Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 51(1): 199-216 (2025)
Doi: https://doi.org/10.31167/csef.v0i51.20170

Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales

Acceso abierto disponible en http://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernossecf/index

Seguimiento de los daños de *Dryocosmus kuriphilus* y del nivel de control biológico causado por *Torymus sinensis* y otros parasitoides nativos en castaños de Navarra

Monitoring the damage caused by *Dryocosmus kuriphilus* and the level of biological control caused by *Torymus sinensis* and other native parasitoids in chestnut trees in Navarre

Santesteban, X.[1*]; Molina, C.[2]; Hernando, S.[2]

[1] *Sanidad Forestal del Área de Gestión Forestal y Proyectos. Gestión Ambiental de Navarra. (GAN-NIK)*

[2] *Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, Gobierno de Navarra.*

[*] Autor de correspondencia: xsantesi@gan-nik.es

Resumen

La avispilla del castaño *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera: Cynipidae) es considerada una de las mayores amenazas mundiales para el cultivo del castaño, al provocar la pérdida de producción de fruto, defoliación y pérdida de copa. El uso de *Torymus sinensis Kamijo*, 1982 (*Hymenoptera: Torymidae*), un parasitoide, como método de control biológico se ha implementado en países como Italia, Francia y algunas comunidades autónomas de España, mientras en la Comunidad Foral de Navarra, no se han realizado sueltas de *Torymus sinensis*. En este trabajo se ha constatado su presencia, pero sobretodo su expansión por toda Navarra, con tasas de parasitismo significativas.

Por otro lado, para conocer la evolución de la infestación de *Dryocosmus kuriphilus* y la efectividad del control biológico mediante *Torymus sinensis*, se han analizado los trabajos de seguimiento realizados (2016-2023) sobre 25 parcelas prefijadas: a pesar de la disminución de agallas de *D. kuriphilus*, no se han observado mejoras en la frondosidad.

En cuanto al parasitismo, *T. sinensis* ha demostrado ser efectivo, alcanzando tasas de 42.51 % en 2020 y estabilizándose en el 20 % en años posteriores, demostrando su capacidad para reducir los daños ocasionados por *D. kuriphilus*.

Palabras clave: Avispilla del castaño, control biológico, REFINA, Hymenoptera, identificación.

Summary

The chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera: Cynipidae), is considered one of the world's greatest threats to chestnut cultivation, as it causes fruit production loss, defoliation, and canopy decline. The use of *Torymus sinensis Kamijo*, 1982 (*Hymenoptera: Torymidae*), a parasitoid, as a biological control method has been implemented in countries such as Italy, France, and several autonomous communities in Spain, while in the Foral Community of Navarre, no releases of *Torymus sinensis* have been carried out. However, this study has confirmed its presence, and more importantly, its expansion throughout Navarre, with significant parasitism rates.

Additionally, to monitor the evolution of the infestation by *Dryocosmus kuriphilus* and the effectiveness of biological control using *Torymus sinensis*, monitoring efforts conducted since 2016 to 2023 on 25 predetermined plots were analysed: Despite the observed decrease in *D. kuriphilus* galls, no improvements in canopy density were observed.

Regarding parasitism, *T. sinensis* has proven effective, reaching parasitism rates of 42.51 % in 2020 and stabilizing at 20 % in subsequent years, demonstrating its ability to reduce the damage caused by *D. kuriphilus*.

Keywords: Chestnut gall wasp, biological control, REFINA, Hymenoptera, identification.

1. Introduction

La avispilla del castaño *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) es considerada una de las mayores amenazas actuales para el cultivo del castaño. Esta avispilla genera daños en yemas, brotes y hojas, al desarrollar agallas en ellos, provocando la reducción del alargamiento del brote, la muerte de yemas y flores con la consiguiente merma en la producción de fruto, y causando defoliación. *Dryocosmus kuriphilus*, nativa de China se extendió principalmente por el comercio mundial de plantones infectados en viveros, seguida de una dispersión natural, llegando a Japón (1941), Corea (1963), Estados Unidos (1974) e Italia en 2002 (EPPO, 2003). Posteriormente fue detectada en Eslovenia y Francia (2005), Hungría y Suiza (2009) (Aebi *et al.*, 2011), Croacia y Holanda (2010), Alemania, República Checa, Eslovaquia y España (Heras *et al.*, 2012).

Desde la primera detección de *D. kuriphilus* en 2012 en España, su expansión por Galicia (Pérez-Otero *et al.*, 2017), toda la cornisa Cantábrica, Cataluña y Andalucía fue muy rápida (Nieves-Aldrey, *et al.*, 2019b), causando daños muy relevantes.

Dryocosmus kuriphilus, con código DRYCKU por la European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), está clasificado en la lista A2 de la EPPO (recomendación de ser regulada como plaga cuarentenaria y presente en la región EPPO pero no ampliamente distribuido en el territorio) y en el Anexo III del Reglamento de Ejecución (UE) 2019/2072 por la que se establecen medidas de protección contra las plagas de los vegetales.

Torymus sinensis (*Hymenoptera: Torymidae*) es la única especie parasitoide de larvas de *D. kuriphilus* conocida que es específica y está fenológicamente sincronizada (Moriya *et al.*, 2003), siendo ambas especies, nativas de China. Las hembras de *T. sinensis* realizan la oviposición tras detectar las agallas de *D. kuriphilus*, donde sus larvas se alimentarán de las larvas huésped, destruyéndolas. Por ello, el uso de *T. sinensis* está validado como método de control biológico clásico de *D. kuriphilus* (Moriya *et al.*, 2003). *T. sinensis* se introdujo por primera en Italia en 2005 y en Francia en 2011 (Francati *et al.*, 2015) y a partir de 2015 se iniciaron sueltas experimentales en Galicia y Andalucia. Desde 2018 se manifiestó la posibilidad de dispersión natural de *T. sinensis* desde Francia a través de los Pîrineos con Cataluña, País Vasco y Navarra (Nieves-Aldrey *et al.*, 2019a).

El impacto de *T. sinensis* sobre agallas de otros cinípidos y parasitoides nativos de agallas de *Quercus* parece ser limitado en España (Nieves-Aldrey *et al.*, 2019b), y lo mismo se encontró en Italia (Quacchia *et al.*, 2014; Francati *et al.*, 2015), aunque se considera una línea de trabajo a reforzar en un futuro.

En 2018 se citaron puntualmente en Navarra varias especies de parasitoides de *D. kuriphilus* (Nieves-Aldrey *et al.*, 2019a), *Torymus sinensis* incluido. Durante los trabajos de campo de 2019 se recolectaron agallas de *D. kuriphilus* en 4 localizaciones y se identificaron diferentes parasitoides, aunque no se logró detectar *Torymus sinensis*. Por ello, a partir de 2020 se iniciaron los trabajos de determinación de himenópteros parasitoides y se tuvo como objetivo determinar si pertenecían a *T. sinensis*, ya que desde 2015 se habían realizado sueltas experimentales en otras co-

munidades autónomas (Andalucia, Galicia, Castilla y León) así como en Francia. Como no se habían realizado sueltas de *T. sinensis* ni en Euskadi, ni en Navarra, la hipótesis más plausible era la llegada de *T. sinensis* desde Francia por expansión natural (Nieves-Aldrey *et al.*, 2019b). A partir de 2021 se amplía el estudio a las 25 parcelas de castaño que posee REFINA-DRY (Red de evaluación fitosanitaria de las masas forestales de Navarra, parcelas de *Dryocosmus kuriphilus*) de Navarra.

