓN et al, 2012).

Dentro de cada pareja de árboles similarmente afectados por el fuego, a uno de ellos se le añadió un repelente contra *T. destruens* comercial (SANIDAD AGRÍCOLA ECONEX, S.L., Santomera, Murcia) clavado en el tronco a la altura del pecho, mientras que al otro pie de la pareja no le fue añadido nada.

Posteriormente se realizó un seguimiento periódico para evaluar la evolución de estos pinos. La zona de estudio fue visitada en 5 fechas diferentes (Tabla 1), evaluando el estado fitosanitario de cada uno de los árboles, en cada visita se observó y anotó la presencia de síntomas de decoloración o amarilleamiento y los signos de colonización por de *T. destruens* (serrín en las grietas de la corteza).

Tabla 1. Calendario de colocación de los repelentes y de muestreo de los árboles estudiados

Fecha	Actuación
07-08/11/2018	Colocación repelentes

23-24/01/2019	1 ^a Revisión
14-15/05/2019	2 ^a Revisión
15-16/10/2019	3 ^a Revisión (cambio de repelentes)
18-19/12/2019	4 ^a Revisión
30/06/2020-01/07/2020	5 ^a Revisión

Con respecto a los análisis estadísticos realizados, en primer lugar, se estudió si existieron diferencias en la colonización entre el grupo de pinos con y sin repelente. También se evaluó, mediante un GLM binomial, si el resto de características de los pares de árboles (% de copa quemada, % de fuste quemado, diámetro del fuste y especie de pino) influyó en estas diferencias. También se realizó el mismo modelo con perspectiva bayesiana para estudiar mejor el efecto de las covariables a la variable respuesta. Posteriormente se estudió la supervivencia de los pies que habían sido colonizados por *T. destruens* para seleccionar las características anteriores que podrían haber influido en el tiempo de supervivencia de los pinos.

4. Resultados

Del total de 162 pies estudiados, 31 árboles fueron colonizados por *T. destruens*, de los cuales 26 se secaron antes de la finalización del estudio. De los 31 árboles colonizados, 15 árboles habían sido protegidos con repelente y 16 no lo habían sido. De los 5 árboles que, pese a mostrar muestras de colonización, sobrevivieron al periodo de estudio, 3 habían sido protegidos con repelente y 2 no lo habían sido.

La mayor parte de los síntomas de colonización fueron observados en las revisiones de enero y de octubre de 2019. La mayoría de las muertes fueron observadas en octubre de 2019 (Tabla 2, Figura 1)

Tabla 2. Cantidad de árboles colonizados y muertos a lo largo de las diferentes fechas de observación del estudio

Fecha	Árboles colonizados	Árboles muertos
06/11/2018	0	0
24/01/2019	14	4
14/05/2019	3	1
15/10/2019	10	17
18/12/2019	3	1
30/06/2020	1	3

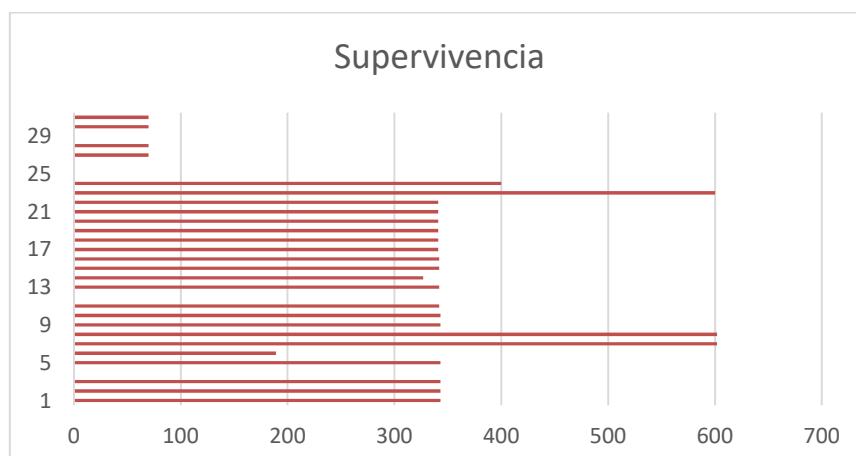


Figura 1. Supervivencia del arbolado colonizado por *T. destruens* tras la detección de los primeros síntomas de colonización. En el eje de las abscisas los 31 árboles colonizados, en el eje de las ordenadas los días transcurridos.

