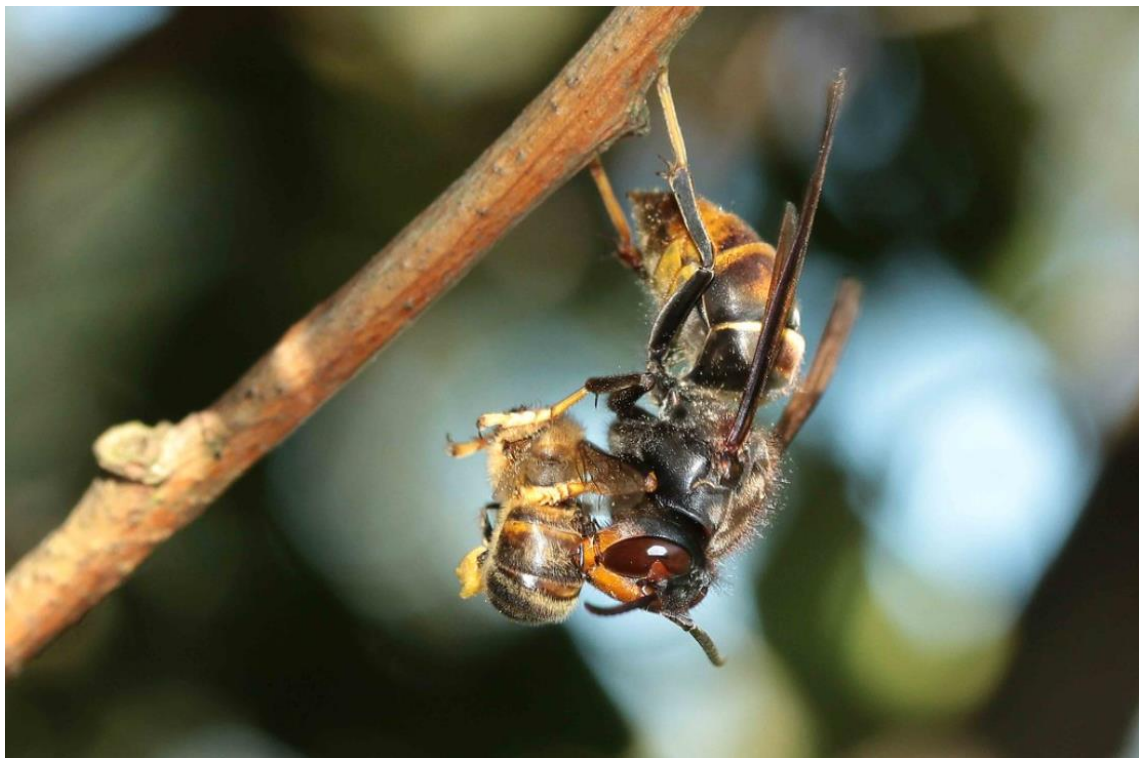


Avaluació dels mètodes de control de vespa asiàtica (*Vespa velutina*) en el sector apícola

Evaluation of methods to control the Asian hornet (*Vespa velutina*) in the beekeeping industry



Estudiant: Daniel Muñoz Garcia
Correu electrònic: danimzgarcia@gmail.com

Tutora acadèmica: Núria Roura Pascual
Correu electrònic: nuria.rourapascual@udg.edu

Grau en Ciències Ambientals
Facultat de Ciències
Universitat de Girona

AGRAÏMENTS

En primer lloc agraeixo a la meva tutora del treball de fi de grau, Núria Roura, per guiar-me a l'hora de realitzar el treball i orientar-me per poder-lo completar tant bé com he pogut.

També agraeixo la seva participació a totes les persones que han col·laborat en la part pràctica del treball responent l'enquesta, i especialment, al Sr. Carles López per ajudar-me a distribuir-la entre els membres de l'associació d'Apicultors Gironins Associats.

En darrer lloc, però no menys important, vull agrair el suport de totes les persones alienes al treball que m'han ajudat a tirar-lo endavant, especialment a la meva família que m'ha donat suport durant tot el transcurs del treball.

Abstract

The invasion of the Asian hornet (*Vespa velutina*) has caused a recent problem that affects a large part of the European continent, including Spain. It generates a great concern to find effective control methods for this species. The Asian hornet exerts a high pressure on the honey bees (*Apis mellifera*) that causes a decrease in the bee colonies and makes the beekeeping industry suffer the economic consequences. For this reason, more researchers investigate this problem to find solutions.

The main objective of this study is to evaluate the existing control methods for the Asian hornet. Specifically, the subobjectives of this study are: To revise the scientific bibliography about the Asian hornet, to identify the current control methods and the ones under investigation to deal with the Asian hornet, and to evaluate the utility of the different control methods that use the beekeepers in Catalonia.

Through the database of Web of Science, a literature review was conducted to develop the first two subobjectives of the study. This database includes all of the scientific articles published in journals with impact factor. Finally, thanks to the members of the association of “Apicultors Gironins Associats” that answered a survey related to this topic, the last subobjective was possible to achieve.

In the bibliographic review, 155 articles were analyzed. Among these articles, the first one was published in 1991. The authors addressed most commonly the categories related to the genetics and biology of the species, the impact that this species generates, and its management.

Just 38 of these articles talk about the control methods of the Asian hornet. This topic is very new: the first known article dates back to 2011. The chemical control methods, biological control methods, and localization of the Asian hornet nest are the methods that have the most attention among the identified ones.

The survey revealed that the most widely used control methods are the poisson traps, the muzzle traps, and the electric harps, being the electric harps the best rated method among the beekeepers.

Even though there are multiple control methods identified in this study to deal with the Asian hornet, there is still much research remaining to develop effective control methods with low impact on the environment. For this reason, the best strategy is prevention.

Resum

La recent problemàtica derivada de la invasió de la vespa asiàtica (*Vespa velutina*), que afecta gran part del continent europeu, incloent Espanya, genera molta preocupació per trobar mètodes de control eficaços per controlar aquesta espècie. L'elevada pressió que exerceix la vespa sobre les abelles de la mel (*Apis mellifera*), fa que les colònies d'abelles disminueixin i que, el sector apícola en pateixi les conseqüències econòmiques. És per això, que cada vegada hi ha més investigadors que indaguen sobre aquesta problemàtica per trobar-hi solucions.

L'objectiu d'aquest estudi és avaluar els mètodes de control existents per controlar la vespa asiàtica. Més concretament, els tres subobjectius del treball són: Revisió bibliogràfica científica sobre la vespa asiàtica; Identificació dels mètodes de control actuals i dels que s'està investigant per fer front a la vespa asiàtica; Avaluació de la utilitat dels diferents mètodes de control que utilitzen els apicultors del territori català.

Els dos primers subobjectius del treball s'han desenvolupat a partir d'una cerca bibliogràfica realitzada en la base de dades del Web of Science, la qual inclou tots els articles científics publicats en revistes amb índex d'impacte. Per dur a terme el tercer subobjectiu, s'ha realitzat una enquesta que ha sigut distribuïda entre els membres de l'associació "Apicultors Gironins Associats".

En la revisió bibliogràfica s'han analitzat 155 articles. D'aquests articles, el primer article publicat data de l'any 1991. Les categories més recurrents per part dels autors són les relacionades amb la genètica i biologia de l'espècie, així com els impactes que genera i la gestió que se'n fa.

Dels articles analitzats, només 38 tracten sobre mètodes de control de la vespa asiàtica. Aquesta temàtica és força recent, ja que el primer article del qual es té constància és de l'any 2011. Dels mètodes identificats, els que reben més atenció són els mètodes de control químic, control biològic i els de localització del niu de vespa asiàtica.

A partir de l'enquesta s'ha conegut que els mètodes de control més utilitzats per part dels apicultors són les trapes amb líquid atraient, els morrions i les arpes elèctriques. Essent les arpes elèctriques el mètode de control més ben valorat.

Tot i que en aquest treball s'han identificat múltiples mètodes de control per fer front a la vespa asiàtica, encara falta molta investigació per desenvolupar mètodes de control eficaços amb baixes repercussions pel medi ambient. És per això que la millor estratègia és la prevenció.

Resumen

La reciente problemática derivada de la invasión de la avispa asiática (*Vespa velutina*), que afecta a gran parte del continente europeo, incluyendo España, genera mucha preocupación para encontrar métodos de control eficaces para controlar dicha especie. A causa de la elevada presión que ejercen las avispas sobre las abejas de la miel (*Apis mellifera*), la población de abejas disminuye y el sector apícola sufre las consecuencias económicas. Es por esto que cada vez hay más investigadores que buscan soluciones a esta problemática.

El objetivo de este estudio es el de evaluar los métodos de control existentes para controlar la avispa asiática. Más concretamente, los tres subobjetivos del trabajo son: revisar la bibliografía científica sobre la avispa asiática, identificar los métodos de control actuales y los que se están investigando para hacer frente a la avispa asiática y evaluar la utilidad de los diferentes métodos de control que utilizan los apicultores del territorio catalán mediante una encuesta.

Los dos primeros subobjetivos del trabajo se han desarrollado a través de una búsqueda bibliográfica realizada en la base de datos del Web of Science, la cual incluye todos los artículos científicos publicados en revistas con índices de impacto. Para llevar a cabo el tercer subobjetivo, se ha realizado una encuesta que fue distribuida entre los miembros de la asociación “Apicultors Gironins Associats”.

En la revisión bibliográfica se han analizado 155 artículos. De estos, el primer artículo publicado es del año 1991. Las categorías más recurrentes por parte de los autores son las relacionadas con la genética y biología de la especie, además de las que tratan sobre los impactos que genera y de la gestión que se hace.

De los artículos analizados solo 38 tratan sobre métodos de control de la avispa asiática. Esta temática es relativamente reciente ya que el primer artículo del que se tiene constancia es del año 2011. De los métodos identificados, los que reciben mayor atención son los métodos de control químico, control biológico y los de localización del nido de las avispas.

A partir de la encuesta se ha conocido que los métodos de control más utilizados por parte de los apicultores son las trampas con líquido atrayente, los morriones y las arpas eléctricas. Siendo las arpas eléctricas el método de control mejor valorado.

Aunque en este trabajo se hayan identificado múltiples métodos de control para reducir la presión de la avispa asiática, aun falta investigar mucho para encontrar métodos de control eficaces con bajas repercusiones ambientales. Es por eso que la mejor estrategia es la prevención.

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	7
2. OBJECTIVES.....	11
3. METODOLOGIA.....	11
3.1. Revisió bibliogràfica científica centrada en els articles que tracten sobre la vespa asiàtica.....	11
3.2. Identificació dels mètodes de control actuals i dels que estan en investigació per fer front a la invasió de la vespa asiàtica.....	12
3.3. Avaluació de la utilitat dels diferents mètodes de control que utilitzen els apicultors del territori català mitjançant una enquesta.....	13
4. RESULTATS.....	14
4.1. Revisió bibliogràfica científica centrada en els articles que tracten sobre la vespa asiàtica.....	14
4.2. Identificació dels mètodes de control actuals i dels que estan en investigació per fer front a la invasió de la vespa asiàtica.....	17
4.3. Avaluació de la utilitat dels diferents mètodes de control que utilitzen els apicultors del territori català mitjançant una enquesta.....	21
5. DISCUSSIÓ	25
5.1. Revisió bibliogràfica científica centrada en els articles que tracten sobre la vespa asiàtica.....	25
5.2. Identificació dels mètodes de control actuals i dels que estan en investigació per fer front a la invasió de la vespa asiàtica.....	25
5.3. Avaluació de la utilitat dels diferents mètodes de control que utilitzen els apicultors del territori català mitjançant una enquesta.....	27
6. ÈTICA I SOSTENIBILITAT	29
7. CONCLUSIONS	29
8. BIBLIOGRAFIA GENERAL	32
9. BIBLIOGRAFIA MÈTODES DE CONTROL	34

1.INTRODUCCIÓ

Les espècies exòtiques són espècies que es troben fora de la seva àrea de distribució nativa, és a dir, són espècies que s'han introduït per causes antròpiques a una àrea que de forma natural no hi haguessin arribat. Molts d'aquests individus, un cop arribats en un territori que no li correspon de manera natural, tenen la capacitat d'adaptar-se, dispersar-se i reproduir-se ràpidament, generant un augment de la població de l'espècie en qüestió (Blackburn et al., 2011). Algunes d'aquestes espècies, a més, tenen la capacitat de generar importants impactes econòmics i ecològics a l'ecosistema ocupat (Jara et al., 2006). Aquestes espècies amb la capacitat de sobreviure, reproduir-se i expandir-se ràpidament, generant grans impactes negatius, són les que s'anomenen espècies exòtiques invasores.

El nombre d'espècies exòtiques invasores s'ha incrementat en els últims anys a causa dels avenços tecnològics que faciliten el transport de persones i mercaderies (Arca et al., 2015). El desenvolupament de les espècies invasores va començar fa uns dos-cents anys, a causa de la diàspora dels colons europeus al segle XIX. Els mateixos colons van ser els responsables de l'alliberament de moltes espècies invasores com mamífers, plantes o ocells per tot el món i de l'enviament d'espècies vegetals exòtiques a Europa per un propòsit ornamental. A més, amb l'acceleració del comerç en el segle XX, molts insectes, crustacis i algues van ser introduïts accidentalment (Seebens et al., 2017). La globalització ha afavorit greument aquesta situació (Chen et al., 2020), la qual, desemboca a una homogeneïtzació de la flora i fauna, redefinint els límits biogeogràfics i generant elevades implicacions per la biota nativa, el funcionament de l'ecosistema, la salut humana i l'economia (Seebens et al., 2017).

Si bé, no totes les espècies exòtiques invasores tenen impactes negatius, les que sí que en tenen generen molts costos. Els esforços de gestió destinats a la prevenció, control i erradicació de les espècies invasores representen substancials despeses addicionals. Per exemple, només les invasions d'insectes costen més de 76 bilions de dòlars a l'any en tot el món (Diagne et al., 2020), i respecte a la Unió Europea, els costos aproximats derivats de la lluita contra les espècies invasores són de 12 bilions d'euros per any (Turchi & Derijard, 2018). Tot i la implementació de legislació nacional i d'acords internacionals per reduir l'increment d'espècies invasores i dels seus impactes, es preveu que aquest fenomen segueixi en augment, ja que, no s'ha trobat cap signe de saturació en els ecosistemes que aquestes espècies habiten.

A Catalunya, a causa de l'elevat grau d'antropització, juntament amb l'elevada pressió humana exercida pel turisme, propicien l'entrada i l'establiment d'espècies al·lòctones (Jara & Vilà, 2003). Hi ha una àmplia llista d'espècies exòtiques invasores que han estat introduïdes com per exemple la vespa asiàtica, el mosquit tigre, el visó americà, el porc vietnamita, la tortuga de Florida, el caragol poma, el musclo zebra, el cranc vermell, entre moltes altres (Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat, 2019; Llobet & Vicens, 2020b). Algunes d'aquestes espècies han estat introduïdes accidentalment, però d'altres s'han introduït voluntàriament per aportar un benefici a la societat i, al llarg del temps, s'han escapat i propagat sense control.

La vespa asiàtica (*Vespa velutina*) descrita per primera vegada l'any 1836 per Lepeletier, és una espècie exòtica invasora autòctona d'Àsia que s'ha introduït molt recentment a Europa. La seva àrea de distribució natural va, des d'Afganistan a l'est de la Xina, passant pel sud d'Indonèsia i Indonèsia (Barbet-Massin et al., 2013). La invasió d'aquesta espècie genera greus problemes econòmics, ecològics i de salut humana (Rojas-Nossa et al., 2018), per això, es considera una de les espècies exòtiques invasores que més impacte negatiu té en el territori europeu.

V. velutina és un himenòpter social de la família dels *Vespidae*. Les espècies socials acostumen a tenir molt d'èxit en conquerir nous habitats, perquè tenen una elevada capacitat d'adaptació

i depredació (Arca et al., 2015; Holway et al., 2002). A més, tenen la virtut que una sola reina pot fundar una gran colònia, generant moltes femelles reproductores que faran augmentar la dispersió de l'espècie cada temporada (Arca et al., 2015; Chapman & Bourke, 2001; Mikheyev et al., 2009; Moller, 1996; Schmid-Hempel et al., 2007). L'èxit de l'expansió de la vespa asiàtica per Europa radica en diferents factors: el clima, la temperatura, les precipitacions, les fonts d'aliment abundants com són les colònies d'abelles i l'absència de depredadors i competidors directes (Rodríguez-Flores et al., 2019).

Es té constància que la primera observació de vespa asiàtica a Europa va ser a França l'any 2004 (Arca et al., 2015; Villemant et al., 2011). El culpable de la seva propagació va ser un carregament de terrissa importada des de la Xina amb destí al port de Bordeus (Laurino et al., 2020). A partir de la introducció a França, es va expandir per gran part d'Europa i, actualment, la seva presència es troba en nou països europeus, a més, de la invasió de Corea i el Japó. A Catalunya es va detectar per primera vegada l'any 2012, a la comarca de l'Alt Empordà, i a partir d'allà, s'ha expandit fins que, en el 2018, ja va ser present en pràcticament tot el territori català (Llobet & Vicens, 2020a).

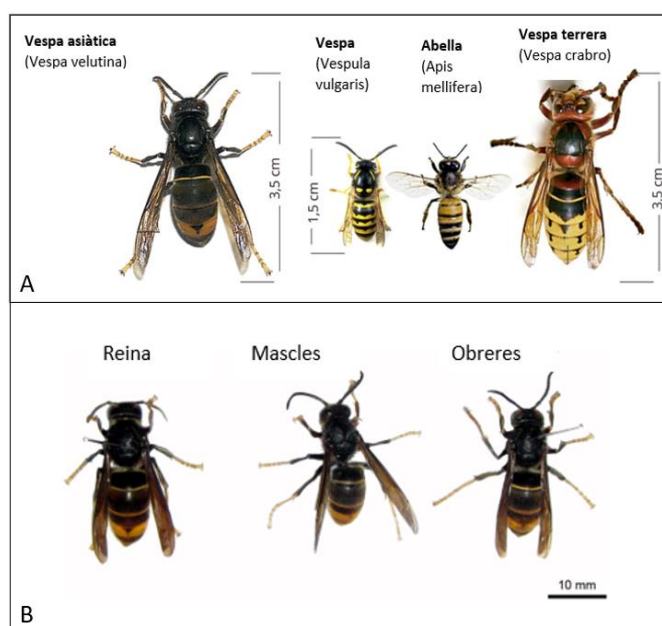


Figura 1: A) La vespa asiàtica es pot identificar per tenir el cap de color negre i la cara taronja. El tòrax i l'abdomen és negre, amb una línia groga fina a l'inici de l'abdomen i una franja més ampla i taronja al final. Respecte a les potes, la meitat anterior de les potes és de color negre i l'altra meitat als extrems és de color groc. Font: (El Periódico, 2018). **B)** En les colònies de vespa asiàtica, es poden descriure tres castes diferents: reines, obreres i mascles. La principal funció de les reines és la de generar nous individus a través de la posta d'ous i de produir feromones de cohesió per mantenir la colònia unida. Les obreres, femelles estèrils, són les encarregades de realitzar totes les funcions relatives a la recol·lecció d'aliment, alimentació de les larves i manteniment i defensa del niu. Les reines i les obreres procedeixen d'òvuls fecundats amb l'esperma que la fundadora té emmagatzemat a l'espermateca. Els mascles procedeixen d'òvuls no fecundats. Aquests, acostumen a aparèixer a la tardor, i la seva funció principal és la d'aparellar-se amb les noves reines (Galartza, 2016). Morfològicament, les reines i les obreres són molt similars. Les principals diferències entre mascle i femella, és que només les femelles tenen fibló, el fibló, les fa tenir l'abdomen més punxegut, a més, els mascles tenen les antenes més llargues i gruixudes que les femelles. Font: Moneau et al., 2014.

La vespa asiàtica té un cicle biològic ben marcat compost per 4 fases (Llobet et al., 2020), que es poden veure allargades o disminuïdes en el temps en funció de factors ambientals com la temperatura, la disponibilitat d'aliment o les pluges (Galartza, 2016).

- Fase de Fundació (gener-maig): L'inici de la nova colònia és dona quan una reina fecundada que ha sobreviscut a l'hivern en estat de letargia, es desperta i construeix un petit niu primari de cel·lulosa per dipositar-hi els primers ous (Carvalho et al., 2020).

Serà la mateixa reina fundadora la que es farà càrrec de la primera posta. L'alimentació de la reina es basa en el nèctar de les plantes que floreixen.

- Fase de Creixement (abril-setembre): Pocs dies després de la primera posta, emergeixen les larves. Les larves són carnívores, per això són alimentades per la reina a partir d'insectes trossejats i caçats per ella mateixa. Al cap d'uns trenta dies, les larves es convertiran en vespes obreres que ajudaran a la reina en les feines del niu per garantir la supervivència de la colònia (Llobet et al., 2020).
Amb el pas del temps, la població de la colònia augmentarà i aquesta és veurà obligada a abandonar el niu primari i construir un niu secundari més gran i segur. Si el niu primari està situat en un lloc adequat, romandrà en el niu original, aprofitant-lo i construint un niu més gran al voltant d'ell (Llobet et al., 2020).