Los trabajos de muestreo realizados en el presente estudio tienen como objetivo principal determinar la presencia, abundancia y descripción de daños causados por *D. kuriphilus*, así como determinar la posible presencia de diferentes parasitoides. Para ello, se ha realizado una evaluación del nivel de defoliación y cantidad de agallas de *D. kuriphilus*, que hemos considerado un nuevo indicador del estado de salud respecto a esta plaga, puesto que a mayor presencia de la plaga, aumenta la cantidad de agallas y el porcentaje de defoliación y copa muerta.

2. Material y métodos

2.1. Evaluación cuantitativa de defoliación y nivel de infestación causada por Dryocosmus kuriphilus

La red REFINA (Red de Evaluación Fitosanitaria de masas forestales de Navarra) es una red autonómica de seguimiento de los daños en los bosques formada por parcelas en una malla de 8 x 8 km, complementaria a la Red Europea de Daños en los Bosques (16 x 16 km). En REFINA, se ha complementado la red con 25 parcelas de seguimiento específico para *Castanea* spp. (REFINA-DRY) que permiten evaluar el estado de salud de *Castanea* spp. Se ha realizado una clasificación de las parcelas mediante criterios climáticos (influencia atlántica o alpina) y geográficos (cuencas hidrográficas o altitud), obteniendo cuatro zonas diferenciadas.

Sobre las 25 parcelas formadas cada una por 12 pies (aunque puntualmente no alcanzan la cifra por ausencia de ejemplares suficientes, por ejemplo, REFINA-DRY15) distribuidas por todo el territorio, en 15 se realiza una evaluación general (un valor por parcela) y en 10 parcelas una evaluación más detallada, pie a pie. Los parámetros evaluados son el porcentaje de defoliación y de copa muerta, según criterios de evaluación del Programa ICP-Forest para las Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques (Red Nivel I y Nivel II) según la cantidad de hojas/ramas vivas que posee el árbol. y el porcentaje de infestación de agallas de *D. kuriphilus*.

Definimos un nuevo concepto, de severidad, que se describe como el daño acumulado en la frondosidad de un árbol y se estima como el sumatorio de las defoliaciones antiguas (que causaron pérdidas de ramas (copa muerta) y las defoliaciones recientes (del año). De esta manera, la severidad *(Tabla 3)* tiene la capacidad de mostrar una aproximación a la acumulación de daños de un árbol en un periodo largo de tiempo, pudiendo ser una herramienta útil para analizar el estado de salud del arbolado.

2.2. Evaluación cualitativa del nivel de infestación causada por Dryocosmus kuriphilus

Se realiza una evaluación cualitativa del nivel de infestación, que se determina mediante una escala de niveles basada en la de la procesionaria del pino (Montoya y Hernández, 1998), adaptada específicamente para evaluar la avispilla del castaño (Gestión Ambiental de Navarra, 2015), que consta de cuatro niveles valorados de 0 a 3 *(Tabla 1)*.

Tabla 1. Descripción de los niveles de infestación empleados para la clasificación de la presencia y daños de la avispilla del castaño (*Dryocosmus kuriphilus*) en Navarra.

Nivel	Descripción del nivel de infestación
0	Ausente
1	Fase inicial, colonización-conquista. Habitual en 1º o 2º año desde la llegada de Dryocosmus kuriphilus o tras un descenso desde un nivel más alto. Suele ser difícil distinguir agallas y se concentran básicamente en la zona baja de la copa. Afección copa <10%. En general, de 0 a 25 agallas por árbol adulto.
2	Fase de multiplicación y asentamiento en la zona. Agallas en la parte baja de la copa e incluso algunas ramas de la zona media. Habitual cuando la plaga lleva ciertos años en la zona o tras un descenso desde un nivel más alto. Afección copa 10-50%. En general, de 25 a 100 agallas por árbol adulto.
3	Fase expansión. Las agallas en la zona media y baja de la copa son abundantes, incluso se observan agallas en la parte superior de la copa. Afección copa >50%. En general, más de 100 agallas por árbol adulto.

2.3. Estudio de parasitoides de Dryocosmus kuriphilus

El área de estudio está formada por 25 parcelas de castaño distribuidas por la mitad norte de Navarra, tal y como se puede observar en la *Figura 1*. El estudio de los posibles parasitoides de *D. kuriphilus* se inició en 2020 sobre 5 ubicaciones, ampliadas a toda la red de parcelas un año después, con algún caso puntual (parcela DRY15-Biskarret), donde no se logró recolectar agallas por su inaccesibilidad.

