

El coste económico de las especies invasoras: Costes asociados a la lucha contra la *Vespa velutina* en la apicultura gallega

Ana Isabel García-Arias^a, María Amparo Ferreira-Golpe^a & Ibán Vázquez-González^a

RESUMEN: La *Vespa velutina nigrithorax* (*V. velutina*) es una especie invasora introducida en Europa en 2004 y extendida rápidamente con repercusiones en la apicultura, la salud o los servicios de polinización. Dentro del proyecto Atlantic POSitive, realizamos una encuesta a 151 unidades apicultoras en 2021 sobre prácticas asociadas a su control en Galicia. Elevando los datos al conjunto de la población (muestra compleja), estimamos que los costes de control suponen entre el 14 % y el 21 % del valor estimado de la producción de miel. Presentamos un análisis por provincias y por métodos, siendo las provincias occidentales las más afectadas.

The economic cost of invasive species: costs associated with the control of *Vespa velutina* in Galician beekeeping

ABSTRACT: *Vespa velutina nigrithorax* (*V. velutina*), or Asian hornet, is an invasive species introduced in Europe in 2004 and spreading rapidly with repercussions on beekeeping, human health, or pollination services. As part of the European Atlantic POSitive project, we conducted a survey of 151 beekeeping units in 2021 on the practices associated with its control in Galicia. Taking the data to the whole population (complex sample), we have estimated that the costs of control are between the 14 % and the 21 % of the production value. We present an analysis by provinces and by methods of control.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS: costes, Galicia, Avispa asiática, apicultura, contraservicios ecosistémicos / costs, Galicia, Asian hornet, beekeeping, ecosystem disservices.

Clasificación JEL / JEL Classification: Q57.

DOI: <https://doi.org/10.7201/earn.2024.02.06>

^a Dpto de Economía Aplicada, Universidade de Santiago de Compostela, Campus de Lugo. E-mail: anaisabel.garcia@usc.gal; mariaamparo.ferreira@usc.gal; iban.vazquez.gonzalez@usc.gal

Agradecimientos: Trabajo financiado por Interreg Atlantic Area: EAPA 800/2018–Atlantic-Positive. Agradecemos la colaboración de las asociaciones de apicultores: Asociación Galega de Apicultura (AGA); Agrupación Apícola de Galicia; Asociación Provincial Lucense de Apicultores (APLA) y Abellas Nais.

Citar como: García-Arias, A.I., Ferreira-Golpe, M.A. & Vázquez-González, I. (2024). “El coste económico de las especies invasoras: costes asociados a la lucha contra la *Vespa velutina* en la apicultura gallega”. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 24(2), 147-165. <https://doi.org/10.7201/earn.2024.02.06>

Dirigir correspondencia a: Ana Isabel García-Arias

Recibido en marzo de 2024. Aceptado en agosto de 2024.

1. Introducción y objetivos

En las últimas décadas se está produciendo un declive mundial de las abejas debido a factores naturales y antropogénicos complejos (Patel *et al.*, 2020). Una de las amenazas actuales en España y Europa es la expansión de una especie introducida desde China y extremadamente depredadora con las abejas: la *Vespa velutina nigrithorax* (*V. velutina*). Su primera identificación en Europa data de 2004 (Lot-et-Garonne, Francia) y desde entonces se ha extendido rápidamente (Monceau *et al.*, 2014). En España el primer avistamiento fue en Navarra y País Vasco en 2010 (Castro & Pagola-Carte, 2010), llegando a Galicia en 2012. En el año 2020 fueron localizados nidos en 278 ayuntamientos de Galicia, lo que supone un incremento con respecto a 2016 cuando su presencia había sido detectada en 227 ayuntamientos (Ferreira-Golpe *et al.*, 2019a).

Por otra parte, la actividad apícola contribuye a la provisión del servicio ecosistémico de polinización de gran importancia para la seguridad alimentaria (vanEngelsdorp & Meixner, 2010), además de ser un sector económico de importancia para los entornos rurales. El nivel de autoabastecimiento de miel en España era para el año 2020 del 88 % mientras que en la UE era del 65 % (MAPA, 2022) y la producción española se situaba en 30.512 t para este mismo año. Además, España era el séptimo estado miembro de la UE por número de unidades apicultoras (28.786) que suponían el 4,7 % del total europeo y el 15,7 % de las colmenas de la Unión.

En Galicia la producción de miel es un sector importante desde el punto de vista cualitativo (existe una Indicación Geográfica Protegida) y relativamente importante desde el punto de vista cuantitativo. En 2020 Galicia suponía el 7,9 % de la producción española de miel y el 8,3 % de la producción de cera (MAPA, 2022). Se trata de un sector poco profesionalizado ya que solo el 6 % de las unidades apicultoras eran profesionales (mayores de 150 colmenas) frente al 17 % del conjunto del Estado en 2020 (MAPA, 2021); además el 50 % tenían menos de 10 colmenas. En este mismo año Galicia contaba con el 13,9 % de las unidades apicultoras del conjunto del Estado y con el 6 % de las colmenas.

Desde que Pimentel *et al.* (2005) publicaron su evaluación de los daños económicos causados por las especies invasoras en Estados Unidos, ha crecido el interés por la evaluación económica de los efectos causados por estas especies invasoras. Sin embargo, la literatura específica sobre los costes asociados a la propagación de la *V. velutina* es escasa. Así, Requier *et al.* (2023) analiza el impacto de la avispa asiática sobre el colapso de las colmenas y estiman su coste de reposición en Francia; Barbet-Massin *et al.* (2020) analizan el coste derivado de la destrucción de nidos en Francia; finalmente, Ferreira-Golpe *et al.* (2019a) calculan el coste soportado por el sector apícola en la provincia de A Coruña en 2016 debido a los diferentes métodos de combate. La importancia de medir los costes asociados a esta invasión es importante para identificar enfoques de gestión eficaces y optimizar la legislación, así como para implicar a las partes interesadas en estos enfoques de control (Diagne *et al.*, 2020).

