

TRABALLO DE FIN DE GRAO

Universidade de Vigo



**CARACTERIZACIÓN
VOLÁTIL DE ESPECIES
DE PLANTAS VISITADAS
POR *VESPA VELUTINA*
NA GALIZA**

*Departamento de Biología
Vexetal e Ciencias do Solo*

Yago Fernández Vázquez

Titora: M. Shantal Rodríguez Flores
e M. Carmen Seijo Coello

Setembro
2023



GRAO EN CIENCIAS AMBIENTAIS

Universidade de Vigo



***CARACTERIZACIÓN VOLÁTIL DE
ESPECIES DE PLANTAS
VISITADAS POR VESPA
VELUTINA NA GALIZA.***

Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo

TRABALLO DE FIN DE GRAO

Grao en Ciencias Ambientais

**Yago Fernández Vázquez
Setembro, 2023**

M. Shantal Rodríguez Flores con DNI: 34877698S, investigadora posdoutoral do Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo da Universidade de Vigo e M Carmen Seijo Coello, con DNI: 36073379H, profesora do Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo da Universidade de Vigo, como codirectores do Traballo Fin de Grao titulado: **“CARACTERIZACIÓN VOLÁTIL DE ESPECIES DE PLANTAS VISITADAS POR VESPA VELUTINA EN GALICIA”**, realizado por Yago Fernández Vázquez con DNI: 53196021B,

INFORMAN:

Que o Traballo Fin de Grao, realizouse baixo súa dirección na Facultade de Ciencias, e reúne os requisitos necesarios para ser cualificado polo tribunal que corresponda, autorizando a súa presentación.

En Ourense, a 5 de setembro de 2023

RODRIGUEZ
FLORES
MARIA
SHANTAL -
34877698S

Firmado digitalmente por
RODRIGUEZ FLORES
MARIA SHANTAL -
34877698S
Fecha: 2023.09.05
13:19:35 +02'00'

Dra. M. Shantal Rodríguez Flores

Firmado digitalmente
por SEIJO COELLO
MARIA CARMEN -
36073379H
Fecha: 2023.09.05
'13:17:30 +02'00'

Dra. M Carmen Seijo Coello

AGRADECEMENTOS:

Quero agradecer este traballo a moitísimas persoas que fixeron posíbel este traballo. Quero agradecer ao meu pai Daniel e a miña irmán Andrea, todo o apoio tanto moral e económico, para que estude e para que me siga formando. Aos meus amigos Kevin e Xián por prestarme toda axuda que estaba nas vosas mans e por animarme nos días complicados. Á miña persoa especial, Anna por estar aí para apoiarme e entenderme. Por toda a xente que me apoiou e creu en min.

Grazas.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	- 2 -
1.1.	COMPOSTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs) NAS PLANTAS....	- 3 -
1.2.	IMPACTO DAS ESPECIES INVASORAS NA BIODIVERSIDADE.	- 7 -
1.3.	INSECTOS SOCIAIS COMO INVASORES BIOLÓXICOS.	- 9 -
1.4.	AVESPA ASIÁTICA (<i>V. VELUTINA</i>) COMO ESPECIE EXÓTICA INVASORA (EEI).....	- 10 -
1.4.1.	DISTRIBUCIÓN E DISPERSIÓN DE <i>V. VELUTINA</i>	- 12 -
1.4.2.	CAPACIDADE INVASORA DE <i>V. VELUTINA</i>	- 18 -
1.4.3.	REPRODUCCIÓN DAS RAÍÑAS FUNDADORAS.....	- 19 -
1.4.4.	FACTORES CLIMÁTICOS.....	- 22 -
1.4.5.	INTERACCIÓNS CON PREDADORES.	- 25 -
1.4.6.	ESTRATEGIAS ALIMENTICIAS.....	- 27 -
1.4.7.	PLASTICIDADE SOCIAL E COMUNICACIÓN QUÍMICA.-	29
-		
1.4.8.	PRINCIPAIS IMPACTOS DE <i>V. VELUTINA</i>	- 34 -
2.	XUSTIFICACIÓN E OBXECTIVOS	- 40 -
3.	METODOLOXÍA	- 45 -
3.1.1.	SELECCIÓN DE PLANTAS E TOMA DE MOSTRAS	- 46 -
3.1.2.	EXTRACCIÓN DE COMPOSTOS VOLÁTILES.....	- 47 -
3.1.3.	ANÁLISE POR ESPECTROMETRÍA DE MASAS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES GC-MS/MS.....	- 49 -

4. RESULTADOS E DISCUSIÓN	- 51 -
4.1. PLANTAS VISITADAS POR <i>V. VELUTINA</i>	- 52 -
4.2. PRINCIPAIS COMPOSTOS VOLÁTILES ORGÁNICOS.....	- 54 -
4.3. DESCRICIÓN DOS COMPOSTOS VOLÁTILES ORGÁNICOS PARA CADA UNHA DAS ESPECIES ESTUDIADAS	- 59 -
1. <i>Aesculus hippocastanum</i>	- 60 -
2. <i>Ailanthus altissima</i>	- 62 -
3. <i>Brassica oleracea</i>	- 64 -
4. <i>Brassica rapa</i>	- 66 -
5. <i>Buddleja davidii</i>	- 68 -
6. <i>Camellia</i>	- 70 -
7. <i>Campanula</i>	- 72 -
8. <i>Castanea</i>	- 74 -
9. <i>Cytisus scoparius</i>	- 76 -
10. <i>Cytisus multiflorus</i>	- 78 -
11. <i>Echium vulgare</i>	- 80 -
12. <i>Erica arborea</i>	- 82 -
13. <i>Erica umbellata</i>	- 84 -
14. <i>Foeniculum vulgare</i>	- 86 -
15. <i>Jasione montana</i>	- 88 -
16. <i>Lamium maculatum</i>	- 90 -

17.	<i>Lavandula stoechas</i>	- 92 -
18.	<i>Ligustrum vulgare</i>	- 94 -
19.	<i>Malus domestica</i>	- 96 -
20.	<i>Mentha suaveolens</i>	- 98 -
21.	<i>Pentaglottis sempervirens</i>	- 100 -
22.	<i>Philadelphus coronarius</i>	- 102 -
23.	<i>Punica granatum</i>	- 104 -
24.	<i>Robinia hispida</i>	- 106 -
25.	<i>Robinia pseudoacacia</i>	- 108 -
26.	<i>Rubus</i>	- 110 -
27.	<i>Tilia</i>	- 112 -
5.	CONCLUSIÓNS	- 114 -
6.	REFERENCIAS	- 116 -

Índice de táboas:

Táboa 1	Taxonomía de <i>V. velutina</i>	- 11 -
Táboa 2.	Familias especie e número de individuos estudados.	- 47 -
Táboa 3.	Principais compostos volátiles orgánicos identificados nas mostras.....	- 54 -
Táboa 4.	Principais compostos volátiles de <i>A. hippocastanum</i>	- 61 -
Táboa 5.	Principais compostos volátiles de <i>A. altissima</i>	- 63 -
Táboa 6.	Principais compostos volátiles de <i>B. oleacea</i>	- 65 -
Táboa 7.	Principais compostos volátiles de <i>B. rapa</i>	- 67 -
Táboa 8.	Principais compostos volátiles de <i>B. davidii</i>	- 69 -

Táboa 9. Principais compostos volátiles de <i>Camellia</i> sp.	- 71 -
Táboa 10. Principais compostos volátiles de <i>Campanula</i>	- 73 -
Táboa 11. Principais compostos de <i>C. sativa</i>	- 75 -
Táboa 12. Principais compostos volátiles de <i>C. scoparius</i>	- 77 -
Táboa 13. Principais compostos volátiles de <i>C. multiflorus</i>	- 79 -
Táboa 14. Principais compostos volátiles de <i>E. vulgare</i>	- 81 -
Táboa 15. Principais compostos de <i>E. arborea</i>	- 83 -
Táboa 16. Principais compostos volátiles de <i>E. umbellata</i>	- 85 -
Táboa 17. Principais compostos volátiles de <i>F. vulgare</i>	- 87 -
Táboa 18. Principais compostos volátiles de <i>J. montana</i>	- 89 -
Táboa 19. Principais compostos volátiles de <i>L. maculatum</i>	- 91 -
Táboa 20. Principais compostos volátiles de <i>L. stoechas</i>	- 93 -
Táboa 21. Principais compostos volátiles de <i>L. vulgare</i>	- 95 -
Táboa 22. Principais compostos volátiles de <i>M. domestica</i>	- 97 -
Táboa 23. Principais compostos volátiles de <i>M. Suaveolens</i>	- 99 -
Táboa 24. Principais compostos volátiles de <i>P. sempervirens</i>	- 101 -
Táboa 25. Principais compostos volátiles de <i>P. coronarius</i>	- 103 -
Táboa 26. Principais compostos de <i>P. granatum</i>	- 105 -
Táboa 27. Principais compostos volátiles de <i>R. hispida</i>	- 107 -
Táboa 28. Principais compostos de <i>R. pseudoacacia</i>	- 109 -
Táboa 29. Principais compostos volátiles de <i>Rubus</i> sp.	- 111 -
Táboa 30. Principais compostos de <i>Tilia</i> sp.	- 113 -

Índice de Figuras:

Figura 1 Número de publicacións relacionadas con especies exóticas invasoras en Scopus, dende o ano 1980 ata o ano 2023. Fonte: Scopus, 2023.	- 9 -
Figura 2 Distribución de <i>V. crabro</i> , <i>V. orientalis</i> e <i>V. velutina</i> . Fonte: Rortais et al., 2008.	- 10 -
Figura 3 Distribución xeográfica de <i>V. velutina</i> segundo. Fonte: Perrard et al., 2014.	- 12 -

Figura 4 Conexión entre a Illa de Tsushima (Xapón) e Busán (Corea do Sur) como ruta de dispersión da especie <i>Vespa velutina</i> . Fonte: Ueno, 2014.	- 13 -
Figura 5 Progresión de la invasión de <i>V. velutina nigrithorax</i> en Francia de 2004 a 2010 Fonte: Villemant et al. 2011.....	- 14 -
Figura 6. Introducción de <i>Vespa velutina</i> en Galiza ata o ano 2017. Fonte: Rodríguez-Flores, 2019...-	16 -
Figura 7 Proceso de invasión en Europa. Fontes: (Rome - MNHN-INPN (2021).	- 17 -
Figura 8 Distribución de <i>V. velutina</i> en Galiza no ano 2022. Indicación de municipios con detección de niños de avespa velutina. Fonte: EIDO, 2022. Extraído de: https://www.eidolocal.gal/portada	- 18 -
Figura 9 Esquema das principais fases do proceso de invasión e vías de extinción de poboacións introducidas. Fonte: Sol, 2014.	- 19 -
Figura 10 Tipos de nenos de <i>V. velutina</i> (Esquerda: niño embrionario e dereita: niño secundario. Fonte: Laboratorio de Botánica, Facultade Ciencias de Ourense.	- 21 -
Figura 11. Evolución cronolóxica da detección de <i>Vespa velutina</i> en Francia , España e Portugal. Fonte: Balmori, 2015.....	- 23 -
Figura 12 Superposición das áreas actuais de ocupación de <i>Vespa velutina</i> na Península Ibérica cos mapas de temperatura (a, b, c) e precipitación (d, e, f): a) Temperatura media das mínimas de xaneiro . b) Número medio anual de días con xeadas . c) Número medio de días con xeadas en primavera. d) Precipitación media anual. e) Precipitación media do mes de xullo . f) Número medio anual de días con precipitación. Fonte: Balmori, 2015.	- 24 -
Figura 13. Mapa de consenso da probabilidade de aclimatación de <i>Vespa velutina</i> en todo o mundo en 2100. Os cores mostran a probabilidade de aclimatación que vai de 0= nula a 1 = moi probable. Pódese observar a forte tendencia de expansión das áreas favorables, especialmente no hemisferio norte Fonte: Villemant et al., 2021.....	- 25 -
Figura 14 Exemplares de <i>V. velutina</i> visitando distintas flores para colleitar o néctar. De esquerda a dereita está posada sobre : <i>Eleutherococcus</i> sp, <i>Canna generalis</i> , <i>Elaeagnus multiflora</i> , <i>Elsholtzia ciliate</i> , <i>Fagopyrum esculentum</i> , <i>Eriobotrya japónica</i> , <i>Camellia sasanqua</i> , <i>C. japónica</i> e <i>C sinensis</i> . Fonte: Ueno, 2015.....	- 28 -
Figura 15. <i>V. velutina</i> revoloteando diante das colmeas dun colmeir galego. Fonte: laboratorio de Botánica, Facultade de Ciencias de Ourense.	- 28 -