Los análisis estadísticos realizados mostraron que la presencia o ausencia de repelentes no afectó a la colonización de los árboles. Asimismo, los modelos analizados para estudiar la influencia de las diferentes características de los árboles parcialmente quemados en la colonización por *T. destruens* mostraron mayores probabilidades para ser colonizados los árboles con las siguientes características:

- Pertenecientes a la especie *P. halepensis* (frente a *P. pinaster*)
- Fustes con menor diámetro del tronco.
- Mayor porcentaje del fuste quemado.

5. Discusión

El alcohol bencílico es una sustancia activa que tiene efectos repelentes sobre *T. destruens* (PEVERIERI et al, 2004; GUERRERO et al, 1997). En España se comercializa en difusor de 100 ml que actúa como repelente de *T. destruens*, habiéndose demostrado una reducción de entre el 70 y 80 % de capturas en trampas cebadas con atrayentes de *T. destruens* y con estos difusores, comparadas con las mismas trampas sin este repelente (SANIDAD AGRÍCOLA ECONEX, S.L., on-line). Su uso comercial recomendado es la protección de árboles individuales en situaciones de riesgo en parques, jardines o jardinería exterior doméstica, así como árboles singulares y monumentales. El radio de acción del dispositivo es de 4 m (SANIDAD AGRÍCOLA ECONEX, S.L., on-line). Hasta la fecha estos dispositivos no habían sido evaluados en zonas forestales post-incendio.

Nuestros resultados muestran, claramente, que el dispensador de alcohol bencílico comercial estudiado, clavado en un árbol a la altura del pecho, no previene la colonización de *T. destruens* en el caso de que dicho árbol sea atractivo para el perforador después de un incendio forestal. Las instrucciones de colocación facilitadas por la empresa se basan en un radio de acción de 2 m desde el punto de difusión, lo cual cubriría hasta, aproximadamente los 3,3 m de altura del árbol. Las revisiones y las detecciones de los posibles signos de colonización fueron realizados a la altura accesible por el ojo humano, de modo que la acción del repelente debería haberla cubierto, por lo que no es relevante la posibilidad de que el perforador haya colonizado el árbol por zonas no cubiertas por la protección del repelente.

El uso de repelentes en este ámbito suele estar asociado a las estrategias *push&pull*, es decir, a la utilización de trampas cebadas con atrayentes específicos que, junto al uso de repelentes, induzcan un alejamiento de los insectos del árbol a proteger y su atracción hacia trampas de captura (LINDMARK et al, 2022; FANG et al, 2021; GILLETTE et al, 2009; BORDEN, 1997). En nuestro estudio, el desarrollo de esta estrategia necesitaría de la utilización de una gran cantidad de trampas que haría inviable la implementación e inasumible económicamente la gestión. No obstante, la estrategia *push&pull*, aunque se plantea como una mejora en términos genéricos, debe ser estudiada para cada caso concreto (especie, trampa y atrayente/repelente), por lo que futuros estudios deberán centrarse en esta estrategia con el objetivo de demostrar su eficacia y, además, optimizar el número de trampas a colocar para que las acciones sean económicamente asumibles.