Por otra parte, Shackleton *et al.* (2016) definen los contraservicios¹ ecosistémicos (CSE) como aquellos bienes y servicios generados por los ecosistemas que disminuyen o dañan severamente el bienestar humano. En este sentido, las especies invasoras podrían constituir un contraservicio. Sin embargo, Vaz *et al.* (2017) ofrecen una clasificación de los contraservicios que matiza esta afirmación, distinguiendo entre contraservicios propiamente dichos y efectos negativos sobre los servicios ecosistémicos preexistentes. Entre los contraservicios ofrece cinco categorías: contraservicios ecosistémicos que afectan a la salud de las personas; contraservicios que afectan a las condiciones materiales de vida; contraservicios que afectan a la protección y seguridad física personal o nacional; contraservicios culturales y ascéticos que afectan al disfrute de la naturaleza de una manera espiritual o no física; y finalmente, contraservicios de ocio que afectarían a las actividades físicas de ocio en la naturaleza. Además, Vaz *et al.* (2017) advierten de que los efectos de las especies invasoras también afectan negativamente a la disminución de los servicios ecosistémicos que se venían disfrutando hasta el momento de la invasión. Esta aportación resulta de interés para el diseño de una estrategia de mitigación de las especies invasoras, que confronte costes y beneficios. Estos pueden ser evaluados a través de una valoración social, ambiental o monetaria (Gómez-Baggethun & Martín-López, 2015). Este trabajo constituye un primer paso y aborda la identificación y la valoración monetaria del coste soportado por el sector apícola en su lucha contra la *V. velutina*.

2. Metodología

Siguiendo los trabajos de Williams *et al.* (2010) que estudiaron el coste económico de las especies invasoras en Gran Bretaña, y de Wittmann & Flores-Ferrer (2015) que hicieron lo mismo para Francia, se adoptó un método de valoración basado en precios de mercado a partir de los datos obtenidos a través de un cuestionario (se puede consultar el cuestionario completo en <https://forms.gle/uvyVhEgpkcdC5cq9>). Se contabilizaron, por lo tanto, solo costes directos de mercado. Para ello, realizamos 151 entrevistas telefónicas a personas apicultoras entre enero y agosto del 2021 con el objetivo de conocer los métodos utilizados y la formación recibida en su lucha contra la plaga. El número de personas a entrevistar se determinó a través de un muestreo aleatorio estratificado en función del número de colmenas con distribución proporcional según la población (ecuaciones 1 y 2) (Pérez, 2009). Para el año 2020, y según datos proporcionados por el Servicio de Producción Animal de la Xunta de Galicia, el número de explotaciones apícolas registradas era de 4.594. La población y las características de la muestra por provincias se muestran en el Cuadro 1. El diseño del muestreo fue específico para cada una de las cuatro provincias, considerando un error de muestreo del 5 % y un nivel de confianza del 95 %. Al producirse algunos desajustes entre el número de entrevistas planificado y el realizado, el error final alcanzado para cada provincia es mayor y diferente (Cuadro 1).

¹ El término inglés *disservices* ha sido traducido en la literatura en español como contraservicio o diservicio.

Se ha realizado una elevación de los resultados aplicando el módulo de muestras complejas (IBM complex sample 21). También se determina si existen diferencias significativas en las tipologías resultantes (prueba F de Wald) y las comparaciones múltiples en los valores medios de los grupos, mediante las pruebas post hoc (nivel del 5 %) utilizando el análisis Modelo Lineal General (MLG) de muestras complejas de SPSS (Merikanto *et al.*, 2023; Zou *et al.*, 2020).

$$n = \frac{\left(\sum_{h=1}^L NhSh\right)^2}{\left(\frac{E^2 Y^2}{K^2}\right) + \sum_{h=1}^L NhSh^2} \quad [1]$$

$$nh = \frac{Nh}{\sum_{h=1}^L Nh} \cdot h \quad [2]$$

Dónde, n = tamaño muestra; nh = tamaño muestra estrato; Nh = dimensión real de la población en el estrato h ; N = población total; E = max. error de la muestra; K = coeficiente asociado al nivel de confianza; Y = valor de la población de la variable i (número de colmenas); Sh = error standard de la variable i (número de colmenas) en el estrato h ; Sh^2 = varianza de la variable i (número de colmenas) en el estrato h ; L = último estrato.

La emergencia de la covid-19 condicionó la forma de realizar las entrevistas que se hicieron mediante entrevista personal telefónica. Si bien todas las preguntas se referían al año 2020, para el coste de formación se recogieron datos referidos al año 2019 debido a que, con las restricciones de la pandemia, no fue posible realizar actividades de formación presenciales con normalidad en el año de referencia.

En el estudio hemos identificado y estimado el coste de cada uno de los métodos de control utilizados por las personas apicultoras en Galicia durante el año 2020 así como el coste de la formación, se trata por tanto de costes anuales. Para ello hemos utilizado los datos proporcionados por la encuesta sobre: materiales utilizados, tiempo empleado y distancia recorrida cuando era necesario. En el Anexo 1 figuran los criterios adoptados para la valoración monetaria de estos costes. Siguiendo a Iacona *et al.* (2018) los criterios se presentan de una manera estandarizada para facilitar la comprensión y las comparaciones con otros trabajos.

Para estimar el coste de los materiales, hemos aplicado los precios de mercado para los distintos métodos de lucha con la excepción de la retirada de nidos, en donde hemos considerado que los materiales (pértigas, trajes...) eran proporcionados por las asociaciones de apicultura. Se ha calculado un coste de oportunidad para valorar el tiempo de trabajo empleado en la aplicación de cada método y en la formación realizada. Para ello se identificaron las distintas fases del proceso y se preguntó por

el tiempo empleado. Teniendo en cuenta que las personas apicultoras realizan los trabajos de forma no asalariada hemos utilizado el salario mínimo interprofesional para la valoración de este coste.