Figura 16. Avispón alimentándose dun rato de campo. Fonte: laboratorio de Botánica, facultade de Ciencias de Ourense.....	- 29 -
Figura 17. Avispóns de <i>V. velutina</i> diante dunha colmea de abellas melíferas. Fonte: laboratorio de Botánica, Facultade de Ciencias de Ourense.	- 35 -
Figura 18 Caracteres biolóxicos e impactos de <i>V. velutina nigrithorax</i> . Fonte: Rojas-Nossa, 2021.	- 38 -
Figura 19. <i>V. velutina</i> alimentándose de diferentes especies vexetais (Fonte: Laboratorio de Botánica, Facultade de Ciencias de Ourense).....	- 46 -
Figura 20. Especies vexetais seleccionadas para a extracción de compostos volátiles.....	- 48 -
Figura 21 Extracción de compostos volátiles das mostras mediante SPME.....	- 49 -
Figura 22. Diagrama xeral dun sistema MS/MS. Extraído de https://www.medigraphic.com/pdfs/actpedmex/apm-2009/apm095e.pdf	- 49 -
Figura 23. Cromatograma procedente da mestura de n-alcános (C7-C40)	- 50 -
Figura 24. Principais familias das especies de plantas visitas por <i>V. velutina</i>	- 52 -
Figura 25. COV mais frecuentes nas mostras.....	- 57 -
Figura 40. <i>Lamium maculatum</i>	- 90 -

1

INTRODUCCIÓN

1.1. COMPOSTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs) NAS PLANTAS

Os compostos orgánicos volátiles (COV) defínense como calquera composto orgánico con presións de vapor o suficientemente altas en condicións normais para ser vaporizados á atmosfera (Yuan et al., 2009). Moitos destes compostos son liberados polas plantas. Estes poden estar implicados nunha serie de funcións ecolóxicas, incluíndo a defensa indirecta das plantas contra os insectos, a atracción de polinizadores, a comunicación planta-planta, as interaccións planta-patóxeno, eliminación de especies reactivas do osíxeno, termotolerancia e outras adaptacións ao estrés ambiental. Os compostos orgánicos volátiles das plantas (COV) teñen un papel importante na adaptación das plantas ao medio e serven como infoquímicos nas interaccións multitróficas. Os factores do cambio climático global, como o aumento do dióxido de carbono atmosférico, o ozono e a temperatura, poderían alterar a forma en que os insectos perciben tales compostos (Yuan et al., 2009).

Os COV clasifícanse segundo a súa estrutura e orixe biosintética. As vías de síntese dos COV vexetais divídense xeralmente en tres categorías: 1) a vía de síntese tipo isopreno, que foi analizada e comprendida de forma intensiva. 2) Mecanismos e procesos de síntese de derivados de ácidos graxos representados por alcohois e aldehidos. 3) Vías sintéticas de compostos aromáticos (Liu et al., 2022). O número de produtos químicos volátiles identificados sintetizados por varias plantas supera os 1000 e é probable que medre a medida que se examinen máis plantas con novos métodos para detectar e analizar cantidades de volátiles que adoitan ser diminutas (Pichersky et al., 2006). Os volátiles vexetais cumpren múltiples funcións tanto nos órganos florais como vexetativos, e estes papeis non sempre están relacionados coa súa volatilidade. A maioría dos volátiles vexetais

están restrinxidos a liñaxes específicas e están implicados en interaccións ecolóxicas específicas de especies, o que leva á súa designación como metabolitos especializados ou secundarios (Pichersky et al., 2006). As melloras nas técnicas analíticas e nos métodos moleculares e bioquímicos fixeron dos volátiles vexetais un dos grupos de metabolitos secundarios das plantas mellor estudados. Algúns dos compostos máis estudados son os terpenoides volátiles.

O descubrimento recente de que os volátiles vexetais poden transmitir información específica de herbívoros que permite que os inimigos naturais identifiquen especies particulares de herbívoros demostrou que as interaccións entre plantas e insectos mediadas quimicamente son máis sofisticadas e complexas do que se apreciaba anteriormente. A alimentación dos insectos herbívoros induce ás plantas a liberar sinais químicos que serven como importantes sinais de alimentación para parasitoides e depredadores e, polo tanto, melloran a defensa das plantas. A síntese e liberación destes sinais químicos é un proceso fisiolóxico activo desencadeado por substancias na secreción oral dos herbívoros (De Moraes et al., 2001). Así por exemplo as femias da avésa parasita *Cotesia marginiventris* aprenden a aproveitar eses volátiles producidos polas plantas para localizar os hóspedes cando se expoñen a estes volátiles en asociación con hóspedes ou subprodutos do hóspede. Os terpenoides poden producirse como defensa contra os herbívoros pero tamén poden ter unha función secundaria para atraer aos inimigos naturais destes herbívoros (Turlings et al., 1990).

As especies invasoras e exóticas poden ameazar ó sector agopecuario, a economía, os bosques e o comercio dun país, así como os medios de vida dos agricultores e produtores de todo o país. Como estratexia de xestión nos sistemas agrícolas, a alelopatía pódese usar principalmente para controlar as malas herbas, resistir pragas e enfermidades e mellorar a

interacción da nutrición do solo e dos microorganismos (Xie et al., 2021). A alelopatía é un fenómeno ecolóxico no que os organismos interfíren entre si. Segundo o Primeiro Congreso de Alelopatía celebrado en Cádiz, España (IAS, 1996), a alelopatía enténdese como: “calquera proceso que involucre metabolitos secundarios (MS) producidos e liberados ó medio, por plantas, algas, bacterias e fungos, e que inflúe sobre o crecemento e desenvolvemento de sistemas biolóxicos” (IAS, 1996). Estas interaccións xorden debido a competencia de especies vexetais con xenotipos moi próximos polos recursos do hábitat (Margalef, 1980). Un simple MS pode influír sobre múltiples compoñentes dentro dun sistema ecolóxico, e pode ter efectos ao longo de diferentes escalas. Ademais, a enorme diversidade de MS, especialmente das plantas, e os posibles efectos interactivos entre eles multiplican os seus efectos ecolóxicos (Anaya, 2016).

Nunha primeira instancia para clasificar os MS, empregouse a catalogación de semioquímico para todos eses metabolitos que estaban involucrados nas relacións entre organismos (Law e Regnier 1971). Posteriormente, a terminoloxía mellorou e foi mudando en función de variables coma a ventaxa e desventaxa do produtor de MS ou a resposta conductual ou fisioloxía do receptor. Deste xeito, configurouse a seguinte terminoloxía en función dos estudos posteriores (Whittaker y Feeny, 1971; Nordlund e Lewis, 1976; Dicke e Sabelis, 1988):

Infoquímicos. Compostos que no contexto natural transmiten información nunha relación entre dous individuos, despertando no receptor unha resposta fisiolóxica ou condutual con carácter adaptativo para un dos organismos que interactúa ou para ambos. Os infoquímicos divídense en:

1. **Feromonas.** Infoquímicos que median unha relación entre organismos da mesma especie, onde o beneficio pode ser para o organismo produtor (+ /), para o receptor

(/ +) ou para ambos (+ +). O termo feromona foi introducido inicialmente por Karlson e Luscher (1959), os cales definiron as feromonas como "substancias escrutadas ao exterior dun individuo e recibidas por un segundo individuo da especie, no cal desencadean unha reacción específica, por exemplo un comportamento definido (como o papel que desempeñan as feromonas de alarma) ou un proceso de desenvolvemento (feromonas que regulan a distribución do niño)".

2. **Aleloquímicos.** Infoquímicos que median a relación entre dous individuos que pertencen a diferente especie, estes pola súa vez divídense en:

1. **Alomonas.** Aleloquímicos que son convenientes para a bioloxía dun organismo (organismo 1) e que, cando entran en contacto cun individuo doutra especie (organismo 2), despistan no receptor unha resposta conductual ou fisiolóxica que é favorable desde o punto de vista adaptativo para o organismo 1 (+ /).
2. **Kairomonas.** Aleloquímicos que son convenientes para a bioloxía dun organismo (organismo 1) e que, cando entran en contacto cun individuo doutra especie (organismo 2), despistan no receptor unha resposta conductual ou fisiolóxica que é favorable desde o punto de vista adaptativo para o organismo 2, pero non para o organismo 1 (/ +).
3. **Sinomonas.** Aleloquímicos que son convenientes para a bioloxía dun organismo (organismo 1) e que, cando entran en contacto cun individuo doutra especie (organismo 2), despistan no receptor unha resposta condutual ou fisiolóxica que é favorable desde o punto de vista adaptativo para ambos os organismos 1 e 2 (+/+).

Os COVs poden ser aleloquímicos volatilizados a partir das plantas que participan na comunicación de planta a planta como substancia de sinalización. Os aleloquímicos,

pódense atopar en calquera órgano da planta (follas, talos, flores, sementes, froitos e/ou raíces) e pódense liberar da planta produtora por diferentes vías: volatilización, lixiviación foliar, exsudacións radiculares e descomposición de residuos vexetais. O coñecemento dos mecanismos alelopáticos dos VOC vexetais pode proporcionar unha base teórica para as aplicacións de VOC. Esta sería unha medida máis económica, respectuosa co medio ambiente e eficaz para desenvolver métodos de control en diferentes sectores mediante o uso dos efectos alelopáticos dos produtos naturais vexetais (Xie et al., 2021).

1.2. IMPACTO DAS ESPECIES INVASORAS NA BIODIVERSIDADE.

As invasións biolóxicas ocasionadas por especies exóticas representan unha das principais causas da perda de biodiversidade (Shine et al., 2000). Estes episodios de invasión xeraron un fenómeno de homoxeneización biótica, no cal os ecosistemas invadidos tenden a presentar similitudes crecentes debido á repetición de especies exóticas en distintas rexións do mundo (Carvalho, 2009).