És a l'estiu quan les vespes començaran a caçar les abelles. A la tardor, entre octubre i novembre, el niu arriba al seu punt màxim de creixement, podent arribar a tenir 1.700 insectes adults i més de 5.000 ous i larves (Galartza, 2016).

- Fase d'Aparellament (agost-novembre): Quan el niu arriba al màxim punt de creixement, és quan apareix la generació sexual, és a dir, els individus fèrtils, que consta de mascles i femelles. Les femelles seran les futures reines si sobreviuen a l'hivern. El nombre d'individus de la generació sexual és màxima a l'inici de novembre, i la majoria abandonarà el niu abans de final de mes per reproduir-se. Cada niu pot produir entre 200 i 500 reines, però, la taxa de mortalitat d'aquestes reines es troba entre el 90% i el 99,9% (Galartza, 2016).

La reproducció, que es duu a terme a l'exterior del niu, comença a finals de setembre i s'allarga fins a finals de novembre. La futura reina té relacions sexuals amb diferents mascles, fins que la seva bossa d'esperma, anomenada espermateca, és plena. La reina utilitzarà aquesta esperma la temporada següent per crear una nova colònia (Galartza, 2016).

A finals de la tardor, amb el sorgiment de les futures reines, la reina fundadora de la colònia deixa de ser l'individu més important i a poc a poc, és descuidada per les obreres, que no li proporcionaran aliment, i finalment morirà. A més, les obreres, després de gastar molta energia alimentant a les futures reines, veuen com l'esgotament, la falta de recursos i les baixes temperatures, els hi passen factura, i es van morint lentament. Així, a finals de desembre, el niu es va buidant, fins que es dona per mort (Laurino et al., 2020).

- Fase d'Hibernació (novembre-març): Abans d'abandonar el niu, les futures reines fundadores s'alimenten de larves per augmentar els nivells de greix necessaris per suportar l'hivern. Ben alimentades, busquen un lloc on resguardar-se i passar l'hivern fins que arribin factors ambientals més favorables per emergir. Acostumen a hivernar sota l'escorça d'arbres, en forats sota terra, entre la fullaraca del bosc o sota les teulades (Llobet et al., 2020). Aquesta etapa la poden passar en solitari o en petits grups de diversos individus.

Mentre estan hibernant, les futures reines fundadores no tenen activitat i el seu metabolisme s'alenteix per aguantar les baixes temperatures i la falta d'aliment, arribant a un estat fisiològic que es coneix com a diapausa (Galartza, 2016). Les que sobrevisquin a l'hivern començaran la construcció d'un nou niu que donarà lloc a una nova colònia (Sánchez & Charles, 2019).

Respecte a l'alimentació, les vespes necessiten hidrats de carboni i proteïnes (Demichelis et al., 2014). Els hidrats de carboni són la principal font d'energia de les vespes adultes, i són obtinguts a partir del nèctar de les flors, dels suc de fruits madurs i de la saba dels arbres. Les proteïnes són obtingudes a partir de diferents insectes com les abelles, les mosques, les papallones... i només són requerides en l'etapa de larva, ja que, és en l'únic estadi en què la vespa és carnívora (Monceau et al., 2014).

La vespa asiàtica genera greus problemes econòmics, ecològics i de salut en els territoris on s'expandeix (de Medeiros et al., 2018). El principal impacte generat per aquesta espècie és sobre les abelles de la mel autòctones (*Apis mellifera*), de les quals s'alimenta. Les abelles no tenen mecanismes de defensa eficaços per fer-li front. Tot i que la vespa és un depredador generalista i oportunista, les abelles representen la seva font d'alimentació principal (38% de la seva dieta), seguida de les mosques (29%) i de les vespes socials (19%) (Rome et al., 2021). A més de l'impacte directe de depredació sobre les abelles, també exerceix una gran pressió davant del rusc, la qual, desencadena en una disminució de l'activitat de les abelles conduint a la llarga a la mortalitat de la colònia en afeblir-la greument per passar l'hivern (Requier et al., 2019). Aquest fenomen s'anomena paràlisi alimentària. Això, desencadena en una disminució important del nombre d'abelles, que al mateix temps afecta a la producció de mel i recol·lecció de pol·len i al rendiment de l'activitat apícola.

La vespa asiàtica també genera un impacte negatiu en l'agricultura, la qual, és afectada directament a través del fet que les vespes mosseguen i mengen els fruits dels arbres fruiters per obtenir hidrats de carboni (Beggs et al., 2011). A més, al ser grans depredadors, un gran nombre d'insectes són caçats cada dia (11,32 kg de biomassa d'insectes per any) per cada niu (Rome et al., 2021), generant un impacte negatiu en la fauna. Respecte a l'impacte sobre la salut humana, les vespes no són agressives de per si (Monceau et al., 2014), però, com que cada vegada hi ha més nius en zones habitades, la interacció humà-vespa és més freqüent. La picada no acostuma a ser greu, tot i que si la persona és al·lèrgica o presenta múltiples picades pot ocasionar-se un problema de salut greu. A més de tots aquests impactes, hi han costos econòmics associats a la prevenció, l'erradicació i el control de la invasió.

Des del segle XIX s'han provat diversos plans de gestió en tot el món contra vèspids, però malauradament gairebé tots han fracassat (Beggs et al., 2011). Sembla molt difícil eliminar completament la vespa asiàtica en un territori envaït, tot i que es podrien establir plans per disminuir-ne la presència i frenar-ne la progressió. Aquests plans de gestió poden anar enfocats en diferents etapes del cicle de vida de la vespa, en funció de quin és l'objectiu de la gestió, si els nius i les larves o els individus adults (Turchi & Derijard, 2018). Els mètodes més utilitzats fins al moment són els parany amb líquid atraient per capturar reines fundadores i obreres, els morrions en l'entrada del rusc, les arpes elèctriques i la detecció i retirada de nius. Fins el dia d'avui, no s'ha trobat un mètode de control completament eficaç per minimitzar la progressió de l'espècie i es preveu que la millor estratègia seria la d'utilitzar diversos mètodes de control a la vegada.

Un exemple de lluita eficaç contra la invasió de la vespa asiàtica es pot trobar en les Illes Balears. L'any 2015 es va trobar el primer exemplar de vespa asiàtica a Mallorca i actualment, s'ha notificat que les illes Balears estan lliures d'aquesta espècie. Per dur a terme aquesta tasca, es van enfocar en diversos fronts com van ser: la detecció precoç dels individus amb trampes amb esquers i tòxics, la participació ciutadana, les trampes per a reines fundadores a la primavera, la detecció del niu per triangulació d'individus i l'extracció i destrucció de nius de vespes (Leza et al., 2021). Aquest cas d'èxit, ha ensenyat que es pot fer front a la invasió de la vespa asiàtica tot i que les condicions d'aquest eren molt particulars perquè la invasió es va donar en una regió de territori molt limitada com és el cas de l'illa de Mallorca i que es va actuar en un estadi inicial de la invasió.

Referent a aquest treball, el que pretén és contextualitzar la problemàtica que la vespa asiàtica ocasiona fora del seu territori natiu, i identificar, agrupar i valorar els diferents mètodes de control a partir de la revisió bibliogràfica de diferents articles científics. A més, mitjançant una enquesta distribuïda entre els apicultors d'una associació apícola, es vol plasmar l'opinió i els coneixements dels diferents apicultors, per així, fer una anàlisi de la seva experiència respecte a la vespa i els diferents mètodes de control que utilitzen, aplicats en el territori català.

2. OBJECTIVES

The general objective of this study is to evaluate the currently available control methods of the *Vespa velutina* to reduce the impact of this species in the beekeeping industry. This intends to identify the current control methods and the ones that are still under investigation and analyze their pros and cons.

The aim of this work is for it to be used as a consultation document for the beekeepers, so they can get to know the existing methods. In this way, there could be a reduction in the pressure of the Asian hornet, thus reducing the costs and maximizing the results.

Taking into account the general objective, the specific ones are:

- To revise the scientific bibliography focused on the articles concerning the Asian hornet.
- To identify the current control methods and those under investigation to deal with the Asian hornet invasion.
- To evaluate the effectiveness of the control methods used by the beekeepers of Catalonia through a survey.

3. METODOLOGIA

El present estudi s'estructura en tres parts, corresponent als objectius específics mencionats anteriorment, els quals són: la revisió bibliogràfica científica centrada en els articles que tracten sobre la vespa asiàtica, la identificació dels mètodes de control actuals i dels que estan en investigació per fer front a la vespa asiàtica i l'avaluació de la utilitat dels diferents mètodes de control que utilitzen els apicultors del territori català mitjançant una enquesta.

3.1. Revisió bibliogràfica científica centrada en els articles que tracten sobre la vespa asiàtica.

S'ha realitzat una cerca de tots els articles científics publicats a la base de dades del Web of Science en data 20 de novembre de 2020 a partir de la paraula clau "*Vespa velutina*". La finalitat de la cerca d'informació és la d'obtenir un coneixement general del tema, esbrinar quines línies d'actuació científica hi ha actualment, així com identificar els articles relacionats amb el control de la vespa asiàtica que serviran per a completar la segona part de l'estudi.

En el Web of Science s'han trobat 166 articles, els quals s'han analitzat, ordenat i classificat en diferents categories i subcategories (Taula 1). Les categories més generals en les quals s'han classificat els articles són: (i) Genètica i Biologia; (ii) Ecologia; (iii) Impactes; (iv) Estudis teòrics i normativa; (v) Gestió; (vi) Distribució.

De cada article, s'ha descarregat la referència i el resum, per seguidament transferir la informació a un programa informàtic anomenat Endnote, que serveix per gestionar referències bibliogràfiques. A partir de la lectura del títol i el resum, els articles s'han classificat utilitzant dues subcategories (Subcategoria 1 i Subcategoria 2): la primera subcategoria correspon al tema que millor descriu de què tracta l'article, i la segona subcategoria indica el següent tema en

ordre d'importància. Mitjançant aquesta anàlisi s'han detectat 11 articles que no tracten directament de la vespa asiàtica i s'han exclòs de la revisió, quedant un total de 155 articles per analitzar.

Després d'aquesta primera classificació a l'Endnote, s'ha traslladat la informació en un Excel. Aquest nou format ha permès introduir més informació, i més ordenada, per cada article. S'ha afegit informació geogràfica referent a l'estat o estats a on s'ha dut a terme l'estudi i l'any de publicació de l'article. A més, s'han identificat totes les subcategories de les quals tracta, no només les subcategories 1 i 2 que són les més importants, sinó que també s'han identificat les menys importants per tal de tenir en compte els temes més secundaris.

Taula 1: Categories i subcategories en què s'ha classificat cada article analitzat amb la seva descripció respectiva per cada subcategoria. En la primera columna es mostren les categories i en la segona les subcategories que s'engloben dins de cada categoria.

Categories	Subcategories	Descripció
Genètica i Biologia	Genètica	Transmissió de característiques hereditàries de generació en generació. Gens.
	Biologia	Descripció de les característiques dels individus. Capacitats del propi individu.
	Comportament	Manera d'actuar d'un individu, entre individus o amb l'entorn.
	Organització social	Organització d'una població.
	Reproducció	Forma d'actuar d'un individu per reproduir-se.
	Senyals químics	Relacionat amb l'atracció, el verí i estat d'alarma.
	Alimentació	Obtenció i ingestió d'aliments. Propietats de la ingesta d'individus. Dieta.
Ecologia	Niu	Relacionat amb l'activitat que es fa dins el niu. Identificació i destrucció del niu.
	Ambiental	Relació entre els éssers vius i les característiques del medi (temperatura, hora del dia, època de l'any, ...).
	Canvi climàtic	Impactes que generarà el canvi climàtic.
	Problemes salut vespa	Problemàtiques que afecten la salut de la vespa asiàtica.
Impactes	Interaccions biòtiques	Interaccions de <i>Vespa velutina</i> amb altres espècies que no són <i>Apis mellifera</i> .
	Apicultura	Afectacions directes a l'abella de la mel (<i>Apis mellifera</i>), a la mel i als apicultors.
	Picada	Referent a la picada, físicament, sense entrar en detalls del verí ni de la composició química.
	Impacte econòmic	Costos econòmics.
	Impacte salut humana	Problemàtiques que afecten la salut humana.
	Impacte ecològic	Variació del medi ambient respecte a una espècie o viceversa.
Estudis teòrics i normativa	Verí	Referent a la composició química.
	Verificació dades	Revisió de resultats extrets anteriorment o d'altres articles.
	Bibliografia	Estudis a partir de la informació extreta d'altres treballs de recerca realitzats anteriorment.
	Legislació	Relacionat amb les lleis de cada país. La protecció legislativa.
Gestió	Percepció pública	Preocupacions, inquietuds o enquestes dels ciutadans.
	Monitorig	Estudi de l'espècie, només amb la finalitat d'adquirir coneixements.
	Control	Accions o mesures per millorar o empitjorar l'estat d'una espècie i la seva abundància i distribució.
Distribució	Model predictiu	Predicció del futur respecte la distribució i estat d'una espècie, generalment, a partir de programes informàtics.
	Distribució	Àrea geogràfica en la qual es troba, es trobarà o s'ha trobat un individu o espècie.

3.2. Identificació dels mètodes de control actuals i dels que estan en investigació per fer front a la invasió de la vespa asiàtica.

A partir de la classificació realitzada en l'apartat anterior, s'han identificat tots els articles subcategoritzats amb la paraula "control" i s'han revisat detalladament a través d'una lectura en profunditat de tot l'article, no només del resum com s'ha fet prèviament.

A través d'aquesta lectura, s'han identificat tots els mètodes de control de vespa asiàtica mencionats en els articles. De cada mètode de control s'ha realitzat una descripció del seu funcionament, indicant els avantatges i inconvenients (Material suplementari, demanar-ho a l'autor), per posteriorment, crear una taula que resumís tota aquesta informació de manera més divulgativa. A l'hora de dissenyar la taula s'han tingut en compte els paràmetres següents: Efectivitat; Eficiència; Selectivitat; Capacitat de ser ambientalment respectuós; Manteniment; Cost. Aquests paràmetres s'han analitzat tenint en compte les següents descripcions per cadascun:

- Efectivitat: és la capacitat de produir un resultat desitjat.

- Eficiència: és la capacitat de produir un resultat desitjat utilitzant la menor quantitat de recursos.
- Selectivitat: és la capacitat per centrar els mètodes de control en un individu específic sense ocasionar danys col·laterals a la flora i fauna no objectiu.
- Capacitat de ser mediambientalment respectuós: és la capacitat per no contaminar el medi ambient.
- Manteniment: conjunt d'accions per preservar el bon estat d'un mètode de control.
- Cost: quantitat de recursos que s'hauran de destinar per implementar un mètode de control.

Per cada paràmetre i mètode de control s'ha fet una avaluació a partir de tots els articles llegits, i s'ha valorat sobre una escala de 0 a 5, on 0 era poc i 5 era molt. Per fer la taula més visual s'ha canviat la numeració clàssica (0, 1, 2, 3, 4, 5) per estrelles, on una estrella és igual a 1 i cinc estrelles és igual a 5.

També s'han identificat les idees més importants i interessants de cada article per controlar la vespa asiàtica i minimitzar-ne la pressió en funció de cada mètode de control. Aquestes idees s'han ordenat en funció del mètode de control del qual fan referència. (Material suplementari, demanar-ho a l'autor).

3.3. Avaluació de la utilitat dels diferents mètodes de control que utilitzen els apicultors del territori català mitjançant una enquesta.

Per avaluar la utilitat dels diferents mètodes de control s'ha realitzat una enquesta adreçada als apicultors del territori català. Aquesta enquesta està enfocada a determinar la incidència de la vespa asiàtica sobre els ruscs, en funció dels diferents mètodes de control, les pèrdues originades i les accions futures per fer-li front.

Per a la realització de l'enquesta, primer s'han redactat les preguntes de l'enquesta per posteriorment posar-les en comú amb el Sr. Carles López, secretari tècnic de l'associació apícola "Apicultors Gironins Associats" (<https://www.aga.cat/>). Seguidament, es van reescriure les preguntes utilitzant el formulari de Google, i gràcies a la col·laboració del Sr. Carles López, l'enquesta va ser distribuïda entre els apicultors d'aquesta associació. L'enquesta es va obrir al públic el 19 de gener de 2021 i es va mantenir oberta més de dos mesos, deixant suficient marge de temps perquè els interessats la poguessin contestar. El dia 31 de març es va donar per tancada al veure que la participació ja no augmentava i es va procedir a descarregar totes les respostes dels participants per poder-les analitzar.

En ser una enquesta conjunta amb el Sr. Carles López, algunes preguntes no s'han tingut en compte per al desenvolupament d'aquest treball perquè haguessin augmentat molt l'extensió d'aquest.

En aquesta enquesta es poden diferenciar dos tipus de preguntes, unes més tancades, en les que hi ha diverses respostes predefinides i l'apicultor només ha de seleccionar la que ell cregui més adient, i algunes altres preguntes més obertes on l'apicultor es pot explicar amb més llibertat.

El disseny de l'enquesta amb les preguntes i les possibles respostes es pot observar en la taula següent (Taula 2):

Taula 2: Disseny de l'enquesta amb totes les preguntes que es van enviar als apicultors i amb les seves respectives respostes. En la resposta on hi ha la paraula "Oberta" significa que la resposta l'havia de redactar el mateix enquestat.

Preguntes enquesta	Resposta
Nom i Cognoms	Oberta
Població i Comarca	Oberta
Si heu fet trampeig de reines a la primavera, quantes n'heu capturat aproximadament?	1-50, 51-100, 101-500, 501-2000, >2001, No he fet trampeig
Si heu fet trampeig de reines a la primavera, quantes trampes heu utilitzat?	Oberta
Per als següents mesos de l'any (Juliol, Agost, Setembre, Octubre, Novembre, Desembre), indiqueu quin ha estat l'efecte de la vespa asiàtica (Vespa absent, Vespa present però no afecta l'activitat de les caixes, Disminució de l'activitat de les caixes, Aturada de l'activitat de les caixes, Mort de les colònies, No ho sé) en l'activitat de les caixes a la comarca a on és localitzen la majoria dels vostres arnars?	Vespa absent, Vespa present però no afecta l'activitat de les caixes, Disminució de l'activitat de les caixes, Aturada de l'activitat de les caixes, Mort de les colònies, No ho sé
Quina és la pressió màxima de vespes asiàtiques que heu arribat a tenir per piquera?	0, 1-2, 2-6, 7-8, 9-10, >10
Com creieu que ha estat la pressió de la vespa asiàtica aquest any 2020?	Major que el 2019, Igual que el 2019, Menor que el 2019, No ho se
Quin material heu utilitzat per lluitar contra la vespa?	Paranys amb líquid atraient, Arpes elèctriques, Morrions o reixes protectores ("muselières"), Altres
Si voleu aportar més detalls sobre el material que heu utilitzat per lluitar contra la vespa, indiqueu-ho a continuació:	Oberta
Quins resultats heu obtingut per cadascun del material utilitzat (Paranys amb líquid atraient, Arpes elèctriques, Morrions o reixes protectores ("muselières"), Altres)?	Molt bons, Bons, Dolents, Molt dolents, No n'he utilitzat
Quines despeses econòmiques heu tingut per la compra d'aquest material?	0-50€, 51-100€, 101-200€, >200€
Quines pèrdues econòmiques considereu que us ha ocasionat la vespa velutina a la vostra explotació?	Oberta
Quantes baixes d'arnes i nuclis heu tingut del total censades?	0-5, 6-10, 11-20, 21-50, >50
Amb el supòsit que a la vostra associació se li concedeixi algun ajut de la Generalitat o d'alguna altra administració, en què creieu que seria millor invertir-ho:	Arpes i centraletes elèctriques, Paranys i líquids atractants, Morrions i reixes protectores ("Muselières"), Recerca, Altres
Si voleu aportar més detalls sobre quina seria la millora manera d'invertir ajuts provinents de l'administració, indiqueu-ho a continuació:	Oberta
Voleu fer algun comentari o aportació més, per escrit, que pugui millorar la gestió dels arnars davant la vespa asiàtica?	Oberta

4. RESULTATS

4.1. Revisió bibliogràfica científica centrada en els articles que tracten sobre la vespa asiàtica.

Com s'ha mencionat anteriorment, en la recerca bibliogràfica realitzada al Web of Science a partir de la paraula clau *Vespa velutina* s'han trobat 166 articles, dels quals 11 han sigut exclosos per no parlar específicament de *V. velutina*.