CUADRO 1

Características de la muestra en las 4 provincias de estudio (*E* = error de muestreo)*

N.º de Colmenas	A Coruña			Lugo		
	Pob.	Diseño (<i>E</i> = 5 % NC = 95 %)	Respuestas (<i>E</i> = 11,7 % NC = 95 %)	Pob.	Diseño (<i>E</i> = 5 % NC = 95 %)	Respuestas (<i>E</i> < 5 % NC = 95 %)
0-9	497	35	17	816	22	27
10-19	197	14	8	345	9	14
20-49	126	9	8	228	6	8
50-149	79	6	2	164	4	5
150-299	8	1	1	37	1	1
>=300	7	0	1	29	1	1
Total	914	65	37	1.619	43	56

N.º de Colmenas	Ourense			Pontevedra		
	Pob.	Diseño (<i>E</i> = 5 % NC = 95 %)	Respuestas (<i>E</i> = 23 % NC = 95 %)	Pob.	Diseño (<i>E</i> = 5 % NC = 95 %)	Respuestas (<i>E</i> < 5 % NC = 95 %)
0-9	477	36	4	323	5	7
10-19	239	18	7	181	3	6
20-49	226	17	8	98	1	5
50-149	282	21	9	72	1	3
150-299	93	7	4	11	0	2
>=300	52	4	2	7	0	1
Total	1.369	104	34	692	10	24

* *Pob.* recoge la población de personas apicultoras en cada provincia en 2020. *Diseño:* son el número de respuestas esperadas. *Respuestas:* son el número de respuestas efectivamente obtenidas.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, también hemos estimado el valor de la producción. Utilizamos para ello los precios de venta declarados por las personas apicultoras para la producción comercializada y un valor medio de los precios de comercialización en la zona para valorar la producción autoconsumida.

3. Resultados

3.1. Costes identificados: uso de los métodos de control

A partir de los datos de la muestra elevándolos al conjunto de la población, hemos obtenido la estimación de uso de cada método de control y lucha que figuran en el Gráfico 1 para un nivel de confianza del 95 % y un error de muestreo del 7,1 %.

Hemos considerado también la formación como un coste en la lucha contra la avispa asiática ya que, especialmente al principio de la invasión, las organizaciones apícolas, las autoridades y empresas privadas ofrecen este servicio y supone un coste en tiempo y dinero para las personas apicultoras. Se trata por lo tanto de un coste relativo a la prevención mientras que el resto son costes de control. Más de la mitad de la población apicultora realizó este tipo de formación en 2019 evidenciando el interés y la percepción de la amenaza como importante.

El trapeo de reinas y obreras es el método más extendido en toda Galicia porque ha sido el más apoyado por la administración, repartiendo trampas gratuitas. Sin embargo, la construcción de trampas caseras se ha extendido rápidamente. Utilizan botellas que rellenan con líquido atrayente (mezclas de diversas sustancias dulces y alcohólicas). El trapeo de reinas se realiza en primavera y otoño. El trapeo de obreras se realiza sobre todo en verano y otoño situando trampas alrededor de los apiarios con el fin de reducir el número de avispas que se sitúan frente a la piquera de las colmenas. Las trampas se revisan cada 15 días.

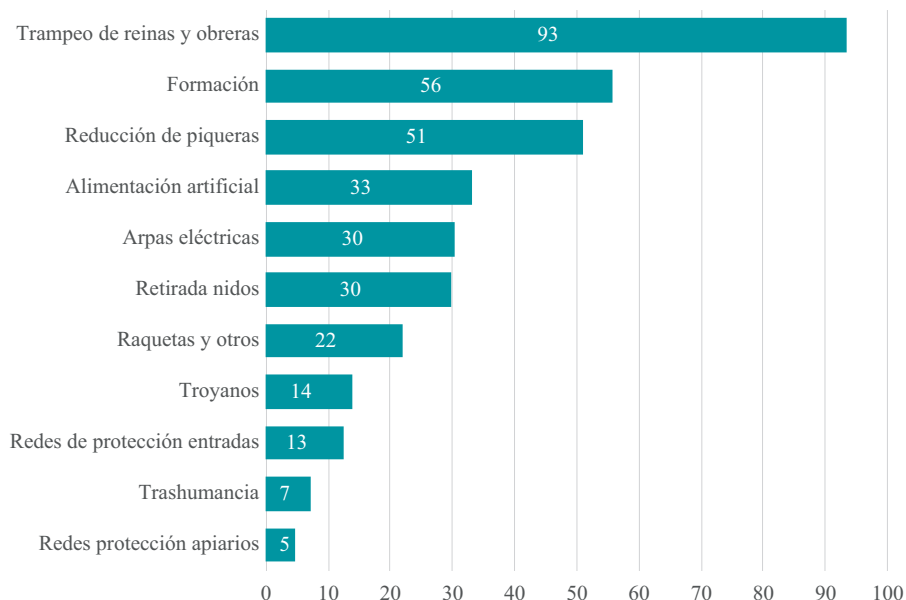
La reducción de piqueras es utilizada por el 50 % de la población apicultora y consiste en colocar un dispositivo de metal o madera en la entrada de las colmenas para evitar que la avispa, mucho más grande que las abejas, entre dentro en los periodos de mayor predación (Requier *et al.*, 2020a).

Las arpas eléctricas son un mecanismo que se ha expandido rápidamente en los últimos años (Rojas-Nossa *et al.*, 2022) y que utilizaban en 2020 el 31,4 % de la población apicultora. Consisten en un marco de metal con una trama de hilos metálicos electrificados que se coloca enfrente de las colmenas. La distancia entre los hilos es suficiente para que pasen las abejas, pero no las avispas, que se electrocutan al rozar los hilos.

Muchas personas apicultoras (32,4 %) utilizan la alimentación artificial como método de lucha contra la predación de la avispa asiática. Se trata de reforzar a la colonia para que ella misma combata a la especie invasora antes del ataque. También se utiliza para recuperar a colonias debilitadas por los ataques con el fin de que enfrenten mejor el invierno (Rojas-Nossa *et al.*, 2022; Requier *et al.*, 2020a; Requier *et al.* 2019). En nuestro caso, hemos preguntado exactamente con qué fin utilizaban la alimentación artificial contabilizando únicamente las respuestas en las que se utiliza como método de lucha.