Segundo a definición da Unión Internacional para a Conservación da Natureza (IUCN), unha especie exótica invasora (EEI) é aquela que se establece nun ecosistema ou hábitat natural ou seminatural, actuando como axente de cambio e ameazando a diversidade biolóxica autóctona. En España, a Lei 42/2007, do patrimonio natural e da biodiversidade, recoñécelles ás especies invasoras como aquelas que se introducen ou establecen nun ecosistema ou hábitat natural ou seminatural e representan unha ameaza para a diversidade biolóxica nativa, xa sexa debido ao seu comportamento invasor ou ao risco de contaminación xenética.

Nos últimos anos, o número de invasións biolóxicas experimentou un incremento significativo, en parte como resultado da globalización no século XX (Richardson e Pyšek,

2007) e do crecemento dos intercambios internacionais (Hochberg e Gotelli, 2005). Ademais, o cambio climático alterou os rangos de distribución de moitas especies, o que facilita a introdución de especies exóticas invasoras (Hill et al., 2010). Aínda que non todas as invasións biolóxicas constitúen unha ameaza, só arredor do 1% delas xeran invasións permanentes (Williamson e Fitter, 1996). Porén, a influencia das actividades humanas aumenta esta porcentaxe, permitindo que especies con alta plasticidade comportamental e ecolóxica se despracen e se establezan en novos ecosistemas. As introducións accidentais de especies exóticas son comúns, como o ilustra o achado de aproximadamente 25 exemplares de *Vespa* spp en portos de Norteamérica durante un período de 8 anos (Smith-Pardo et al. 2020). Moitos insectos demostraron ter unha estreita asociación co transporte humano e unha baixa probabilidade de detección mediante os protocolos estándar utilizados nas fronteiras (Kenis et al. 2007; Work et al. 2005).

As especies invasoras a miúdo perturban a biodiversidade ao competir coas especies autóctonas por hábitats e recursos alimentarios, ou ao exercer unha presión depredadora significativa sobre as especies locais (Couto et al., 2014). Debido aos problemas ecolóxicos e económicos que xorden destas invasións, convertéronse nunha preocupación global (Park, 2004) (Pimentel et al., 2005). Isto reflíctese no aumento significativo das publicacións científicas relacionadas con especies exóticas invasoras, como se observa na Figura 1 na base de datos bibliográficos *Scopus*.

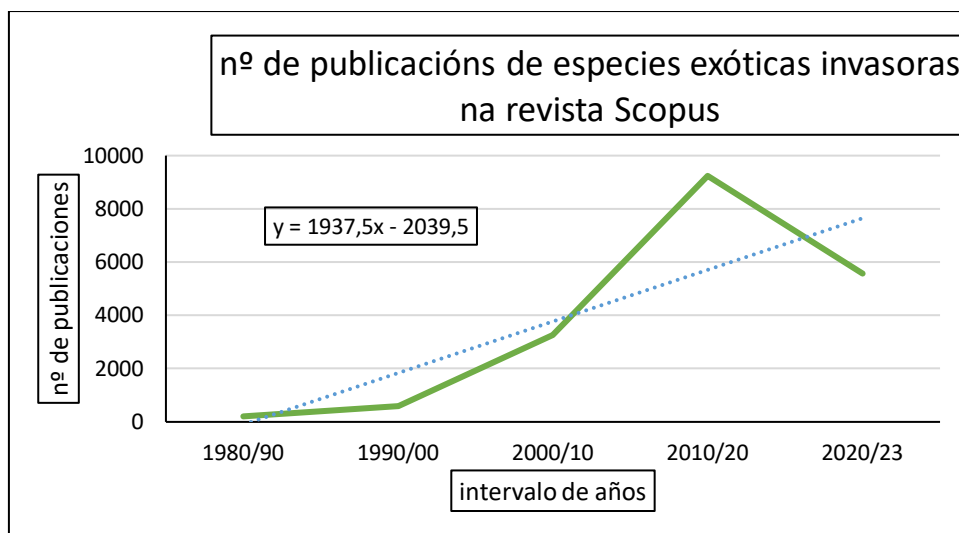


Figura 1 Número de publicacións relacionadas con especies exóticas invasoras en Scopus, dende o ano 1980 ata o ano 2023. Fonte: Scopus, 2023.

En España, o custo directo das medidas de xestión de especies invasoras durante a primeira década do século XXI xa se teñen estimado en arredor de 50.5 millóns de euros (Andreu et al. 2009).

1.3. INSECTOS SOCIAIS COMO INVASORES BIOLÓXICOS.

Os insectos con comportamentos sociais destacan como invasores biolóxicos sofisticados (Coto et al., 2014). Os himenópteros, en particular, parecen ben adaptados para a dispersión debido á súa capacidade de esconderse en bens humanos e a necesidade dunha soa reina fecundada para establecer unha nova poboación. Ademais, posúen unha excelente capacidade de dispersión, altas taxas de reprodución, unha ampla dieta, defensas eficaces contra depredadores e capacidades competitivas superiores. Isto aumenta a súa capacidade para establecerse, expandirse e ter un gran impacto nos ecosistemas nativos unha vez que chegan a unha nova rexión (Moller 1996). Estes insectos viven en colonias populosas organizadas de acordo con sistemas eficientes de asignación de tarefas, o que lles proporciona unha organización para explotaren os recursos alimenticios locais e competir con éxito coas especies locais (Moller, 1996).

Un reducido conxunto de especies pertencentes á familia *Vespidae* conseguiu establecerse con éxito en novas rexións xeográficas, clasificándose como Especies Exóticas Invasoras (EEI). Desencadeando unha serie de impactos de carácter ecolóxico, económico e social (Villemant et al., 2011). Dentro desta categoría de invasores atópanse as avespas do xénero *Vespa*: *Vespa* spp Linnaeus 1758 (*Vespidae*, *Hymenoptera*) forma un xénero monofilético que abrangue 22 especies distribuídas principalmente no continente asiático (Archer 2012). Unicamente dúas especies, *Vespa orientalis* Linnaeus 1771 e *Vespa crabro* Linnaeus 1758, teñen o seu hábitat natural fóra da rexión asiática, habitando en Europa e o norte de África (Rojas-Nossa et al., 2021). A última destas especies mencionada, *V. crabro*, constituía a única presente en Europa antes da chegada do avispon asiático, *Vespa velutina* Lepetelier, 1836 (Villemant et al., 2021) (Figura 2).

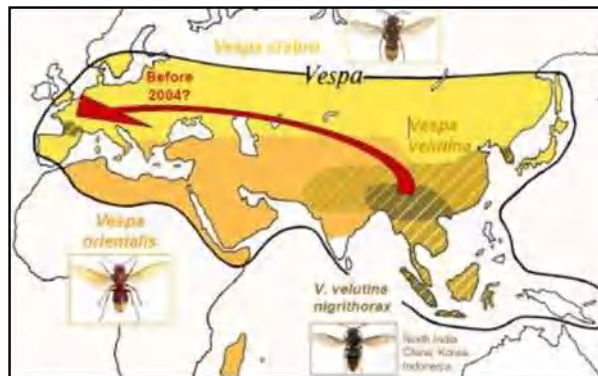


Figura 2 Distribución de *V. crabro*, *V. orientalis* e *V. velutina*. Fonte: Rortais et al., 2008.

1.4. AVESPA ASIÁTICA (*V. VELUTINA*) COMO ESPECIE EXÓTICA INVASORA (EEI).

A avespas asiática, denominada cientificamente *Vespa velutina*, é un exemplo claro dun himenóptero social con notables atributos biolóxicos, os cales contribúen a lograr o seu

éxito como colonizadora, xerando impactos adversos nos ecosistemas que invade. As súas características biolóxicas específicas (consultar apartado 1.3.2.) desempeñaron un papel fundamental na súa capacidade de establecerse con éxito na rexión occidental de Europa. No continente asiático, a subespecie *Vespa velutina nigrithorax* desenvólvese en climas que presentan similitudes cas que caracterizan a Europa (Lorenzo, 2022). Esta especie pertence á familia *Vespidae*, unha familia de avespas amplamente diversificada e estendida que abrangue máis de 5,000 especies, incluíndo a maioría das avespas eusociais, así como numerosas especies solitarias (Pickett e Carpenter, 2010).

Actualmente, a familia *Vespidae* clasifícase en seis subfamilias, con diferentes comportamentos sociais: *Euparaxiinae* (dez especies) e *Masarinae* (344 especies) son solitarias; *Eumeninae* (3,579 especies) presentan comportamento solitario e presocial; *Stenogastrinae* (58 especies) son facultativamente eusociais; e *Polistinae* (958 especies) e *Vespidae* (69 especies) son eusociais (Pickett e Carpenter, 2010).

V. velutina foi inicialmente descrita por Lepeletier, 1836, na illa de Java, Indonesia (Castro e Pagola-Carte, 2010). A clasificación taxonómica detallada de *V. velutina* preséntase na Táboa 1.

Táboa 1 Taxonomía de *V. velutina*.

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hymenoptera
Familia	Vespidae
Subfamilia	Vespidae
Genero	<i>Vespa</i>
Especie	<i>Vespa velutina</i> Lepetelie, 1836

1.4.1. DISTRIBUCIÓN E DISPERSIÓN DE *V. VELUTINA*.

Dentro do seu rango de distribución nativa, o avisón asiático maioritariamente aséntase en contornos forestais, aínda que cunha crecente expansión nas áreas urbanas e periurbanas (Nakamura e Sonthichai, 2004; Sheng e Xing, 2005). En climas subtropicais, a variedade *nigrithorax* tende a habitar principalmente en rexións montañosas (Van der Vecht, 1957). A distribución xeográfica da especie esténdese dende Afganistán ata o sur de China, incluíndo Taiwán, e dende a Península Indochina (Tailandia, Laos, Vietnam) ata Malaisia e o arquipélago de Indonesia (Abrol, 1994). Ademais, atópase no norte da India (Darjeeling, Sikkim), o leste de Nepal, Bután e China (Carpenter e Kojima, 1997; Rome et al., 2011; Villemant et al., 2011) (Figura 3).

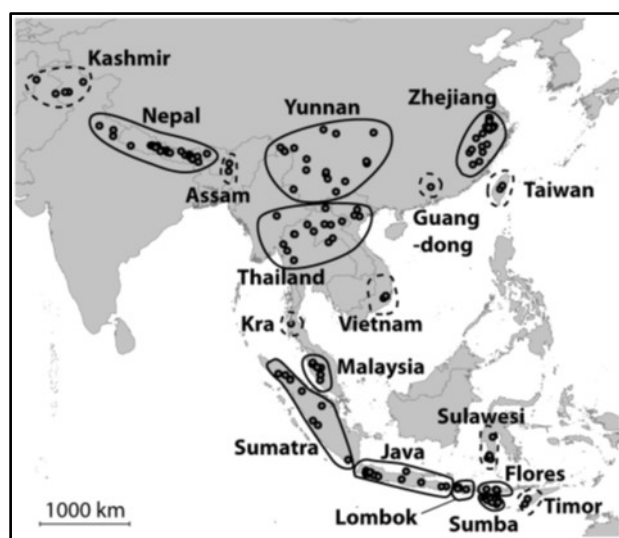


Figura 3 Distribución xeográfica de *V. velutina* segundo. Fonte: Perrard et al., 2014.