D'aquests 155 restants, s'ha observat que el primer article publicat sobre *V. velutina* va ser en l'any 1991. Fins al 2010, els articles publicats d'aquesta temàtica han sigut poc freqüents. No va ser fins al 2011 que la publicació d'articles sobre *V. velutina* va seguir una tendència a l'alça fins a l'actualitat, només veient-se interrompuda en l'any 2016 i 2020, amb dues fortes davallades respecte a l'any anterior. El pic d'articles publicats ha sigut en l'any 2019, amb 32 articles.

Deixant a banda la situació mundial i centrant-se en la situació europea, es pot veure com a Europa, la primera publicació d'un article sobre vespa asiàtica va ser en el 2009. A partir d'aquest any, la publicació d'articles sobre *V. velutina* a Europa ha seguit la mateixa tendència que la situació mundial, seguint un patró de creixement any rere any, amb dues interrupcions en els anys 2016 i 2020, i amb el pic d'articles publicats l'any 2019 amb 23 articles.

A Espanya, el primer article publicat al Web of Science fent referència a *V. velutina* és del 2015. El 2016 no es van publicar articles, però a partir del 2017 s'observa una tendència a l'alça però igual que en els altres dos casos (mundial i europeu). El 2020 hi ha hagut una davallada d'articles, interrompent la tendència a l'alça (Figura 2).

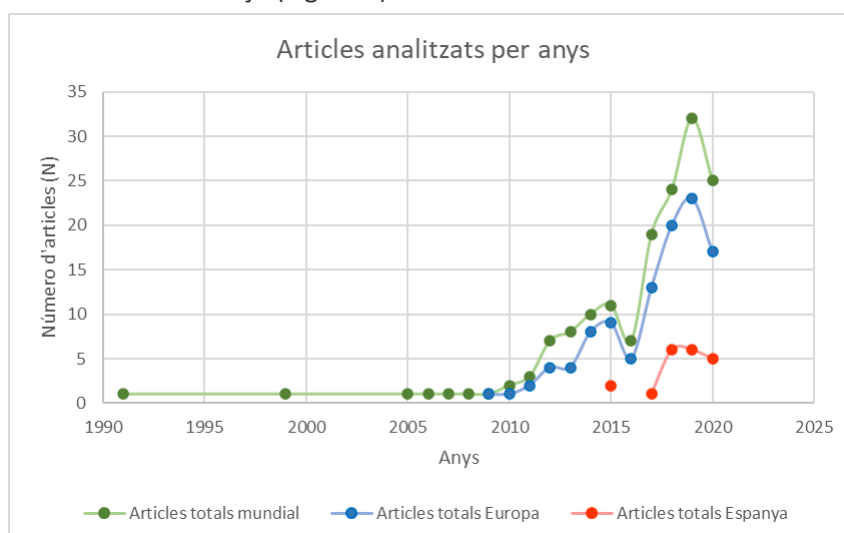


Figura 2: Nombre d'articles científics relacionats amb *Vespa velutina* publicats anualment des de l'any 1990 fins al 2020. Els articles publicats estan representats per punts de diferent color en funció de la procedència dels articles. En color verd estan representats els articles de tot el món, en color blau els de la regió europea i en vermell els d'Espanya.

En investigar l'origen geogràfic de cadascun dels articles publicats s'ha observat que els continents amb més nombre d'articles són: Europa amb 104 articles i el 67% dels articles totals, i Àsia amb 41 articles que corresponen al 26% dels articles. Els altres continents tenen una participació molt baixa (Figura 3).

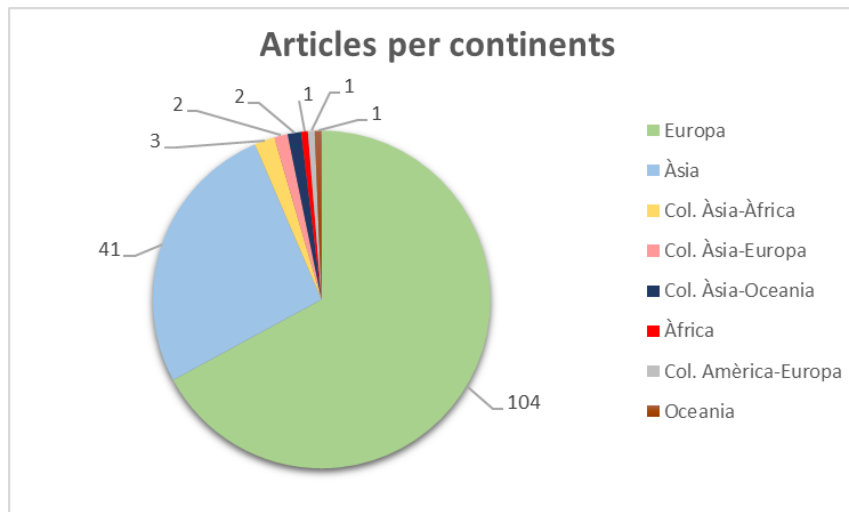


Figura 3: Nombre d'articles científics que tracten sobre la vespa asiàtica en data 20 de novembre de 2020 en funció del continent on s'hagin desenvolupat. Les categories amb l'abreviació "col." corresponen a col·laboracions entre continents.

Respecte als països amb més articles publicats sobre *V. velutina*, s'ha vist que: França amb 52 articles (33% del total d'articles), Xina amb 20 (12%), Espanya amb 19 (12%) i Itàlia amb 18 (11%) són els països que més esforços estan realitzant de cara a la investigació d'aquesta problemàtica (Figura 4).

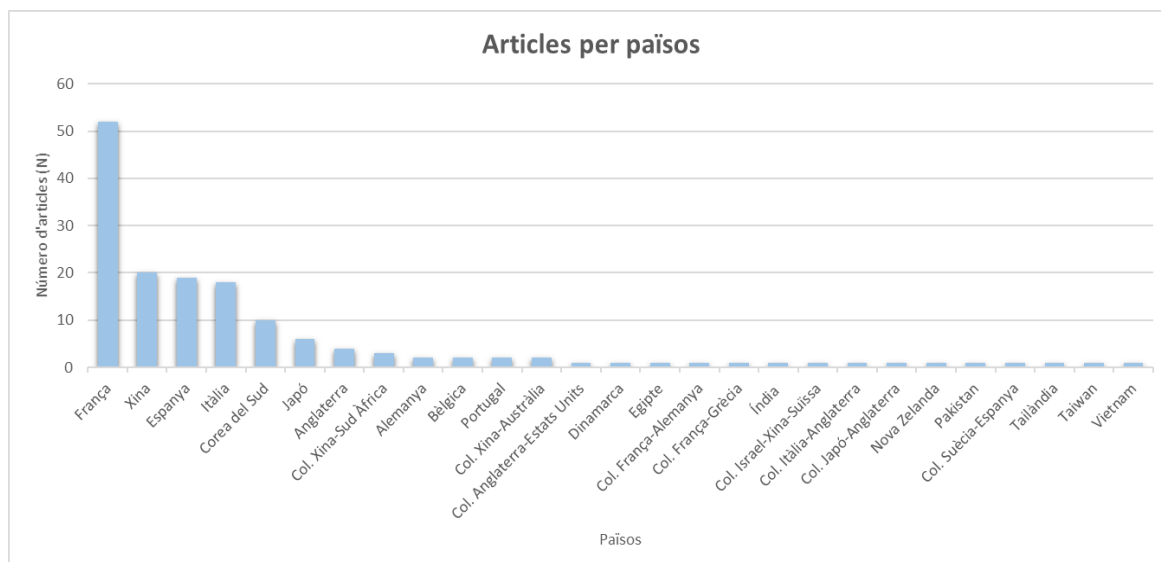


Figura 4: Nombre d'articles científics que tracten sobre la vespa asiàtica en data 20 de novembre de 2020 en funció del país on s'hagin desenvolupat. Les categories amb l'abreviació "Col." corresponen a col·laboracions entre països.

A partir de la classificació per categories de tots els articles, s'ha observat que les categories amb major rellevància dins d'aquest estudi són les de Genètica i Biologia, Impactes i Gestió (Taula 3). La categoria de Genètica i Biologia consta de 118 articles (38% dels articles totals), la categoria Impactes consta de 73 (23%) i la categoria Gestió de 55 (17%) (Figura 5).

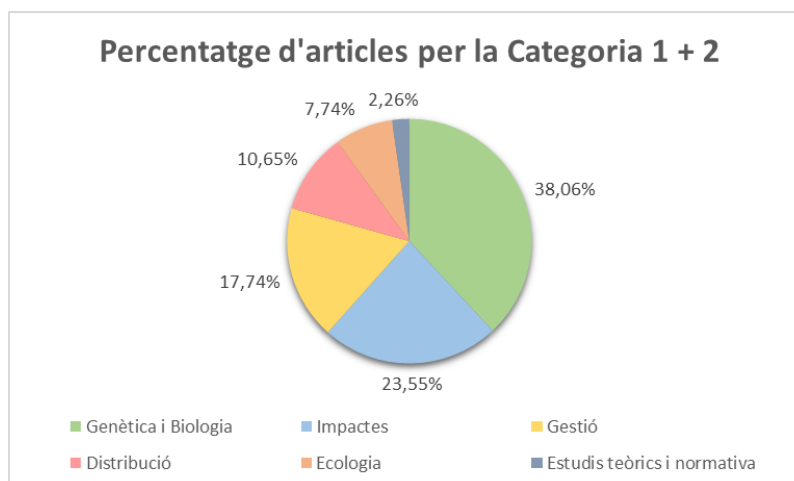


Figura 5: Percentatge del total d'articles classificats per categories mitjançant la suma de la subcategoria 1 i la 2.

Respecte a la classificació per subcategories, en la subcategoria 1, que és el tema més important de l'article, s'ha vist com les subcategories Control amb 25 articles, Comportament amb 22 i Genètica amb 17 són els temes que més es tracten en els articles. En la subcategoria 2, que és el segon tema més important de l'article, s'ha vist com Distribució amb 17 articles, Apicultura amb 15, Monitoreig amb 14 i Control i Comportament amb 13 articles cadascun, són els temes que agafen més rellevància en segon lloc (Taula 3).

Per obtenir un resultat que englobi millor la representativitat de les subcategories en aquest estudi, s'ha sumat la subcategoria 1 i la subcategoria 2 i s'ha obtingut que les subcategories més rellevants en aquests articles són la de Control amb 38 articles i un 12% del total d'articles, Comportament amb 35 articles i l'11%, Genètica amb 29 articles i el 9% i Distribució amb 26 articles i el 8% dels articles totals (Taula 3).

A més d'identificar les dues subcategories més rellevants, tenint en compte les subcategories 1 i 2, també s'han comptabilitzat les altres subcategories que no estan representades per no ser

ni el primer ni el segon tema principal de l'article. D'aquesta manera, al comptabilitzar el total de les subcategories, s'ha observat que les subcategories que major representació tenen pels autors són les que tracten sobre el Monitoreig amb 67 articles (10%), la Distribució amb 57 articles (9%), el Control amb 49 articles (7%), el Comportament amb 48 articles (7%), la Biologia amb 46 (7%) i l'Apicultura amb 45 articles (7%). En canvi, els temes menys utilitzats pels autors són la Verificació de dades amb 2 articles i la Legislació amb 1 article (Taula 3).

Taula 3: Rellevància a partir del comptatge i el percentatge de les categories i subcategories que s'han creat per classificar tots els articles analitzats. En l'última columna hi ha el sumatori del total de subcategories, tenint en compte la subcategoria 1 i 2, i les subcategories menys rellevants.

Categories	Articles categoritzats en funció de la Subcategoria 1	Articles categoritzats en funció de la Subcategoria 2	Suma d'articles Categories 1 + 2	% articles Categories 1 + 2	Subcategories	Articles classificats en la Subcategoria 1	Articles classificats en la Subcategoria 2	Suma d'articles Subcategoria 1 + 2	% articles Subcategoria 1 + 2	Total de totes les subcategories (no només la 1 i 2) de tots els articles
Genètica i Biologia	66	52	118	38,06%	Comportament	22	13	35	11,29%	48
					Genètica	17	12	29	9,35%	36
					Biologia	10	11	21	6,77%	46
					Senyals químics	9	4	13	4,19%	26
					Niu	1	6	7	2,26%	19
					Reproducció	5	1	6	1,94%	13
					Alimentació	2	2	4	1,29%	9
					Organització social	0	3	3	0,97%	20
Impactes	32	41	73	23,55%	Apicultura	5	15	20	6,45%	45
					Verí	13	3	16	5,16%	21
					Impacte ecològic	6	9	15	4,84%	32
					Impacte salut humana	6	6	12	3,87%	19
					Picada	1	7	8	2,58%	15
					Impacte econòmic	1	1	2	0,65%	10
Gestió	28	27	55	17,74%	Control	25	13	38	12,26%	49
					Monitoreig	3	14	17	5,48%	67
Distribució	13	20	33	10,65%	Distribució	9	17	26	8,39%	57
					Model predictiu	4	3	7	2,26%	15
Ecologia	11	13	24	7,74%	Problemes salut vespa	6	3	9	2,90%	9
					Interaccions biòtiques	1	7	8	2,58%	16
					Ambiental	4	2	6	1,94%	24
					Canvi climàtic	0	1	1	0,32%	5
Estudis teòrics i normativa	5	2	7	2,26%	Percepció pública	1	2	3	0,97%	6
					Bibliografia	2	0	2	0,65%	7
					Legislació	1	0	1	0,32%	1
					Verificació dades	1	0	1	0,32%	2

4.2. Identificació dels mètodes de control actuals i dels que estan en investigació per fer front a la invasió de la vespa asiàtica.

Dels 155 articles considerats a l'apartat anterior, 38 articles tracten de mètodes de control de la vespa asiàtica. La majoria d'aquests articles són molt recents. El primer article sobre aquesta temàtica es va publicar l'any 2011. A partir del 2013, els articles publicats sobre aquest tema han seguit una tendència ascendent, any rere any, només interrompuda en el 2018 i 2020 (Figura 6).

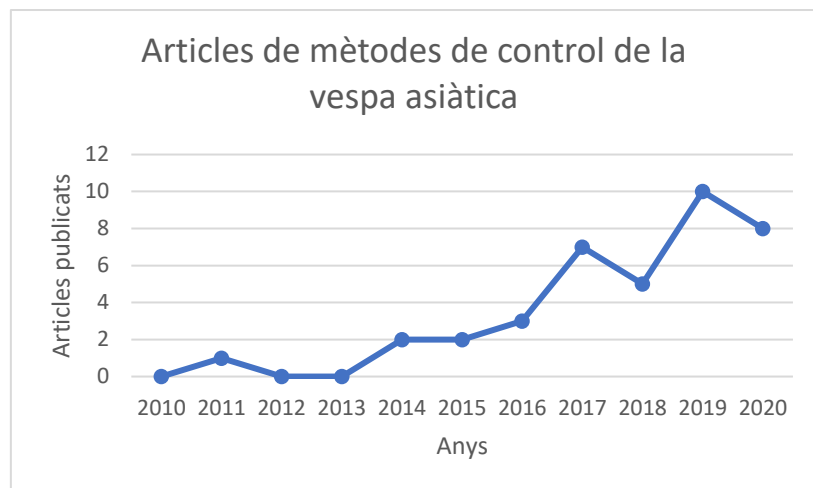


Figura 6: Evolució dels articles publicats que tracten sobre mètodes de control de la vespa asiàtica en funció del temps.

A partir d'aquests 38 articles s'han identificat 29 mètodes de control per fer front a la vespa asiàtica. Aquests 29 mètodes de control s'han agrupat en 9 categories diferents: Control químic; Control biològic; Localització del niu; Destrucció del niu; Control físic; Control a partir de la geografia; Monitoreig d'abelles a través de l'alimentació; Suport de la ciutadania; Tècniques basades en ADN (Taula 4).

Els mètodes de control descrits més vegades en els articles han sigut, en primer lloc, els que fan referència al control químic amb 38 entrades en tots els articles (35%), en segon lloc, els que fan referència al control biològic amb 24 entrades en tots els articles (22%) i finalment, els que es centren en la localització del niu amb 17 entrades en tots els articles (15%) (Figura 7).

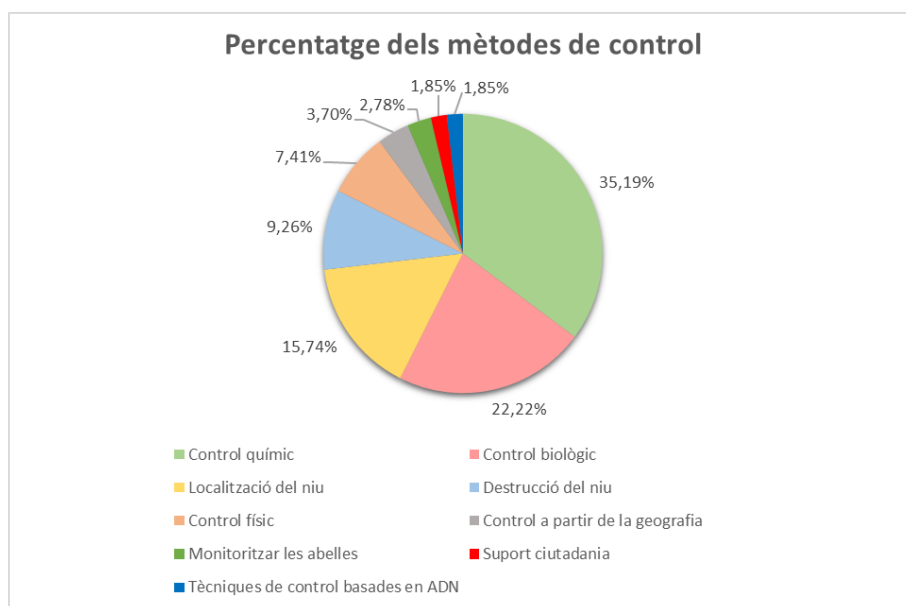


Figura 7: Percentatge de tots els mètodes de control identificats en els articles analitzats, sense dividir per mètodes de control específics.

Especificant el mètode de control, els mètodes de control més mencionats en els articles estudiats són les trampes per atrapar reines amb 13 articles (12% de les mencions de tots els mètodes de control), les trampes per atrapar obreres amb 12 articles (11%), el radar harmònic amb 8 articles (7%), i el control biològic a partir d'insectes i nematodes i la injecció de biocides al niu, amb 6 articles cadascun (5%) (Taula 4).

Taula 4: Mètodes de control identificats en tots els articles analitzats. En aquesta taula es pot observar la classificació dels diferents mètodes de control i la seva importància, tant en percentatge com en el sumatori total.

Mètode de control	Entrades dins dels articles on es tracta el mètode de control	% d'articles que tracten sobre el mètode de control	Mètode de control específic	Número d'articles	% d'articles que tracten sobre el mètode de control específic
Control químic	38	35,19	Trampes per atrapar reines	13	12,04
			Trampes per atrapar obreres	12	11,11
			Trampes de feromones	4	3,70
			Vespes obreres com a portadores de verí	3	2,78
			Esquers enverinats en una galleda	3	2,78
			Esquers enverinats en un pinxo	3	2,78
Control biològic	24	22,22	Insectes	6	5,56
			Nemàtodes	6	5,56
			Fongs	5	4,63
			Aus	4	3,70
			Àcars	2	1,85
			Virus	1	0,93
Localització del niu	17	15,74	Radar harmònic	8	7,41
			Assistència amb drons	5	4,63
			Triangulació	3	2,78
			Seguiment a ull de vespes etiquetades	1	0,93
Destrucció del niu	10	9,26	Injecció de biocides	6	5,56
			Injecció de vapor	2	1,85
			A trets d'escopeta	2	1,85
Control físic	8	7,41	Morrions	4	3,70
			Trampes passives	2	1,85
			Trampes i arpes elèctriques	1	0,93
			Ràqueta de bàdminton	1	0,93
Control a partir de la geografia	4	3,70	Estudi d'accidents geològics	4	3,70
Monitoritzar les abelles	3	2,78	Alimentació suplementària	3	2,78
Suport ciutadania	2	1,85	Educació de la població	2	1,85
Tècniques de control basades en ADN	2	1,85	SiRNA	1	0,93
			CRISP-Cas9	1	0,93

A partir de tota la informació extreta dels articles que tracten els mètodes de control, s'ha realitzat la següent taula (Taula 5), on estan reflectits tots els mètodes de control identificats fent una avaluació dels paràmetres efectivitat, eficiència, selectivitat del mètode, capacitat de ser mediambientalment respectuós, manteniment i el cost. On cada paràmetre està avaluat entre els valors 0 i 5, com s'ha mencionat en l'apartat de la metodologia.

Taula 5: Avaluació dels diferents mètodes de control per fer front a la vespa asiàtica. En l'última columna hi ha el número de referència de cada article utilitzat per extreure els resultats. Aquest número de referència està ordenat de la mateixa manera que es troba en la bibliografia realitzada amb els articles emprats per obtenir informació dels mètodes de control.

