

Termohidroterapia: una solución para eliminar la avispa del castaño en púas de madera leñosa

MARTA CIORDIA ARA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa Forestal. mciordia@serida.org
 JUAN CARLOS GARCÍA RUBIO. Área de Experimentación y Demostración Agroforestal. jcgarcia@serida.org
 M. DOLORES LOUREIRO RODRÍGUEZ. Área de Tecnología de los Alimentos. mdolorlr@serida.org



↑

Figura 1.- Agallas de avispa de castaño, en primavera (izda) e invierno (dcha).

La avispa del castaño (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) es un insecto himenóptero de la familia de las “avispa de las agallas” (Cynipidae), que afecta exclusivamente al castaño (*Castanea* spp.). Está considerada como la plaga más perjudicial en este género, ya que al infectar las yemas induce la formación de agallas (Figura 1) que impiden el normal desarrollo de los brotes, provocando una drástica disminución de la fructificación, que puede alcanzar hasta un 80%, y una pérdida de la arquitectura y biomasa verde del árbol. También la calidad y cantidad de la madera se ven perjudicadas. Su incidencia afecta no solo al cultivo, sino también a las industrias vinculadas a él, tanto de fruto como de transformación de la madera, sin olvidarnos del sector de producción de miel que se ve reducida al disminuir el desarrollo floral. Además, los

ataques severos de avispa, combinados con otras enfermedades o amenazas abióticas, pueden provocar incluso la muerte de los árboles. Esto conlleva un elevado coste económico, ya que el cultivo del castaño es el principal motor económico en algunas zonas del medio rural, y contribuye a evitar su despoblamiento, estando censadas en España unas 300.000 hectáreas de castaño.

Esta plaga, originaria de China, entró en Europa vía Italia en el año 2002. Su rápida diseminación a largas distancias por el territorio europeo fue consecuencia del comercio accidental de material infectado, ya que los huevos y las larvas no son visibles en las yemas de los castaños. La expansión a corta distancia se realiza debido al vuelo de las avispillas adultas, con una velocidad media de dispersión

de unos 6,6 km/año, pudiendo alcanzar los 25 km/año.

En España, la primera infección se registró en el año 2012 en Cataluña, y rápidamente se diseminó por otras zonas del país a través del comercio de material vegetal infectado. En Asturias se detectó en la primavera del año 2014.

La lucha química con productos fitosanitarios contra este insecto no es eficaz, debido a la dificultad de alcanzar las larvas que crecen en el interior de las yemas. Además, hay que considerar el potencial grave efecto medioambiental que supone su utilización. Por el contrario, la lucha biológica con un parasitoide exótico, *Torymus sinensis*, se ha manifestado efectiva a largo plazo en el control de las poblaciones de avispa. Sin embargo, hay que tener en cuenta que *Torymus* necesita entre 5 y 7 años después de su primera liberación y/o asentamiento, para alcanzar porcentajes altos de parasitismo que garanticen el control efectivo de la plaga. Las sueltas de este parasitoide ya se realizan de forma habitual en muchos países, como en Italia, Francia o Portugal, en los que ha demostrado su eficacia al alcanzarse un nivel de equilibrio biológico entre la avispa y su depredador. En España, en 2015 se iniciaron sueltas experimentales controladas en diversas Comunidades Autónomas. Una de las conclusiones derivadas de estos trabajos indica que las poblaciones establecidas de *T. sinensis* pueden tener un efecto positivo en el control de esta plaga en nuestro país, similar al observado en otros países europeos (Nieves Aldrey et al., 2019). Recientemente, en diciembre del 2019, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) ha autorizado su suelta libre como organismo de control biológico.

Actualmente, la propagación de la avispa a través del comercio de material de castaño infectado sigue siendo un grave problema, aumentando sus poblaciones en zonas en las que ya está presente y llevando la plaga a otras regiones libres de avispa. Ante esta situación, la termohidroterapia se postula como una técnica que podría mostrarse eficaz para garantizar la desinfección en púas de madera leñosa de castaño europeo

(*Castanea sativa* Mill.), posibilitando la venta de material de castaño libre de avispa por parte de los viveros.