GRÁFICO 1

Uso de los distintos métodos de control y lucha en Galicia. Año 2020.
En porcentaje



Fuente: elaboración propia.

La retirada de nidos es uno de los métodos más usados, pero suele ser realizado por la administración. Hemos preguntado específicamente por las retiradas ejecutadas por las personas apicultoras y un 32,3 % retiran nidos por sus propios medios. Existen varios métodos siendo el más utilizado la inyección de insecticida en el nido mediante un dispositivo elevado en una pértiga. Una vez eliminada la colonia, el nido se retira y se incinera.

Son métodos menos usados los troyanos (14 %), la trashumancia (6 %) y el uso de redes de protección de piqueras (12 %) y apiarios (4 %). Es especialmente controvertido el uso de troyanos (Turchi & Derijard, 2018), método consistente en capturar un individuo de la especie invasora y untarlo con un insecticida con la esperanza de que de vuelta al nido envenene la colonia.

3.2. Valoración de los costes soportados

El Cuadro 2 muestra los costes estimados en los que incurrieron las personas apicultoras para cada provincia, así como el coste medio por colmena. El coste promedio por colmena para Galicia se estima en casi 13 € para el año 2020, con un

intervalo de confianza entre 9 € y casi 17 €, siendo mayor en las provincias atlánticas que en las provincias de interior. Este coste se sitúa, por lo menos, en niveles semejantes al tratamiento contra la varroasis, con un coste estimado para Galicia de 3,38 € por tratamiento (MAPA, 2021), que supondría un coste anual por colmena de 6,76 € a lo que habría que añadir los costes de desplazamiento y de tiempo empleado. Pontevedra es la provincia en donde el coste total estimado fue mayor para el año de referencia y sin embargo es la provincia con un menor número de colmenas (Cuadro 2). Este mayor esfuerzo económico en A Coruña y Pontevedra tiene sin duda que ver con una mayor afectación de la invasión como se puede ver en el Mapa 1. Lugo y Ourense son las provincias con una menor incidencia de la *V. velutina* a juzgar por el número de nidos avistados y retirados como por la densidad de nidos por km². Mientras tanto, la costa aparenta ofrecer unas mejores condiciones para su expansión (temperaturas más suaves y abundancia de agua), o cuando menos para su avistamiento ya que se trata, también, de las zonas más densamente pobladas (141 y 210 habitantes por km² en A Coruña y Pontevedra, frente a casi 33 y 42 habitantes por km² en Lugo y Ourense según el IGE (2023)).

CUADRO 2

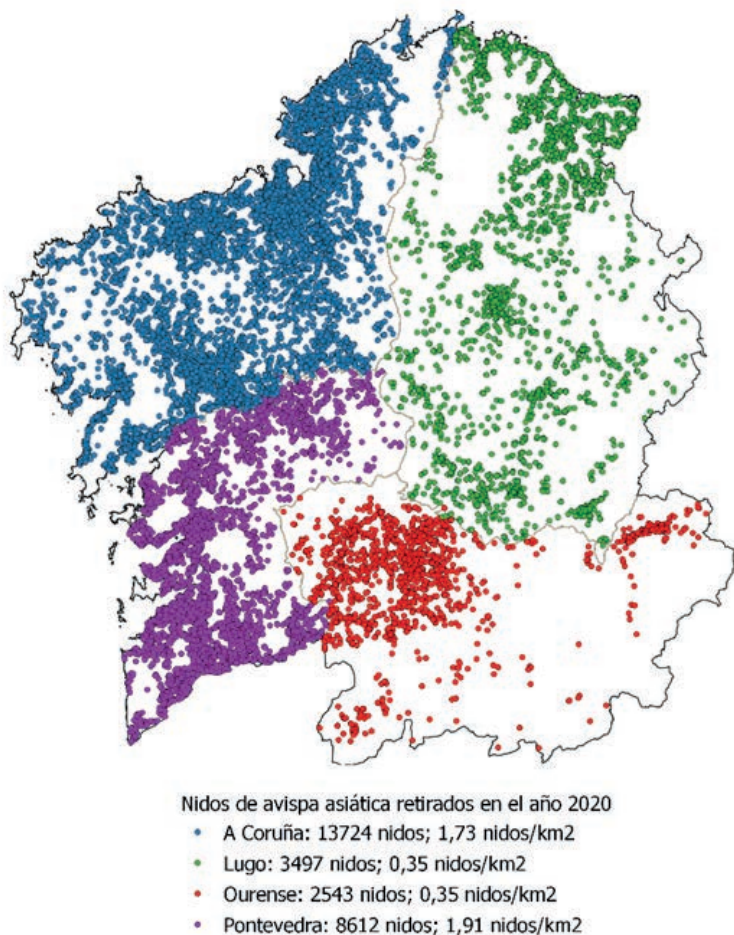
Costes totales estimados para el conjunto de la población

	A Coruña	Lugo	Ourense	Pontevedra	Galicia	ICI	ICS
Nº colmenas real en 2020	24.470	61.416	92.181	21.125	199.192		
Nº colmenas por apicultor. 2020	26,7	37,9	67,3	30,5	43,4		
Coste total (1.000 €)	566,2	615,9	653,9	734,5	2.579,0	1.809,1	3.348,9
Coste por colmena (€)	23,14	10,03	7,09	34,77	12,95	9,08	16,81

Fuente: elaboración propia. El número de colmenas procede de la base de datos del REGA proporcionada por la Xunta de Galicia para el año 2020.

MAPA 1

Distribución de nidos retirados en 2020 por la administración



Fuente: elaboración propia a partir de datos ofrecidos por la Dirección Xeral de Administración Local, Consellería de Presidencia, Xunta de Galicia.