Mètode de control	Mètode de control específic	Efectiu	Eficient	Selectiu	Respectuós amb el medi ambient	Manteniment	Cost econòmic	Referències (bibliografia mèt. control)
Control químic	Trampes per atrapar vespes reines	★★	★★	★	★★★★	★★	★	2, 10, 13, 14, 15, 16, 22, 23, 29, 32, 33, 34, 36
	Trampes per atrapar vespes obreres	★★	★★	★	★★★★	★★	★	2, 10, 13, 14, 15, 16, 22, 29, 32, 33, 34, 36
	Trampes de feromones	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★	★★★★	5, 16, 36, 38
	Vespes obreres com a portadores de verí	★★★	★★	★★★★★	★★★	★	★★	25, 34, 36
	Esquers enverinats en una galleda	★★★★	★★★★	★★	★★	★	★★	33, 34, 36
	Esquers enverinats en un pinxo	★★★★	★★★★	★★	★★★	★	★★	33, 34, 36
Control biològic	Utilitzant insectes	★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★	★★	2, 9, 14, 22, 31, 36
	Utilitzant nematodes	★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★	★★	1, 2, 14, 31, 36, 37
	Utilitzant fongs	★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★	★★	2, 14, 24, 25, 36
	Utilitzant aus	★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★	★★	2, 14, 18, 26
	Utilitzant àcars	★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★	★★	2, 36
	Utilitzant virus	★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★	★★	8
Localització del niu	Radar harmònic	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	11, 12, 14, 16, 19, 20, 21, 36
	Drons	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	11, 12, 14, 30, 36
	Triangulació	★★	★	★★★★★	★★★★★	★	★	14, 15, 36
	Seguiment a ull de vespes	★★	★★	★★★★★	★★★★★	★★	★	36
Destrucció del niu	Injecció de biocides	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★	★	★	1, 14, 22, 34, 35, 36
	Injecció de vapor	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★	★★★	1, 35
	Trets d'escopeta	★	★	★★★★★	★	★★	★★	1, 36
Control físic	Morrions	★★	★★	★★★★★	★★★★★	★★	★	4, 28, 29, 36
	Trampes passives	★★	★★	★★★	★★★★	★★	★★★	29, 36
	Trampes elèctriques	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	36
	Arpes elèctriques	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	36
	Ràqueta de bàdminton	★★★★★	★	★★★★★	★★★★★	★	★	36
Control a partir de la geografia	Estudi d'accidents geològics	★	★	★	★★★★★	★	★	3, 6, 17, 32
Monitoritzar les abelles	Alimentació suplementària d'abelles	★★	★	★★★★★	★★★★★	★★★	★★	7, 28, 29
Suport ciutadania	Educació de la població	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★	★★	15, 27
Tècniques basades en ADN	SiRNA	★★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★	★★★★★	36
	CRISP-Cas9	★★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★	★★★★★	36

4.3. Avaluació de la utilitat dels diferents mètodes de control que utilitzen els apicultors del territori català mitjançant una enquesta.

En l'enquesta realitzada s'ha obtingut una participació final de 53 apicultors.

S'ha observat que els apicultors amb major participació són els de les comarques del Maresme amb 6 enquestats i el 12% de la participació total, del Vallès Oriental amb 5 enquestats i el 10% de la participació i del Bages, Osona i el Vallès Occidental amb 4 enquestats i el 8% de la participació respectivament (Figura 8).

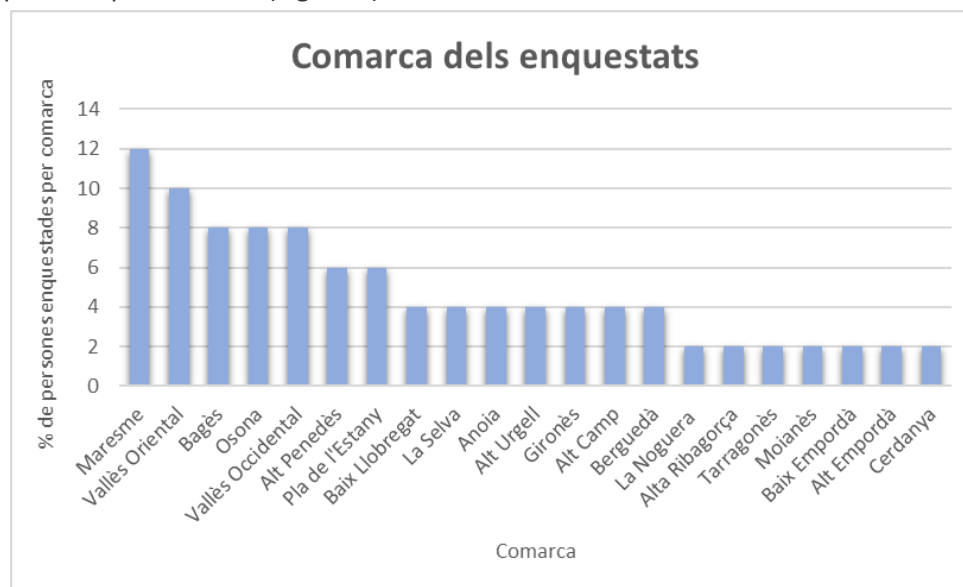


Figura 8: Participació dels enquestats en percentatge en funció de la comarca.

A partir de l'experiència dels apicultors enquestats s'ha pogut descriure l'activitat de la vespa asiàtica en funció dels mesos de l'any 2020. S'ha pogut identificar que al juliol i l'agost del 2020 la vespa es trobava absent o que era present, però no afectava l'activitat de les caixes d'abelles. Va ser a partir de l'agost quan es va notar en les caixes la disminució de la seva activitat a causa de la presència de la vespa. Al setembre, la disminució de l'activitat de les caixes va arribar al seu punt àlgid, encara que es va allargar fins a l'octubre i inicis de novembre en menor magnitud. A l'octubre es va observar que va ser el més amb major aturada de l'activitat de les caixes. I finalment, durant els mesos de novembre i desembre hi va haver la mortalitat més gran en el nombre de colònies, tot i que al desembre la vespa tornava a estar absent en el gran gruix dels enquestats (Figura 9).

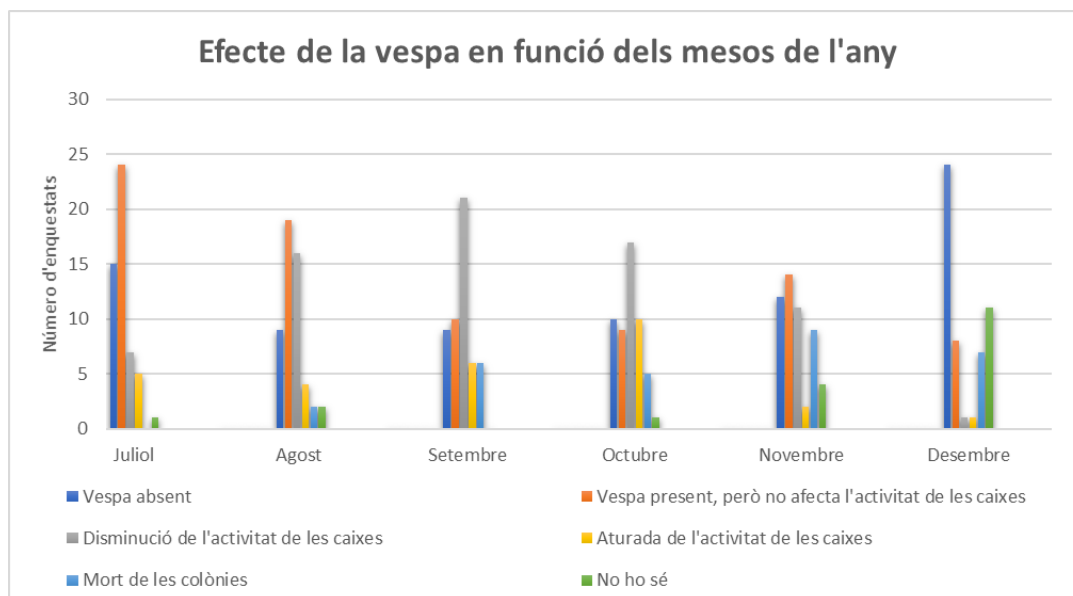


Figura 9: Efecte de la vespa asiàtica en funció dels mesos de l'any 2020 segons la percepció dels apicultors enquestats.

Respecte a les baixes d'arnes durant la temporada del 2020, el 50% dels apicultors va tenir de 0 a 5 baixes d'arnes, el 16% en va tenir de 6 a 10, el 14% en va tenir d'11 a 20, el 8% en va tenir de 21 a 50, i el 10% en va tenir més de 50 (Figura 10).

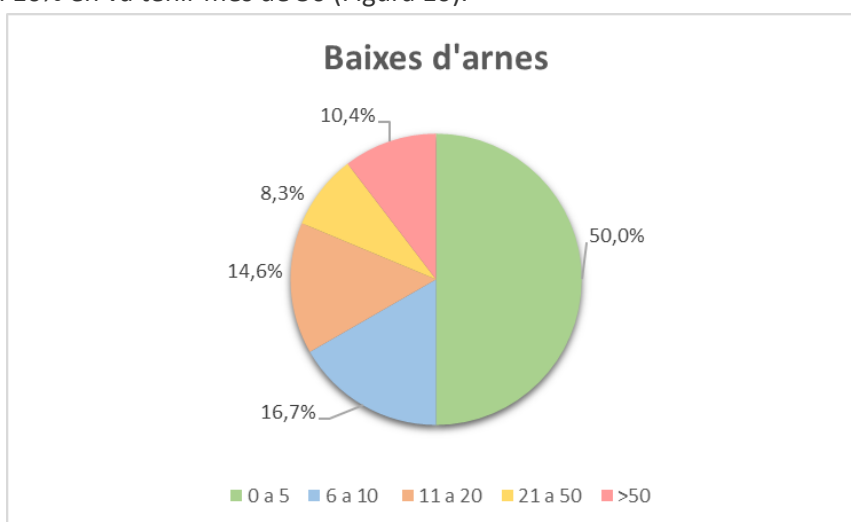


Figura 10: Baixes d'arnes d'abelles que van tenir els apicultors enquestats durant l'any 2020.

El mètode més utilitzat per fer front a la vespa asiàtica en el territori català durant l'any 2020 han sigut les trampes amb líquid atraient (53%), seguides pels morrions (22%) i les arpes elèctriques (15%). Quasi el 6% d'apicultors ha utilitzat la caça manual com són els caçapapallones o les raquetes de bàdminton, l'1.5% ha optat per la reducció de les piqueres, i aproximadament el 3% no ha utilitzat cap mena de material (Figura 11).

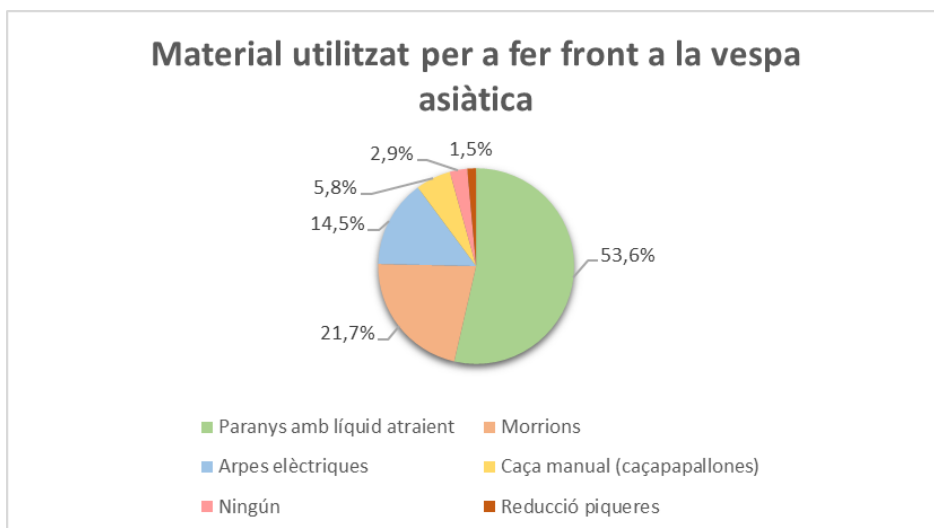


Figura 11: Tipus de material utilitzat per part dels apicultors enquestats per fer front a la vespa asiàtica.

Amb relació a l'opinió que tenen els apicultors sobre la utilitat dels diferents mètodes de control emprats, es pot observar que el 60% dels apicultors que han utilitzat trampes amb líquid atraient han obtingut bons resultats i només un 11% ha obtingut resultats molt bons. Contràriament, el 25% dels apicultors ha obtingut resultats dolents. Respecte a les arpes elèctriques, el 53% dels apicultors ha obtingut resultats bons i el 5% molt bons. Finalment, respecte als morrións, o també anomenats, reixes protectores, el 27% ha manifestat que els hi han donat bons resultats, i el mateix nombre d'apicultors ha manifestat el contrari, que els hi han donat resultats dolents. El 4% ha indicat que han donat resultats molt bons, i el 8% ha indicat que li han donat resultats molt dolents. Cal destacar que un gran número dels enquestats no ha utilitzat ni arpes elèctriques (42%) ni morrións o reixes protectores (35%) (Figura 12).

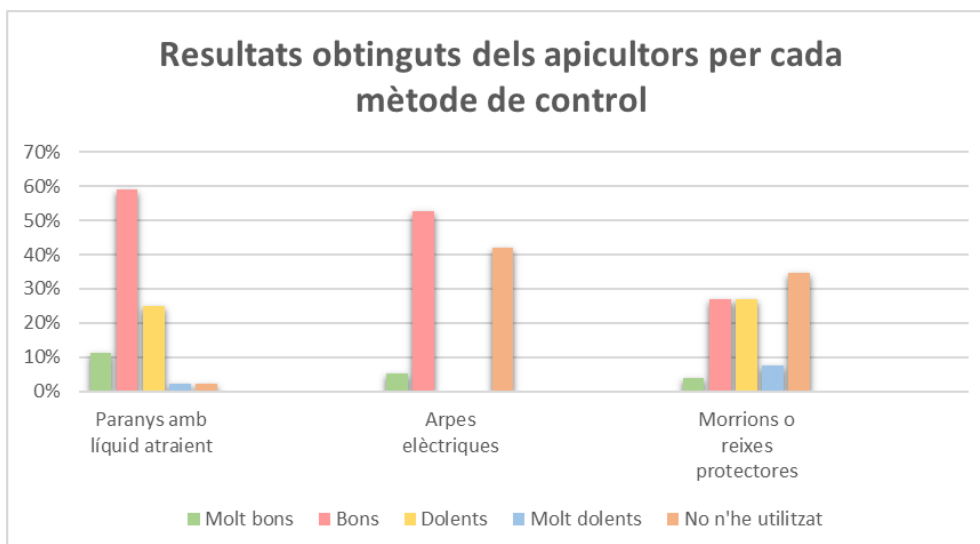


Figura 12: Avaluació dels resultats dels mètodes de control per part dels apicultors enquestats que han utilitzat el mètode de control mencionat.

Les despeses dels apicultors per la compra de material de control varien molt en funció del tipus de material comprat. El 42% dels enquestats s'han gastat menys de 50 €, el 17 % s'han gastat de 51 a 100 €, el 25% de 101 a 200 € i el 17 % s'han gastat més de 200 € (Figura 13).

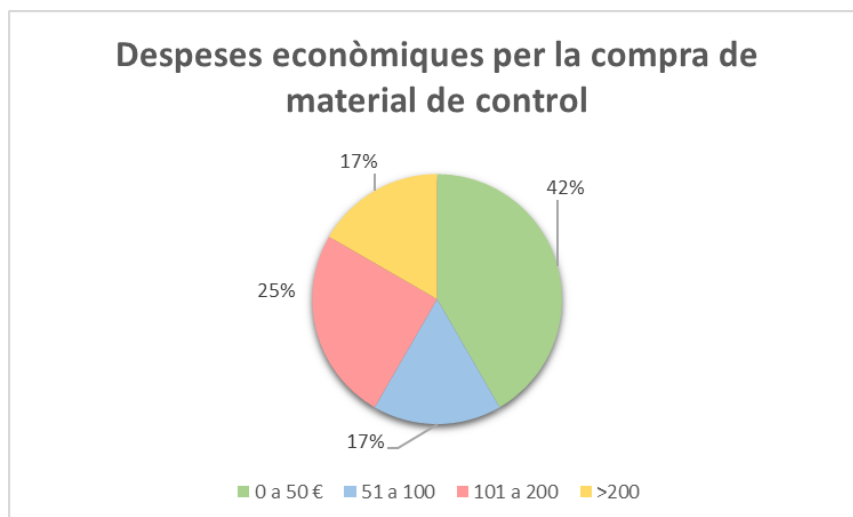


Figura 13: Despeses econòmiques derivades de la compra de material de control per fer front a la vespa asiàtica per part dels apicultors.

Per finalitzar l'enquesta, als apicultors se'ls hi ha preguntat on creien que s'haurien d'intensificar els esforços per fer front a la invasió de la vespa asiàtica. El 49% ha indicat que cal un major esforç en recerca. El 34% ha manifestat que s'hauria d'invertir en ajudes en la compra de material de control per fer front a la invasió. D'aquest 34%, el 6% ha manifestat que s'haurien d'invertir en ajudes per la compra de morrions i reixes protectores, el 12% ha dit que s'haurien d'invertir en ajudes per la compra de paranys i líquids atraients, i el 16% ha indicat que s'haurien d'invertir en la compra d'arpes i centraletes elèctriques. El 16% restant dels enquestats ha contestat que s'haurien d'invertir els esforços en un conglomerat de totes les respostes anteriors, i afegint-hi la retirada de nius de vespa (Figura 14).

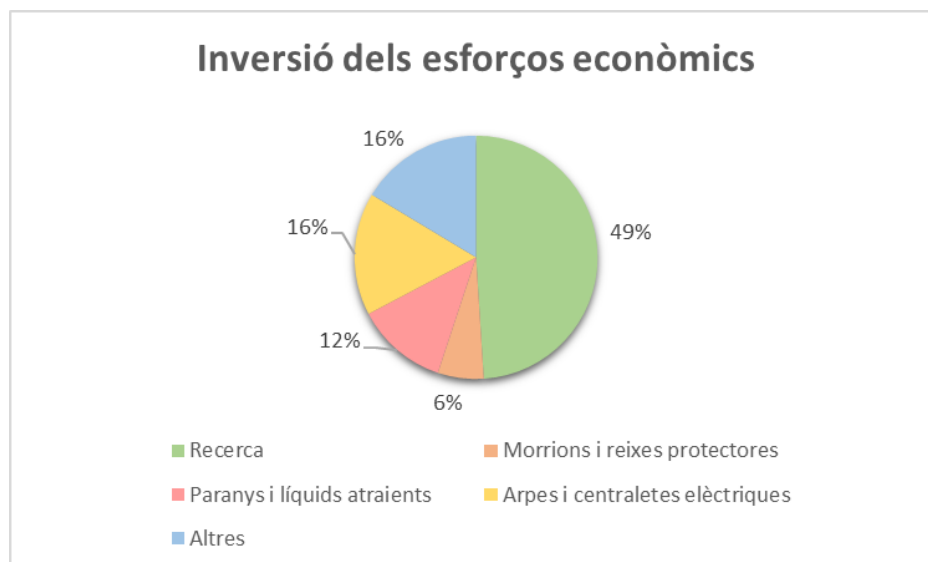


Figura 14: Opinió dels apicultors enquestats sobre on s'haurien de dirigir els esforços econòmics per fer front a la vespa asiàtica en el cas que les administracions públiques hi volguessin invertir diners.

5. DISCUSSIÓ

5.1. Revisió bibliogràfica científica centrada en els articles que tracten sobre la vespa asiàtica.

D'ençà que *Vespa velutina* va ser detectada com espècie exòtica invasora amb greus perjudicis sobre el sector apícola i la salut humana, ha rebut molta atenció per part dels apicultors, científics i mitjans de comunicació.

La publicació d'articles científics que tracten sobre *V. velutina* és força recent. El primer article publicat és del 1991, i des de llavors el nombre d'articles ha augmentat coincidint amb l'accentuació de la problemàtica. Només hi ha hagut dos anys en què la publicació d'articles ha disminuït respecte a l'any anterior: el 2016 i el 2020. L'explicació d'aquest segon any pot ser degut a les conseqüències de la pandèmia mundial de la COVID-19, causant un endarreriment en els estudis i publicacions d'articles.

Europa és el continent que més articles sobre *Vespa velutina* ha generat fins al moment, possiblement perquè és una de les regions que més està patint les conseqüències de la invasió des del seu establiment en l'any 2004, mentre que en altres zones del món la seva distribució encara és força limitada (Monceau et al., 2014). Entre els països europeus, s'ha observat una forta relació entre els països que més impactes els hi genera aquesta invasió i el número d'articles científics que publiquen. És a dir, els països més afectats per la invasió de *V. velutina* a Europa: França, Espanya i Itàlia (Bertolino et al., 2016; Requier et al., 2019), són els països que més articles publiquen anualment. També és cert que països asiàtics com la Xina, Corea del Sud o el Japó estan invertint grans esforços en entendre la biologia i tot el que representa la vespa asiàtica com a espècie i les seves possibles conseqüències.