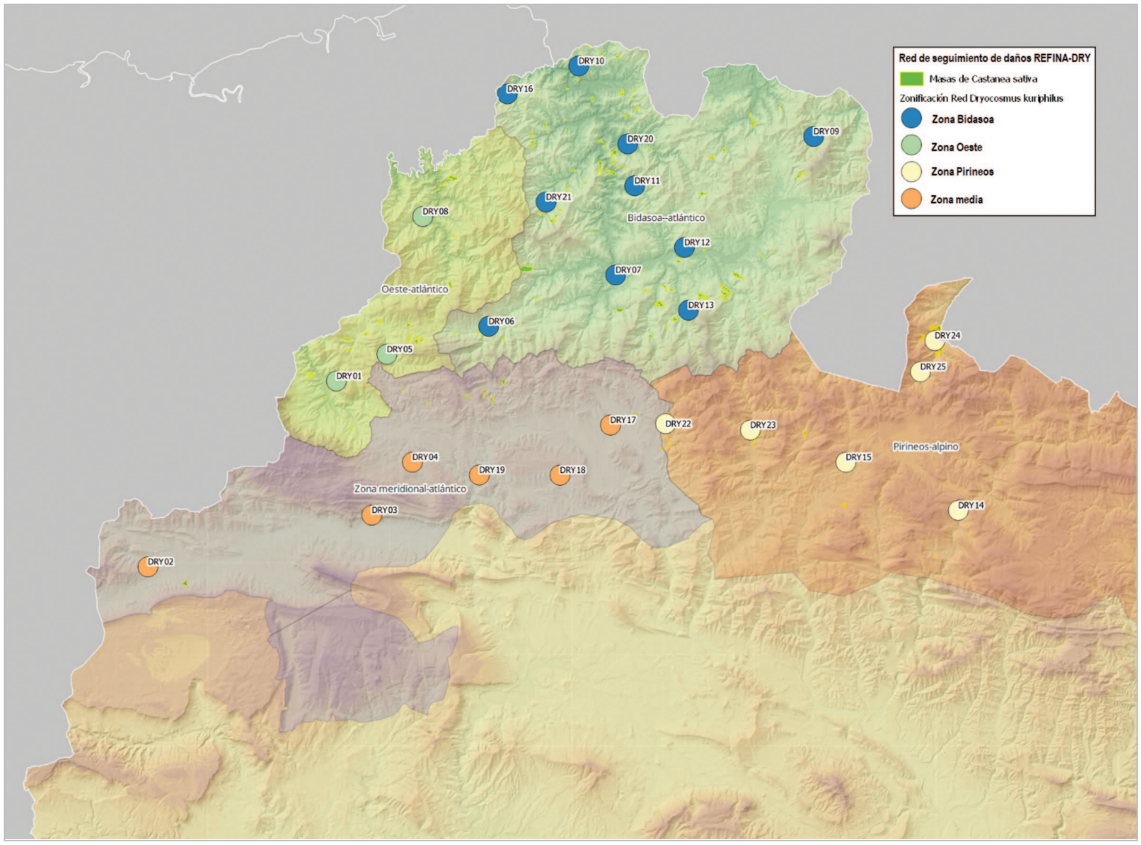

Figura 1. Localización de las parcelas del estudio de la avispilla del castaño (*Dryocosmus kuriphilus*, DRYCKU) zonificado por características climáticas y geográficas.

Las agallas de *D. kuriphilus* se recogieron aleatoriamente de los diferentes castaños de cada parcela (2020 a 2023), siempre a una altura menor de 3 m, seleccionando 25 agallas frescas y bien formadas por parcela. Las agallas fueron trasladadas a laboratorio, etiquetadas y puestas individualmente en tubos de ensayo de 50 ml con tapón de algodón hidrófilo de uso médico. Las muestras se conservaban etiquetadas y ordenadas en cajas, por localización de recogida (25 tubos de ensayo por caja).

Las cajas se almacenaron en lugar seco y ventilado, a temperatura ambiente (15-20 °C), revisándolas semanalmente para detectar las primeras emergencias. Debido al escaso número de emergencias, se elevó la temperatura de conservación hasta 20-25 °C, con el fin de romper la hibernación y favorecer así que los insectos emergiesen (*D. kuriphilus* y otros potenciales parasitoides), realizando su contabilización y clasificación. En la primera anualidad, se realizaron extracciones manuales de parasitoides, mientras que en años posteriores, se adaptó y alargó el periodo de revisión en función del número de emergencias, oscilando entre 7 y 14 días entre revisiones.

2.4. Identificación de parasitoides

Los parasitoides extraídos de los tubos de ensayo se almacenaron referenciados en tubos Eppendorf hasta su contabilización e identificación. Inicialmente fueron identificados por sus características morfológicas, alcanzando la clasificación a nivel de género en los insectos observados.

Con el fin de mejorar la identificación de los parasitoides y fauna asociada, posteriormente se emplearon claves específicas para la caracterización morfológica e identificación de *T. sinensis* y de las especies nativas de *Torymus* afines (Nieves-*Aldrey et al.*, 2019c), así como estudios de fauna secundaria asociada a agallas (Nieves-*Aldrey et al.*, 2019d), mejorando el trabajo de identificación.

En el caso de la campaña de 2020, al realizar una extracción manual de parasitoides de las agallas, algunos ejemplares no se encontraban en fase adulta, por lo que su clasificación era más compleja, obligando a simplificarla. Se realizó la diferenciación entre *D. kuriphilus* y parasitoides, para calcular la tasa de parasitismo en la parcela.

Durante 2021 y 2022, con el fin de asegurar la identificación morfológica, se remitieron muestras de parasitoides de todas las parcelas al Laboratorio de Referencia de Navarra (Área de Biología Vegetal del Laboratorio Agroalimentario de Navarra), donde realizaron ensayos moleculares PCR RT y posterior secuenciación Sanger, para confirmar la presencia de *T. sinensis*.

2.5. Estimación de parasitismo

Para cada parcela de muestreo, el parasitismo (%) se ha determinado como $N_{parasite}/(N_{galls} \times 3.5) \times 100$, donde $N_{parasite}$ y N_{galls} indican el número de adultos parasitoides emergidos y número de agallas recogidas, respectivamente. Las agallas de *D. kuriphilus* son multiloculares y el valor promedio empleado es de 3.5 celdas/agalla (Cooper y Rieske, 2011; Aebi *et al.* (2011); Panzavolta *et al.*, 2013). Mediante este método de cálculo, empleando un valor medio de celdas/agalla, se busca limitar la posible sobreestimación del parasitismo en laboratorio en comparación con la situación de campo, porque las condiciones de laboratorio causan una mayor mortalidad adulta de D. kuriphilus dentro de las agallas en comparación a los parasitoides (Aebi *et al.*, 2011).

3. Resultados

3.1. Evaluación de defoliación y nivel de infestación causada por Dryocosmus kuriphilus

Los valores de las variables de defoliación, infestación por agallas de *D. kuriphilus*, copa muerta y severidad acumulada, se presentan en la *Tabla 2* y *Tabla 3*.

Tabla 2. Porcentajes de defoliación y copa muerta del periodo 2020-2024 en las parcelas REFINA-DRY de castaños de Navarra. El porcentaje de defoliación y copa muerta se estimaron referidos a cada parcela, o bien pie a pie y promediados a la parcela.