El Cuadro 3 muestra los estadísticos descriptivos del análisis por provincias: costes medios por apicultor y valor medio de la producción de miel por apicultor (coeficiente de variación, intervalos de confianza), análisis de la varianza (Modelo lineal general) y subconjuntos estadísticamente diferentes de los costes asociados a la *V. velutina* (€) elevados al conjunto de la población (muestra compleja).

En primer lugar, observamos que el coste medio por apicultor para el conjunto de las cuatro provincias asciende a 561,4 €. Este coste puede variar entre los 380,5 € en Lugo y los 1.061,5 € de Pontevedra. También hemos estimado el valor medio de la producción de miel por apicultor para este mismo año para cada provincia (Cuadro 3). Esto nos permite calcular el esfuerzo económico de las personas apicultoras en comparación con el valor de su producción que se sitúa en torno al 18 %, es decir, cada persona apicultora ha destinado a la lucha contra la *V. velutina* entre un 14 % y un 21 % del valor estimado de su producción. Este porcentaje es todavía mayor en las provincias de Pontevedra y A Coruña donde alcanza los valores del 57 % y el 41 % respectivamente. En Lugo se destinó en 2020 apenas el 9 % y en Ourense el 13 %.

En segundo lugar, la investigación ofrece un catálogo de los diferentes costes medios por método usado por las personas apicultoras a la hora de enfrentarse con la plaga. Comentaremos únicamente aquellos para los que el análisis nos ofrece valores significativos (Cuadro 3).

El trameo supone aproximadamente la mitad del coste en todas las provincias. Aquí se recoge el coste incurrido por los apicultores (tiempo invertido en la colocación y seguimiento y coste de los materiales cuando las trampas son caseras) sin tener en cuenta las trampas repartidas gratuitamente por la administración. El análisis post-hoc muestra que Pontevedra y Lugo presentan diferencias significativas ($p\text{-valor} < 0,05$) y son respectivamente las provincias con mayor y menor coste por apicultor. Como se puede apreciar en la Anexo 1, el coste unitario por trampa no es muy elevado, sin embargo, la cuantía que alcanza este método demuestra un uso muy frecuente e intensivo.

Las mallas de protección para los apiarios y para las piqueras son métodos baratos utilizados especialmente en Pontevedra que se distingue significativamente ($p\text{-valor} < 0,05$) del resto de provincias.

La trashumancia no es una práctica extendida en Galicia, y además tiene un uso marginal como método de lucha contra la plaga (desplazan las colmenas a lugares libres de *V. velutina*). De nuevo Pontevedra se revela en el uso de este método como un grupo significativamente diferente ($p\text{-valor} < 0,05$), ya que no se utiliza en absoluto.

Los troyanos constituyen un coste importante en las provincias occidentales donde están muy extendidos, sin embargo, nuestro análisis no nos ofrece datos estadísticamente significativos ($p\text{-valor} > 0,05$). En este método el grueso del coste está en el tiempo invertido para realizar esta controvertida práctica.

CUADRO 3

Costes medios anuales por persona apicultora: coeficientes de variación, intervalos de confianza y análisis de significación. Año 2020

	A Coruña	Lugo	Ourense	Pontevedra	Total	Est. Desc. Muestras			MLG (ANOVA)	
						Coef. Var	ICI	ICS	F Wald	Sig
Nº Encuestas	37	56	34	24	151					
Tamaño población	914	1.619	1.369	692	4.594					
Formación	37,4	38,4	74,9	134,8	63,6	0,186	40,2	87,0	1,629	0,186
Trampeo de reinas y obreras	300,6ab	202,9c	238,6bc	531,9a	282,5	0,087	233,7	331,4	3,392	0,020
Reducción de las piqueras	33,2	57,4	54,5	36,0	48,5	0,100	38,9	58,0	2,529	0,060
Mallas de protección delante de las piqueras	9,2b	6,1b	2,7b	35,5a	10,1	0,260	4,9	15,4	3,437	0,019
Mallas de protección para los apiarios	13,2ab	0,0b	0,0b	42,4a	9,0	0,374	2,3	15,7	3,664	0,028
Troyanos	76,5	38,9	5,2	110,4	47,1	0,364	13,2	81,0	2,259	0,085
Trashumancia	4,9a	3,1a	12,5a	0,0b	5,8	0,299	2,4	9,2	4,952	0,009
Alimentación artificial	77,1ab	8,8b	77,9a	89,6a	55,1	0,203	33,0	77,3	6,971	0,000
Arpas eléctricas	58,7a	12,5bc	5,2c	38,7ab	23,5	0,161	16,0	30,9	6,729	0,000
Retiradas de nidos por parte de la persona apicultora	18,0ab	12,4b	6,3b	42,2a	16,2	0,217	9,2	23,2	3,506	0,017
Total costes	628,7	380,5	477,7	1.061,5	561,4		393,8	729,0		
Valor producción	1.524b	4.223a	3.780a	1.849b	3.196	0,051	2.875,15	3.517,94	35,404	0,000

* Superíndice con distinta letra representa grupos estadísticamente significativos al nivel del 5 %. Esta prueba de subconjuntos homogéneos, solo se realiza si el MLG es significativo (sig. < 0,05)

Fuente: Elaboración propia.

La alimentación artificial es un método costoso debido a los productos que se utilizan tal y como refieren las personas entrevistadas (Anexo 1). Se utiliza significativamente en menor proporción en la provincia de Lugo.

Las arpas eléctricas son un método de uso creciente especialmente relevante en las provincias occidentales, más afectadas. La mayor parte son realizadas artesanalmente pero ya existen muchos modelos comerciales. En este caso son A Coruña y Ourense las provincias que se distinguen significativamente de las demás, la primera por el elevado esfuerzo en esta técnica y la segunda por no utilizarlo apenas.

Finalmente, la retirada de nidos es una práctica costosa pero poco asumida por los apicultores porque la administración suele encargarse de hacerlo. De nuevo la provincia de Pontevedra se revela como un grupo significativamente distinto e incurre en un elevado coste por unidad apícola. Es de señalar, que en este caso solo estamos contabilizando en los costes la valoración del tiempo invertido y de la distancia recorrida, asumiendo que los costes fijos (traje, pértiga, etc) son asumidos por las asociaciones de apicultores y no por las unidades apícolas individualmente. Es posible, entonces, que esta partida esté subestimada en nuestra valoración.