Els temes més investigats són els relacionats amb les categories temàtiques: Genètica i Biologia, Impactes i Gestió. A grans trets, fan referència a la investigació de la biologia i genètica de l'espècie, tant a escala d'individu com de població, a les conseqüències de la invasió i als mètodes de control i seguiment de la població. Més concretament, les temàtiques que han rebut més atenció són les relacionades amb el Control de la invasió (dins la categoria temàtica Gestió) i el Comportament de l'espècie (dins la categoria temàtica Genètica i Biologia). Això és a causa de la necessitat d'obtenir mètodes de control eficaços per fer front a la vespa asiàtica sustentats en l'estudi del comportament. És a dir, investigant sobre el comportament de la vespa asiàtica es podrien dissenyar nous i millors mètodes de control.

La investigació juga un paper molt important en la gestió d'espècies invasores, ja que aporta informació sobre les característiques invasores d'aquestes. A més, a través de la investigació, es poden identificar els hàbitats i/o espècies més susceptibles de patir els efectes de la invasió, avaluar els seus possibles impactes, identificar el seu potencial invasor a partir de l'aplicació de sistemes d'anàlisi de risc i determinar els mètodes de control més adequats. Així mateix, per gestionar de manera eficaç les espècies invasores, és imprescindible millorar la coordinació entre les diferents administracions i els col·lectius implicats (Jara & Vilà, 2003).

5.2. Identificació dels mètodes de control actuals i dels que estan en investigació per fer front a la invasió de la vespa asiàtica.

Identificar l'estratègia de control més eficient, a través de bibliografia i experiments previs, és molt important per poder aconseguir una gestió adequada de la biodiversitat en el territori i, també per a invertir els escassos recursos de què generalment es disposa de la millor manera possible. Atès que la vespa asiàtica, un cop establerta, és molt difícil d'erradicar o controlar, el mètode més efectiu per minimitzar els impactes d'aquesta espècie invasora és prevenir el seu

establiment i la seva posterior dispersió. Per tant, la prevenció mitjançant l'educació ambiental, la sensibilització ciutadana, el control efectiu, la detecció precoç i el desenvolupament de mesures legals estrictes són molt importants (Jara et al., 2006).

Com que la invasió de la vespa asiàtica és una problemàtica força recent (Monceau et al., 2014), els articles que tracten sobre els mètodes de control enfront de la vespa també ho són. La majoria dels articles han estat publicats a partir del 2016, i la tendència és a augmentar a mesura que la invasió cada any conquereixi més territori.

Els mètodes de control que s'han identificat a partir de tots els articles revisats són els següents:

- Control químic: Es basen en l'ús de substàncies químiques per a realitzar el control sobre la vespa asiàtica. Les variants d'aquest mètode de control són les trampes per atrapar obreres, les trampes per atrapar reines, les trampes de feromones, la utilització d'obreres com a portadores de verí al niu, els esquers enverinats dipositats en una galleda i els esquers enverinats distribuïts en un pinxo en vertical. D'aquesta varietat de mètodes, un dels més prometedors és el de les trampes de feromones que està basat en la utilització de les feromones sexuals que les mateixes vespes generen per atraure's entre elles i reproduir-se. És un mètode molt efectiu, eficient, selectiu i respectuós amb el medi ambient (Turchi & Derijard, 2018; Wen et al., 2017). Per contra, les trampes per atrapar obreres i reines són mètodes molt més barats, però que generen més impactes al medi, ja que en general són molt poc selectius pel que fa a les espècies que capturen i poden escampar productes tòxics en el medi, a més, la seva efectivitat i eficiència és baixa (Demichelis et al., 2014).

- Control biològic: Són mètodes basats en la utilització d'organismes vius o virus amb l'objectiu de controlar la població de la vespa. Les variants d'aquest mètode de control es diferencien en funció de quin organisme s'utilitzi per controlar la plaga (insectes, nematodes, fongs, aus, àcars i virus). Aquest mètode de control, generalment, té una eficàcia, eficiència i selectivitat notable, tot i que el principal problema és la difícil implementació per no pertorbar o desestabilitzar l'ecosistema per l'entrada de noves espècies per fer front a la plaga que es vol controlar. Si es realitza d'una manera adequada, afavorint les espècies autòctones per fer front a espècies invasores, seria un mètode de control molt respectuós amb el medi ambient, i els costos econòmics serien baixos (Beggs et al., 2011).

- Control físic: Són mètodes de control basats en la utilització de mecanismes físics per eliminar les vespes o per dificultar el moviment d'aquestes en una zona determinada. Les variants d'aquests mètodes són els morrions, les trampes passives, les trampes i arpes elèctriques i la utilització de la raqueta de bàdminton per colpejar les vespes. El morrió consisteix a col·locar una malla a l'entrada del rusc de les abelles per impedir el pas de les vespes, però permet el pas de les abelles. És un mètode econòmic, respectuós amb el medi ambient i selectiu, tot i que la seva efectivitat és limitada (Bonnefond et al., 2020; Requier et al., 2020; Turchi & Derijard, 2018). Respecte a les trampes passives, són trampes formades per una malla en forma d'embut que es disposa a sota del rusc de les abelles i permet l'entrada de les vespes però no la sortida. La seva particularitat és que l'olor de les mateixes abelles fa la funció d'atraient per a les vespes. La seva efectivitat i eficiència és baixa, i a més, generen estrès al rusc d'abelles del damunt. En canvi, les trampes i arpes elèctriques, són les variants amb major efectivitat, eficiència i selectivitat, tot i que, els costos de manteniment i compra són molt elevats. Aquests dos mètodes tenen l'objectiu d'electrocutar les vespes per fer-les caure en un recipient d'aigua on moriran ofegades.

- Mètodes basats en la localització del niu: Són mètodes que el seu principal objectiu és identificar el niu de vespa. Les variants d'aquest mètode són en funció de per quin mitjà es detecta el niu (radar harmònic, drons, triangulació i seguiment a ull de vespes a la tornada al niu). Els mètodes més prometedors són el radar harmònic i la utilització de drons (Kennedy et

al., 2018; Lioy et al., 2019). Aquests dos mètodes tenen una valoració molt favorable en termes d'efectivitat, eficiència i selectivitat, i a més, és respectuós amb el medi ambient, però el principal problema radica en l'elevat cost econòmic inicial i de manteniment.

- Mètodes basats en la destrucció del niu: Són mètodes on l'objectiu és destruir el niu de vespa asiàtica, un cop identificat utilitzant alguna de les metodologies presentades anteriorment. Les variants d'aquest mètode és en funció de com es destrueix el niu (injecció de biocides, injecció de vapor o mitjançant trets d'escopeta). Tant la injecció de biocida i la injecció de vapor és molt eficaç, eficient i selectiu, i relativament econòmic, tot i que la injecció de vapor és un mètode molt més respectuós amb el medi ambient (Ruiz-Cristi et al., 2020).

- Control a partir de la geografia: És un mètode de control basat en la utilització de dades geogràfiques per predir quines zones són més susceptibles a ser envaïdes per la vespa asiàtica i d'aquesta manera adoptar unes mesures de control en unes zones en detriment d'altres (Lioy et al., 2019; Rodríguez-Flores et al., 2019). Aquest mètode, és una eina per després utilitzar altres mètodes de control més adients. La seva eficàcia i eficiència està molt relacionada amb els mètodes de control complementaris.

- Monitoreig de les abelles: Aquest mètode consisteix a fer un seguiment de les necessitats de les abelles, aportant a les caixes d'abelles alimentació suplementària perquè puguin passar l'hivern sense dèficit alimentari. És un mètode poc efectiu però molt econòmic i selectiu perquè l'alimentació se'ls hi dona directament a la caixa i no genera efectes col·laterals en l'ecosistema (Requier et al., 2020).

- Suport de la ciutadania: Mètode que es basa en educar a la població per fer-la participar activament en la detecció de vespa asiàtica perquè posteriorment ho notifiquin a les autoritats competents. És un mètode bàsic pel control de vespa perquè no genera impactes negatius, i el cost d'educació és mínim si es compara amb els beneficis de tenir a la població ben informada i vigilant en tot el territori (Leza et al., 2018).

- Tècniques basades en ADN: Són mètodes de control basats en la tecnologia de l'ADN. A partir de modificacions genètiques és pretén fer un control poblacional per evitar plagues. Hi ha dues variants, una que utilitza la tecnologia siRNA i una altra que utilitza la tecnologia CRISPR-Cas9 (Turchi & Derijard, 2018). Els principals punts negatius d'aquests mètodes és que són mètodes molt recents i que encara estan en investigació, a més, la modificació de gens pot ocasionar danys severs si s'aplica sense mesura. Tot i això, si es duen a terme d'una manera segura poden ser molt prometedors.

Els mètodes de control més populars entre els articles publicats són, en primer lloc, els relacionats amb el control químic i el control biològic. En segon lloc, els que tracten sobre la localització i destrucció dels nius de vespa asiàtica. I, en tercer lloc, els mètodes de control físic. A partir de la taula creada (Taula 5) on es mostren tots els mètodes de control amb una avaluació de cadascun dels mètodes, es pot veure com cada mètode té avantatges i inconvenients.

5.3. Avaluació de la utilitat dels diferents mètodes de control que utilitzen els apicultors del territori català mitjançant una enquesta.

L'enquesta utilitzada en aquest treball ha sigut distribuïda entre apicultors de tot Catalunya, no només a zones amb una incidència elevada de la vespa, com seria el cas de les comarques gironines. D'aquesta manera s'ha aconseguit una bona cobertura de tot el territori, però no una visió més exhaustiva dels apicultors més afectats.

Gràcies a les respostes dels apicultors (concretament 53 apicultors) es pot veure com la vespa és absent entre desembre i juny, i comença a fer acte de presència al juny i juliol. A partir del

setembre l'activitat de les caixes comença a disminuir a causa de la forta pressió que exerceix la vespa al voltant de les caixes d'abella de la mel, desencadenant un factor que s'anomena paràlisi alimentaria (*foraging paralysis*). La paràlisi alimentaria es dona quan les vespes són presents al voltant de les caixes d'abelles, i com a conseqüència, les abelles cada vegada surten menys del niu per anar a buscar aliment per la por a ser depredades. Això genera una situació de feblesa de la colònia que fa que no tinguin suficient aliment per passar l'hivern i la colònia mori (Laurino et al., 2020; Requier et al., 2019). Aquest fenomen explica per què les colònies d'abelles moren en els mesos on la vespa ja no és present perquè està en fase d'hibernació.

Tot i que l'enquesta ha sigut distribuïda en una zona on la incidència de *V. velutina* no és excessivament intensa, la meitat dels apicultors enquestats van tenir mínim 6 baixes d'arnes durant l'any 2020, fet que ja posa en rellevància que aquest és un problema greu que s'ha de trobar solució.

Pel que fa a la utilització de diferents mètodes de control, les trapes amb líquid atraient i els morrions són els més utilitzats, a causa de la necessitat d'actuació en què es troben els apicultors i que són mètodes fàcils i barats d'implementar, tot i que l'eficàcia d'aquests mètodes varia molt segons cada apicultor. En el cas de les trapes amb líquid atraient, la gran majoria considera que ha obtingut resultats beneficiosos, però no es pot obviar que quasi un terç dels enquestats obté resultats desfavorables. En canvi, en el cas dels morrions, els apicultors que obtenen resultats favorables i desfavorables estan molt igualats. Respecte al mètode basat en les arpes elèctriques per atrapar vespes, que és el tercer mètode més utilitzat per part dels apicultors enquestats, hi ha unanimitat a l'afirmar de què és un mètode que dona resultats molt fructífers tot i que el problema radica en el seu preu, el qual el fa poc accessible a tot el públic.

El factor del cost econòmic derivat dels mètodes de control és un element determinant a l'hora d'extreure un benefici de l'activitat apícola. Per fer-nos una idea dels diners que es gasta un apicultor en material de control, s'ha pogut conèixer com el 40% dels apicultors enquestats es gasta de 0 a 50 € i que un 17% es gasta més de 200 €. Aquests valors no són indicadors de les necessitats reals del sector, perquè els mètodes de control més cars, com podrien ser les arpes elèctriques, no estan a l'abast de tothom. S'ha de tenir present que aquesta invasió és molt recent i hi ha molt recel en gastar-se molts diners per fer front a aquesta espècie invasora quan fa molt poc temps no se'n tenia coneixement en el territori català.

Aquesta problemàtica fa que es posi de manifest la necessitat d'investigar més sobre aquesta espècie i sobre mètodes de control eficaços. Així ho demostra la voluntat de quasi el 50% dels enquestats, que indiquen que si les administracions tinguessin que invertir recursos, haurien d'anar destinats a la investigació d'aquesta espècie i a trobar mètodes de control per combatre-la. No es pot deixar de banda que més del 30% dels enquestats manifesten que els possibles recursos de les administracions s'haurien de destinar a la compra de material de control, ja que, com s'ha comentat anteriorment, el material per controlar la vespa asiàtica és car i no tots els apicultors hi poden tenir accés. Sobretot en el cas de les arpes elèctriques, que és el mètode de control més demandat pels apicultors, però a la vegada el menys utilitzat pel seu elevat cost. A partir d'aquesta anàlisi, es creu que una combinació d'aquestes dues estratègies, basades en la recerca i en les ajudes econòmiques en material de control, seria una opció a tenir en compte pel bon desenvolupament de l'activitat apícola.

A més d'aquestes observacions, a través dels comentaris dels apicultors es van extreure algunes idees molt interessants per afavorir l'activitat de l'apicultura i, en definitiva, millorar l'estat de salut de les caixes d'abelles. Aquests comentaris dels apicultors són: 1) Fer participar activament

a la ciutadania per identificar els individus i nius de vespa asiàtica i actuar-hi ràpidament per part de les administracions. 2) Controlar la varroa, un gènere d'àcars que actua com a ectoparàsit de les abelles de la mel, generant una malaltia anomenada varroasi. Unes arnes sense varroa fa que estiguin més fortes i suportin millor la pressió de la vespa. Convindria estudiar més en detall el factor de la varroa, ja que pot resultar un factor determinant per a la supervivència de les caixes d'abelles.

En termes generals, els mètodes de control més prometedors que poden ajudar de manera eficient a reduir la pressió de la vespa asiàtica són les trapes de feromones, les tècniques basades en ADN i la destrucció i localització dels nius, mitjançant el radar harmònic, els drons i les càmeres tèrmiques. Tot i això, l'educació de la població i el seu suport, i els mètodes de control físic com els morrions, les arpes i les trapes elèctriques també són i seran molt importants en un futur pròxim. Els mètodes que s'haurien de deixar d'utilitzar són els que ocasionen danys en el medi ambient com a danys col·laterals, com poden ser els mètodes de control químic com les trapes amb tòxics que no són selectives, i poden escampar productes nocius pel medi i atrapar i matar fauna no objectiu, causant més danys que el propi causat per la vespa. Un exemple de mala utilització de compostos químics per controlar plagues es troba a França durant la dècada dels 90, amb la utilització del compost químic fipronil com a insecticida agrícola. Aquest, va causar una mortalitat massiva d'abelles a causa de la bioacumulació del compost químic en l'organisme de les abelles, les quals s'alimentaven del nèctar i del pol·len de cultius tractats amb aquest insecticida (Holder et al., 2018). A més, alguns apicultors utilitzaven el fipronil dipositant-lo en el cos de les vespes capturades, perquè aquestes en ser alliberades anessin al seu niu i provoquessin la mort d'altres vespes. En conseqüència, aquesta pràctica alliberava el fipronil al medi amb la possibilitat que aquest contamines altres organismes com podrien ser les d'abelles.

6. ÈTICA I SOSTENIBILITAT

Durant la realització d'aquest estudi, s'han tingut en compte els drets d'autor dels articles consultats i les imatges utilitzades, realitzant les citacions que s'han cregut oportunes i reflectint a la bibliografia del treball totes les fonts consultades en la creació del treball per no caure de manera involuntària en el plagiat, atorgant a cada autor, el mèrit que es mereix per la seva feina realitzada.

Un dels objectius del treball ha sigut el d'identificar i investigar sobre els mètodes de control més eficaços per fer front a la invasió de la vespa asiàtica tenint en compte els possibles impactes negatius que poden generar sobre la flora i fauna autòctona i els ecosistemes que els suporten. D'aquesta manera, s'ha tingut una predisposició més favorable davant dels mètodes més respectuosos amb el medi ambient.

A més, s'ha tingut molt present les pràctiques sostenibles al llarg del treball, el qual ha sigut elaborat de forma completament digital, tant en el moment de la redacció com en el moment de l'entrega, evitant malgastar recursos innecessàriament, tenint en compte el possible impacte ambiental.

7. CONCLUSIONS

Based on the scientific literature review, the following conclusions have been reached.

- The published articles about the *Vespa velutina* follow an increasing trend since 2011, being interrupted only in 2016 and 2020.

- The continents that have the most published articles are Europe and Asia. The countries with the most publications are France, China, Spain, Italy, and South Korea.
- The most researched thematic categories are Genetics and Biology, Impacts, and Management.
- The most researched thematic subcategories are Control, Behavior, Genetics, and Distribution.

Based in the work section in which the different current control methods were identified and those that still are under investigation to deal with the invasion of the Asian hornet, the following conclusions were generated:

- The articles that talk about the control methods are very recent. The first published article in the database of Web of Science was in 2011.
- The most popular control methods in the studied articles are the ones about chemical control (Spring queen trapping and Hornet workers trapping), the biological control ones (insects, nematodes, and fungi), and the localization of the Asian hornet nest (harmonic radar or drones- assisted nest tracking).

Through a survey made to evaluate the usefulness of the different control methods used by Catalonia's beekeepers, the following conclusions were obtained:

- According to beekeepers, the Asian hornet make appearance in Catalonia in July, but it does not affect the activity of the beehives. In August, September, and October, the beehive activity decreases drastically due to the pressure of the hornet. In October is when the beehives activity stop most noticeably. In November is reported more bee colony mortality.
- 50% of the people surveyed had more than six losses of beehives during 2020. 10% has had more than 50 losses of beehives.
- The material that the beekeepers surveyed use the most are the poisoned traps, the beehive muzzle, and the electric harps. The most positively rated material by the beekeepers were the electric harps.
- The costs of the material for the hornet's control change a lot depending on the material used. 42% of the people surveyed spend less than 50 €. Despite this, 17% of the people surveyed have spent more than 200 €.
- Almost 50% of the beekeepers are in favor of the fact that if the administration allocates resources to this issue, these should go to research. 34% of them believe that these resources should be used to finance the purchase of control materials by beekeepers.

To conclude this work, there is a recent example about how to eliminate the Asian hornet from a territory. This example is from the Balearic Islands, specifically Mallorca. This place is the first European territory that has eliminated this species. It was identified for the first time in 2015, and in 2018 was detected the last nest of the hornet in the Island (Leza et al., 2018). To exterminate the Asian hornet population a set of actions were carried out encompassing different control methods. These were: 1) The early detection of the specimen. 2) Citizen participation through a mobile app to track the immediate plague and thus create a dynamic map to ease the situation of the individuals and improve the placement of the traps. This process consisted of a citizen finding a possible specimen or nest of the Asian hornet, then took a picture of it through the app. Then this picture was analyzed by an expert to identify if it was indeed one of the target species. 3) Use of traps during the spring for the founding queens. 4) Using the traps for the worker hornets to detect their presence and have a starting point to search for

their nets. 5) The detection of the nests using a triangulation method that works with the tracking of the adult hornets by binoculars. When a specimen was detected, feeding points were established in the zone using a protein attractant that, in this case, was raw fish. By this, the hornets can be attracted and thus observe their direction to localize the nest. 6) The destruction of the nests from the manual extraction of them during the night. Then, put the nests in two plastic bags so they can be frozen at -20°C for at least 48 hours. When extracting the nest, it was checked if there were any hornets left in the area. If they discovered any, an insecticide called permethrin in a spray was applied. After a week of having removed the nest, they revised the zone to confirm that the nest was not rebuilt.

All factors mentioned worth a total of 33.000 € per year, regardless of the cost of the research and awareness campaigns. These costs are very low compared with other areas that also establish control methods (Leza et al., 2021). These low costs are thanks to the early detection of the invasion.

The proceedings used in the case of Mallorca are an example of success, even though nowadays there are no set of actions that guarantees this success. The strategy used in Mallorca is just one example because this application strategy of different control methods has to adapt to each area. As a personal opinion, and after having done this work, in the case of Mallorca, I would have opted to avoid using traps for the founding queens, as it causes a lot of damage to the fauna. I would have also used the harmonic radars or drones with thermal cameras to localize the nests of the hornets if financial resources had allowed it.

This work aims to give relevance that nowadays there is not just one effective control method, but what is intended is to apply a set of methods so that all of them generate the desired impact and, in that way, reduce the pressure of the Asian hornet. Furthermore, once control success is achieved, in the future, it will be essential to work in three areas: 1) To monitor after the eradication. 2) To genetically classify the *Vespa velutina* to determine where does each specimen found outside of their distribution area comes from to identify the entryway. 3) To improve prevention based on stricter bio protection policies at a national and international level (Rome et al., 2021).