Referencia	**Municipio**	**Superficie** (ha)	**Zonificación**	**Defoliación** (%)					**Copa muerta** (%)				
				2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
REFINA DRY01	Araitz (Atallu)	10.38	Oeste	20	20	15	20	15.0	20.0	20.0	20.0	15.0	15.0
REFINA DRY02	Alsasua	3.14	Z.Meridional	22.1	19.6	17.9	27.9	13.8	29.6	27.5	27.1	27.1	29.2
REFINA DRY03	Irañeta	24.42	Z.Meridional	25	15	20	20	15.0	20.0	20.0	15.0	15.0	15.0
REFINA DRY04	Larraun (Alli)	5.84	Z.Meridional	35	20	20	30	15.0	25.0	20.0	20.0	20.0	15.0
REFINA DRY05	Leitza	9.7	Oeste	16.3	17.1	16.3	17.1	14.2	28.8	27.9	29.6	28.3	28.8
REFINA DRY06	Eratsun	4.97	Bidasoa	10	15	10	30	30.0	25.0	20.0	25.0	15.0	15.0
REFINA DRY07	Doneztebe	4.14	Bidasoa	10	10	10	10	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
REFINA DRY08	Goizueta	13.02	Oeste	10	10	15	15	15.0	15.0	10.0	10.0	15.0	15.0
REFINA DRY09	Baztan (Aritzakun)	20.25	Bidasoa	13.3	15	20.8	20.8	15.8	20.0	19.6	22.1	22.1	24.6
REFINA DRY10	Bera	4.12	Bidasoa	10	15	20	15	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
REFINA DRY11	Facero 87	4	Bidasoa	14.6	12.9	15	16.3	12.9	14.6	17.1	19.6	17.1	17.5
REFINA DRY12	Baztan (Orabidea)	8.11	Bidasoa	15	10	15	15	10.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
REFINA DRY13	Baztan (Berroeta)	16.59	Bidasoa	15.8	12.9	19.6	16.7	14.6	24.2	22.9	21.7	25.8	30.0
REFINA DRY14	Garralda	1.16	Pirineos	25	15	15	20	15.0	15.0	15.0	20.0	15.0	15.0
REFINA DRY15	Erro (Biskarret)	0.07	Pirineos	20	25	25	20	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	20.0
REFINA DRY16	Lesaka (Endara)	3.31	Bidasoa	10	15	15	20	20.0	20.0	15.0	15.0	15.0	15.0
REFINA DRY17	Ultzama (Eltzaburu)	21.02	Z.Meridional	16.7	18.8	17.9	20.8	13.3	30.0	27.9	30.4	27.9	26.3
REFINA DRY18	Atez (Beunza)	18.56	Z.Meridional	25	15	20	20	15.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
REFINA DRY19	Basaburua (Udabe)	2.09	Z.Meridional	21.7	17.1	15.8	15.8	14.2	14.6	15.0	16.7	20.0	20.8
REFINA DRY20	Etxalar	14.54	Bidasoa	15	15	15	30	15.0	20.0	15.0	15.0	15.0	15.0
REFINA DRY21	Lesaka (Otxango)	7.36	Bidasoa	17.9	19.6	16.3	18.8	14.5	22.5	24.6	27.5	26.7	24.1
REFINA DRY22	Lantz	13.05	Pirineos	20	15	15	15	15.0	30.0	25.0	20.0	20.0	25.0
REFINA DRY23	Esteribar (Eugui)	23	Pirineos	19.2	15	15.4	21.7	14.2	27.5	30.8	31.3	25.8	30.8
REFINA DRY24	Valcarlos	83.54	Pirineos	12.5	15.8	18.8	30	15.8	22.5	34.2	32.5	28.3	31.7
REFINA DRY25	Valcarlos	13.47	Pirineos	15	15	15	20	20.0	25.0	25.0	20.0	15.0	15.0
TOTAL	**Todas**	**329.85**	**Todas**	**17.4**	**15.8**	**16.8**	**20.2**	**15.3**	**21.0**	**20.3**	**20.5**	**19.4**	**20.1**

Tabla 3. Porcentajes de agallas y severidad del daño del periodo 2020-2024 en las parcelas REFINA-DRY de castaños de Navarra.El porcentaje de agallas se calcula sobre 100 hojas. La severidad de daño se calcula como el porcentaje de defoliación más el porcentaje de copa muerta.

Referencia	Municipio	Zonificación	Cantidad de agallas (%)					Severidad (%)				
			2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
REFINA DRY01	Araitz (Atallu)	Oeste	2.0	2.0	4.0	3.5	3.5	40.0	40.0	35.0	35.0	30.0
REFINA DRY02	Alsasua	Z.Meridional	2.5	0.4	0.4	0.0	0.1	51.7	47.1	45.0	55.0	42.9
REFINA DRY03	Irañeta	Z.Meridional	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	35.0	35.0	35.0	30.0
REFINA DRY04	Larraun (Alli)	Z.Meridional	3.0	3.0	1.5	1.5	2.0	60.0	40.0	40.0	50.0	30.0
REFINA DRY05	Leitza	Oeste	2.3	4.1	2.8	2.8	3.0	45.0	45.0	45.8	45.4	42.9
REFINA DRY06	Eratsun	Bidasoa	3.0	5.0	4.0	3.5	3.5	35.0	35.0	35.0	45.0	45.0
REFINA DRY07	Doneztebe	Bidasoa	0.1	0.1	0.1	1.5	0.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
REFINA DRY08	Goizueta	Oeste	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	25.0	20.0	25.0	30.0	30.0
REFINA DRY09	Baztan (Aritzakun)	Bidasoa	0.7	0.1	0.0	0.1	0.1	33.3	34.6	42.9	42.9	40.4
REFINA DRY10	Bera	Bidasoa	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	30.0	35.0	30.0	30.0
REFINA DRY11	Facero 87	Bidasoa	0.1	0.1	0.5	1.0	0.1	29.2	30.0	34.6	33.3	30.4
REFINA DRY12	Baztan (Orabidea)	Bidasoa	1.0	0.5	1.0	2.0	0.1	30.0	25.0	30.0	30.0	25.0
REFINA DRY13	Baztan (Berroeta)	Bidasoa	2.0	0.2	0.8	1.3	0.9	40.0	35.8	41.3	42.5	44.6
REFINA DRY14	Garralda	Pirineos	2.0	2.0	0.0	0.1	1.5	40.0	30.0	35.0	35.0	30.0
REFINA DRY15	Erro (Biskarret)	Pirineos	1.0	0.0	0.1	0.0	0.5	35.0	40.0	40.0	35.0	35.0
REFINA DRY16	Lesaka (Endara)	Bidasoa	0.5	0.5	1.8	2.5	2.5	30.0	30.0	30.0	35.0	35.0
REFINA DRY17	Ultzama (Eltzaburu)	Z.Meridional	3.1	2.2	0.2	0.2	0.2	46.7	46.7	48.3	48.8	39.6
REFINA DRY18	Atez (Beunza)	Z.Meridional	1.0	0.5	0.0	0.1	0.5	45.0	35.0	40.0	40.0	35.0
REFINA DRY19	Basaburua (Udabe)	Z.Meridional	1.0	0.6	0.2	0.2	0.2	36.3	32.1	32.5	35.8	35.0
REFINA DRY20	Etxalar	Bidasoa	0.5	0.5	1.0	0.0	0.0	35.0	30.0	30.0	45.0	30.0
REFINA DRY21	Lesaka (Otxango)	Bidasoa	0.7	0.6	0.8	1.7	2.0	40.4	44.2	43.8	45.4	38.6
REFINA DRY22	Lantz	Pirineos	5.0	5.0	0.8	2.0	2.0	50.0	40.0	35.0	35.0	40.0
REFINA DRY23	Esteribar (Eugui)	Pirineos	2.7	2.9	1.1	0.7	0.9	46.7	45.8	46.7	47.5	45.0
REFINA DRY24	Valcarlos	Pirineos	2.0	4.7	4.8	9.0	8.0	35.0	50.0	51.3	58.3	47.5
REFINA DRY25	Valcarlos	Pirineos	2.0	5.0	5.0	8.0	10.0	40.0	40.0	35.0	35.0	35.0
TOTAL	**Todas**	**Todas**	**1.6**	**1.6**	**1.3**	**1.7**	**1.7**	**38.4**	**36.1**	**37.3**	**39.6**	**35.5**

Mientras que el porcentaje de defoliación media (2020-2024) es de 17.1 ± 1.94, el nivel de infestación de agallas promedio presenta valores muy bajos en cada una de las anualidades observadas, con un valor medio de 1,6 % en el periodo, que contrasta con el promedio de la severidad (% de defoliación + % copa muerta) que se sitúa en el 37.4 ± 1.7 %.