Nas últimas décadas, *V. velutina* experimentou unha dispersión alarmante nas rexións de Europa e Asia (Sandra et al., 2021). O seu rexistro como especie invasora remontase á súa aparición no sueste de Corea do Sur en 2003 (Kim et al., 2006; Choi et al., 2012). Ao longo do continente asiático, a variedade *nigrithorax* prosperou en climas comparables aos de Europa (Villemant et al. 2011). En 2013, a súa presenza foi rexistrada na illa xaponesa de Tsushima (Ueno, 2014; Ueno et al., 2015; Takasahshi y Sakai, 2014),

e posteriormente na rexión continental de Kyushu (Minoshima et al., 2015). Cabe mencionar que a poboación de *V. velutina* en Xapón provén da poboación invasora en Corea (Takeuchi et al., 2017) (Figura 4).

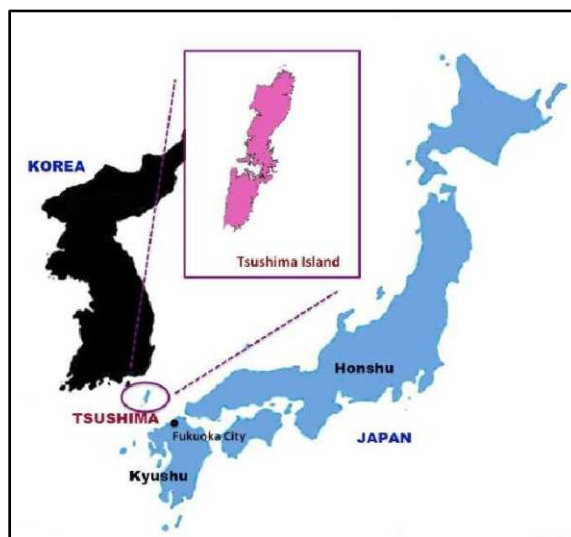


Figura 4 Conexión entre a Illa de Tsushima (Xapón) e Busán (Corea do Sur) como ruta de dispersión da especie *Vespa velutina*. Fonte: Ueno, 2014.

O avispón patiamarelo foi introducido en Francia no ano 2004, un evento que marcou a primeira invasión con éxito dun véspido exótico en Europa (Haxaire et al. 2006; Villemant et al. 2011). A súa primeira detección na rexión de Aquitania en 2005 marcou o inicio dunha rápida expansión que cubriu aproximadamente un terzo do suroeste de Francia (Villemant et al. 2011) (Figura 5).

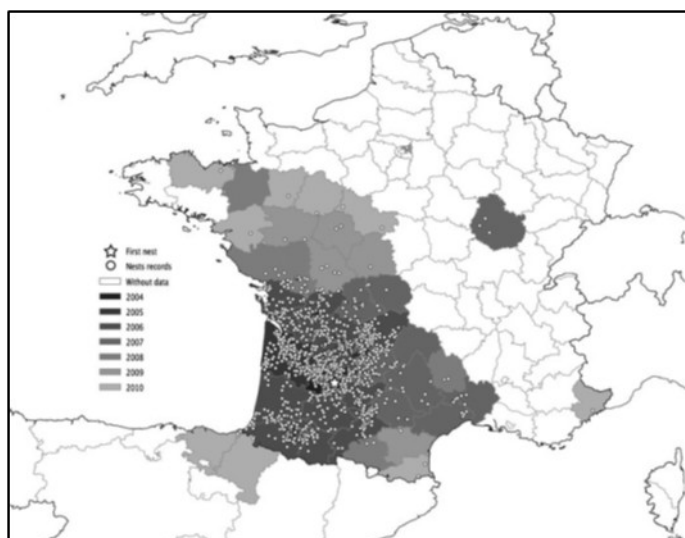


Figura 5 Progresión de la invasión de *V. velutina nigritorax* en Francia de 2004 a 2010 Fuente: Villemant et al. 2011.

É relevante destacar que, a diferenza de Francia, Corea alberga outras seis especies de *Vespa*, mentres que en Francia só se atopa unha especie autóctona, a *V. crabro* (Villemant et al. 2011). A orixe e a vía de introdución de *V. velutina* en Francia aínda presentan incertezas. Datos recompilados a nivel local suxiren que as reinas fundadoras, que hibernan durante o inverno, poderían ter chegado accidentalmente dende China antes de 2004, posiblemente a través do comercio de produtos hortícolas (Villemant et al. 2006). Evidencias xenéticas indican que as invasións en Corea e Francia ocorreron en eventos independentes e que as poboacións invasoras se orixinaron nas provincias de Zhejiang e Jiangsu, situadas ao sueste de China (Arca et al. 2015).

Coa súa chegada a Francia, *V. velutina* expandiu a súa presenza cara a outros países, incluíndo España (Castro e Pagola-Carte 2010; López et al. 2011), e a súa propagación foi máis veloz do anticipado polos modelos previos (Husemann et al. 2020). Os primeiros avistamentos de *V. velutina* na Península Ibérica datan do ano 2010, cando exemplares desta especie foron identificados no nordeste de España, especificamente nas comunidades de Navarra e o País Vasco (Castro e Pagola-Carte 2010; López et al. 2011; Goldarazena et al. 2015) (Figura 6). Posteriormente, en 2011, observáronse individuos cazando en

colmeares no norte de Portugal (Grosso-Silva e Maia 2012). En 2012, identificáronse dous niños na rexión costeira de Galiza, un ao norte no municipio de Burela (provincia de Lugo) e outro ao sur no municipio de Baiona (provincia de Pontevedra) (Rojas-Nossa, 2021). Ese mesmo ano, a especie foi detectada na comarca do Alto Ampurdán (provincia de Xerona), en Catalunya (Torrell 2013). Galicia presenta un clima diverso debido á súa situación xeográfica e a súa topografía. As condicións climáticas en Galicia, caracterizadas por invernos suaves e veráns frescos, xunto cunha baixa variabilidade térmica anual, poden ter propiciado a invasión de *Vespa velutina* na nosa rexión. As avespas poden desprazarse de maneira pasiva, sen intención ningunha, a través do transporte de mercadorías, como madeira, ladrillos, froitas, entre outros. Este fenómeno pode ter sido o factor clave que permitiu a chegada de raíñas fecundadas hibernantes a Galicia e Portugal, dando orixe a novos focos de invasión. É probábel que a introdución da especie ocorrese a través de dous focos distintos: primeiro nas localidades de Burela, Cervo e Viveiro na provincia de Lugo, e posteriormente nas Rías Baixas, especificamente en Vigo e Baiona (Figura 7). Esta dispersión de dúas poboacións separadas, posiblemente distintas, ao mesmo tempo, contribúe en parte á rápida expansión de *V. velutina* nesta rexión (Rodríguez-Flores, 2019).

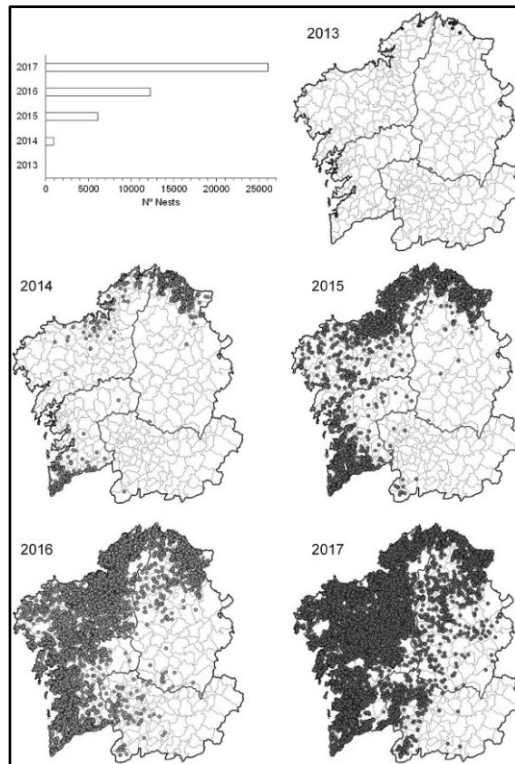


Figura 6. Introducción de *Vespa velutina* en Galicia ata o ano 2017. Fonte: Rodríguez-Flores, 2019.

Posteriormente, no ano 2014, confirmouse a presenza de *V. velutina* nas comunidades autónomas de Cantabria, Asturias, La Rioja e Castilla e León (Gobierno de España 2015; Rolea e Vello 2020). Na actualidade, a especie colonizou gran parte da rexión costeira do océano Atlántico en España e Portugal, así como a zona oriental do mar Mediterráneo en España, espallándose tamén cara ás rexións interiores da Península (Figura 6). Estudos realizados en Francia demostraron que tanto Francia como España, xunto coa maioría da Unión Europea e o norte de África, presentan condicións climáticas favorables para a colonización de *V. velutina* (Villemant et al., 2009). En particular, en rexións caracterizadas por altos niveis de humidade, temperaturas con cambios térmicos moderados e a presenza de cuncas hidrográficas, existe un risco elevado de propagación desta especie, como é o caso da zona norte de España (Rodríguez-Flores et al., 2019).

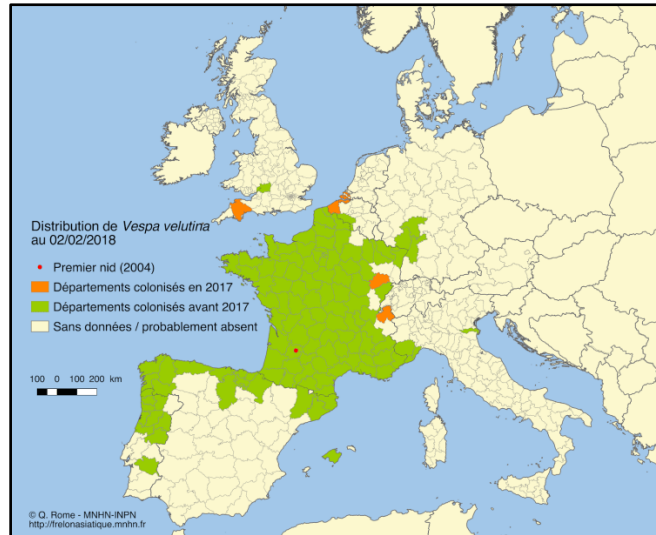


Figura 7 Proceso de invasión en Europa. Fuentes: (Rome - MNHN-INPN (2021).

A cor verde indica a presenza confirmada da especie. A cor branca indica as rexións nas que probablemente estea ausente ou nas que non constan datos. A cor laranxa corresponde coas rexións colonizadas en 2020. A cor laranxa claro representa rexións onde está erradicada ou onde non se estableceu. A cor verde claro en indica aquelas provincias de España onde a Xunta de Castilla e León (2021) e a Generalitat de Catalunya (2021) confirmaron a súa presenza e que foron anexadas ao mapa do MNHN-INPN. Finalmente o punto vermello indica o primeiro rexistro, en Europa, en 2004.

Na actualidade, *V. velutina* logrou unha sólida presenza en todas as provincias de Galiza, aínda que son as áreas costeiras as que experimentan os impactos máis significativos. En Galicia como en outras areas invadidas europas, o avispon prefere anñar nas ramas altas das grandes árbores, tanto en zonas urbanas e agrícolas como en zonas boscosas (Rome et al., 2009; Rome et al., 2015). Parece aproveitar os vales fluviais e as vías principais para dispersarse; por outra banda, parece evitar masas de coníferas puras.