8. BIBLIOGRAFIA GENERAL

- Arca, M., Mougél, F., Guillemaud, T., Dupas, S., Rome, Q., Perrard, A., Muller, F., Fossoud, A., Capdevielle-Dulac, C., Torres-Leguizamon, M., Chen, X. X., Tan, J. L., Jung, C., Villemant, C., Arnold, G., & Silvain, J. F. (2015). Reconstructing the invasion and the demographic history of the yellow-legged hornet, *Vespa velutina*, in Europe. *Biological Invasions*, 17(8), 2357-2371. <https://doi.org/10.1007/s10530-015-0880-9>
- Barbet-Massin, M., Rome, Q., Muller, F., Perrard, A., Villemant, C., & Jiguet, F. (2013). Climate change increases the risk of invasion by the Yellow-legged hornet. *Biological Conservation* (Vol. 157, p. 4-10). <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.09.015>
- Beggs, J. R., Brockerhoff, E. G., Corley, J. C., Kenis, M., Masciocchi, M., Muller, F., Rome, Q., & Villemant, C. (2011). Ecological effects and management of invasive alien *Vespidae*. *BioControl*, 56(4), 505-526. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9389-z>
- Bertolino, S., Lioy, S., Laurino, D., Manino, A., & Porporato, M. (2016). Spread of the invasive yellow-legged hornet *Vespa velutina* (Hymenoptera: *Vespidae*) in Italy. *Applied Entomology and Zoology*, 51(4), 589-597. <https://doi.org/10.1007/s13355-016-0435-2>
- Blackburn, T. M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J. T., Duncan, R. P., Jarošík, V., Wilson, J. R. U., & Richardson, D. M. (2011). A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 26(7), 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.023>
- Bonnefond, L., Paute, S., & Andalo, C. (2020). Testing muzzle and ploy devices to reduce predation of bees by Asian hornets. *Journal of Applied Entomology*, 145(1-2), 1-13. <https://doi.org/10.1111/jen.12808>
- Carvalho, J., Hipólito, D., Santarém, F., Martins, R., Gomes, A., Carmo, P., Rodrigues, R., Grosso-Silva, J., & Fonseca, C. (2020). Patterns of *Vespa velutina* invasion in Portugal using crowdsourced data. *Insect Conservation and Diversity*, 13(5), 501-507. <https://doi.org/10.1111/icad.12418>
- Chapman, R. E., & Bourke, A. F. G. (2001). The influence of sociality on the conservation biology of social insects. *Ecology Letters*, 4(6), 650-662. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00253.x>
- Chen, G., Zhang, Z., Chomicki, G., & Sun, W. (2020). The flip side of the coin: ecological function of the bee-hawking Asian hornet. *Integrative Zoology*, 15(2), 156-159. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12412>
- de Medeiros, C. M., Hernández-Lambraño, R. E., & Sánchez Agudo, J. (2018). How Reliable is the Untrained Eye in the Identification of an Invasive Species? The Case of Alien Bee-Hawking Yellow-Legged Hornet in Iberian Peninsula. *Contemporary Problems of Ecology*, 11(6), 666-681. <https://doi.org/10.1134/S1995425518060136>
- Demichelis, S., Manino, A., Minuto, G., Mariotti, M., & Porporato, M. (2014). Social wasp trapping in north west Italy : comparison of different bait-traps and first detection of *Vespa velutina*. *Bulletin of Insectology*, 67(2), 307-317. <https://core.ac.uk/download/pdf/301963638.pdf>
- Diagne, C., Leroy, B., Gozlan, R. E., Vaissière, A., Assailly, C., & Nuninger, L. (2020). InvaCost , a public database of the economic costs of biological invasions worldwide. *Scientific data*, 7(277), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00586-z>
- Galartza, E. (2016). Manual para la gestión de la Avispa asiática (*Vespa velutina*). Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial.
- Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. (2019). *Las especies exóticas invasoras en Cataluña* (p. 1-39).
- Holder, P. J., Jones, A., Tyler, C. R., & Cresswell, J. E. (2018). Fipronil pesticide as a suspect in historical mass mortalities of honey bees. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 115(16), 13033-13038. <https://doi.org/10.1073/pnas.1804934115>
- Holway, D. A., Lach, L., Suarez, A. V., Tsutsui, N. D., & Case, T. J. (2002). The causes and consequences of

- ant invasions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33(1987), 181-233. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150444>
- Jara, A., & Vilà, M. (2003). Gestió de les invasions vegetals a Catalunya. *L'atzavara*, 18, 67-75. <https://www.raco.cat/index.php/Atzavara/article/view/138021/188666>
- Jara, A., Vilà, M., & Pino, J. (2006). Anàlisi preliminar de la percepció i la gestió de les invasions vegetals en espais naturals protegits de Catalunya. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 74(1133-6889), 145-162. <https://www.raco.cat/index.php/ButlletiCHN/article/view/37828/303452>
- Kennedy, P. J., Ford, S. M., Poidatz, J., Thiéry, D., & Osborne, J. L. (2018). Searching for nests of the invasive Asian hornet (*Vespa velutina*) using radio-telemetry. *Communications Biology*, 1(88), 1-8. <https://doi.org/10.1038/s42003-018-0092-9>
- Laurino, D., Lioy, S., Carisio, L., Manino, A., & Porporato, M. (2020). *Vespa velutina*: An alien driver of honey bee colony losses. *Diversity*, 12(1), 1-15. <https://doi.org/10.3390/D12010005>
- Leza, M., Herrera, C., Picó, G., & Colomar, V. (2021). Six years of controlling the invasive species *Vespa velutina* in a Mediterranean island: The promising results of an eradication plan. *Pest Management Science*, January, 1-10. <https://doi.org/10.1002/ps.6264>
- Leza, M., Miranda, M. Á., & Colomar, V. (2018). First detection of *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae) in the balearic islands (Western Mediterranean): A challenging study case. *Biological Invasions*, 20(7), 1643-1649. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1658-z>
- Lioy, S., Manino, A., Porporato, M., Laurino, D., Romano, A., Capello, M., & Bertolino, S. (2019). Establishing surveillance areas for tackling the invasion of *Vespa velutina* in outbreaks and over the border of its expanding range. *NeoBiota*, 69(46), 51-69. <https://doi.org/10.3897/neobiota.46.33099>
- Llobet, T., & Vicens, N. (2020a). *Conèixer, prevenir i gestionar la vespa asiàtica. La invasió de la vespa asiàtica. Diputació de Girona, Àrea de Territori Sostenibilitat. Medi Ambient.* http://www.ddgi.cat/web/recursos/document/8721/8988/La-vespa-asiatica_la-invasio-de-la-vespa-asiatica.pdf
- Llobet, T., & Vicens, N. (2020b). *Conèixer, prevenir i gestionar la vespa asiàtica. Les invasions biològiques. Diputació de Girona, Àrea de Territori i Sostenibilitat. Medi Ambient.* http://www.ddgi.cat/web/recursos/document/8506/8741/La-vespa-asiatica_les-invasions-biologiqu-es.pdf
- Llobet, T., Vicens, N., Castro, L., & Rome, Q. (2020). *Conèixer, prevenir i gestionar la vespa asiàtica. Cicle biològic de la vespa asiàtica. Diputació de Girona, Àrea de Territori i Sostenibilitat. Medi Ambient.* http://www.ddgi.cat/web/recursos/document/8476/8698/La-vespa-asiatica_cicle-biologic-de-la-vespa-asiatica.pdf
- Mikheyev, A. S., Bresson, S., & Conant, P. (2009). Single-queen introductions characterize regional and local invasions by the facultatively clonal little fire ant *Wasmannia auropunctata*. *Molecular Ecology*, 18(14), 2937-2944. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2009.04213.x>
- Moller, H. (1996). Lessons for invasion theory from social insects. *Biological Conservation*, 78(1-2), 125-142. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(96\)00022-5](https://doi.org/10.1016/0006-3207(96)00022-5)
- Monceau, K., Bonnard, O., & Thie, D. (2014). *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. *Journal of Pest Science*, 87(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0537-3>
- 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 honey bees 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. (2020). A biodiversity-friendly method to mitigate the invasive Asian hornet's impact on European honey bees. *Journal of Pest Science*, 93(1), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01159-9>

- Rodríguez-Flores, M. S., Seijo-Rodríguez, A., Escuredo, O., & Seijo-Coello, M. del C. (2019). Spreading of *Vespa velutina* in northwestern Spain: influence of elevation and meteorological factors and effect of bait trapping on target and non-target living organisms. *Journal of Pest Science*, 92(2), 557-565. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1042-5>
- Rojas-Nossa, S. V., Novoa, N., Serrano, A., & Calviño-Cancela, M. (2018). Performance of baited traps used as control tools for the invasive hornet *Vespa velutina* and their impact on non-target insects. *Apidologie*, 49(6), 872-885. <https://doi.org/10.1007/s13592-018-0612-0>
- Rome, Q., Perrard, A., Muller, F., Fontaine, C., Zuccon, D., Villemant, C., Rome, Q., Perrard, A., Muller, F., Fontaine, C., Rome, Q., Villemant, C., Quilès, A., & Zuccon, D. (2021). Not just honeybees: predatory habits of *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae) in France. *Annales de la Societe Entomologique de France*, 57(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/00379271.2020.1867005>
- Ruiz-Cristi, I., Berville, L., & Darrouzet, E. (2020). Characterizing thermal tolerance in the invasive yellow-legged hornet (*Vespa velutina nigrithorax*): The first step toward a green control method. *PLoS ONE*, 15(10), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239742>
- Sánchez, X. F., & Charles, R. J. (2019). Notes on the nest architecture and colony composition in winter of the yellow-legged asian hornet, *Vespa velutina lepeletier 1836* (Hym.: Vespidae), in its introduced habitat in galicia (NW Spain). *Insects*, 10(8), 1-17. <https://doi.org/10.3390/insects10080237>
- Schmid-Hempel, P., Schmid-Hempel, R., Brunner, P. C., Seeman, O. D., & Allen, G. R. (2007). Invasion success of the bumblebee, *Bombus terrestris*, despite a drastic genetic bottleneck. *Heredity*, 99(4), 414-422. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6801017>
- Seebens, H., Blackburn, T. M., Dyer, E. E., Genovesi, P., Hulme, P. E., Jeschke, J. M., Pagad, S., Pyšek, P., Winter, M., Arianoutsou, M., Bacher, S., Blasius, B., Brundu, G., Capinha, C., Celesti-Grapow, L., Dawson, W., Dullinger, S., Fuentes, N., Jäger, H. (2017). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications*, 8(2), 1-9. <https://doi.org/10.1038/ncomms14435>
- 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>
- Villemant, C., Barbet-Massin, M., Perrard, A., Muller, F., Gargominy, O., Jiguet, F., & Rome, Q. (2011). Predicting the invasion risk by the alien bee-hawking Yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* across Europe and other continents with niche models. *Biological Conservation*, 144(9), 2142-2150. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.04.009>
- Wen, P., Cheng, Y., Dong, S., Wang, Z., Tan, K., & Nieh, J. C. (2017). The sex pheromone of a globally invasive honey bee predator , the Asian eusocial hornet , *Vespa velutina*. *Scientific Reports*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13509-7>

9. BIBLIOGRAFIA MÈTODES DE CONTROL

1. Barbet-Massin, M., J. M. Salles & Courchamp, F. (2020). The economic cost of control of the invasive yellow-legged Asian hornet. *Neobiota*, 55, 11-25. <https://neobiota.pensoft.net/article/38550/list/1/>
2. Beggs, J. R., Brockhoff, E. G., Corley, J. C., Kenis, M., Masciocchi, M., Muller, F., Rome, Q., & Villemant, C. (2011). Ecological effects and management of invasive alien Vespidae. *BioControl*, 56(4), 505-526. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9389-z>
3. Bertolino, S., Lioy, S., Laurino, D., Manino, A., & Porporato, M. (2016). Spread of the invasive yellow-legged hornet *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae) in Italy. *Applied Entomology and Zoology*, 51(4), 589-597. <https://doi.org/10.1007/s13355-016-0435-2>
4. Bonnefond, L., Paute, S., & Andalo, C. (2020). Testing muzzle and ploy devices to reduce

- predation of bees by Asian hornets. *Journal of Applied Entomology*, 145(1-2), 1-13. <https://doi.org/10.1111/jen.12808>
5. Cappa, F., Cini, A., Pepiciello, I., Petrocelli, I., Inghilesi, A., Anfora, G., Dani, F., Bortolotti, L., Wen, P., & Cervo, R. (2019). Female volatiles as sex attractants in the invasive population of *Vespa velutina nigrithorax*. *Journal of Insect Physiology* 119(11-12), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.103952>
 6. Carvalho, J., Hipólito, D., Santarém, F., Martins, R., Gomes, A., Carmo, P., Rodrigues, R., Grosso-Silva, J., & Fonseca, C. (2020). Patterns of *Vespa velutina* invasion in Portugal using crowdsourced data. *Insect Conservation and Diversity*, 13(5), 501-507. <https://doi.org/10.1111/icad.12418>
 7. Cousin, P., E. Cauia, Siceanu, A., & de Cledat, J. (2019). The Development of an Efficient System to Monitor the Honeybee Colonies Depopulations. *Global IoT Summit (GloTS)*, 1-5. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8766435>
 8. Dalmon, A., Gayral, P., Decante, D., Klopp, C., Bigot, D., Thomasson, M., Herniou, E., Alaux, C., & Le Conte, Y. (2019). Viruses in the Invasive Hornet *Vespa velutina*. *Viruses*, 11(11), 1-22. <https://www.mdpi.com/1999-4915/11/11/1041>
 9. Darrouzet, E., Gévar, J., & Dupont, S. (2015). A scientific note about a parasitoid that can parasitize the yellow-legged hornet, *Vespa velutina nigrithorax*, in Europe. *Apidologie* 46(1), 130-132. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0297-y>
 10. Demichelis, S., Manino, A., Minuto, G., Mariotti, M., & Porporato, M. (2014). Social wasp trapping in north west Italy : comparison of different bait-traps and first detection of *Vespa velutina*. *Bulletin of Insectology*, 67(2), 307-317. <https://core.ac.uk/download/pdf/301963638.pdf>
 11. Keeling, M. J., Franklin, D. N., Datta, S. Franklin, Brown, M., & Budge, G. (2017). Predicting the spread of the Asian hornet (*Vespa velutina*) following its incursion into Great Britain. *Scientific Reports* 7(6240), 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06212-0>
 12. Kennedy, P. J., Ford, S. M., Poidatz, J., Thiéry, D., & Osborne, J. L. (2018). Searching for nests of the invasive Asian hornet (*Vespa velutina*) using radio-telemetry. *Communications Biology*, 1(88), 1-8. <https://doi.org/10.1038/s42003-018-0092-9>
 13. Kishi, S. and K. Goka (2017). Review of the invasive yellow-legged hornet, *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae), in Japan and its possible chemical control. *Applied Entomology and Zoology* 52(3): 361-368. <https://doi.org/10.1007/s13355-017-0506-z>
 14. Laurino, D., Lioy, S., Carisio, L., Manino, A., & Porporato, M. (2020). *Vespa velutina*: An alien driver of honey bee colony losses. *Diversity*, 12(1), 1-15. <https://doi.org/10.3390/D12010005>
 15. Leza, M., Miranda, M. Á., & Colomar, V. (2018). First detection of *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae) in the balearic islands (Western Mediterranean): A challenging study case. *Biological Invasions*, 20(7), 1643-1649. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1658-z>
 16. Lioy, S., Bianchi, E., Biglia, A., Bessone, M., Laurino, D., & Porporato, M. (2020). Viability of thermal imaging in detecting nests of the invasive hornet *Vespa velutina*. *Insect Science*, 28(1), 271-277. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12760>
 17. Lioy, S., Manino, A., Porporato, M., Laurino, D., Romano, A., Capello, M., & Bertolino, S. (2019). Establishing surveillance areas for tackling the invasion of *Vespa velutina* in outbreaks and over the border of its expanding range. *NeoBiota*, 69(46), 51-69. <https://doi.org/10.3897/neobiota.46.33099>
 18. Macià, F. X., Menchetti, M., Corbella, C., Granjera, J. & Vila, R. (2019). Exploitation of the invasive Asian Hornet *Vespa velutina* by the European Honey Buzzard *Pernis apivorus*. *Bird Study* 66(3), 425-429. <https://doi.org/10.1080/00063657.2019.1660304>

19. Maggiora, R., Saccani, M., Milanesio, D. & Porporato, M. (2019). An Innovative Harmonic Radar to Track Flying Insects: the Case of *Vespa velutina*. *Scientific Reports* 9(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48511-8>
20. Milanesio, D., Saccani, M., Maggiora, R., Laurino, D., & Porporato, M. (2017). Recent upgrades of the harmonic radar for the tracking of the Asian yellow-legged hornet. *Ecology and Evolution* 7(13), 4599-4606. <https://doi.org/10.1002/ece3.3053>
21. Milanesio, D., Saccani, M., Maggiora, R., Laurino, D., & Porporato, M. (2016). Design of an harmonic radar for the tracking of the Asian yellow-legged hornet. *Ecology and Evolution* 6(7), 2170-2178. <https://doi.org/10.1002/ece3.2011>
22. Monceau, K., Bonnard, O., & Thie, D. (2014). *Vespa velutina* : a new invasive predator of honeybees in Europe. *Journal of Pest Science*, 87(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0537-3>
23. Monceau, K. & Thiery, D. (2017). *Vespa velutina* nest distribution at a local scale: An 8-year survey of the invasive honeybee predator. *Insect Science* 24(4), 663-674. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12331>
24. Poidatz, J., Lopez Plantey, R. J. & Thiéry, D. (2019). A *Beauveria bassiana* strain naturally parasitizing the bee predator *Vespa velutina* in France. *Entomologia Generalis* 39(2), 73-79. https://www.schweizerbart.de/papers/entomologia/detail/39/91743/A_Beauveria_babassia_strain_naturally_parasitizing?af=crossref
25. Poidatz, J., Lopez Plantey, R. J. & Thiéry, D. (2018). Indigenous strains of *Beauveria* and *Metharizium* as potential biological control agents against the invasive hornet *Vespa velutina*. *Journal of Invertebrate Pathology* 153, 180-185. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.02.021>
26. Rebollo, S., Rey Benayas, J. M., Villar, P., & Pérez, L. (2019). Services provided by birds (high-mobility link species) in farmland and forest mosaics: forest regeneration and plague regulation. *Ecosistemas*, 28(2), 32-41. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1736>
27. Requier, F., Fournier, A., Rome, Q., & Darrouzet, E. (2020). Science communication is needed to inform risk perception and action of stakeholders. *Journal of Environmental Management* 257, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109983>
28. 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 honey bees in Western Europe. *Journal of Pest Science*, 92(2), 567-578. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1063-0>
29. Requier, F., Rome, Q., Villemant, C., & Henry, M. (2020). A biodiversity-friendly method to mitigate the invasive Asian hornet's impact on European honey bees. *Journal of Pest Science*, 93(1), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01159-9>
30. Reynaud, L. & Guerin-Lassous, I. (2016). Design of a force-based controlled mobility on aerial vehicles for pest management. *Ad Hoc Networks* 53, 41-52. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2016.09.005>
31. Robinet, C., Suppo, C., & Darrouzet, E. (2017). Rapid spread of the invasive yellow-legged hornet in France: the role of human-mediated dispersal and the effects of control measures. *Journal of Applied Ecology* 54(1): 205-215. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12724>
32. Rodríguez-Flores, M. S., Seijo-Rodríguez, A., Escuredo, O., & Seijo-Coello, M. del C. (2019). Spreading of *Vespa velutina* in northwestern Spain: influence of elevation and meteorological factors and effect of bait trapping on target and non-target living organisms. *Journal of Pest Science*, 92(2), 557-565. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1042-5>

33. Rojas-Nossa, S. V., Novoa, N., Serrano, A., & Calviño-Cancela, M. (2018). Performance of baited traps used as control tools for the invasive hornet *Vespa velutina* and their impact on non-target insects. *Apidologie*, 49(6), 872-885. <https://doi.org/10.1007/s13592-018-0612-0>
34. Rortais, A., Arnold, G., Dorne, J., More, S., Speradio, G., Streissl, F., Szentes, C. & Verdonck, F. (2017). Risk assessment of pesticides and other stressors in bees: Principles, data gaps and perspectives from the European Food Safety Authority. *Science of The Total Environment* 587, 524-537. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.127>
35. Ruiz-Cristi, I., Berville, L., & Darrouzet, E. (2020). Characterizing thermal tolerance in the invasive yellow-legged hornet (*Vespa velutina nigrithorax*): The first step toward a green control method. *PLoS ONE*, 15(10), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239742>
36. 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>
37. Villemant, C., Zuccon, D., Rome, Q., Muller, F., Poinar, G., & Justine, J. (2015). Can parasites halt the invader? Mermithid nematodes parasitizing the yellow-legged Asian hornet in France. *PeerJ*, 3(5), 1-15. <https://peerj.com/articles/947/>
38. Wen, P., Cheng, Y., Dong, S., Wang, Z., Tan, K., & Nieh, J. C. (2017). The sex pheromone of a globally invasive honey bee predator , the Asian eusocial hornet , *Vespa velutina*. *Scientific Reports*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13509-7>

ANNEX 1: Recopilació dels fragments més rellevants dels articles que tracten sobre els mètodes de control de la vespa asiàtica (*Vespa velutina*).