Por otro lado, este estudio piloto se ha centrado en la protección individual de árboles parcialmente quemados con un número limitado de dispensadores. La protección individual en el ámbito forestal, por tanto, no funciona con la cantidad de dispensadores utilizada. También se puede asumir que no se ha conseguido la creación de una atmósfera repelente general en la zona, seguramente por la baja cantidad de alcohol bencílico emitido y por la colocación discrecional de los dispensadores sobre árboles a priori susceptibles.

En este sentido, para la creación de una atmósfera con altas concentraciones de alcohol bencílico que provocase confusión y/o repelencia general en la zona para impedir la detección efectiva de los árboles más susceptibles de ser colonizados necesitaría de tasas de emisión mucho

mayores. El uso de los dispensadores comerciales, en tal caso, sería contraproducente por su precio, debiéndose optar por otras estrategias de emisión más baratas que permitiesen generar tasas de emisión del repelente mucho más altas (por ejemplo, el uso de geles o siliconas).

Futuros estudios que opten por profundizar en estas estrategias de defensa, deberían centrarse en la búsqueda de tasas de emisión claramente superiores y en la colocación indiscriminada (independientemente de la afección de cada árbol) en las zonas donde se observe la presencia general de árboles parcialmente afectados.

Los análisis complementarios realizados en este estudio muestran resultados coherentes con estudios previos: la probabilidad de colonización por *T. destruens* aumenta con diámetros de fuste menores (teniendo en cuenta que el rango de diámetros incluidos en el estudio es lo suficientemente grande como para ser adecuado para la cría de *T. destruens*) y con mayores porcentajes de fuste quemado (lo cual se traduce en mayor debilidad y mayores emisiones de alcapineno y etanol, cairomonas atractivas para este perforador). Asimismo, se observa que en las condiciones del estudio la probabilidad de colonización de *P. halepensis* es mayor que *P. pinaster*, lo cual podría estar influido por otras variables (diámetro, espesor de corteza, nivel de afección) y no solo por la preferencia del hospedante por parte del escolítido.

Por último, conviene matizar que la mortalidad más importante en todo el periodo de estudio se da en el mes de octubre (Tabla 2). Los episodios en los que se manifiesta la muerte de los pinos en otoño en rara ocasión ha habido participación primaria de *T. destruens*. Al contrario, en términos generales los árboles que muestran los síntomas de marchitez en octubre, muy probablemente, murieron durante el verano anterior sin la ocurrencia de *T. destruens* (que en durante los meses de verano se encuentra refugiado en los ramales de los árboles). Los casos de mortandades otoñales causadas por *T. destruens* son muy escasos y se explican por un aumento de la concentración de etanol en sus tejidos posterior a grandes sequías (KELSEY et al, 2014). La presencia en octubre de este perforador dentro del árbol indicaría que ha colonizado los pies de manera secundaria, aprovechando que el árbol estaba moribundo o fisiológicamente muerto (aun sin síntomas de marchitez). Este hecho también muestra que los repelentes utilizados no han funcionado en el caso de evitar la colonización, tampoco de manera secundaria.

En decir, en la Tabla 2 puede observarse que se registran dos episodios de mortandad, uno ligado a *T. destruens*, en la primavera de 2019 y otro ligado al verano (sequía estival) en el otoño de 2019, en el que *T. destruens* no tiene papel principal, sólo es un oportunista. Pero, en cualquier caso, en ninguno de los dos episodios se observa la efectividad del repelente contra la colonización de *T. destruens*.

6. Conclusiones

La utilización de este medio de defensa, el dispensador de alcohol bencílico “ECONEX REPELENTE DE TOMICUS 120 DÍAS” (SANIDAD AGRÍCOLA ECONEX, S.L., Santomera, Murcia) con la metodología descrita en esta nota técnica (un dispensador comercial por árbol y colocado a la altura del pecho) no se recomienda en la gestión posterior de la madera parcialmente quemada si la intención es evitar la colonización de los pies seleccionados por *T. destruens*.