¿Qué es la termohidroterapia?

La termohidroterapia (o sus siglas en inglés, HWT, "hot water treatment") es un procedimiento sencillo, económico y respetuoso con el medio ambiente, que se caracteriza por llevar a cabo la desinfección mediante un tratamiento con agua caliente durante un determinado espacio de tiempo y temperatura, que dependen del patógeno y del hospedador. La primera cita de su uso se remonta a 1882, en que se utilizó para desinfectar patatas. En la actualidad se usa para desinfectar semillas de diversos cultivos, así como material vegetal de diversas especies, como la vid, contra plagas, hongos y bacterias. Su efectividad sobre la avispa también se ha estudiado en el castaño chino (*Castanea mollissima*) cv 'Qing'.

El estudio que se describe a continuación, realizado en el SERIDA, se llevó a cabo con la finalidad de evaluar la eficacia de la HWT en la eliminación de huevos y larvas de avispa en púas leñosas de castaño europeo (*Castanea sativa*) y establecer un protocolo que elimine el patógeno sin afectar la viabilidad del material vegetal. En el trabajo de Ciordia et al (2020) se recoge una descripción exhaustiva del procedimiento.

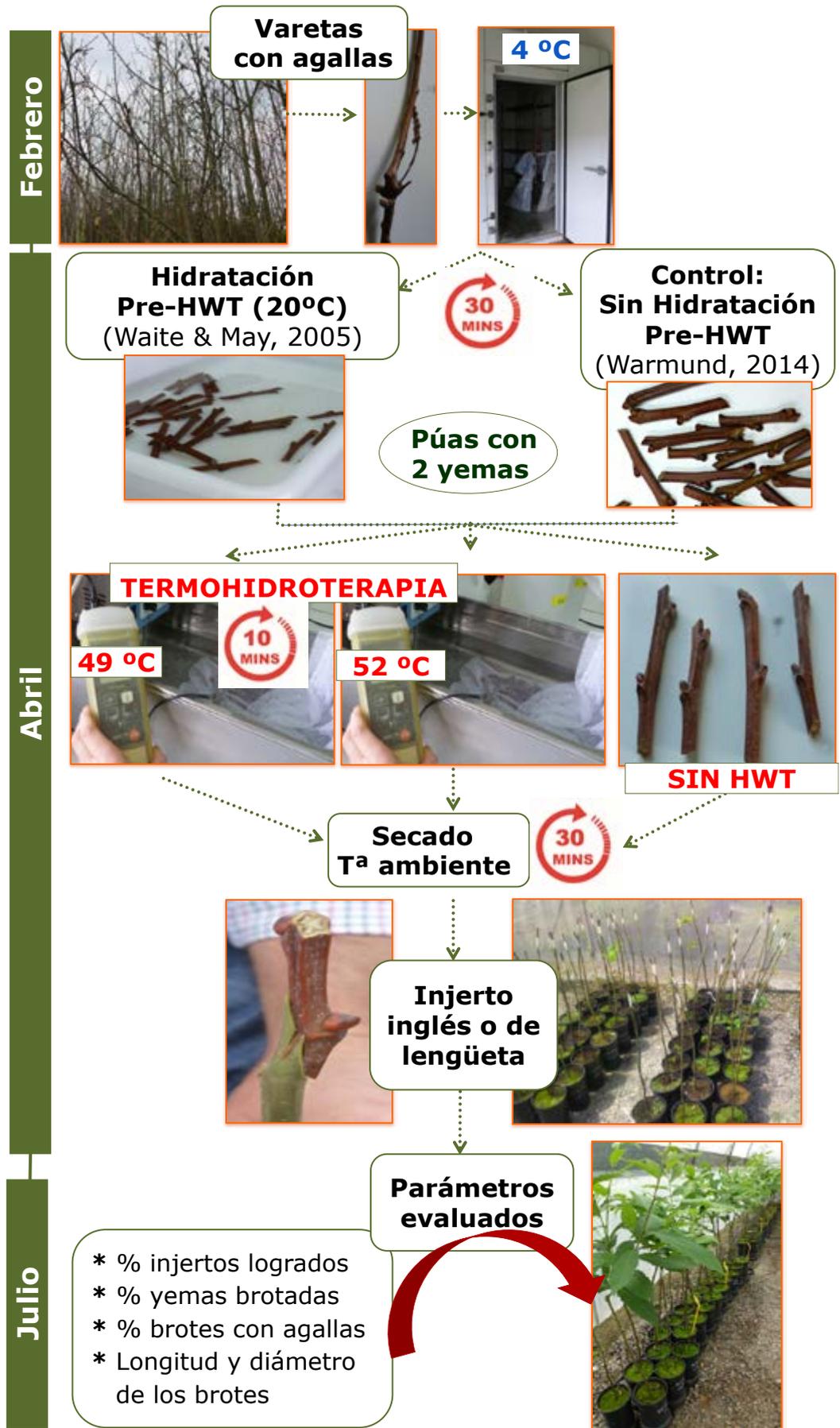
Descripción del protocolo experimental

El experimento se realizó con varetas de castaño europeo silvestre (*C. sativa* Mill.) que presentaban agallas que se habían desarrollado en la primavera, lo cual garantizaba su infestación por la avispa del castaño. Dichas varetas se recogieron en invierno, se conservaron en cámara de frío (4 °C), y en el momento del experimento se fraccionaron en púas, con dos yemas, que se sometieron a HWT y posteriormente se injertaron. Se tuvieron en consideración tres variables (Figura 2):

- La *prehidratación del material vegetal* (20 °C durante 30 minutos) previamente al tratamiento de HWT. Las púas establecidas como control no se sometieron a prehidratación. La prehidratación se uti-

→

Figura 2.- Material y métodos empleados durante el estudio experimental de desinfección de la avispa del castaño en púas de madera leñosa de castaño mediante Termohidroterapia (HWT).