Los elevados valores de severidad y su escasa variación en el periodo estudiado, muestran una delicada situación fitosanitaria del castaño y se observa que un descenso puntual de la cantidad de agallas no mejora la situación del castaño en el corto plazo.

La evolución de los niveles de infestación de D. kuriphilus en los castaños durante 2016-2024, se representan en la *Figura 2*. Se observa que existen diferencias de comportamiento por zonas, ya que desde 2016 (inicio de la evaluación), los niveles de D. kuriphilus eran muy altos en todas las parcelas excepto en las de Pirineos. Tras alcanzar valores máximos en 2019, posteriormente han tendido a disminuir y estabilizarse en valores intermedios.

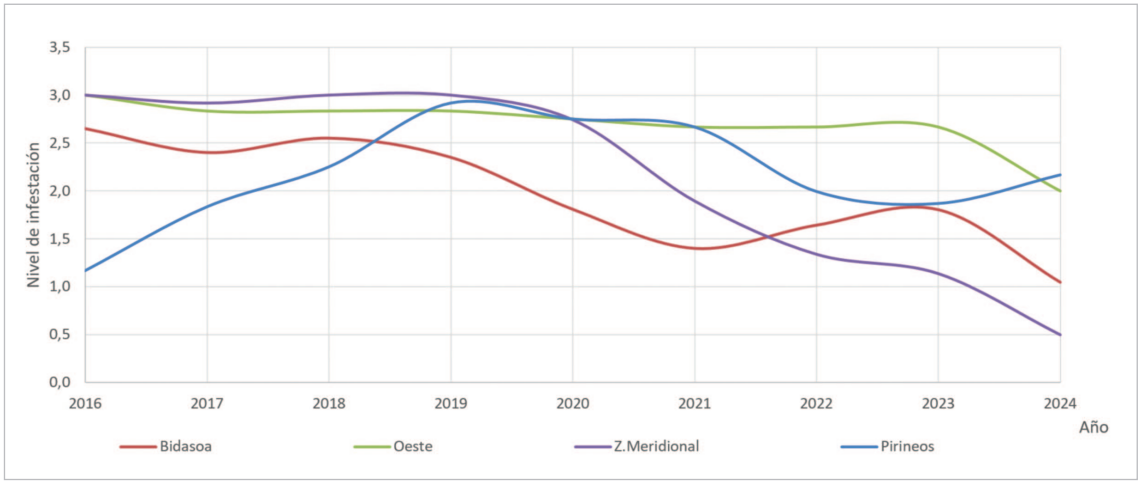

Figura 2. Evolución del nivel de infestación de *Dryocosmus kuriphilus* por zonas de la Comunidad Foral de Navarra.

El caso de las parcelas de Pirineos, llevan un desajuste temporal respecto del resto de zonas, considerando que se debe a una llegada más tardía de la plaga (2015-2016), pero con una evolución de los niveles de infestación que parece llevar la misma dinámica, sólo con cierto retraso temporal respecto al resto de zonas.

3.2. Identificación de parasitoides

Los valores de parasitismo obtenidos tras la identificación morfológica de las emergencias de las agallas recogidas en el periodo 2020 a 2023 *(tablas 4* a *7)*, arrojan unos resultados muy elevados de parasitismo, principalmente causado por *T. sinensis*.

Tabla 4. Campaña 2020. Parasitoides identificados en agallas de *Castanea* spp. y estimación de ratio de parasitismo. *DRYCKU=Dryocosmus kuriphilus*, ♀=hembra, ♂=macho, Ts ♀♂ = sexo no identificado, Ts=*Torymus sinensis*, Ek=*Eupelmus kiefferi*, TsPR=Ratio de parasitismo de Ts, PR=Ratio de parasitismo general.

Cod parcela	Localización	N.º agallas *DRYCKU*	*DRYCKU*	N.ºTs ♀	N.ºTs ♂	Ts ♀♂	*Ek*	Otros Parasitoides	Total	% TsPR	% PR
REFINA DRY09	Baztan (Aritzakun)	25	0	13	9	0	0	0	22	25.14	25.14
REFINA DRY11	Facero 87	25	0	17	27	0	0	0	44	50.29	50.29
REFINA DRY13	Baztan (Berroeta)	25	1	26	23	0	0	0	49	56.00	56.00
REFINA DRY17	Ultzama (Eltzaburu)	25	1	13	17	8	0	1	39	43.43	44.57
REFINA DRY21	Lesaka (Otxango)	25	0	4	5	16	2	5	32	28.57	36.57
TOTAL		**125**	**2**	**73**	**81**	**24**	**2**	**6**	**186**	**40.69**	**42.51**

Tabla 5. . Campaña 2021. Parasitoides identificados en agallas de Castanea spp. y estimación de ratio de parasitismo. DRYCKU=Dryocosmus kuriphilus, ♀ =hembra, ♂ =macho, Ts=Torymus sinensis, TsPR=Ratio de parasitismo de Ts, PR=Ratio de parasitismo general.

Cod parcela	Localización	N.º agallas *DRYCKU*	*DRYCKU*	N.º Ts ♀	N.º Ts ♂	Otros Parasitoides	Total	% TsPR	% PR
REFINA DRY01	Araitz (Atallu)	25	0	16	7	0	23	26.29	26.29
REFINA DRY02	Alsasua	25	1	14	4	0	18	20.57	20.57
REFINA DRY03	Irañeta	25	2	7	1	2	10	9.14	11.43
REFINA DRY04	Larraun (Alli)	25	3	15	9	1	25	27.43	28.57
REFINA DRY05	Leitza	25	2	8	6	1	15	16.00	17.14
REFINA DRY06	Eratsun	25	2	16	14	3	33	34.29	37.71
REFINA DRY07	Doneztebe	25	0	7	5	2	14	13.71	16.00
REFINA DRY08	Goizueta	25	1	20	10	1	31	34.29	35.43
REFINA DRY09	Baztan (Aritzakun)	25	0	10	5	1	16	17.14	18.29
REFINA DRY10	Bera	25	0	11	5	0	16	18.29	18.29
REFINA DRY11	Facero 87	25	0	5	4	1	10	10.29	11.43
REFINA DRY12	Baztan (Orabidea)	25	0	3	5	2	10	9.14	11.43
REFINA DRY13	Baztan (Berroeta)	25	0	23	11	0	34	38.86	38.86
REFINA DRY14	Garralda	25	0	10	6	1	17	18.29	19.43
REFINA DRY15	Erro (Biskarret)	0	-	-	-	-	-	-	-
REFINA DRY16	Lesaka (Endara)	25	0	11	0	1	12	12.57	13.71
REFINA DRY17	Ultzama (Eltzaburu)	25	2	28	14	3	45	48.00	51.43
REFINA DRY18	Atez (Beunza)	25	0	5	4	0	9	10.29	10.29
REFINA DRY19	Basaburua (Udabe)	25	2	12	4	2	18	18.29	20.57
REFINA DRY20	Etxalar	25	0	11	8	0	19	21.71	21.71
REFINA DRY21	Lesaka (Otxango)	25	0	18	15	1	34	37.71	38.86
REFINA DRY22	Lantz	25	1	15	9	2	26	27.43	29.71
REFINA DRY23	Esteribar (Eugui)	25	0	11	2	1	14	14.86	16.00
REFINA DRY24	Valcarlos	25	0	5	7	1	13	13.71	14.86
REFINA DRY25	Valcarlos	25	2	20	6	1	27	29.71	30.86
TOTAL/MEDIA		**600**	**18**	**301**	**161**	**27**	**489**	**22.00**	**23.29**

Tabla 6. Campaña 2022. Parasitoides identificados en agallas de *Castanea* spp. y estimación de ratio de parasitismo. *DRYCKU=Dryocosmus kuriphilus*, ♀=hembra, ♂=macho, Ts=Torymus sinensis, TsPR=Ratio de parasitismo de Ts, PR=Ratio de parasitismo general.