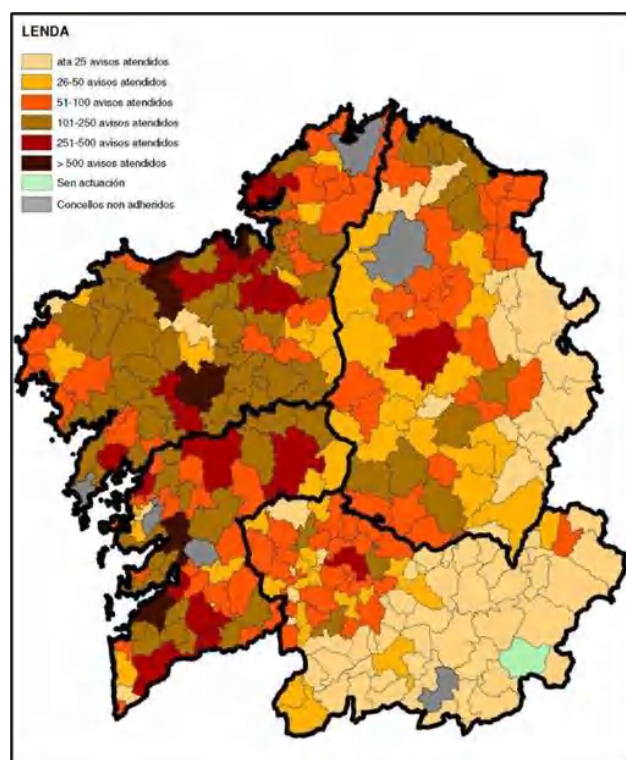


Figura 8 Distribución de *V. velutina* en Galiza no ano 2022. Indicación de municipios con detección de niños de avésa velutina. Fonte: EIDO, 2022. Extraído de: <https://www.eidocal.gal/portada>

1.4.2. CAPACIDADE INVASORA DE *V. VELUTINA*.

A capacidade dun organismo para expandirse con éxito nunha nova contorna depende en gran medida de atopar un nicho ecolóxico adecuado, en termos de condicións climáticas tolerables: recursos dispoñibles que non estean sendo monopolizados polas especies nativas e unha presión de inimigos como depredadores, parasitos e patóxenos que non sexa excesivamente intensa (Sol, 2014).

As estratexias reprodutivas das avésas eusociais ofrecen vantaxes significativas na colonización de novos territorios. En moitos casos, unha soa feminina fecundada pode establecer con éxito unha nova poboación (Villemant et al., 2011). Porén, para que unha especie introducida prospere nunha nova contorna, é esencial que os individuos sexan capaces de reproducirse a un ritmo superior ao da mortalidade, o que permite o aumento da poboación (Sol, 2014) (Figura 9).

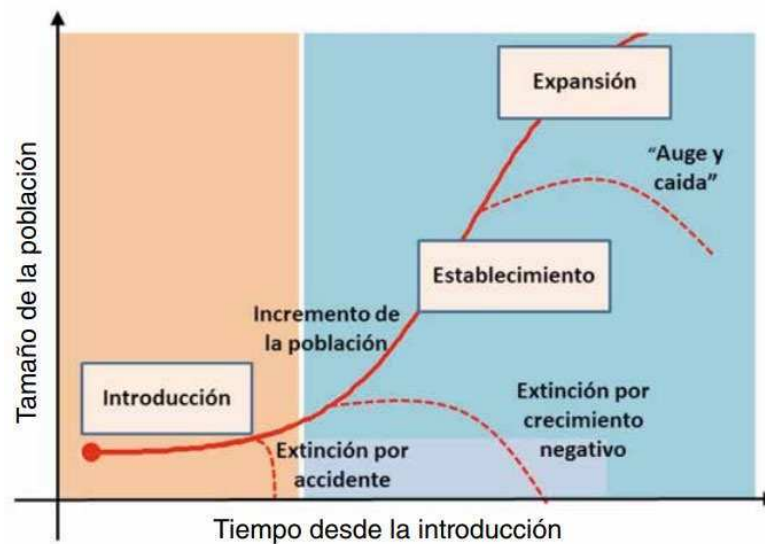


Figura 9 Esquema das principais fases do proceso de invasión e vías de extinción de poboacións introducidas. Fonte: Sol, 2014.

1.4.3. REPRODUCCIÓN DAS RAÍÑAS FUNDADORAS.

O éxito na expansión de *V. velutina* baséase na capacidade das reinas fundadoras para establecer novas colonias. A calidade destas reinas depende criticamente das condicións ambientais e a dispoñibilidade de alimentos durante as etapas larvarias e adultas (Archer 2010). Arredor do 60% das reinas logran con éxito crear colonias (Rojas-Nossa et al., 2021). Este éxito reprodutivo débese en gran medida á alta taxa de reprodución e a capacidade de iniciar colonias a partir dunha soa reina fecundada. *V. velutina* presenta un sistema poliándrico no que as reinas son fecundadas por múltiples machos e almacenan o esperma nunha estrutura chamada espermateca (Arca et al. 2015).

Esta característica confírelles vantaxes significativas a súa bioloxía reprodutiva:

1. **Fertilización continua:** A espermateca permite que a femia fertilice os seus ovos ao longo do tempo sen necesidade de aparearse novamente.
2. **Selección do esperma:** As femias teñen o control sobre cando e canto esperma utilizan para fertilizar os seus ovos, o que lles permite influír na descendencia e a diversidade xenética.

3. **Competencia espermática:** O esperma de diferentes machos pode competir para fertilizar os ovos da femia cando se almacena na espermateca.
4. **Eficiencia reprodutiva:** O almacenamento de esperma mellora a eficiencia reprodutiva ao permitir que a femia continúe pondo ovos fertilizados sen a necesidade constante de buscar parellas.

Isto é relevante xa que as raíñas fundadoras que chegan a novas áreas poden establecer colonias e poboacións con éxito, sen a necesidade da presenza constante doutros individuos.

Tamén destacan pola súa impresionante capacidade de voo e dispersión activa (Sauvard et al., 2018). As reinas fundadoras desta especie son capaces de percorrer distancias de ata 30 km por día en voo, mentres que as obreiras, que xeralmente voan a distancias menores a 2 km desde o nido, poden situarse e regresar ao nido incluso dende distancias de ata 5 km (Beggs et al., 2011; Poidatz et al., 2018b).

En canto á selección de parellas, os machos son atraídos por compostos químicos volátiles producidos polas raíñas fundadoras, así como polo seu tamaño e características fisiolóxicas (Wen et al. 2017; Cappa et al. 2019). Os machos mostran unha maior atracción cara ás fundadoras de maior tamaño e con reservas de graxa máis abundantes, o que indica que a súa elección se supera en características que suxiren unha maior capacidade reprodutiva das fundadoras.

Ademais, observouse unha alta endogamia na poboación invasora de Europa, o que levou á presenza de machos diploides e certa inconsistencia no comportamento exploratorio das raíñas (Darrouzet, 2015; Monceau et al. 2015). Sen embargo, malia a redución na diversidade xenética, isto non foi suficiente para limitar a súa capacidade reprodutiva e expansión.

1.4.3.1. ESTRUCTURA DOS NIÑOS.

As colonias de *Vespa velutina*, pola súa capacidade para construír estruturas de aniñadoiro que proporcionan soporte e protección. Estes niños son elementos dinámicos elaborados mediante a combinación de fibras vexetais con secrecións salivares e aceites, e presentan variacións notables tanto en tamaño como en situación (Archer, 2012).

A diversidade na construción e situación dos niños é unha característica clave de *V. velutina*. Estes niños poden clasificarse en dúas categorías principais: niños embrionarios (ou niños primarios) e niños secundarios (Rodríguez-Flores et al., 2019). Os niños embrionarios xeralmente atópanse en lugares protexidos, como colmeas valeiras, tellados, aleiros, ventás, galpóns ou mesmo gretas nas paredes (Rodríguez-Flores et al., 2019). Porén, cando as condicións ambientais se volven desfavorables ou o espazo resulta insuficiente para a crecente colonia, a especie exhibe unha notable adaptabilidade ao trasladarse a novos niños, denominados niños secundarios (Roma et al., 2015) (Figura 10). Este traslado pode ocorrer nunha proporción considerable de casos, chegando ata un 70% segundo Roma et al. (2015).



Figura 10 Tipos de nenos de *V. velutina* (Esquerda: niño embrionario e dereita: niño secundario. Fonte: Laboratorio de Botánica, Facultade Ciencias de Ourense.

A situación e o tamaño dos niños primarios e secundarios poden influír na visibilidade e a detección das colonias (Dieguez-Antón et al., 2022). Os niños primarios, que maioritariamente se sitúan sobre ou dentro de estruturas de orixe antrópica, como edificios, tenden a ser máis pequenos en comparación cos nenos secundarios, que se atopan principalmente en árbores (Franklin et al., 2017). Esta diferenza na situación dos nenos pode complica-los esforzos de detección, xa que os nenos secundarios a miúdo están ocultos por densos follaxes ou se sitúan nas copas das árbores, dificultando a súa observación a simple vista dende edificacións.

A construción e a situación dos niños en *V. velutina* reflicte a súa capacidade para adaptarse a diversos contornos e condicións cambiantes. Esta diversidade nas estratexias de nidificación presenta desafíos significativos para a detección e o control das poboacións desta especie invasora.

1.4.4. FACTORES CLIMÁTICOS.

Varios factores poden influír na velocidade de expansión desta especie. Segundo o estudo de Balmori en 2015, en Francia, a propagación desta avésa seguiu un patrón aproximado de círculos concéntricos (Figura 11), en gran parte debido á homoxeneidade das condicións climáticas na área colonizada. Porén, a expansión da especie na Península Ibérica nos últimos cinco anos foi notablemente diferente. Limitouse principalmente á rexión costeira do norte de España, incluíndo a cornixa cantábrica, o sur de Pontevedra, o norte de Portugal e, de maneira localizada, a costa catalán, a Garrotxa e o Valle de Arán. Confírmouse un único punto no interior peninsular, nunha área próxima a La Rioja (Figura 11).



Figura 11. Evolución cronolóxica da detección de *Vespa velutina* en Francia, España e Portugal. Fonte: Balmori, 2015.

Balmori (2015) levou a cabo un estudo superpondo catro zonas da Península cunha alta presenza da especie en 2011 (Figura 12) con mapas climatolóxicos de temperatura e precipitación, para ese mesmo ano. Estes mapas seleccionaron porque se consideraron limitantes nos procesos de modelización previamente publicados (Villemant et al., 2011; Barbet-Massin et al., 2013). A análise revelou que as áreas colonizadas caracterízanse por manter unha temperatura media en primavera de entre 12,5 e 15°C, unha temperatura media aproximada en inverno de 10°C, un máximo de 20-30 días con xeadas ao ano e entre 5 e 10 días con xeadas en primavera. Ademais, estas zonas tamén presentan unha precipitación media anual superior a 700 milímetros e unha precipitación media durante os meses de marzo e abril por riba dos 100 mm.