liza regularmente como un paso previo a la HWT en vid, debido a la creencia generalizada de que compensa la posible deshidratación del material vegetal durante el almacenamiento.

- *La temperatura del baño de agua:* $49 \pm 0,2$ °C ó $52 \pm 0,2$ °C. Tras el baño, las púas se secaron 30 min a temperatura ambiente. Las que se fijaron como control no se sometieron a HWT.
- *El año:* el experimento se repitió en dos años consecutivos. Cada año se realizaron todas las combinaciones posibles (Figura 2) de las variables prehidratación (sí / no) y temperatura (49 °C / 52 °C / sin HWT), utilizando tres repeticiones de 8 púas, con dos yemas cada una, para cada combinación resultante.

Para realizar la HWT se utilizó una cubeta de agua con capacidad de 5 L, provista de termostato y de agitador, para controlar y homogeneizar la temperatura del baño.

Las púas de cada combinación, con un diámetro medio de $5,48 \pm 0,88$ mm, se injertaron sobre patrones de castaño silvestres, una vez brotados éstos. Las plantas se cultivaron en macetas de 3 L en un invernadero provisto de malla antitrips y riego por goteo. El proceso metodológico completo se esquematiza en la Figura 2.

El efecto de los tratamientos se valoró considerando los siguientes parámetros, cuantificados nueve semanas después del injertado:

- a) el porcentaje de injertos prendidos
- b) el porcentaje de yemas brotadas
- c) el porcentaje de brotes que presentaban agallas
- d) la longitud total de los brotes y su diámetro en el punto medio (medidos sólo en 2017)

Se realizaron análisis estadísticos (Prueba de chi-cuadrado, análisis de varianza y test de Tukey) para buscar diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

Resultados

Las temperaturas ensayadas (49 °C y 52 °C), fueron las variables que tuvieron efecto significativo sobre los parámetros evaluados, que también se vieron influenciados según el año en el que se efectuaron los experimentos, a diferencia de la prehidratación, que no influyó en los resultados. Tampoco se encontraron diferencias significativas en ninguna de las interacciones entre las variables para los parámetros en estudio.