Cod parcela	Localización	N.º agallas *DRYCKU*	*DRYCKU*	N.º Ts ♀	N.º Ts ♂	Otros Parasitoides	Total	% TsPR	% PR
REFINA DRY01	Araitz (Atallu)	25	0	12	7	2	21	21.71	24.00
REFINA DRY02	Alsasua	25	0	1	14	0	15	17.14	17.14
REFINA DRY03	Irañeta	25	2	2	6	1	9	9.14	10.29
REFINA DRY04	Larraun (Alli)	25	0	3	20	1	24	26.29	27.43
REFINA DRY05	Leitza	25	5	9	10	3	22	21.71	25.14
REFINA DRY06	Eratsun	25	14	5	5	0	10	11.43	11.43
REFINA DRY07	Doneztebe	25	1	5	11	1	17	18.29	19.43
REFINA DRY08	Goizueta	25	7	4	11	3	18	17.14	20.57
REFINA DRY09	Baztan (Aritzakun)	25	2	4	12	0	16	18.29	18.29
REFINA DRY10	Bera	25	0	4	6	0	10	11.43	11.43
REFINA DRY11	Facero 87	25	1	5	10	1	16	17.14	18.29
REFINA DRY12	Baztan (Orabidea)	25	0	3	4	0	7	8.00	8.00
REFINA DRY13	Baztan (Berroeta)	25	1	4	2	0	6	6.86	6.86
REFINA DRY14	Garralda	25	3	2	4	1	7	6.86	8.00
REFINA DRY15	Erro (Biskarret)	0	0	2	5	0	7	8.00	8.00
REFINA DRY16	Lesaka (Endara)	25	8	5	10	5	20	17.14	22.86
REFINA DRY17	Ultzama (Eltzaburu)	25	0	1	7	0	8	9.14	9.14
REFINA DRY18	Atez (Beunza)	25	1	2	13	0	15	17.14	17.14
REFINA DRY19	Basaburua (Udabe)	25	7	1	12	0	13	14.86	14.86
REFINA DRY20	Etxalar	25	0	6	9	0	15	17.14	17.14
REFINA DRY21	Lesaka (Otxango)	25	9	5	19	1	25	27.43	28.57
REFINA DRY22	Lantz	25	2	5	10	0	15	17.14	17.14
REFINA DRY23	Esteribar (Eugui)	25	1	4	14	0	18	20.57	20.57
REFINA DRY24	Valcarlos	25	0	5	4	0	9	10.29	10.29
REFINA DRY25	Valcarlos	25	2	4	20	0	24	27.43	27.43
TOTAL/MEDIA		**625**	**66**	**103**	**245**	**19**	**367**	**15.91**	**16.78**

Tabla 7. Campaña 2023. Parasitoides identificados en agallas de *Castanea* spp. y estimación de ratio de parasitismo. *DRYCKU=Dryocosmus kuriphilus*, ♀=hembra, ♂=macho, Ts=*Torymus sinensis*, TsPR=Ratio de parasitismo de Ts, PR=Ratio de parasitismo general.

Cod parcela	Localización	N.º agallas *DRYCKU*	*DRYCKU*	N.º de Ts ♀	N.º de Ts ♂	Otros Sp. identif.	Total	% TsPR	% PR
REFINA DRY01	Araitz (Atallu)	25	0	5	21	1	27	29.71	30.86
REFINA DRY02	Alsasua	25	0	8	12	0	20	22.86	22.86
REFINA DRY03	Irañeta	25	0	0	0	0	0	0.00	0.00
REFINA DRY04	Larraun (Alli)	25	0	3	6	0	9	10.29	10.29
REFINA DRY05	Leitza	25	0	12	27	2	41	44.57	46.86
REFINA DRY06	Eratsun	25	2	7	13	0	20	22.86	22.86
REFINA DRY07	Doneztebe	25	0	2	6	0	8	9.14	9.14
REFINA DRY08	Goizueta	25	0	8	5	1	14	14.86	16.00
REFINA DRY09	Baztan (Aritzakun)	25	1	3	6	1	10	10.29	11.43
REFINA DRY10	Bera	25	0	0	0	0	0	0.00	0.00
REFINA DRY11	Facero 87	25	1	6	11	0	17	19.43	19.43
REFINA DRY12	Baztan (Orabidea)	25	0	1	3	1	5	4.57	5.71
REFINA DRY13	Baztan (Berroeta)	25	1	7	14	0	21	24.00	24.00
REFINA DRY14	Garralda	25	1	9	15	1	25	27.43	28.57
REFINA DRY15	Erro (Biskarret)	25	0	0	0	0	0	0.00	0.00
REFINA DRY16	Lesaka (Endara)	25	0	9	24	0	33	37.71	37.71
REFINA DRY17	Ultzama (Eltzaburu)	25	0	14	26	2	42	45.71	48.00
REFINA DRY18	Atez (Beunza)	25	1	4	8	3	15	13.71	17.14
REFINA DRY19	Basaburua (Udabe)	25	0	6	18	0	24	27.43	27.43
REFINA DRY20	Etxalar	25	0	0	0	0	0	0.00	0.00
REFINA DRY21	Lesaka (Otxango)	25	0	6	17	0	23	26.29	26.29
REFINA DRY22	Lantz	25	2	5	16	7	28	24.00	32.00
REFINA DRY23	Esteribar (Eugui)	25	0	8	26	1	35	38.86	40.00
REFINA DRY24	Valcarlos	25	0	0	1	0	1	1.14	1.14
REFINA DRY25	Valcarlos	25	0	18	22	1	41	45.71	46.86
TOTAL/MEDIA		**625**	**9**	**141**	**297**	**21**	**459**	**20.02**	**20.98**

En el caso de 2020, la ratio de parasitismo general, alcanzó un valor medio del 42.51 % sobre las muestras recogidas en 5 parcelas. En el periodo 2021-2023, la ratio de parasitismo general obtenida fue de 23.29 %, 16.78 % y 20.98 % respectivamente, donde el 94.4-95.7 % del parasitismo era consecuencia directa de *Torymus sinensis*, mientras que el reclutamiento del conjunto de especies autóctonas de parasitoides de agallas de *Quercus* desplazadas a las agallas del castaño (Nieves-Aldrey *et al.*, 2019b) fue muy limitada.