7. Agradecimientos

Queremos agradecer especialmente el trabajo realizado por la “Unitat de Gestió Forestal 10 Xàtiva” (Vaersa-Generalitat Valenciana), especialmente a Joel Pascual.

8. Bibliografía

- BORDEN, J. H. (1997). Disruption of semiochemical-mediated aggregation in bark beetles. In Insect Pheromone Research (pp. 421-438). Springer, Boston, MA.
- BORDÓN, P., PÉREZ-LAORGA, E., ESTRUCH, V., RODRIGO, E. (2012). Tabla de supervivencia de "Pinus halepensis" afectado por incendios forestales. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, (36), 161-166
- DE LA SERRANA, R. G., VILAGROSA, A., & ALLOZA, J. A. (2015). Pine mortality in southeast Spain after an extreme dry and warm year: interactions among drought stress, carbohydrates and bark beetle attack. Trees, 29(6), 1791-1804.
- SANIDAD AGRÍCOLA ECONEX, S.L. S.A. (Santomera, Murcia) on-line, ECONEX REPELENTE DE TOMICUS 120 DÍAS (e-econex.net). Visitada el 17/01/2022.
- FANG, J. X., ZHANG, S. F., LIU, F., CHENG, B., ZHANG, Z., ZHANG, Q. H., & KONG, X. B. (2021). Functional investigation of monoterpenes for improved understanding of the relationship between hosts and bark beetles. Journal of Applied Entomology, 145(4), 303-311.
- GENERALITAT VALENCIANA. (2013) "Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunitat Valenciana (PATFOR). 582 pp." Web consultada el 16.12.2021.
- GILLETTE, N. E., MUNSON, A. S., HAYES, J. L., & LUNDQUIST, J. E. (2009). Semiochemical sabotage: behavioral chemicals for protection of western conifers from bark beetles. The Western Bark Beetle Research Group: A Unique Collaboration with Forest Health Protection, 85-109.
- GUERRERO, A., FEIXAS, J., PAJARES, J., WADHAMS, L. J., PICKETT, J. A., & WOODCOCK, C. M. (1997). Semiochemically induced inhibition of behaviour of *Tomicus destruens* (Woll.) (Coleoptera: Scolytidae). Naturwissenschaften, 84(4), 155-157.
- KELSEY, R. G., GALLEGOS, D., SÁNCHEZ-GARCÍA, F. J., & PAJARES, J. A. (2014). Ethanol accumulation during severe drought may signal tree vulnerability to detection and attack by bark beetles. Canadian journal of forest research, 44(6), 554-561.
- MAS, H., URIOL, J., PÉREZ-LAORGA, E. (2017) Climate Change: study of damage in valencian forest areas by an episode of drought. PROFOUND COST Final Event. Robust projections of forests under climate change- data, methods and models. Potsdam Institute for Climate Impact Research. Potsdam (Germany) 9th-10th October 2017.
- MONTGOMERY GA, BELITZ MW, GURALNICK RP, TINGLEY MW. (2021). Standards and Best Practices for Monitoring and Benchmarking Insects. Front. Ecol. Evol. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.579193>.
- MAPA Online [Registro de Productos Fitosanitarios] - Agricultura - magrama.gob.es (mapa.gob.es), Visitada el 17/01/2022.

LINDMARK, M., WALLIN, E. A., & JONSSON, B. G. (2022). Protecting forest edges using trap logs—Limited effects of associated push-pull strategies targeting *Ips typographus*. Forest Ecology and Management, 505, 119886.

PEVERIERI, G. S., FAGGI, M., MARZIALI, L., PANZAVOLTA, T., BONUOMO, L., & TIBERI, R. (2004). Use of attractant and repellent substances to control *Tomicus destruens* (Coleoptera: Scolytidae) in *Pinus pinea* and *P. pinaster* pine forests of Tuscany. Entomologica, 38, 91-102.

VEGA, F. E., & HOFSTETTER, R. W. (Eds.). (2014). Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species. Academic Press.