4. Discusión

Para Vaz *et al.* (2017) y para Shackleton *et al.* (2016) los contraservicios hacen referencia a impactos negativos sobre el bienestar humano tanto observados directamente como percibidos. Esta cuestión resulta de especial relevancia a la hora de interpretar nuestros resultados sobre la avispa asiática. Como hemos visto, el esfuerzo que realizan las personas apicultoras se refleja en unos mayores costes soportados en las provincias de A Coruña y Pontevedra, provincias en las que el número de avistamientos de nidos es mayor (Mapa 1), pero no el número de colmenas. Estas son también las provincias más densamente pobladas lo que incidiría en un mayor número de avisos; en un mayor número de actividades afectadas por la presencia de la avispa: actividades apícolas, agrarias y forestales, actividades de ocio; y en la existencia de un mayor número de núcleos urbanos en donde la presencia de la avispa crea una especial alarma. Podemos explicar ese mayor esfuerzo en el control de la *V. velutina* por parte de las personas apicultoras como un reflejo de esta mayor alarma (Requier *et al.*, 2020b), aunque también, como la consecuencia de una mayor afectación de la invasión por las características climáticas y geográficas de las zonas costeras (Verdasca *et al.*, 2021). Ferreira-Golpe *et al.* (2019b) encontraron cómo en la provincia de A Coruña los ataques de la avispa asiática se relacionaban claramente con las condiciones de temperatura.

Es por lo tanto evidente, que la presencia de la *V. velutina* puede ser percibida como un contraservicio por parte de la población en general y como un factor que puede afectar negativamente a los servicios ya ofrecidos por el sistema apícola, concretamente, a la producción de miel y cera, por parte de las personas apicultoras.

Además, podría provocar el colapso de las colonias con el consecuente efecto negativo sobre el servicio de polinización (Requier *et al.*, 2019). De ahí el enorme esfuerzo realizado en métodos de control.

En cuanto a estos métodos, hemos encontrado el uso de diferentes combinaciones de los mismos en función del área geográfica. Es evidente que las condiciones bioclimáticas condicionan la afectación (Verdasca *et al.*, 2021) y también los métodos que es factible usar, con la excepción del trapeo que es un método de uso generalizado. Así, la trashumancia utilizada como método de control, llevando las colmenas a zonas geográficas que por sus condiciones no permitan la infestación, solo es posible allí donde existe disponibilidad de tierras con esas condiciones (zonas altas o de interior alejadas de cursos de agua, por ejemplo). Es evidente que en la provincia de Pontevedra no existen esas condiciones que sí se dan en Ourense.

Otros factores que pueden incidir en la utilización o no de un determinado método tienen que ver también con las recomendaciones que se hagan desde las asociaciones, así como con la percepción del riesgo. Pontevedra se ha revelado con diferencias significativas con respecto al uso de distintos métodos en comparación con el resto de las provincias. Así, es la provincia en donde se utilizan más las mallas de protección de piqueras y apiarios, la alimentación artificial, y donde la población apicultora está más implicada en la retirada de nidos.

Finalmente, los escasos trabajos publicados sobre costes de esta especie invasora solo tienen en cuenta la utilización de un único método de control, mayoritariamente la retirada de nidos realizada por la administración (Barbet-Massin *et al.*, 2020), o el coste de reposición de las colmenas (Requier *et al.*, 2023). El proyecto que financia esta investigación constituye la consolidación de la primera evaluación de los costes efectivamente asumidos por los actores privados, en este caso, por las personas apicultoras para protegerse de los efectos de la avispa asiática (Ferreira-Golpe *et al.*, 2019a). Por otra parte, el estudio comparativo entre zonas con diferentes condiciones de infestación y condiciones biogeográficas ofrece matices con respecto a otros estudios que no tienen en cuenta la relación entre los costes y estos condicionantes, necesidad apuntada por Williams *et al.* (2010).

5. Conclusiones

La determinación de los costes incurridos por los apicultores en la lucha contra la *V. velutina* nos ofrece una valoración de los impactos negativos sobre los servicios ecosistémicos de producción percibidos por las personas apicultoras, medida a través del coste efectivamente soportado. También, nos ofrece un indicador, en concepto de coste evitado, de los beneficios potenciales de las medidas de intervención para detener la expansión de la especie allí donde no ha llegado todavía.

El estudio comparativo entre provincias permite relacionar costes y métodos con condiciones climáticas y geográficas. El mayor coste registrado en las provincias occidentales contrasta con el hecho de que no son las que albergan un mayor número de colmenas, y constituye un indicador de una mayor presencia de la plaga y de una mayor alarma social. Esta mayor alarma social se ve reflejada en la cartografía de la retirada de nidos. La costa atlántica es un territorio con una gran presencia de actividades en las que la avispa se convierte en un problema para las personas: actividades turísticas en playas, actividades frutícolas para las que su presencia dificulta la recogida de la cosecha, actividades forestales cuyos operarios se han visto molestados por estos insectos, etc. Todo ello redundará en un número mayor de avisos.

Nuestras estimaciones indican que las personas apicultoras en Galicia en 2020 invirtieron en la lucha contra esta especie invasora entre el 14 % y el 21 % del valor estimado de su producción de miel, lo que representa un coste significativo. En términos absolutos es un coste tan alto como el que suponen los métodos de control contra la *varroa*.