En resumo, a secuencia de expansión (Figura 11) e as características climáticas das áreas colonizadas (Figura 12) suxiren que *Vespa velutina* parece estar restrinxida en gran medida por factores climáticos. Esta especie parece adaptarse a rexións cunha alta precipitación e un rango específico de temperaturas, o que formula desafíos para a súa adaptación a condicións máis extremas en áreas como a Meseta ou as zonas mediterráneas da Península Ibérica (Balmori, 2015).

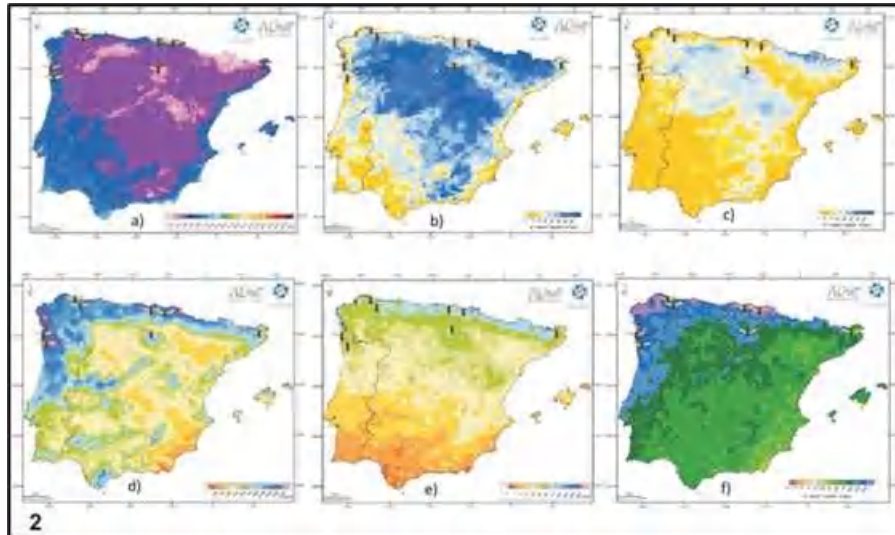


Figura 12 Superposición das áreas actuais de ocupación de *Vespa velutina* na Península Ibérica cos mapas de temperatura (a, b, c) e precipitación (d, e, f): a) Temperatura media das mínimas de xaneiro . b) Número medio anual de días con xeadas . c) Número medio de días con xeadas en primavera. d) Precipitación media anual. e) Precipitación media do mes de xullo . f) Número medio anual de días con precipitación. Fonte: Balmori, 2015.

O aumento da temperatura, un fenómeno comunmente asociado ao cambio climático, ten o potencial de xerar impactos negativos en diversas actividades das especies, na propagación de enfermidades e pragas, así como na crucial función da polinización das plantas e o comportamento dos polinizadores (López et al., 2011; Grosso-Silva & Maia, 2012; Monceau et al., 2014).

O cambio climático, coa súa intensificación constante, incrementa a capacidade de adaptación de especies como os avispóns asiáticos, o que pola súa vez favorece a súa expansión xeográfica (Barbet-Massin et al. 2013; Bessa et al. 2016).

Numerosos estudos empregaron modelos de idoneidade climática para avaliar o risco de invasión de *V. velutina* (Villemant et al. 2011; Barbet-Massin et al. 2013; Robinet et al. 2017). Estes modelos vinculan as distribucións das especies coas variables climáticas que coñecidamente inflúen nos seus nichos ecolóxicos a gran escala (Luoto et al. 2007). Os datos e modelos de nicho de (Villemant et al., 2021) foron posteriormente utilizados por (Barbet-Massin et al., 2013) para predicir como evolucionaría o rango de aclimatación potencial destas avespas ata o ano 2100, baixo 13 escenarios de cambio climático. Estas

proxeccións suxiren que as áreas máis adecuadas para a expansión de *Vespa velutina* en Europa ampliaranse cara a países veciños de Francia, as costas atlánticas e mediterráneas, así como as costas do mar Negro e Caspio. Tamén se prevé a súa expansión nas costas orientais e occidentais de América do Norte, así como nas costas do sur de Sudáfrica, Australia e Nova Zelandia (Barbet-Massin et al., 2013). Estas proxeccións apoian a idea de que o cambio climático está impulsando, polo menos en parte, a propagación de *Vespa velutina* en Europa (Figura 13).

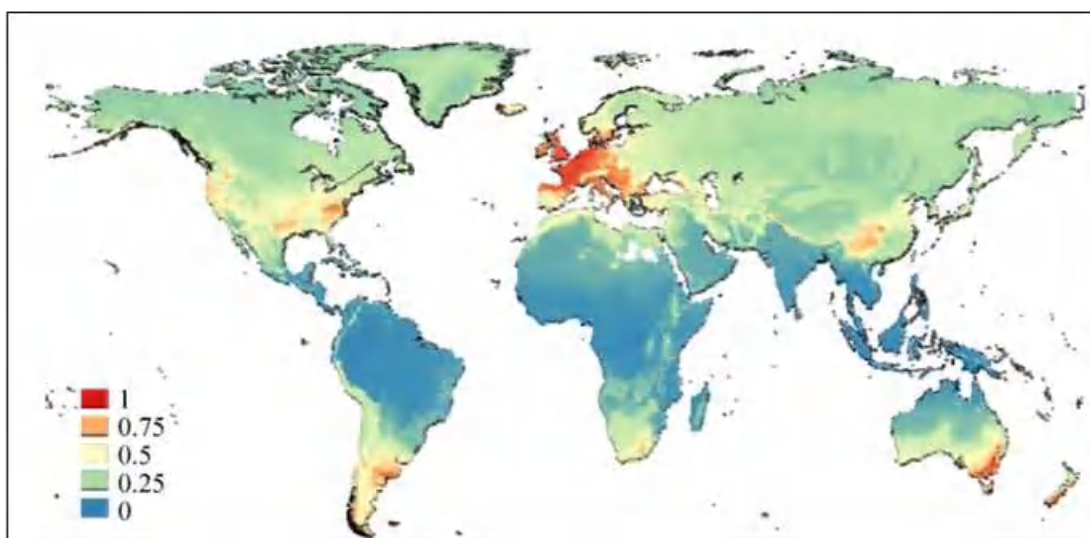


Figura 13. Mapa de consenso da probabilidade de aclimatación de *Vespa velutina* en todo o mundo en 2100. Os cores mostran a probabilidade de aclimatación que vai de 0= nula a 1 = moi probable. Pódese observar a forte tendencia de expansión das áreas favorables, especialmente no hemisferio norte. Fonte: *Villemant et al., 2021*.

1.4.5. INTERACCIÓNS CON PREDADORES.

As especies invasoras a miúdo experimentan un crecemento demográfico explosivo, en parte debido á falta de predadores efectivos nos seus novos contornos. No caso dos véspidos, este fenómeno vese acentuado pola protección física que brindan os seus niños, que en *V. velutina* son frecuentemente colocados na parte superior das árbores, dificultando o acceso a predadores capaces de chegar a esas alturas. Ademais, as femias desta especie están equipadas cun aguillón de aproximadamente 6 mm de lonxitude, o cal

lles permite inxectar un veneno composto por toxinas e outros elementos (Herrera et al., 2020). A pesar destas sólidas defensas, as longas e adultos de *V. velutina* non están exentos da depredación nas áreas invadidas (Monceau et al., 2014a).

Un dos predadores notábeis de *V. velutina* é o falcón abelleiro (*Pernis apivorus*), que desempeña un papel importante ao destruír parcialmente os niños desta avésa. O falcón abelleiro extrae panais con crías para alimentarse das larvas ou levalos ao seu niño para alimentar os seus cativos (Macià et al., 2019; Rebollo et al., 2019). Estas aves están especializadas en consumir avéspas e desenvolveron adaptacións que lles permiten protexerse das picaduras dos himenópteros, que constitúen máis do 75% da súa dieta (Gamauf, 1999).

A pesar de que o falcón abelleiro só coincide con *Vespa velutina* nas proximidades do seu neno e durante o período reprodutivo, xa que logo migra cara ao sur, a súa presenza considérase unha contribución valiosa ao control desta especie invasora (Rebollo et al., 2019). Porén, é importante destacar que se detectou bioacumulación de substancias tóxicas na sangue destas aves como resultado do seu consumo de avéspas venenosas (Macià et al., 2019).

A susceptibilidade á depredación é un factor ambiental crítico que inflúe no comportamento dos organismos e as súas decisións na busca de recursos. Aínda que os mecanismos de comunicación do perigo nas fontes de alimentación de *V. velutina* non están completamente comprendidos, o veneno que inxectan as femias, ademais da súa función defensiva, parece formar parte do mecanismo de resposta colectiva ás ameazas (Cheng et al., 2017).

1.4.6. ESTRATEXIAS ALIMENTICIAS.

Ademais da súa capacidade para colonizar novos hábitats, é fundamental considerar a natureza xeneralista de *V. velutina* como unha característica clave no seu éxito como especie invasora (Garrido et al., 2021). Esta xeneralidade ecolóxica é unha característica compartida por moitas especies exóticas, xa que as especies xeneralistas tenden a ser máis abundantes ao redor dos asentamentos humanos en comparación coas especies especialistas. Isto fai que estean máis dispoñibles para ser transportadas e introducidas en novas áreas. Ademais, as comunidades en ambientes influenciados pola actividade humana solen estar compostas principalmente por especies xeneralistas, o que diminúe a resistencia biótica nestes contos (Garrido et al., 2021).

En canto á súa dieta, *V. velutina* mostra un amplo rango de preferencias alimentarias. Estas avespas sociais colectan recursos alimenticios do seu contorno próximo, centrándose principalmente na obtención de carbohidratos e proteínas (Richter, 2000). Teñen unha forte dependencia dos hidratos de carbono, e frecuentemente recollen savia das árbores como o seu principal fonte deste nutriente (Matsuura e Yamane, 1990); (Muller et al., 2009; Rome et al., 2012). O néctar floral tamén constitúe unha fonte importante de carbohidratos para elas, aínda que a súa dependencia pode variar (Matsuura e Yamane, 1990) (Figura 14).



Figura 14 Exemplares de *V. velutina* visitando distintas flores para colleitar o néctar. De esquerda a dereita está posada sobre : *Eleutherococcus* sp, *Canna generalis*, *Elaeagnus multiflora*, *Elsholtzia ciliate*, *Fagopyrum esculentum*, *Eriobotrya japonica*, *Camellia sasanqua*, *C. japonica* e *C sinensis*. Fonte: Ueno, 2015.

Ademais da súa dieta baseada en carbohidratos, *Vespa velutina* é un depredador activo de diversas especies de artrópodos, incluíndo polinizadores importantes (Richter, 2000); (Ueno, 2015) (Figura 15). Estas avespas xeneralistas cazan unha ampla variedade de insectos para obter proteínas esenciais.



Figura 15. *V. velutina* revoloteando diante das colmeas dun colmear galego. Fonte: laboratorio de Botánica, Facultade de Ciencias de Ourense.

Tamén se pode comportar como carroñeiro, alimentándose de carne de cadáveres de vertebrados ou de peixes (Muller et al., 2009) (Figura 16).



Figura 16. Avispón alimentándose dun rato de campo. Fonte: laboratorio de Botánica, facultade de Ciencias de Ourense.

En resumo, a capacidade de *V. velutina* para colonizar novos contornos baséase na súa versatilidade alimentaria, a súa capacidade de caza e a súa adaptabilidade a diferentes condicións. Estas características contribúen ao seu éxito como especie invasora en diversas rexións, pero tamén formulan desafíos significativos en termos de conservación das especies locais, especialmente as poboacións de abellas.