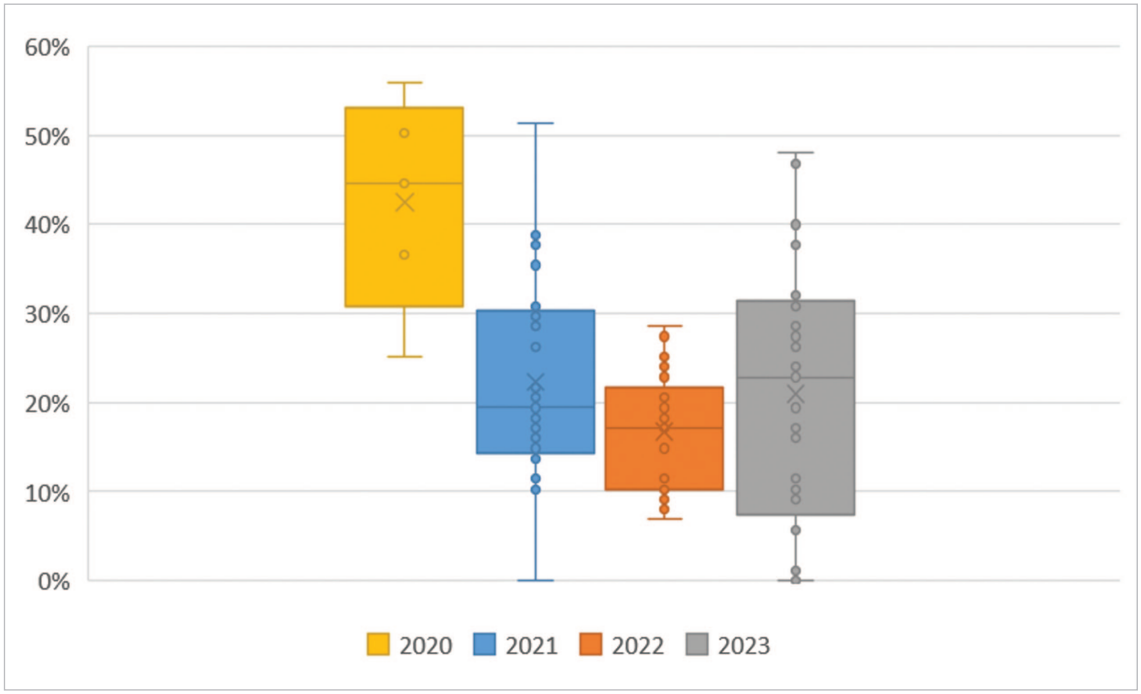

Figura 3. Ratio de parasitación de agallas de *Dryocosmus kuriphilus*. El box-plot o diagrama de cajas y bigotes posee cajas que identifican los datos entre primer y tercer cuartil, dividido por la mediana. X identifica la media, los círculos son los valores y los bigotes se extienden hasta los valores mínimos y máximos del conjunto de datos.

4. Discusión

En cuanto a la evolución de la defoliación (2020-2024), los valores obtenidos se encuentran en el rango de la defoliación ligera (10-25 %) según la clasificación de ICP-Forest (Eichhorn y Roskams, 2013, Eichhorn *et al.*, 2020), mientras que la media nacional se encuentra en el 26,8 % (Miteco, 2023). Además, los valores presentan una tendencia relativamente plana en el conjunto de la red de parcelas estudiada, en contraste con la larga tendencia de ascenso de la defoliación que arrastra el castaño a escala nacional (Adame *et al.*, 2022) y que parece no tener fin.

Si se analiza la evolución de la severidad y del nivel de infestación por agallas, se aprecia que, con bajadas notables de la presencia de agallas, no se traducen en mejorías en la frondosidad, ni ese año, ni en posteriores. En general, con los datos ac-

tuales, parece que la relación entre los niveles de infestación, defoliación y copa muerta observadas, no se producen cambios en el corto plazo.

Respecto a los niveles de infestación de *D. kuriphilus*, desde el inicio de la serie (2016) los niveles eran elevados, por lo que se asume que la entrada de *D. kuriphilus* se habría producido probablemente en el periodo 2012-2013, cuando también se detectó en Cataluña o Cantabria (EPPO, 2014, 2015). Por otro lado, se aprecia que existe una limitación en la escala de valores empleada actualmente (de 0 a 3) y debería modificarse para poder reflejar variaciones al alza de niveles de infestación más elevados.

El promedio 2021-2023 de ratio de parasitación de las agallas de *D. kuriphilus* es de 20.35 ± 3.30 % que es un valor similar a los descritos por Aebi *et al.* (2011) para Suiza, donde se producían oscilaciones importantes, por zonas. En todo caso, reflejan valores de infestación que permiten mantener cierto control sobre la plaga, al menos con los datos de los últimos tres años y que se suman a niveles de infestación de *D. kuriphilus* moderados con tendencia descendente.

Se refuerza el enfoque clásico de control biológico, basado en la liberación de *T. sinensis* como opción de control de *D. kuriphilus* a largo plazo (Quacchia *et al.*, 2008) en las zonas en las que éste se encuentre distribuido. En Italia, la eficacia de este parasitoide en el control biológico de *D. kuriphilus* permitió restaurar un hábitat a condiciones similares a las observadas antes de la introducción de la plaga (Bosio *et al.*, 2013; Ferracini *et al.*, 2015; Ferracini *et al.*, 2019).

5. Conclusiones

Desde que 2018 se detectó *T. sinensis* en Navarra, País Vasco y Cataluña (Nieves-Aldrey *et al.*, 2019a), con parasitación media de 3.76 % en Navarra (Nieves-Aldrey *et al.*, 2019b), la expansión de *T. sinensis* ha sido imparable, concluyendo su expansión a todos los castañares estudiados y además, con valores importantes de parasitación (20.35 %).

Este trabajo permite concluir que *T. sinensis* es el responsable principal de la mayoría de las parasitaciones de agallas observadas (95.42 %) en comparación con una presencia residual de avispillas nativas.

Aunque con datos todavía preliminares, se puede constatar la capacidad de *T. sinensis* para extenderse y asentarse de forma permanente en el territorio y limitar los daños ocasionados por *D. kuriphilus*. Cabe esperar que, a medio plazo, los buenos valores de parasitación de agallas se traduzcan en cierta mejora del estado general de los castaños, si otros agentes patógenos no cambian la situación. Por lo tanto, es determinante continuar con el estudio de la evolución de *D. kuriphilus* y profundizar en el conocimiento de la capacidad de los parasitoides en el control de la plaga.

6. Agradecimientos/Financiación

Este trabajo ha sido realizado con la colaboración de Susana Andrés, Virginia Álvarez de Eulate e Itsaso Goñi del Área de Biología Vegetal del Laboratorio Agroalimentario de Navarra, así como de Juan Markina (Gestión Ambiental de Navarra) en su incansable trabajo de campo y en laboratorio.

Por otro lado, gracias a J.L. Nieves-Aldrey y Diego Gil-Tapetado del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), por facilitar las claves específicas para la caracterización morfológica e identificación de *T. sinensis* y de las especies nativas de *Torymus afines*.