En 2016, los porcentajes de injertos prendidos fueron superiores al 85%, sin diferencias entre los tratamientos de HWT y el control, como puede observarse en la Figura 3. Sin embargo, en el segundo año, el control presentó un descenso muy acusado para este parámetro, que fue significativo tanto con respecto al porcentaje de éxito de injertos obtenido con la HWT a 49 °C, como con respecto al control del año anterior. Este resultado podría deberse a que las púas presentaban algún tipo de enfermedad ese año, y el tratamiento de HWT contribuyó a disminuir su incidencia, mejorando el porcentaje de injertos prendidos. Sin embargo, las púas control, al no haber sido desinfectadas, sufrieron un importante descenso en este parámetro. No obstante, es imposible verificar esta hipótesis a partir de los datos recogidos.

Los porcentajes de yemas brotadas (Figura 4) presentaron un patrón similar al de injertos prendidos, con diferencias significativas del control en el año 2017 respecto al tratamiento a 49 °C, y también respecto al control del año anterior, posiblemente por la misma causa reseñada para los injertos prendidos.

Respecto a la eliminación de agallas con el tratamiento de HWT (Figura 5), se puede observar la efectividad total del método, al no presentar agallas ninguna de las plantas sometidas al tratamiento. Sin embargo, el control sí las presentó, indicando que la HWT es completamente efectiva eliminando las larvas de avispa del castaño del interior de las yemas, sin afectar, e incluso en ocasiones mejorando, el porcentaje de prendimientos de injerto y de yemas brotadas. Este resultado es de enorme importancia dado el problema de diseminación



Fig.3



Fig.4



Fig.5

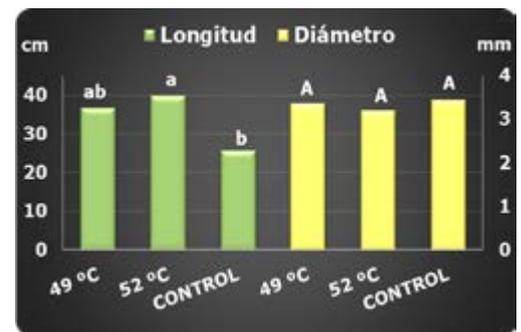


Fig.6

Las letras sobre las columnas en las Figuras 3 a 5 comparan los resultados obtenidos en los diferentes años y para cada tratamiento. Las letras minúsculas comparan las diferencias entre tratamientos para un mismo año; las letras mayúsculas comparan las diferencias entre años para un mismo tratamiento. En todas las figuras, las columnas con la misma letra no difieren significativamente (Test de Tukey, $\alpha < 0,05$).

↑

Figura 3.- Porcentaje de éxito de injertos según tratamientos de termohidroterapia.

Figura 4.- Porcentaje de yemas brotadas según tratamientos de termohidroterapia.

Figura 5.- Porcentaje de brotes con agallas tras someter las púas a termohidroterapia.

Figura 6.- Longitud y diámetro de los brotes a las 9 semanas tras el tratamiento de termohidroterapia.

accidental de la plaga a través de la venta de material vegetal infectado, debido a la imposibilidad de detectar la presencia de larvas de avispa del castaño en las yemas.

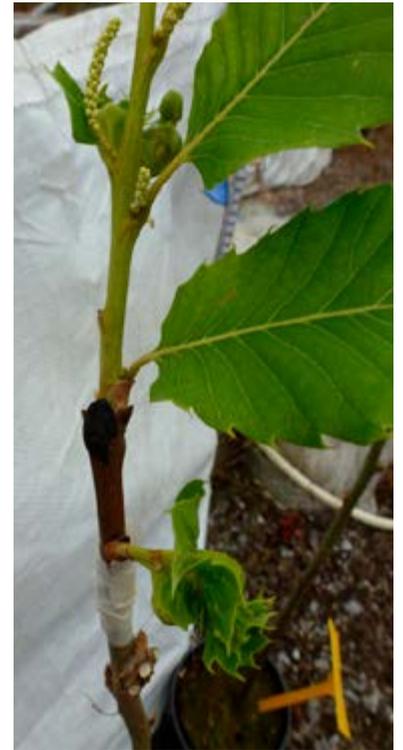
El uso de HWT ya había sido reseñado en el castaño chino por Warmund (2004), que utilizó una temperatura de 52 °C para la eliminación de la plaga. En este trabajo hemos demostrado, por primera vez, la efectividad del uso de agua caliente en púas de madera leñosa de castaño europeo aplicando una temperatura inferior (49 °C), lo cual disminuye los costes del tratamiento y reduce el riesgo de daño a las yemas. De hecho, en las Figuras 3 y 4, se observa un ligero incremento del porcentaje de prendimiento de injertos y de yemas brotadas a 49 °C con respecto a los obtenidos a 52 °C, si bien la diferencia no es significativa.