1.4.7. PLASTICIDADE SOCIAL E COMUNICACIÓN QUÍMICA.

A plasticidade das respostas sociais en *V. velutina* permítelle afrontar desafíos bióticos e ambientais ao colonizar novos ecosistemas (Moller 1996). Ademais, a súa capacidade para aprender, memorizar e comunicarse desempeña un papel crucial no seu éxito. Posúen un sofisticado mecanismo de comunicación química cunha ampla gama de sinais olfactivas relacionadas con diversos aspectos do comportamento (Couto et al. 2016). Esta comunicación facilita a explotación de recursos efémeros, como cadáveres ou froitas maduras. Ademais, estes insectos exhiben respostas tanto a nivel individual como colectivo, funcionando de maneira coordinada como un súper organismo que realiza múltiples tarefas simultaneamente, o que promove a eficiencia nos seus diversos procesos (Tautz, 2008). As obreiras exhiben comportamentos cooperativos e unha división de tarefas

superada na idade, incluíndo o coidado da cría, o mantemento do neno, a defensa e a busca de recursos (Monceau et al., 2013; 2017).

O coñecemento sobre os sinais químicos nos insectos e o seu papel na comunicación social son de gran interese para a comunidade científica porque estes produtos químicos axudan a comprender as relacións entre os individuos e as tarefas. Ademais, os semioquímicos poden ser interesantes como método de control de especies de pragas. Neste sentido, cómpre citar a bibliografía relacionada coa súa comunicación química. É dicir, os que estudan o papel que teñen as feromonas no comportamento destes insectos sociais. Respecto a *V. velutina*, esta cuestión foi moi perseguida polos investigadores, xa que, se atopan o composto ou mestura de compostos axeitados, poderíase desenvolver un atraente específico como método de control desta praga.

Os compostos cuticulares e outros compostos químicos como as feromonas dos avispións distribúense por todo o corpo e as súas funcións están asociadas con moitos aspectos da organización das colonias (Richard e Hunt 2013). As sinais visuais e olfativas poden mediar varios tipos de recoñecemento social, como promover que o avispión localice as súas presas (Couto et al. 2017; Wang et al. 2014). Couto et al. (2017) describiron algúns destes compostos de CHC das antenas de *V. velutina* que poderían ser críticos para a selección de parentesco entre individuos da mesma colonia.

En xeral e seguindo a literatura establecida, este tipo de CHC en *V. velutina* solen ser alcanos de cadea longa, como o docosano, ou o heptacosano (Couto et al. 2017; Gévar et al. 2017; Wen et al. 2017; Pérez-de-Heredia et al. 2017). Porén, o estudo realizado por Rodríguez-Flores et al., (2021) en Galicia, describiu de forma máis específica algúns destes compostos químicos extraídos das cabezas de *V. velutina* e mostrou as diferenzas e similitudes cos de *V. crabro*. Estes compostos foron hidrocarburos cuticulares, pero tamén

carbohidratos, e ácidos graxos (9,12,15-oitadecatrienoico (ácido linolénico)) en *V. velutina* e ácido 9-oitadecenoico (Z)- (isómero do ácido oleico) en *V. crabro*. Algúns investigadores indicaron que as feromonas de recoñecemento máis importantes son os ácidos graxos, como o ácido oleico, o ácido hexadecanoico e o ácido oitadecanoico (Dani 2006), que se poden detectar ben por olfato/gustación.

É de destacar tamén que na área da cabeza nos himenópteros hai unha serie de glándulas conectadas á cavidade oral, que constitúen o sistema salival, formado polas glándulas salivares torácicas, a mandíbula e as glándulas hipofarínxeas (Rodríguez-Flores et al., 2021b). Monceau et al. (2014) suxería que as glándulas mandibulares poderían ser unha fonte potencial de feromonas sexuais en *V. velutina*. Cheng et al., (2017) avaliou a importancia das feromonas xa que son valiosos axentes de información e axudan a regular o comportamento das colonias destes insectos, como as das abellas melíferas e as avespas (Cheng et al., 2017). Créese que as feromonas de alarma poden desempeñar funcións dobres como activar a defensa do niño e así mesmo serven como advertencia para lles permitir aos colectores evitar perigos nos sitios. Aprender que especies usan feromonas de alarma e cales son os compostos clave nelas ofrecen máis información para comprender como este sinal importante que utilizan evolucionado. Aínda que o coñecemento que se ten sobre as feromonas de alarma en avespas e avispóns é moito máis limitado que nas abellas e outros insectos sociais como as formigas (Cheng et al., 2017).

Hai pouca información sobre o sistema de alarma química en *V. velutina*, con todo, demostrouse que usan o veneno das picaduras como feromonas de alarma; e que o veneno volátil que provoca a picadura é moi atractivo para as obreiras e desencadean varios ataques. Rodríguez-Flores et al., (2021), caracterizaron algúns destes alarmantes compostos tanto en individuos *in vivo* como extraídos das glándulas do aparello do

aguillón. Estes clasificáronse como hidrocarburos, cetonas, terpenos e ácidos graxos e ésteres de ácidos graxos. Deles, o aldehido nonanal apareceu en concentracións significativas, en individuos vivos.

En canto á defensa, sábese moi pouco dos sinais que ofrece *V. velutina* á hora de defender os seus niños. Na súa zona natal existe un equilibrio entre este avispón e a abella *A. cerana* cuxo comportamento defensivo está moi estudado. *A. cerana* desenvolveu un comportamento específico de axitación do abdome, chamado sinal de vexo, un sinal honesto que repele a *V. velutina* flotando na entrada da colmea. Se o avispón se achega demasiado á colonia de abellas, as abellas gardas forman unha bola de calor para cocer e asfixiar ao intruso ata morrer.

No caso de *V. velutina*, este comportamento defensivo foi descrito contra os humanos. *V. velutina* adoita causar lesións por mordeduras nas rexións do sur de Corea do Sur. Choi, (2021), mostrou como as avespas obreiras se defendían cando unha persoa se achegaba a menos de 3 m do niño, e a taxa de ataque é maior cando a persoa fai un gran movemento do brazo. Cando unha persoa se afasta despois de tocar un niño, o número de traballadores atacantes non diminúe significativamente ata alcanzar os 5 m, e menos da metade cando a persoa chega aos 10 m. Os traballadores poderían seguir atacando ata 300 m. O estudo tamén conclúe que é preferible escapar rapidamente polo menos 10 m para reducir as lesións e non parar, xa que se a persoa se agacha, o ataque non diminúe. Ademais, recomendan que cando as avespas atacan, as vítimas volteen a cara do niño, se protexan a cara coas mans e os brazos, inclínense cara adiante e fuxan rapidamente para minimizar as lesións.

No referente á busca de alimento, os depredadores usan sinais olfactivos, visuais e ás veces acústicos das presas para avaliar a información dos alimentos. *V. velutina* é capaz

de localizar presas (abellas) a través de sinais olfactivos ou visuais. Esta afirmación foi unha das conclusións ás que chegaron Wang et al., (2014), ao probar se os avispóns eran atraídos por un cebo simulado (cebo simulado de abella ou cebo simulado non de abella) tratado con extractos de CHC de abella e posteriormente comprobar se o os avispóns podían distinguir entre o cebo de abella simulado e un cebo simulado de bóla de algodón, ambos tratados con cheiros de abella. Os avispóns preferiron a primeira opción (con imaxes de abellas). Estes resultados indican claramente que unha combinación de sinais olfactivos e visuais axudan ao avispón a localizar as súas presas.

Como xa se mencionou anteriormente en varios apartados do traballo, *V. velutina* intervén nos procesos de polinización, ben visitando certos tipos de plantas, ou mesmo facendo garda para atrapar algunhas abellas que están pousadas sobre as flores. Existen estudos enfocados a investigar os diferentes tipos de compostos químicos que teñen as plantas que axudan a atraer diferentes polinizadores e como afectan ás avespas e ás abellas. Algunhas plantas incluso adoptan sistemas de mimetismo para atraer aos seus propios polinizadores ou aos seus depredadores para a polinización mediante feromonas de alarma. As feromonas poden ser un dos principais factores impulsores que afectan á coevolución nas interaccións planta-polinizador-depredador. Son poucos os estudos coñecidos que demostren esta comunicación e que inflúan na presenza de *V. velutina* nas plantas.

Non obstante, o estudo realizado por Zhang, (2018) que tenta estudar se o perfil volátil de *Elsholtzia rugulosa* atrae ao avispón asiático, identificou os compostos β -cariofileno e β -elemene, como atraentes das abellas melíferas. Esta planta desprende un forte olor polas altas concentracións que presenta, especialmente o β -cariofileno, que, ben actuando por separado ou combinado con β -elemene, resultan atractivos para as abellas (Zhang, 2018). Non obstante, o estudo descubriu que estes dous compostos só eran

efectivos para atraer polinizadores como *A. mellifera*, mentres que para *V. velutina* e outros himenópteros como os abesouros, non era especialmente atractivo.

1.4.8. PRINCIPAIS IMPACTOS DE *V. VELUTINA*.

V. velutina está incluída no Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (Real Decreto 630/2013, do 2 de agosto) e incorporouse á Lista de Especies Exóticas Invasoras Preocupantes para a Unión, baseándose no Regulamento Europeo no apartado de : Artrópodos non crustáceos (Regulamento UE 1143/2014). En canto á nosa comunidade, a Xunta de Galicia puxo en marcha, en colaboración coa Administración local, así como con representantes do sector apícola, o Programa de Seguimento e Control da Vespa Velutina en Galicia, no que tamén se implica a cidadanía en xeral. no ámbito da detección de individuos ou niños desta avespa.

1.4.8.1. IMPACTO NA BIODIVERSIDADE.

O declive dos polinizadores vese significativamente influenciado pola introdución de especies exóticas invasoras (Figura 17) Estas especies foráneas, como as avespas invasoras, exercen un impacto notable ao depredar de maneira intensiva sobre invertebrados, incluíndo as larvas de polinizadores. Este comportamento depredador pon en risco as especies presa que teñen poboacións vulnerables (Villemant et al., 2011). Un claro exemplo desta dinámica obsérvase en *V. velutina*. *V. velutina* caza insectos polinizadores nas flores, o que inclúe non só ás abellas da mesma, senón tamén a outras presas como abellas (Halictidae), dípteros (Syrphidae, Calliphoridae, Muscidae) e avispa (*Vespula* sp.), entre outros (Villemant et al. 2011; Kishi e Goka 2017; Rome et al. 2021). Estes eventos de depredación nas flores alteran a frecuencia das visitas florais e o

comportamento dos polinizadores, o que ten un impacto nos servizos de polinización das plantas nativas (Rojas-Nossa e Calviño-Cancela 2020).



Figura 17. Avispóns de *V. velutina* diante dunha colmea de abellas melíferas. Fonte: laboratorio de Botánica, Facultade de Ciencias de Ourense.

Unha das principais especies atractivas na dieta de esta avespa é a abella melífera. A introdución accidental ou directa de especies depredadoras de abellas convértese nun factor crucial na diminución da poboación de especies como *A. mellifera* (Monceau et al., 2013). Diversas especies pertencentes ao xénero *Vespa* cazan eficazmente as colonias de abellas da mesma e séntense atraídas polos olores emanados polas colmeas (Raveret 2000; Ken et al. 2005; Couto et al. 2014).