Este trabajo ha sido elaborado por el técnico responsable de Gestión Ambiental de Navarra (GAN-NIK) en el marco del encargo de Asistencia técnica para el desarrollo de la Agenda Forestal de Navarra, 2024.

7. Referencias

Adame, P.; Alonso, L.; Cañellas, I.; Hernandez, L.; Pasalodos-Tato, M.; Robla, E.; Alberdi, I.; 2022. Hacia un seguimiento más completo y armonizado de los daños en los bosques: Aplicación a la defoliación arbórea en España. *Ecosistemas* 31(3): 2387. https://doi.org/10.7818/ECOS.2387

Aebi, A.; Schöenenberger, N.; Bigler, F.; 2011. Evaluating the use of *Torymus sinensis* against the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* in the Canton Ticino, Switzerland. Agroscope Reckenholz-Tanikon Report 72 pp. Zürich, Switzerland.

Bosio, G.; Armando, M.; Moriya, S.; 2013. Verso il controllo biologico del cinipide del castagno. L'Informatore Agrario, 69 (14): 60-64.

Cooper, W.R.; Rieske, L.K.; 2011. A native and an introduced parasitoid utilize an exotic gall-maker host. *BioControl*, 56: 725-734. https://doi.org/10.1007/s10526-011-9350-1

Eichhorn, J.; Roskams, P.; 2013. Assessment of Tree Condition. In: Ferretti M, Fischer R (eds) Forest Monitoring – Methods for terrestrial investigations in Europe with an overview of North America and Asia. Elsevier, Amsterdam, 139–167. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-098222-9.00008-X

Eichhorn, J.; Roskams, P.; Potocic, N., *et al.*; 2020. Part IV: Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents. Version 2020-3. In: UNECE ICP Forests Programme Coordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 49 p. ISBN: 978-3- 86576-162-0. http://icp-forests.net/page/icp-forests-manualEPPO. 2003. Reporting Service of Dryocosmus kuriphilus. 2003/061 Introduction of Dryocosmus kuriphilus into Piemonte, Italy: Addition to the EPPO Alert List https://gd.eppo.int/reporting/article-2047

EPPO. 2014. Reporting Service 2014/04. First found in 2012 in several localities in the Western part of Cataluña: Comarcas de Alt Empordà, Baix Empordà, Garrotxa, Gironès, La Selva, Maresme, Osona, Vallès Oriental. 2014-04. https://gd.eppo.int/reporting/article-2787

EPPO. 2015. Reporting Service 2015/09. First found in 2013 in Cantabria, 2014 in Galicia. 2015-173. https://gd.eppo.int/reporting/article-5119

Ferracini, C.; Ferrari, E.; Saladini, M. A.; Pontini, M.; Cor-Radetti, M.; Alma, A.; 2015. Non-

target host risk assessment for the parasitoid *Torymus sinensis*. *BioControl*. https://doi.org/10.1007/s10526-015-9676-1

Ferracini, C.; Ferrari, E.; Pontini, M. *et al.*; 2019. Effectiveness of *Torymus sinensis*: a successful long-term control of the Asian chestnut gall wasp in Italy. *Journal of Pest Science*, 92: 353-359. https://doi.org/10.1007/s10340-018-0989-6

Francati, Santolo, Alma, A.; Ferracini, C.; Pollini, A.; Dindo, M.; 2015. Indigenous parasitoids associated with *Dryocosmus kuriphilus* in a chestnut production area of Emilia Romagna (Italy). *Bulletin of Insectology*, 68: 127-134. ISSN 1721-8861

Heras, J.; Torrell, A.; 2012. Dryocosmus kuriphilus Y. en Catalunya: Situación actual y perspectivas. 1er seminario monográfico internacional sobe *Dryocosmus kuriphilus*. Biocastanea 2012. III International meeting on chesnut.

Miteco (2024). ESMA. Trabajos de adquisición de información sobre el estado de los bosques españoles en base a la red integrada de seguimiento del estado de los bosques: Red de nivel I. Memoria annual. Informe general de resultados a nivel nacional. Año 2023. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/redes-europeas-seguimiento-bosques/resultados-red-de-nivel-i-2023.html

Moriya, S.; Shiga, M.; Adachi, I.; 2003. Classical biological control of the chestnut gall wasp in Japan, pp. 407-415. In: Proceedings of the 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods. USDA-Forestry Service, Honolulu. 573 pp.

Nieves-Aldrey, J.L.; Gil-Tapetado, D.; Gavira, O.; Boyero, J.; Polidori, C.; Lombardero, M.; Blanco, D.; Rey, C.; Rodríguez-Rojo, M.; Vela López, J.; Wong, E.; 2019a. *Torymus sinensis* Kamijo, a biocontrol agent against the invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu in Spain: its natural dispersal from France and the first data on establishment after experimental releases. *Forest Systems*, 28. e001. doi:10.5424/fs/2019281-14361. https://doi.org/10.5424/fs/2019281-14361

Nieves-Aldrey, J.L.; Gil-Tapetado, D.; Polidori, C.; Gomez, J.F.; 2019b. Evaluación del impacto de la introducción en el medio natural de *Torymus sinensis* como organismo de control biológico de la especie *Dryocosmus kuriphilus*, sobre las poblaciones de cinípidos y parasitoides nativos. Informe Final 03-2019b no publicado.

Nieves-Aldrey, J.L.; Gil-Tapetado, D.; Polidori, C.; Gomez, J.F.; 2019c. Caracterización morfológica e identificación de *Torymus sinensis* y de las especies nativas de *Torymus* afines.

Nieves-Aldrey, J.L.; Gil-Tapetado, D.; Rodríguez-Rojo, M.; 2019d. Fauna secundaria asociada a las agallas de la avispilla del castaño *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu en España (Hymenoptera, Cynipidae).

Panzavolta, T.; Bernardo, U.; Bracalini, M.; Cascone, P.; Croci, F.; Gebiola, M.; Iodice, L.; Tiberi, R.; Guerrieri, E.; 2013. Native parasitoids associated with *Dryocosmus kuriphilus* in Tuscany, Italy. *Bulletin of Insectology*, 66: 195-201.

Pérez-Otero, R.; Crespo, D.; Mansilla, J.P.; 2017. *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera: Cynipidae) in Galicia (NW Spain): pest dispersion, associated parasitoids and first biological control attempts. *Arquivos Entomolóxicos*, 17: 439-448.

Quacchia, A.; Moriya, S.; Bosio, G.; Scapin, I.; Alma, A.; 2008. Rearing, release and settlement prospect in Italy of *Torymus sinensis*, the biological control agent of the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. *BioControl*, 53: 829-839. https://doi.org/10.1007/s10526-007-9139-4

Quacchia, A.; Moriya, S.; Askew, R.; Schonrogge, K.; 2014. *Torymus sinensis*: Biology, host range and hybridization. *Acta Horticulturae*, 1043: 105-111. doi:10.17660/ActaHortic.2014.1043.13. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1043.13