Además de evaluar el efecto de la HWT en el injertado, la brotación y la eliminación

de agallas, se analizó también su influencia en el vigor de la planta, ya que diversos estudios realizados en vid, donde se utiliza para la lucha contra diversas enfermedades, han demostrado que en ocasiones este tratamiento puede afectar al desarrollo vegetativo. En el caso del castaño, en la Figura 6 se puede observar que la HWT induce una longitud superior de los brotes, significativa en el caso de los 52 °C con respecto al control, como ya se ha observado en algunos estudios realizados en vid (Soltekin y Aldtindisli, 2017). En cuanto al diámetro de los brotes, la HWT no tuvo ningún efecto.

Es de gran importancia en la realización del tratamiento de HWT:

- mantener la temperatura del agua lo más homogénea posible mediante agitación.
- introducir el material vegetal suelto, sin compactar, en bolsas de malla o similar



mientras se realiza la inmersión en el agua caliente. De esta manera, la temperatura será homogénea para todo el material vegetal, lo que no se lograría utilizando mazos atados.

Ventajas de la aplicación de la termohidroterapia en púas de madera leñosa de castaño infestadas por la avispa

- Un baño de 10 minutos a una temperatura de 49 °C es efectivo para desinfectar las púas de injertos de castaño, al matar las larvas de la avispa (Figura 7) y sin dañar los tejidos de las púas.
- Los viveros pueden garantizar que las plantas de *C. sativa* están libres de *D. kuriphilus* con este método.
- La comercialización de la planta desinfectada previene la dispersión de la avispa del castaño a larga distancia;