Mètodes de control

- Els aspectes clau d'una estratègia de gestió eficaç són: Simplicitat dels procediments; Intervenció ràpida; Exportable a escala nacional i internacional; Sostenibilitat econòmica [14].

- La gestió d'espècies exòtiques invasores implica tres tipus d'acció: evitar que es produeixi la invasió (consciència pública i control de fronteres), reduir la magnitud de l'impacte (controlar el rang d'expansió mitjançant programes de captura individual o d'erradicació de la població) i minimitzar els danys (programes de restauració) [27].

Control químic

Trampes per atrapar reines o obreres

- La trampa amb líquid atraient casolà a partir una ampolla d'aigua de plàstic transparent pot variar en funció del color del tap. Les combinacions que millor han funcionat són les ampolles amb tap de color groc o blanc amb cervesa (4.7% d'alcohol). L'efectivitat ha augmentat quan s'han combinat les dues trampes [10].

- Un esquer molt efectiu és el menjar de gat que conté peix i pollastre [13].

- Una tècnica efectiva pot ser la utilització de reguladors de creixement d'insectes (IGR's), els quals, suprimen el desenvolupament d'ous, larves i pupes, però no maten els adults immediatament [13].

- Es poden utilitzar molts tipus d'esquers, però un de recomanat és la cervesa *Lager* amb un 4.7% d'alcohol, ja que és atractiva per a les vespes, econòmica i repel·leix les abelles [14].

- Les trampes amb esquers es poden utilitzar entre febrer i maig per atrapar les reines fundadores quan comencen la construcció del niu primari, o entre l'agost i el novembre per detectar la presència de l'espècie en zones noves o per capturar els adults reproductors [14].

- Les trampes amb esquers a base de sucre s'utilitzen per atrapar reines de *V. velutina* a la primavera o les reines fundadores a la tardor, mentre que els esquers a base de proteïnes s'utilitzen principalment a l'estiu per atrapar obreres [16].

- A la primavera, tant les trampes construïdes amb una ampolla de plàstic amb cervesa com les trampes tipus VespaCatch® amb cervesa són les més efectives. A la tardor, l'efectivitat de les trampes només es manté si s'utilitza la combinació de les dues trampes i de l'esquer model VespaCatch®. La disminució de l'eficàcia dels esquers a base de cervesa durant la tardor es pot associar a la disminució de la temperatura ambiental que afecta la capacitat olfactiva [16].

- L'etapa més crítica del cicle vital de *V. velutina* és dona quan la reina que ha sobreviscut a l'hivern, ha de trobar un lloc adient i construir el niu primari. Per atrapar fundadores es poden utilitzar trampes amb esquers dolços que es barregen amb cervesa [22].

- Les trampes amb esquers són un mètode senzill i econòmic. Si s'utilitzen productes químics tòxics, la trampa ha de ser molt selectiva per evitar qualsevol efecte secundari sobre altres espècies [22].

- Les reines són objectius òptims per a la gestió de *V. velutina*, independentment de l'època de l'any [22].

- Les trampes amb esquers són una solució preventiva local, no una solució real per limitar la dispersió de *V. velutina* [22].

- Abandonar el mètode de control de captura de reines a principis de primavera mitjançant trampes és una possibilitat perquè els efectes sobre la fauna són elevats [23].

- Les trampes amb xarop casolà o esquers enverinats amb insecticides no poden reduir de manera significativa les poblacions de *V. velutina*. A més, aquestes trampes tenen importants impactes ambientals a causa de la seva baixa selectivitat [29].
- Les trampes amb esquer són un dels mètodes de control més utilitzats, tot i que l'eficàcia està en dubte perquè, la taxa de captura es baixa en comparació amb la quantitat de reines produïdes durant la temporada anterior [33].
- Es suggereix que les trampes es col·loquin principalment en arbres a prop de rius i rierols [33].
- Les trampes comercials (Avispa'clac© i Véto-Pharma©) tenen una major eficàcia i selectivitat respecte a les trampes casolanes, tot i que Avispa'clac© és més efectiva que Véto-Pharma© [33].
- Els esquers comercials i casolans tenen un rendiment similar, tant en termes d'eficàcia com de selectivitat [33].
- Les trampes col·locades en zones forestals i prop de ruscs d'abelles són les més efectives per capturar reines de *V. velutina* a la primavera. L'èxit més gran de captura a les zones boscoses es pot relacionar amb la disponibilitat de recursos (aliments, materials per a niu, insectes). L'èxit de captura més alt aconseguit al costat dels ruscs suggereix que les reines són atretes per les colònies d'abelles [33].
- La trampa Avispa'clac© consisteix en un contenidor verd recobert de plàstic transparent en forma de cúpula, amb una entrada (60 mm de diàmetre) col·locada a la part inferior de la trampa, al centre de la base [33].
- La trampa Véto-Pharma© consisteix en un got de plàstic de color groc translúcid amb una tapa negra amb dues entrades oposades (14 mm de diàmetre) i una coberta de plàstic negre que impedeix l'entrada de la pluja i produeix un efecte túnel [33].
- Les trampes d'elaboració pròpia són fetes amb ampolles d'aigua d'1,5 litres de plàstic transparent. Per construir-les, en primer lloc, es talla la part superior de l'ampolla (on hi ha l'obertura) i s'enganxa cap per avall a la part inferior de l'ampolla. En segon lloc, es fan petits forats de 5 mm a les parets laterals per proporcionar una fuita als petits insectes. Finalment, es col·loca un tros de plàstic sobre la trampa com a sostre per evitar que l'aigua de pluja entri al parany [33].
- L'esquer Avispa'clac© és constituït per 125 ml d'atraient i 250 ml d'aigua. L'atraient conté un extracte d'aromes alimentaris i àcid acètic [33].
- L'esquer Véto-Pharma© és constituït per 10 ml d'atraient, 50 g de sucre i 200 ml d'aigua. L'atraient conté aigua, etanol, extractes de plantes i compostos actius naturals [33].
- L'esquer casolà és constituït per 100 ml de cervesa negra, 100 ml de vi blanc, 50 ml de suc de nabiu i 50 g de sucre [33].
- Els esquers de carn o peix enverinats amb biocides són relativament selectius, ja que només afecten insectes carnívors, si no són accessibles per altres animals terrestres o aus carnívores [36].
- En el cas d'utilitzar biocides, és preferent que siguin de baixa romanència [36].

Trampes de feromones

- S'ha descobert una feromona per atraure mascles de *V. velutina* que pot ser potencialment d'ajuda per interrompre l'aparellament a la tardor [16].
- Les feromones són una manera efectiva d'atreure mascles. Després de l'aparellament, les reines fundadores no produeixen aquests compostos [38].
- Una trampa amb cola i l'esquer de feromones pot ser eficaç durant l'època d'aparellament. Els mascles no produeixen feromones d'alarma i, per tant, els individus capturats no haurien de poder advertir sobre la trampa [38].

- En trapes de feromones pot ser interessant posar un estímul visual, com un maniquí en forma de femella per millorar l'eficàcia [38].

Control biològic

- Hi ha molts organismes que ataquen els vèspids, però fins ara cap ha estat utilitzat amb èxit per al control biològic [3].

- La competència intraespecífica com a mecanisme de regulació de la població és poc probable que succeeixi [23].

Insectes

- Un mètode de control biològic prometedor pot ser la utilització de l'insecte endoparàsit, *Conops vesicularis*, el qual s'ha observat recentment en vespes reines mortes a França [31].

Nematodes

- El nematode *Pheromermis vesparum* pot actuar com a paràsit de vespes, ja que s'ha trobat en vespes adultes a França. També és cert que pot tenir un efecte limitat perquè la infecció de nius per part d'aquesta espècie és molt baixa. A més, s'ha vist que inclús amb un 75% de mortalitat és possible que el niu es recuperi [37].

Fongs

- Un exemple de control biològic a França pot ser el fong *Beauveria bassiana*. Aquest fong té una bona capacitat d'infecció en individus adults de *V. velutina* en forma d'espores. L'aplicació es pot realitzar mitjançant una suspensió aquosa i un esquer atractiu i selectiu perquè la vespa obrera obtingui aliment infectat per aquest fong i el porti al niu [24].

- En el control biològic a partir de fongs, la forma més eficient d'infectar és la inoculació directa a sobre i a dins del niu, tot i que també es pot utilitzar obreres mitjançant l'estratègia del "cavall de Troia", la qual, consisteix en el fet que les mateixes obreres són les encarregades d'infectar a tota la colònia. Aquesta segona estratègia, es pot plantejar de dues maneres diferents: O atrapant i polvoritzant espores directament a les obreres perquè aquestes siguin alliberades i tornin al niu amb el fong, o bé, a través d'un esquer alimentari contaminat pel fong [25].

Aus

- L'aligot vesper europeu (*Pernis apivorus*) és un potencial agent de control biològic perquè és possiblement l'única espècie d'ocell europeu capaç de destruir els nius actius de vespa asiàtica [18].

-Els rapinyaires són molt sensibles als contaminants. S'ha trobat presència de neonicotinoides (substància present en insecticides) a la sang d'aquests, a causa d'un procés de bioacumulació. Això posa en rellevància la problemàtica dels productes químics en el medi [18].

- L'aligot vesper (*Pernis apivorus*) podria ser un aliat important en el control de la vespa asiàtica, per això, és important que els mètodes que s'utilitzin per al control de nius no tinguin un impacte negatiu sobre l'aligot, ja que la utilització de verí, el poden afectar [26].

Localització del niu

Radar harmònic

- S'ha desenvolupat el radar harmònic, un radar que rastreja insectes voladors. La principal limitació d'aquest radar és la vegetació abundant [12].

- La radio-telemetria és un mètode de rastreig eficaç que permet rastrejar individualment cada organisme en entorns complexos i plens de vegetació per trobar el niu al cap de poques hores. Consisteix a col·locar una etiqueta (radar) a una vespa prèviament capturada perquè ella mateixa, condueixi a l'observador, fins al seu niu. A través d'un receptor es pot fer el seguiment de l'etiqueta col·locada en la vespa. Les

vespes poden volar amb etiquetes que pesin fins al 80% del seu pes, per això, convé seleccionar els individus més grans. L'equip de radio-telemetria (receptor i antena) costa aproximadament 2000 € i cada etiqueta de ràdio val uns 140 € [12].

- Hi ha un nou radar harmònic que és capaç de rastrejar la trajectòria de vol dels insectes en entorns complexos (muntanyosos i amb vegetació) [19].

- L'etiqueta utilitzada en el mètode de radio-telemetria, s'ha de col·locar en posició vertical a la part posterior de la vespa per millorar la detecció de vol [20].

Assistència amb drons

- Un mètode interessant és el d'instal·lar càmeres tèrmiques en drons per localitzar nius [12].

Seguiment a ull de vespes

- Un mètode per trobar nius és el seguiment a ull de les vespes després d'alimentar-se, en la tornada al niu [12].

- Per detectar la presència d'adults es poden col·locar trapes de cola (20x20cm) amb esquers a base de proteïnes com el peix cru [15].

- Per detectar els nius es poden establir punts d'alimentació amb un atraient de sacarosa o amb un atraient proteic (peix cru) per seguir els adults un cop tornin al niu després de passar pel punt d'alimentació [15].

Destrucció del niu

- L'èxit de l'erradicació resideix en la detecció precoç i la destrucció dels nius, especialment, abans de la fase reproductiva de la colònia [11].

- La destrucció del niu és eficaç si es fa ràpidament i tots els individus moren, especialment la reina i les noves reines fundadores [22].

Injecció de biocides

- La tècnica més establerta per destruir un niu és la injecció de biocides, com per exemple, injectant permetrina [29].

- El millor mètode actual és la injecció de permetrina als nius, un biocida amb una semivida de 28 a 38 dies en el sòl i 10 dies en la vegetació. Malauradament, té conseqüències negatives per la flora i fauna [35].

Injecció de vapor

- La tècnica més prometedora i amb més potencial per destruir els nius ràpidament és la injecció de vapor. Les vespes moren més ràpidament quan la temperatura augmenta gradualment que quan augmenta instantàniament [35].

- El flux d'aire humit és el sistema més eficaç per matar vespes, ja que, quan s'utilitza aire sec, les vespes tenen major supervivència. Per tant, l'exposició a la calor per si sol no és suficient com a mètode de control, ja que pot donar temps a les vespes per fugir [35].

- El límit tèrmic letal de la vespa asiàtica és de 45 °C. Els treballadors moren més ràpidament que les reines fundadores, les larves i els mascles. Les larves són les que tenen major tolerància tèrmica [35].

- Un mètode basat en la injecció de vapor és respectuós amb el medi ambient, té impactes col·laterals limitats i no representa cap risc de combustió [35].

Control físic

Morrions

- La disposició de morrions de 25 mm de diàmetre de malla davant de l'entrada del rusc no disminueix la presència de vespes, però sí que fa reduir l'estrès de les abelles i millora la salut de la colònia. L'ús d'aquest dispositiu és recomanable perquè és un mètode eficient i barat [4].
- El morrió consisteix en un dispositiu de malla situat al voltant del rusc que permet l'activitat d'entrada i sortida de les abelles, però manté les vespes allunyades de l'entrada [29].
- Els morrions són un mètode de control favorable a la biodiversitat. No comporta cap impacte ambiental i és una tècnica de baix cost [29].
- El morrió no redueix la depredació de l'abella a la tornada del niu per part de la vespa, però sí que disminueix dràsticament l'estrès i, conseqüentment, la paràlisi de l'alimentació (aturada de l'activitat de les abelles a causa de les vespes properes al rusc). El morrió ajuda les colònies d'abelles a mantenir la seva activitat alimentària fins i tot en presència de depredadors [29].
- La utilització de morrions augmenta la probabilitat de supervivència de les colònies estressades per vespes fins a un 51% en context d'alta abundància de vespes asiàtiques [29].
- El morrió s'ha d'instal·lar al començar el període de depredació, normalment a l'agost [29].

Control a partir de la geografia

- Els accidents geogràfics podent actuar com una barrera perquè *V. velutina* no envaeixi altres territoris [3].
- La *V. velutina* utilitza les valls dels rius per expandir-se [6].
- La reducció de la distància entre nius any rere any suggereix que no hi ha competència intraespecífica i que la densitat de nius augmentarà els pròxims anys [6].
- Certs factors biològics i ambientals han contribuït a l'èxit de la invasió de l'espècie, aquests factors són les condicions climàtiques i l'abundància de preses [9].
- *V. velutina* té una elevada plasticitat per fer el niu en una àmplia varietat d'espècies i ubicacions vegetals [15].
- El 95% dels nius es troben entre 1,4-6,2 km del niu d'origen de l'any anterior [17].
- L'altitud i les condicions meteorològiques tenen un paper important en el comportament de la vespa. Les trampes col·locades a les zones costaneres de baixa altitud i temperatures suaus capturen més individus [32].
- Les temperatures mínimes elevades, l'elevada humitat relativa i les temperatures màximes baixes afavoreixen l'aparició i la propagació de *V. velutina*. Aquestes condicions són típiques de zones costaneres [32].
- Els nius de vespa són freqüents en arbres fruiters propers als rius o a recursos hídrics, ja que, l'aigua és un element fonamental per a la construcció de nius [32].

Monitoritzar les abelles

- Una estratègia pot ser la de reforçar la població de colònies d'abelles en lloc de controlar la de vespes. Per exemple, es poden fusionar petites colònies abans d'hivernar per ajudar a mitigar el risc de la mortalitat hivernal. A més, l'alimentació suplementària amb "pa d'abella", és a dir, una barreja de pol·len i mel, també es pot utilitzar [28].
- Es pot considerar donar alimentació suplementària durant els períodes hivernals si és sospita que el subministrament d'aliments és deficient. L'alimentació de les colònies d'abelles amb xarop de sucre

suplementari és una pràctica habitual en l'apicultura per compensar l'escassetat de recursos florals als paisatges agrícoles durant l'estiu [28].

- Els apicultors poden proporcionar alimentació suplementària (xarop de sucre) durant el període hivernal per millorar la probabilitat de supervivència de les colònies estressades, tenint molt de compte de no afectant la temperatura interna del niu durant el període crític d'hivern [29].

- La paràlisi de l'alimentació és el principal factor de risc de mortalitat de les colònies d'abelles relacionada amb la vespa asiàtica [29].

Suport de la ciutadania

- La ràpida actuació conjunta entre apicultors, voluntaris i l'administració per a l'eliminació de nius és fonamental per neutralitzar l'expansió de la vespa [3].

- Connectar ciència i acció ha de ser una de les prioritats. En general, les invasions biològiques són un tema molt complex a l'hora de comunicar riscos, ja que estan marcades amb una forta dualitat d'opinions entre la necessitat d'accions de control per reduir l'amenaça sobre la biodiversitat autòctona a causa d'una espècie invasora i la recomanació de cap acció a causa del risc directe d'impacte dels mètodes de control sobre la biodiversitat autòctona [27].

Tècniques de control basades en ADN

- La vespa asiàtica pot propagar-se efectivament, inclús amb un nombre limitat de reines fundadores amb baixa variabilitat genètica [9].

Bibliografia mètodes de control

1. Barbet-Massin, M., J. M. Salles & Courchamp, F. (2020). The economic cost of control of the invasive yellow-legged Asian hornet. *Neobiota*, 55, 11-25. <https://neobiota.pensoft.net/article/38550/list/1/>
2. Beggs, J. R., Brockerhoff, E. G., Corley, J. C., Kenis, M., Masciocchi, M., Muller, F., Rome, Q., & Villemant, C. (2011). Ecological effects and management of invasive alien *Vespidae*. *BioControl*, 56(4), 505-526. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9389-z>
3. Bertolino, S., Lioy, S., Laurino, D., Manino, A., & Porporato, M. (2016). Spread of the invasive yellow-legged hornet *Vespa velutina* (Hymenoptera: *Vespidae*) in Italy. *Applied Entomology and Zoology*, 51(4), 589-597. <https://doi.org/10.1007/s13355-016-0435-2>
4. Bonnefond, L., Paute, S., & Andalo, C. (2020). Testing muzzle and ploy devices to reduce predation of bees by Asian hornets. *Journal of Applied Entomology*, 145(1-2), 1-13. <https://doi.org/10.1111/jen.12808>
5. Cappa, F., Cini, A., Pepiciello, I., Petrocelli, I., Inghilesi, A., Anfora, G., Dani, F., Bortolotti, L., Wen, P., & Cervo, R. (2019). Female volatiles as sex attractants in the invasive population of *Vespa velutina nigrithorax*. *Journal of Insect Physiology* 119(11-12), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.103952>
6. Carvalho, J., Hipólito, D., Santarém, F., Martins, R., Gomes, A., Carmo, P., Rodrigues, R., Grosso-Silva, J., & Fonseca, C. (2020). Patterns of *Vespa velutina* invasion in Portugal using crowdsourced data. *Insect Conservation and Diversity*, 13(5), 501-507. <https://doi.org/10.1111/icad.12418>
7. Cousin, P., E. Cauia, Siceanu, A., & de Cledat, J. (2019). The Development of an Efficient System to Monitor the Honeybee Colonies Depopulations. *Global IoT Summit (GloTS)*, 1-5. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8766435>
8. Dalmon, A., Gayral, P., Decante, D., Klopp, C., Bigot, D., Thomasson, M., Herniou, E., Alaux, C., & Le Conte, Y. (2019). Viruses in the Invasive Hornet *Vespa velutina*. *Viruses*, 11(11), 1-22. <https://www.mdpi.com/1999-4915/11/11/1041>
9. Darrouzet, E., Gévar, J., & Dupont, S. (2015). A scientific note about a parasitoid that can parasitize the yellow-legged hornet, *Vespa velutina nigrithorax*, in Europe. *Apidologie* 46(1), 130-132. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0297-y>
10. Demichelis, S., Manino, A., Minuto, G., Mariotti, M., & Porporato, M. (2014). Social wasp trapping in north west Italy : comparison of different bait-traps and first detection of *Vespa velutina*. *Bulletin of Insectology*, 67(2), 307-317. <https://core.ac.uk/download/pdf/301963638.pdf>
11. Keeling, M. J., Franklin, D. N., Datta, S. Franklin, Brown, M., & Budge, G. (2017). Predicting the spread of the Asian hornet (*Vespa velutina*) following its incursion into Great Britain. *Scientific Reports* 7(6240), 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06212-0>
12. Kennedy, P. J., Ford, S. M., Poidatz, J., Thiéry, D., & Osborne, J. L. (2018). Searching for nests of the invasive Asian hornet (*Vespa velutina*) using radio-telemetry. *Communications Biology*, 1(88), 1-8. <https://doi.org/10.1038/s42003-018-0092-9>
13. Kishi, S. and K. Goka (2017). Review of the invasive yellow-legged hornet, *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: *Vespidae*), in Japan and its possible chemical control. *Applied Entomology and Zoology* 52(3): 361-368. <https://doi.org/10.1007/s13355-017-0506-z>
14. Laurino, D., Lioy, S., Carisio, L., Manino, A., & Porporato, M. (2020). *Vespa velutina*: An alien driver of honey bee colony losses. *Diversity*, 12(1), 1-15. <https://doi.org/10.3390/D12010005>