Referencias

- Barbet-Massin, M., Salles, J.M. & Courchamp, F. (2020). "The economic cost of control of the invasive yellow-legged Asian hornet". *NeoBiota*, 55, 11-25. <https://doi.org/10.3897/neobiota.55.38550>
- Castro, L. & Pagola-Carte, S. (2010). "Vespa velutina Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Vespidae), recolectada en la Península Ibérica". *Heteropterus Revista de Entomología*, 10(2), 193-196. [https://www.heteropterus.org/images/HRE/articulos/Heteropterus_Rev_Entomol_10\(2\)_193-196.pdf](https://www.heteropterus.org/images/HRE/articulos/Heteropterus_Rev_Entomol_10(2)_193-196.pdf)
- Diagne, C., Leroy, B., Gozlan, R.E., Vaissière, A.C., Assailly, C., Nuninger, L., Roiz, D., Jourdain, F., Jarić, I. & Courchamp, F. (2020). "InvaCost, a public database of the economic costs of biological invasions worldwide". *Scientific Data*, 7, 277. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00586-z>
- Ferreira-Golpe M.A., García-Arias, A.I. & Pérez-Fra, M. (2019a). "Costes de la lucha contra la especie invasora *Vespa velutina* soportados por los apicultores en la provincia de A Coruña". Comunicación presentada al *XII Congreso Iberoamericano de Estudios Rurales. Territorios Globales, Ruralidades Diversas*, Segovia.
- Ferreira-Golpe, M.A., García-Arias, A.I. & González-Vázquez, I. (2019b). "Propuesta metodológica para determinar la influencia de la presencia de la "Vespa velutina" en la variación de la producción de miel". Comunicación presentada al *XII Congreso de Economía Agraria: La sostenibilidad agro-territorial desde la Europa atlántica*, Lugo.

- Gómez-Baggethun, E. & Martín-López, B. (2015). "Ecological economics perspectives on ecosystem services valuation". En Martínez-Alier, J. & Muradian, R. (Eds.): *Handbook of ecological economics* (pp. 260-282). Cheltenham, Reino Unido: Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781783471416.00015>
- Iacona, G.D., Sutherland, W.J., Mappin, B., Adams, V.M., Armsworth, P.R., Coleshaw, T., Cook, C., Craigie, I., Dicks, L.V., Fitzsimons, J.A., McGowan, J., Plumpton, A.J., Polak, T., Pullin, A.S., Ringma, J., Rushworth, I., Santangeli, A., Stewart, A., Tulloch, A., Walsh, J.C. & Possingham, H.P. (2018). "Standardized reporting of the costs of management interventions for biodiversity conservation". *Conservation Biology*, 32(5), 979-988. <https://doi.org/10.1111/cobi.13195>
- IGE. (2023) *Indicadores Demográficos*. Obtenido de: Instituto Galego de Estadística. <https://www.ige.gal>
- MAPA. (2021). *Plan Nacional Apícola 2020-2022*. Obtenido de: Subdirección General de Productos Ganaderos. Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/pna2020-2022_revision2021conpextendido_tcm30-105340.pdf
- MAPA. (2022). *Indicadores económicos sector apícola 2021*. Obtenido de: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/estadisticas/indicadoreseconomicos2022_apicultura_versiontridion_tcm30-576093.pdf
- Merikanto, I., Dauvilliers, Y., Chung, F., Wing, Y.K., De Gennaro, L., Holzinger, B., Bjorvatn, B., Morin, C.M., Penzel, T., Benedict, C., Koscec Bjelajac, A., Chan, N.Y., Espie, C.A., Hrubos-Strøm, H., Inoue, Y., Korman, M., Landtblom, A.-M., Léger, D., Matsui, K., Mota-Rolim, S., Nadorff, M.R., Plazzi, G., Reis, C., Yordanova, J. & Partinen, M. (2023). "Sleep symptoms are essential features of long-COVID – Comparing healthy controls with COVID-19 cases of different severity in the international COVID sleep study (ICOSS-II)". *Journal of Sleep Research*, 32(1), e13754. <https://doi.org/10.1111/jsr.13754>
- Monceau, K., Bonnard, O. & Thierry, D. (2014). "Vespa velutina: a new invasive predator of honeybees in Europe". *Journal of Pest Science*, 87, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0537-3>
- Patel, V., Biggs, E.M., Pauli, N. & Boruff, B. (2020). "Using a social-ecological system approach to enhance understanding of structural interconnectivities within the beekeeping industry for sustainable decision making". *Ecology and Society*, 25(2), 24. <https://doi.org/10.5751/ES-11639-250224>

- Pérez, C. (2009). *Técnicas de muestreo estadístico*. Madrid: Ibergarceta Publicaciones.
- Pimentel, D., Zuniga, R. & Morrison, D. (2005). "Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States". *Ecological Economics*, 52(3), 273-288. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.002>
- Requier, F., Rome, Q., Chiron, G., Decante, D., Marion, S., Menard, M., Muller, F., Villemant, C. & Henry, M., (2019). "Predation of the invasive Asian hornet affects foraging activity and survival probability of honeybees in Western Europe". *Journal of Pest Science*, 92(2), 567-578. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1063-0>
- Requier, F., Rome, Q., Villemant, C. & Henry, M. (2020a). "A biodiversity-friendly method to mitigate the invasive Asian hornet's impact on European honey bees". *Journal of Pest Science*, 93, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01159-9>
- Requier, F., Fournier, A., Rome, Q. & Darrouzet, E. (2020b). "Science communication is needed to inform risk perception and action of stakeholders". *Journal of Environmental Management*, 257, 109983. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109983>
- Requier, F., Fournier, A., Pointeau, S., Rome, Q. & Courchamp, F. (2023). "Economic costs of the invasive Yellow-legged hornet on honey bees". *Science of the Total Environment*, 898, 165576. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165576>
- Rojas-Nossa, S.V., Dasilva-Martins, D., Mato, S., Bartolomé, C., Maside, X. & Garrido, J. (2022). "Effectiveness of electric harps in reducing *Vespa velutina* predation pressure and consequences for honeybee colony development". *Pest Management Science*, 78(12), 5142-5149. <https://doi.org/10.1002/ps.7132>
- Shackleton, C.M., Ruwanza, S., Sinasson Sanni, G.K., Bennett, S., De Lazy, P., Modipa, R., Mtati, N., Sachikonye, M. & Thondhlana, G. (2016). "Unpacking Pandora's Box: Understanding and categorising ecosystem disservices for environmental management and human wellbeing". *Ecosystems*, 19, 587-600. <https://doi.org/10.1007/s10021-015-9952-z>