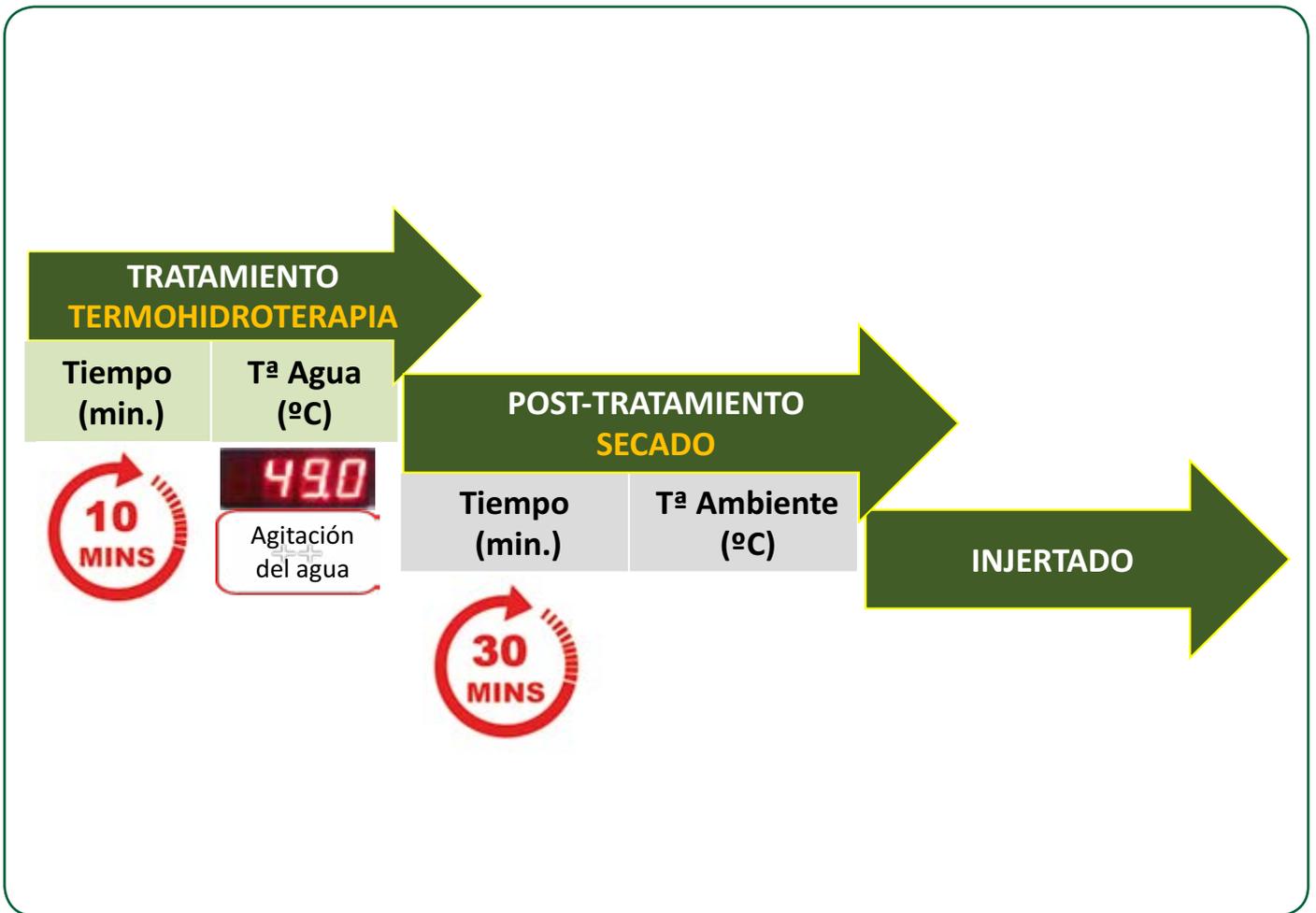
evita su introducción en áreas libres del insecto, así como el incremento de las poblaciones de *Dryocosmus kuriphilus* en los lugares donde ya está instalada la plaga.

- La HWT también promueve una mejor tasa de éxito de injerto y de vigor de los brotes.
- Además, es un protocolo económico, sencillo y respetuoso con el medio ambiente (Figura 8).

Agradecimientos

Al Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) y a la Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial por la financiación de la investigación, y al personal de apoyo en campo del SERIDA.

↑
Figura 7.- Injertos de castaño: con púa desinfectada por termohidroterapia (izda.), sin desinfección previa (centro y dcha.).



↑

Figura 8.- Esquema del protocolo de desinfección con termohidroterapia (HWT).

Referencias bibliográficas

- CIORDIA M, GARCÍA JC, LOUREIRO MD, (2020). Hot water treatment: an effective method for disinfecting *Castanea sativa* mill. dormant scions against *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu. *Pest Manag. Sci.*, 76: 1944–1948. DOI 10.1002/ps.5727
- NIEVES-ALDREY JL, GIL-TAPETADO D, GAVIRA ON, BOYERO JR, POLIDORI C, LOMBARDE-RO MJ, BLANCO D, REY DEL CASTILLO C, RODRÍGUEZ-ROJO MP, VELA JM, WONG ME, (2019). *Torymus sinensis* Kamijo, a bio-control agent against the invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu in Spain: its natural dispersal from France and first data on establishment after experimental releases. *Forest Syst.*, 28 (1). <https://doi.org/10.5424/fs/2019281-14361>
- SOLTEKIN O AND ALTINDISLI A, (2017). Effects of hot water treatments on dormant grapevine propagation materials used for grafted vine production. In *Proceedings of the 40th World Congress of Vine and Wine*, Sofia, Bulgaria (Vol 9, pp. 10-16). ISBN: 978-1-5108-4435-3
- WAITE H, MAY P, (2005). The effects of hot water treatment, hydration and order of nursery operations on cuttings of *Vitis vinifera* cultivars. *Phytopathol. Mediterr.* 44: 144–152.
- WARMUND MR, (2004). Disinfestation of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu in *Castanea* Scion wood. *Acta Hort.* 1019:243–247. ■