15. Leza, M., Miranda, M. Á., & Colomar, V. (2018). First detection of *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae) in the balearic islands (Western Mediterranean): A challenging study case. *Biological Invasions*, 20(7), 1643-1649. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1658-z>
16. Lioy, S., Bianchi, E., Biglia, A., Bessone, M., Laurino, D., & Porporato, M. (2020). Viability of thermal imaging in detecting nests of the invasive hornet *Vespa velutina*. *Insect Science*, 28(1), 271-277. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12760>
17. Lioy, S., Manino, A., Porporato, M., Laurino, D., Romano, A., Capello, M., & Bertolino, S. (2019). Establishing surveillance areas for tackling the invasion of *Vespa velutina* in outbreaks and over the border of its expanding range. *NeoBiota*, 69(46), 51-69. <https://doi.org/10.3897/neobiota.46.33099>
18. Macià, F. X., Menchetti, M., Corbella, C., Granjera, J. & Vila, R. (2019). Exploitation of the invasive Asian Hornet *Vespa velutina* by the European Honey Buzzard *Pernis apivorus*. *Bird Study* 66(3), 425-429. <https://doi.org/10.1080/00063657.2019.1660304>
19. Maggiora, R., Saccani, M., Milanesio, D. & Porporato, M. (2019). An Innovative Harmonic Radar to Track Flying Insects: the Case of *Vespa velutina*. *Scientific Reports* 9(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48511-8>
20. Milanesio, D., Saccani, M., Maggiora, R., Laurino, D., & Porporato, M. (2017). Recent upgrades of the harmonic radar for the tracking of the Asian yellow-legged hornet. *Ecology and Evolution* 7(13), 4599-4606. <https://doi.org/10.1002/ece3.3053>
21. Milanesio, D., Saccani, M., Maggiora, R., Laurino, D., & Porporato, M. (2016). Design of an harmonic radar for the tracking of the Asian yellow-legged hornet. *Ecology and Evolution* 6(7), 2170-2178. <https://doi.org/10.1002/ece3.2011>
22. Monceau, K., Bonnard, O., & Thie, D. (2014). *Vespa velutina* : a new invasive predator of honeybees in Europe. *Journal of Pest Science*, 87(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0537-3>
23. Monceau, K. & Thiery, D. (2017). *Vespa velutina* nest distribution at a local scale: An 8-year survey of the invasive honeybee predator. *Insect Science* 24(4), 663-674. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12331>
24. Poidatz, J., Lopez Plantey, R. J. & Thiéry, D. (2019). A *Beauveria bassiana* strain naturally parasitizing the bee predator *Vespa velutina* in France. *Entomologia Generalis* 39(2), 73-79. https://www.schweizerbart.de/papers/entomologia/detail/39/91743/A_Beauveria_babassia_strain_naturally_parasitizing?af=crossref
25. Poidatz, J., Lopez Plantey, R. J. & Thiéry, D. (2018). Indigenous strains of *Beauveria* and *Metharizium* as potential biological control agents against the invasive hornet *Vespa velutina*. *Journal of Invertebrate Pathology* 153, 180-185. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.02.021>
26. Rebollo, S., Rey Benayas, J. M., Villar, P., & Pérez, L. (2019). Services provided by birds (high-mobile link species) in farmland and forest mosaics: forest regeneration and plague regulation. *Ecosistemas*, 28(2), 32-41. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1736>
27. Requier, F., Fournier, A., Rome, Q., & Darrouzet, E. (2020). Science communication is needed to inform risk perception and action of stakeholders. *Journal of Environmental Management* 257, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109983>
28. 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 honey bees in Western Europe. *Journal of Pest Science*, 92(2), 567-578. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1063-0>

29. Requier, F., Rome, Q., Villemant, C., & Henry, M. (2020). A biodiversity-friendly method to mitigate the invasive Asian hornet's impact on European honey bees. *Journal of Pest Science*, 93(1), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01159-9>
30. Reynaud, L. & Guerin-Lassous, I. (2016). Design of a force-based controlled mobility on aerial vehicles for pest management. *Ad Hoc Networks* 53, 41-52. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2016.09.005>
31. Robinet, C., Suppo, C., & Darrouzet, E. (2017). Rapid spread of the invasive yellow-legged hornet in France: the role of human-mediated dispersal and the effects of control measures. *Journal of Applied Ecology* 54(1): 205-215. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12724>
32. Rodríguez-Flores, M. S., Seijo-Rodríguez, A., Escuredo, O., & Seijo-Coello, M. del C. (2019). Spreading of *Vespa velutina* in northwestern Spain: influence of elevation and meteorological factors and effect of bait trapping on target and non-target living organisms. *Journal of Pest Science*, 92(2), 557-565. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1042-5>
33. Rojas-Nossa, S. V., Novoa, N., Serrano, A., & Calviño-Cancela, M. (2018). Performance of baited traps used as control tools for the invasive hornet *Vespa velutina* and their impact on non-target insects. *Apidologie*, 49(6), 872-885. <https://doi.org/10.1007/s13592-018-0612-0>
34. Rortais, A., Arnold, G., Dorne, J., More, S., Speradio, G., Streissl, F., Szentes, C. & Verdonck, F. (2017). Risk assessment of pesticides and other stressors in bees: Principles, data gaps and perspectives from the European Food Safety Authority. *Science of The Total Environment* 587, 524-537. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.127>
35. Ruiz-Cristi, I., Berville, L., & Darrouzet, E. (2020). Characterizing thermal tolerance in the invasive yellow-legged hornet (*Vespa velutina nigrithorax*): The first step toward a green control method. *PLoS ONE*, 15(10), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239742>
36. 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>
37. Villemant, C., Zuccon, D., Rome, Q., Muller, F., Poinar, G., & Justine, J. (2015). Can parasites halt the invader? Mermithid nematodes parasitizing the yellow-legged Asian hornet in France. *PeerJ*, 3(5), 1-15. <https://peerj.com/articles/947/>
38. Wen, P., Cheng, Y., Dong, S., Wang, Z., Tan, K., & Nieh, J. C. (2017). The sex pheromone of a globally invasive honey bee predator, the Asian eusocial hornet, *Vespa velutina*. *Scientific Reports*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13509-7>

ANNEX 2: Mètodes de control per disminuir la pressió de la vespa asiàtica (*Vespa velutina*).

CONTROL QUÍMIC		PROS	CONTRES
TRAMPES PER ATRAPAR VESPES REINES	Consisteix a capturar les vespes reines a la primavera o les futures reines fundadores a la tardor a través de trampes amb esquers per atreure-les. L'esquer pot estar compost per diferents productes tot i que és recomanable utilitzar substàncies ensucrades. Respecte a les trampes, n'hi ha de moltes varietats, tant casolanes com comercials. Les trampes casolanes es fabriquen tallant un terç d'una ampolla de plàstic i utilitzant la part superior, en la que hi ha el tap, per dipositar-hi l'esquer. En la part inferior de l'ampolla es posa aigua. Per millorar la selectivitat es pot disposar una quadrícula sobre l'atraient líquid per evitar l'ofegament dels insectes que no són vespes. A més, es pot construir una entrada de 8,5 mm de diàmetre, per evitar l'entrada d'insectes grans, i una sortida al fons de l'ampolla de 5,5 mm per permetre la sortida dels insectes petits.	Econòmic Senzill Manteniment	Efectivitat baixa Poc selectiu Danys en el medi ambient
TRAMPES PER ATRAPAR VESPES OBRERES	Es centra en atrapar vespes obreres mitjançant trampes, sobretot, durant la temporada d'estiu, quan el niu de vespa està en ple creixement. El funcionament és el mateix que en el cas de les trampes per atrapar vespes reines. L'únic que varia és l'esquer. En aquest cas es pot utilitzar com a esquer el menjar de gat que conté peix i pollastre o el peix cru. A més, es pot afegir cervesa perquè l'alcohol repel·leix a les abelles.	Econòmic Senzill Manteniment	Efectivitat baixa Poc selectiu Danys en el medi ambient
TRAMPES DE FEROMONES	Consisteix a utilitzar trampes per capturar mascles amb la particularitat de què l'atraient és una feromona sexual. Aquestes feromones són les mateixes que les vespes reines generen en l'època reproductiva per atreure els mascles. Per millorar l'efectivitat del mètode es pot col·locar un estímul visual en forma d'abella reina.	Molt selectiu Efectiu Respectuós amb el medi ambient	En desenvolupament Costos econòmics derivats de la investigació

CONTROL QUÍMIC		PROS	CONTRES
UTILITZAR VESPES OBRERES COM A PORTADORES DE VERÍ	Es basa a capturar vespes amb un caçapapallones per dipositar unes gotes de biocida (normalment permetrina) al cap i a l'abdomen de la vespa capturada. La vespa és alliberada amb el biocida perquè torni al niu i contamina els individus.	No és necessari localitzar el niu Econòmic	Danys en el medi ambient Convé retirar el niu
ESQUERS ENVERINATS EN UNA GALLEDA	Consisteix a barrejar dins d'una galleda un esquer fet a partir de trossos de carn (cor de vedella o fetge) o de peix (sardines o verat) amb un biocida. Les vespes obreres recol·lectaran l'aliment i el portaran al niu per alimentar a les larves, les quals seran enverinades. L'elecció del biocida és important, ja que, el seu efecte pot ser més o menys ràpid. El Fipronil té el desavantatge de matar la vespa en una hora, i conseqüentment, la vespa obrera no pot subministrar molta quantitat de biocida al niu. D'altra banda, si s'utilitza un biocida que no té un efecte directe sobre les obreres, com ara un regulador de creixement (Fenoxycarb), les vespes poden continuar alimentant el niu amb l'esquer enverinat sense intoxicar-se.	No és necessari localitzar el niu Senzill Econòmic	Danys en el medi Poc selectiu Convé extreure el niu
ESQUERS ENVERINATS EN UN PINXO	Aquest mètode és igual que l'anterior, però en lloc d'utilitzar una galleda s'utilitza un instrument en forma de pinxo penjat verticalment. És suficient dipositar-hi unes gotes de biocida a la part superior perquè aquest flueixi per tota la superfície. A més, es pot posar un recipient a sota del pinxo per recollir les gotes de biocida que caiguin al sòl.	Destrucció del niu sense localitzar-lo Evita l'enverinament d'animals terrestres.	Danys en el medi Poc selectiu Convé extreure el niu
CONTROL BIOLÒGIC		PROS	CONTRES
CONTROL BIOLÒGIC	Són mètodes basats en la utilització d'organismes vius o virus amb l'objectiu de controlar la població de la vespa. Les variants d'aquest mètode de control es diferencien en funció de quin organisme s'utilitzi per controlar la plaga. Respecte als insectes, les espècies interessants que poden actuar en el control són: <i>Conops vesicularis</i> , <i>Xenos vesparum</i> , <i>Sphecohypha vesparum</i> , <i>Volucella inanis</i> . En el cas dels nematodes, les espècies que tenen potencial són: <i>Pheromermis vesparum</i> , <i>Sphaerularia vespae</i> , <i>Sphaerularia bombi</i> , <i>Steinernema feltiae</i> . En el cas dels fongs, l'espècie interessant és <i>Beauveria bassiana</i> . En el cas de les aus l'espècie que pot fer front a la vespa asiàtica és <i>Pernis apivorus</i> . Finalment, en els àcars, l'espècie amb major potencial és <i>Pnemolaelaps niutirani</i> .	No hauria de generar danys en el medi Eficax	En investigació Pot ocasionar greus repercussions sobre el medi si es fa descontroladament

LOCALITZACIÓ DEL NIU		PROS	CONTRES
RADAR HARMÒNIC	Mètode que consisteix en captura una obrera viva per col·locar-li una petita etiqueta GPS. Amb l'etiqueta col·locada, la vespa és alliberada perquè torni al niu, i amb els aparells receptors de senyal, es localitzi aquest niu. És un mètode basat en la utilització d'un radar vinculat a un transponedor. L'antena receptora es col·loca al sostre d'un vehicle. També hi ha una versió més lleugera que es pot portar a l'esquena, però el pes segueix sent molt elevat.	Efectiu Eficient Selectiu Respectuós amb el medi ambient	Transport dificultós Preu Manteniment
ASSISTÈNCIA AMB DRONS	Mètode basat en la utilització de drons equipats amb càmeres capaces d'analitzar una imatge d'una vespa marcada amb un fil o etiqueta, perquè el mateix dron pugui seguir-la fins al niu. Hi ha variants que utilitzen una càmera tèrmica per identificar nius entre la vegetació.	Efectiu Eficient Selectiu Respectuós amb el medi ambient	Preu Manteniment
TRIANGULACIÓ	Consisteix a capturar almenys tres exemplars de vespes per després alliberar-los en diversos punts del terreny i enregistrar la direcció de vol. Aquest mètode es basa en el fet que els himenòpters estressats tendeixen a tornar cap al seu niu en línia recta. Si els tres individus són del mateix niu es pot triangular la direcció i localitzar el niu. Una alternativa és alliberar una vespa i seguir la seva direcció de vol uns metres fins a perdre-la, un cop perduda, alliberar-ne una altra i tornar-la a seguir, i així successivament fins a trobar el niu.	Senzill Respectuós amb el medi ambient	Efectivitat baixa Eficiència baixa Si el relleu és accidentat, és molt difícil d'aconseguir bons resultats
SEGUIMENT A ULL DE VESPES ETIQUETADES	Aquesta tècnica utilitzada antigament a la Xina, consisteix en el seguiment d'una vespa marcada amb un fil molt fi o amb un tros de cotó col·locat en el seu abdomen. Cal tenir present que si la vespa es dona compte de què porta una etiqueta farà el possible per treure-s'ho.	Respectuós amb el medi ambient Senzill	Efectivitat baixa Eficiència baixa

DESTRUCCIÓ DEL NIU		PROS	CONTRES
INJECCIÓ DE BIOCIDES	Es realitza injectant en el niu una substància química per matar o interrompre el creixement dels organismes vius. Normalment s'injecta permetrina, un insecticida amb una elevada romanència, tot i que hi ha altres substàncies com pot ser la piretrina. El diòxid de sulfur no està permès a Europa, ja que, és més tòxic que la permetrina en ambients tancats encara que és menys perillós en el medi ambient i més barat.	Eficaç Eficient Selectiu Econòmic	Danys en el medi ambient Necessitat de localitzar del niu Obligació de retirar el niu
INJECCIÓ DE VAPOR D'AIGUA	Consisteix a injectar un flux d'aire humit i calent al niu. Dona millors resultats quant l'augment de la temperatura del flux d'aire és progressiu, no instantani. El límit tèrmic letal de la vespa asiàtica és de 45 °C.	Eficaç Selectiu Responsable amb el medi ambient	Necessitat de localitzar el niu
DESTRUCCIÓ DE NIU PER TRETS D'ARMA	Aquest mètode consisteix a situar almenys quatre tiradors a cada costat del niu i disparar-lo amb escopetes de perdigons. El nombre mínim de perdigons a disparar ha de ser de 12.000 unitats.	Selectiu	Perillós Efectivitat baixa Danys en el medi ambient (plom)

CONTROL FÍSIC		PROS	CONTRES
MORRIONS	És un dispositiu físic que bloqueja i dificulta l'accés de les vespes en l'entrada del rusc de les abelles, però que no afecta el pas de les abelles. Consisteix a col·locar una malla de determinades dimensions (normalment l'ample de malla és 6 x 6 mm) a l'entrada del rusc. Una variant d'aquest mètode és la de construir una xemeneia de 4 cm d'amplada vertical a l'entrada del rusc per obligar les vespes a baixar cap al rusc de manera vertical, fent-les més vulnerables.	Econòmic Senzill Respectuós amb el medi ambient i amb les abelles	No elimina la depredació
TRAMPES PASSIVES	Consisteix a col·locar una caixa a sota del rusc de les abelles. La part superior i inferior estan fetes de malla, en forma d'embut, de manera que permet l'entrada de les vespes però no la sortida. Es col·loca a sota del rusc perquè les vespes siguin atretes per l'aroma de la cera, la mel i l'olor de les mateixes abelles.	Senzill Econòmic Respectuós amb el medi ambient	Les vespes capturades poden estressar el rusc d'abelles que hi ha a sobre de la trampa Efectivitat baixa
TRAMPES ELÈCTRIQUES	Aquest mètode consisteix a atreure a les vespes mitjançant un esquer cap a una xarxa elèctrica de baixa tensió alimentada per una bateria. Aquesta xarxa elèctrica electrocutarà a les vespes i les immobilitzarà uns segons fent-les caure en un dipòsit d'aigua situat a sota de la xarxa. Els insectes de mida inferior a la vespa es podran escapar si cauen en el dipòsit d'aigua i els de mida superior no els hi afectarà l'efecte de la descàrrega elèctrica.	Selectiu Efectiu	Preu Manteniment
ARPES ELÈCTRIQUES	Consisteix a electrocutar les vespes que passen entremig de dos cables alimentats per un generador. L'espai entre cables és suficientment gran perquè una abella pugui passar entre ells sense tocar-los, però més petit perquè si hi passa una vespa, hi toqui i s'electrocuti. Les vespes electrocutades cauen en una galleda d'aigua. Les arpes es col·loquen entre els ruscs d'abelles. L'ideal és col·locar una arpa cada dos o tres ruscs.	Selectiu Efectiu	Preu Manteniment
RAQUETA DE BÀDMINTON	Consisteix a eliminar les vespes que estan properes al rusc d'abelles colpejant-les amb una raqueta. L'hora més adient per realitzar-ho és al matí, i d'aquesta manera la depredació disminueix durant tot el dia.	Respectuós amb el medi ambient Senzill	Efectivitat baixa

CONTROL A PARTIR DE LA GEOGRAFIA		PROS	CONTRES
ESTUDI D'ACCIDENTS GEOLÒGICS	És un mètode de control basat en la utilització de diferents dades del territori (accidents geogràfics, recursos hídrics, altitud, latitud...) per predir quines zones són més susceptibles a ser envaïdes per la vespa asiàtica i d'aquesta manera adoptar unes mesures de control en unes zones en detriment d'altres per estalviar recursos. És un mètode que es pot considerar una eina per després utilitzar altres mètodes de control més adients. La seva eficàcia està molt relacionada amb els mètodes de control complementaris.	Respectuós amb el medi ambient	Requereix investigació
MONITORATGE D'ABELLES		PROS	CONTRES
ALIMENTACIÓ SUPLEMENTÀRIA	Aquest mètode consisteix a fer un seguiment de les necessitats de les abelles, aportant a les caixes d'abelles alimentació suplementària perquè puguin passar l'hivern sense dèficit alimentari. L'alimentació que se sol donar és el pa d'abella, una barreja de pol·len i mel, i un xarop de sucre. Cal tenir precaució per no interferir en la temperatura interna del rusc.	Selectiu Respectuós amb el medi ambient Econòmic	Efectivitat baixa
SUPORT DE LA CIUTADANIA		PROS	CONTRES
EDUCACIÓ DE LA POBLACIÓ	Mètode que es basa a educar a la població per fer-la participar activament en la detecció de la vespa asiàtica i els seus nius perquè posteriorment ho notifiquin a les autoritats competents.	Econòmic Efectiu Eficient Respectuós amb el medi ambient	Les campanyes informatives han de ser freqüents perquè no caigui en l'oblit el missatge
TÈCNIQUES DE CONTROL BASEDES EN ADN		PROS	CONTRES
SiRNA	A través d'aquesta tècnica es pretén modificar genèticament un peix perquè sigui utilitzat d'aliment per a les larves, les quals, són carnívores. En l'alteració genètica per crear el peix transgènic, se li modificarà l'RNA perquè en entrar en contacte amb les larves de vespa els hi sigui perjudicial i acabi desencadenant la mort de les larves.	Selectiu Efectiu	En investigació
CRISP-Cas9	L'objectiu d'aquesta tècnica és la de propagar el gen recessiu de la infertilitat entre la vespa asiàtica invasora. És una tècnica molt atractiva per Europa, però que genera el risc que s'exporti a la Xina i acabi amb la població mundial de vespa asiàtica.	Selectiu Efectiu	Els possibles danys col·laterals poden ser greus En investigació