- Turchi, L. & Derijard, B., (2018). “Options for the biological and physical control of *Vespa velutina nigrithorax* (Hym.: Vespidae) in Europe: A review”. *Journal of Applied Entomology*, 142(6), 553-562. <https://doi.org/10.1111/jen.12515>
- vanEngelsdorp, D. & Meixner, M.D. (2010). “A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them”. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(supplement), S80-S95. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.011>
- Vaz, A.S., Kueffer, C., Kull, C.A., Richardson, D.M., Vicente, J.R., Kühn, I., Schröter, M., Hauck, J., Bonn, A. & Honrado, J.P. (2017). “Integrating ecosystem services and disservices: insights from plant invasions”. *Ecosystem Services*, 23, 94-107. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.017>
- Verdasca, M.J., Rebelo, H., Carvalheiro, L. & Rebelo, L. (2021). “Invasive hornets on the road: motorway-driven dispersal must be considered in management plans of *Vespa velutina*”. *NeoBiota*, 69, 177-198. <https://doi.org/10.3897/neobiota.69.71352>
- Williams, F., Eschen, R., Harris, A., Djeddour, D., Pratt, C., Shaw, R.S., Varia, S., Lamontagne-Godwin, J., Thomas, S.E. & Murphy S.T. (2010). *The economic cost of invasive non-native species on Great Britain*. Obtenido de: CABI. <https://www.cabi.org/Uploads/CABI/Japanese%20Knotweed%20Alliance/JK%20costs%20-%20Williams%20et%20al..pdf>
- Wittmann, A., & Flores-Ferrer, A. (2015). *Analyse économique des espèces exotiques envahissantes en France. Première enquête nationale (2009–2013)*. Obtenido de: Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. <https://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/document.html?id=Temis-0082960>
- Zou, D., Lloyd, J.E., Baumbusch, J.L. (2020). “Using SPSS to analyze complex survey data: a primer”. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 18(1), eP3253. <https://doi.org/10.22237/jmasm/1556670300>

ANEXO 1

Criterios de determinación de los costes, importes unitarios y clasificación

Objetivo de la intervención costeada	Evitar o paliar los ataques de <i>V. velutina nigrithorax</i> en colmenas
Contexto de la intervención	Las personas apicultoras aplican diversos métodos de control ante la presencia de <i>V. velutina</i> . Galicia
Escala de la intervención	Unidades apícolas
Período de aplicación	2020
Nivel de organización de la intervención	Nivel de intervención

Categoría del coste	Descripción	Fijo/Variable	Coste unitario
Criterios de valoración para todos los métodos (excepto alimentación artificial y arpas eléctricas)			
Trabajo	El tiempo empleado en cada método se considera un coste de oportunidad y se valora por el salario mínimo interprofesional para trabajadores no cualificados en 2020	v	7,43 €/h
Costes de viaje	El valor estándar del kilometraje se utiliza para valorar las distancias declaradas por las personas entrevistadas	v	0,19 €/km
Criterios de valoración para el trampeo			
Trampas comerciales	Dispositivos comerciales: AvispaClac	f	3,4 €/unidad
Líquido atrayente para trampas comerciales	Líquidos comerciales: Véto-pharma	v	29,6 €/l
Trampas caseras	Habitualmente se reutilizan botellas de PET	f	0,6 €/botella
Líquido atrayente casero	Mezcla de vino, cerveza y zumo de arándanos. Las proporciones son las declaradas por las personas entrevistadas.	v	1,66 €/l
Líquido atrayente casero	Mezcla de levadura, agua y azúcar. Proporciones declaradas por las personas entrevistadas.	v	0,507 €/l
Criterios de valoración para la reducción de piqueras			
Materiales	Dispositivos comerciales	f	2 €/unidad
Criterios de valoración para redes de protección			
Protección de piqueras: materiales	El dispositivo de protección se construye utilizando tablero, listones de madera y malla electrosoldada (40*19 cm).	f	2,5 €/unidad
Protección de colmenas: materiales	Malla metálica (1,5 m ² /colmena) y postes (1 por cada 2 colmenas)	f	8,84 €/colmena

Categoría del coste	Descripción	Fijo/Variable	Coste unitario
Criterios de valoración para troyanos			
Insecticida	Imidacloprid. Se usan una o dos gotas por avispa	v	42,57 €/l
Trabajo	Emplean una media de 15 minutos por avispa	v	1,85 €/avispa
Criterios de valoración para trashumancia			
Materiales	No se contabilizan materiales		ND
Trabajo	Estimamos el tiempo empleado en base a recomendaciones técnicas. El tiempo para cargar y descargar se estima en 24 minutos. El tiempo de desplazamiento se estima en 1,2 minutos/km (a una velocidad recomendada de 50 km/h)	v	
Criterios de valoración para alimentación artificial			
Alimento	Gastos declarados en alimentación	v	
Criterios de valoración para arpas eléctricas			
Arpas comerciales	Arpas incluyendo baterías y dispositivos electrónicos.	f	30 €/año asumiendo una vida útil de 10 años y un valor de adquisición de 300 €/unidad
Arpas caseras	Materiales 23 € + dispositivos eléctricos 115 €	f	13,8 €/año asumiendo 10 años de vida útil y 138 €/unidad
Criterios de valoración para retirada de nidos			
Materiales	Estimamos que el material fue proporcionado por las organizaciones apícolas	f	NA
Criterios de valoración para formación			
Tiempo empleado	El tiempo empleado se considera un coste de oportunidad valorado por el salario mínimo interprofesional	f	7,43 €/hora
Matrículas y tasas	Declaradas por las personas entrevistadas	f	Importe declarado
Coste de viaje	Kilometraje declarado por las personas entrevistadas.	f	0,19 €/km

Fuente: elaboración propia a partir de Iacona *et al.* (2018).