A abella melífera ofrece unha ampla variedade de recursos á humanidade. Estas abranguen dende asegurar un abastecemento fiable e diverso de sementes e froitas, ata preservar as poboacións de plantas silvestres que desempeñan un papel fundamental na biodiversidade e o funcionamento dos ecosistemas. Ademais, contribúen á produción de mel e outros produtos apícolas, así como a promover valores culturais profundamente arraigados en diversas sociedades. A polinización animal inflúe de maneira directa na produción e calidade de arredor do 75% dos cultivos de relevancia a nivel mundial. Isto

inclúe a maioría das froitas, sementes e froitos secos, así como varios cultivos de alto valor no mercado, como o café, o cacao e a colza. (Potts et al., 2016). Calcúlase que arredor do 5% ao 8% da produción global de cultivos se vería ameazada sen os beneficios da polinización. Isto comezaría a necesidade de realizar cambios nas axudas de custo humanas e unha expansión excesiva da superficie de terra destinada á agricultura para contrarrestar a caída na produción de cultivos en termos de cantidade (Potts et al., 2016).

O principal impacto das avespas sociais na produción humana refírese á apicultura. Os avispións como *V. velutina* son importantes depredadores das abellas; o seu impacto sobre as colonias de abellas melíferas está ben establecido na área de distribución nativa (Abrol, 2006) e podería amplificarse nas áreas invadidas. A invasión de *V. velutina*, afecta indirectamente á produción de mel. A depredación nas colmeas desencadea bioquímicos que resultan nun aumento do estrés oxidativo, o cal se relaciona frecuentemente con efectos negativos na saúde das abellas da mesma europeas (Leza et al. 2019). A persistencia destes ataques paraliza a recolección de néctar e pole, reducindo os recursos dispoñibles e ameazando a supervivencia das colonias, o que repercute significativamente no sector apícola (Requier et al. 2019; Laurino et al. 2020). É evidente que a diminución das poboacións de abellas debido á depredación de *V. velutina* e o estrés resultante nas colmeas, provoca un impacto ecolóxico indirecto nos procesos de polinización das plantas, aínda que cuantificar o dito impacto resulta ser un desafío (Monceau, Maher, et al., 2013) (Monceau, Arca, et al., 2013). Este impacto podería ser máis intenso nas zonas invadidas (Tan et al., 2007), triplicando as taxas finais de éxito.

En Galiza a defensa nos colmeares aínda non é visible, con todo recentes estudos suxiren que as colmeas fortes son máis resistentes e sobreviven aos ataques desta especie

(Dieguez-Antón et al., 2022). Agardase que co tempo *A. mellifera* sexa capaz de ter estratexias de defensa contra *V. velutina*.

1.4.8.2. *IMPACTOS SOCIAIS.*

As invasións por véspidos non só xeran un significativo aumento no gasto público, senón que tamén aumentan o risco de picaduras para as persoas, o que formula problemas de saúde pública (Ciron et al. 2015; Barbet-Massin et al. 2020, Figura 18). O veneno de *Vespa velutina* componse dunha complexa mestura de péptidos de baixo peso molecular, proteínas de alto peso molecular e outros compoñentes que actúan como encimas, toxinas e alérxenos (Herrera et al. 2020).

Outros sectores que sofren os efectos directos ou indirectos de *Vespa velutina* son o sector froitícola e forestal. Ademais dos prexuízos nos servizos de polinización, como se mencionou previamente na sección 1.3.4.1, observouse que *V. velutina* se alimenta de froitas, o que causaron danos considerables en certos cultivos de uva, mazá e ameixas, aínda que a frecuencia e as consecuencias económicas destes danos aínda non se cuantificaron (Rojas-Nossa et al., 2021).

1.4.8.3. *OUTROS ASPECTOS NEGATIVOS DA INVASIÓN DE V. VELUTINA.*

COMPETENCIA.

Ademais dos seus efectos directos nos polinizadores e os impactos indirectos nas plantas, as especies nativas enfróntanse aos impactos das invasións a través de diversos procesos, como a transmisión de patóxenos, a contaminación xenética por hibridación, a interacción con inimigos naturais compartidos e a competencia por recursos (Kenis et al. 2009).

V. velutina consume néctar dunha variedade de especies de plantas, especialmente aquelas con flores de coroas curtas ou pouco tubulares, que lle permiten acceder ao néctar coa súa lingua curta (Monceau et al. 2014a; Ueno 2015). O consumo de néctar por unha poboación invasora de nectarívoros pode levar ao desprazamento das especies nativas debido á competencia (Montero-Castaño et al. 2018). A redución da fauna de insectos nativos, de maneira indirecta, facilita o establecemento e a propagación doutras especies invasoras, xerando cambios no ecosistema a nivel xeral (Beggs et al. 2011) (Figura 18).

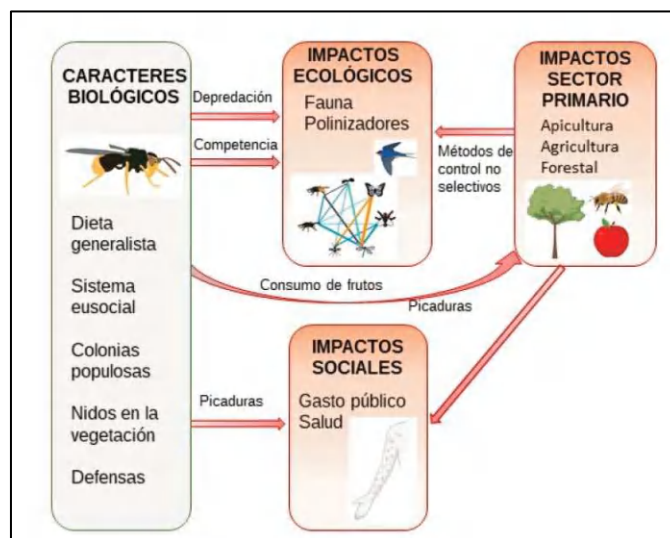


Figura 18 Caracteres biolóxicos e impactos de *V. velutina nigrithorax*. Fonte: Rojas-Nossa, 2021.

A competencia por explotación de recursos é un proceso particularmente importante entre especies filoxenética e taxonómicamente próximas, xa que tenden a usar recursos similares (Kenis et al. 2009). Aínda se descoñecen os efectos da invasión para as poboacións do avispon nativo en Europa, pero as raínas de *V. velutina* presentan un maior nivel de actividade, comportamentos exploratorios e de ousadía en comparación coas raínas de *V. crabro*, favorecendo a súa adaptación e converténdoa nunha forte competidora por sitios de anidación (Monceau et al. 2015). Ademais, a competencia por recursos entre as dúas especies é alta debido a que as presas cazadas como fonte de proteína son moi similares (Cini et al. 2018).

PARASITISMO.

Nas poboacións invasoras de *V. velutina* en Europa e Corea, documentouse unha diversidade significativa de virus e bacterias (Kim et al. 2018; Dalmon et al. 2019). Aínda que aínda non se investigou o impacto dos parasitos transportados por *V. velutina* nas especies nativas, é importante destacar que estes parasitos forman comunidades extremadamente dinámicas que varían tanto coa casta como coa idade dos individuos (Cini et al. 2020).

Actualmente, os virus das abellas son unha das ameazas para as poboacións de abellas melíferas. O aumento das especies invasoras de véspidos provoca un impacto negativo nas colonias de abellas melíferas, debilitándoas e facéndoas máis vulnerables á presenza de patóxenos. Este taxon contén varias das especies de véspidos invasoras máis estendidas en todo o mundo. Este é o caso da *V. velutina*. A presenza de estes virus podería representar un risco emerxente na transmisión de patóxenos, debilitando as estratexias de defensa das especies autóctonas. A recollida desta información é necesaria para promover a investigación.

2. XUSTIFICACIÓN E OBJECTIVOS

As especies introducidas vólvense invasoras cando se espallan por grandes áreas, producindo impactos negativos para a biodiversidade, as actividades humanas e o benestar (Simberloff et al. 2013; Bellard et al. 2016). “Para reducir estas ameazas, é necesario desenvolver unha estratexia de xestión co obxectivo de conter espacialmente a especie ou reducir a abundancia da poboación a un nivel onde os impactos sexan limitados” (Bertolino et al. 2016).

A expansión da *V. velutina*, supón retos críticos para a preservación da biodiversidade e o benestar dos ecosistemas. Entre os aspectos máis preocupantes destaca a súa potencial capacidade para interferir nas delicadas interaccións entre plantas e insectos polinizadores, un compoñente esencial dos sistemas naturais que sustentan a vida no noso planeta. A perturbación destes procesos de polinización xera unha lexítima preocupación polas súas posibles repercusións nos servizos dos ecosistemas de polinización, que, á súa vez, repercuten directamente nas especies autóctonas que dependen da polinización para a súa reprodución e a produción de sementes e froitos (Traveset & Richardson, 2006). Esta preocupación non é en balde, xa que esta especie non só xera importantes impactos sobre o medio, senón que tamén inflúe en aspectos económicos e sociais.

A problemática que representa a *V. velutina* nos nosos ecosistemas, coa súa repercusión en múltiples niveis da sociedade, fai que o control desta especie se faga non só necesario, senón imprescindible para mitigar os efectos negativos que exerce. Ata o de agora, a estratexia de control de pragas predominante consistiu no uso de praguicidas convencionais, produtos químicos que se diferencian dos que se atopan na natureza e conlevan importantes riscos ambientais. Os métodos de control químico, aínda que efectivos, supoñen retos polos múltiples impactos negativos que conlevan, tanto para o medio ambiente como para a fauna local. A procura de alternativas que xeren menos efectos adversos converteuse nun obxectivo importante. Un exemplo é o uso do piretro, un

composto natural presente nalgunhas plantas, que podería usarse como biocida para destruír os niños de *V. velutina* (Turchi & Derijard, 2018). Por iso, o desenvolvemento de alternativas ecolóxicas converteuse nunha prioridade na nosa sociedade.

Diversos estudos centraron a súa atención no manexo de pragas mediante o uso metodolóxicas máis sostibles e respectuosas co medio ambiente (Bartolomé et al. 2020; Dalmon et al. 2020). al. 2019; Marzoli et al., 2021; Yang et al. 2019). A algunhas investigacións céntranse no posible uso de semioquímicos, como feromonas e outros compostos químicos como os volátiles das plantas con funcións aleloquímicas, como opción para controlar esta praga (Couto et al. 2014; Monceau et al. 2014; Wen et al. 2017; Rodríguez-Flores et al., 2021a;b).

O estudo cualitativo de cuantitativo dos COV vexetais é un tema candente no campo da ciencia vexetal. Os patróns de efectos sinérxicos e/ou antagónicos dos factores bióticos e abióticos que afectan xuntos á liberación de COV vexetais dunha soa especie, varias especies ou comunidades e varios ecosistemas deben ser investigados e explorados en profundidade. A aplicación de COV vexetais aínda está na súa infancia.

V. velutina é unha especie social de avispón que se comunica mediante semioquímicos. Este compostos, e outros compoñentes químicos distribuídos polo corpo dos avispóns, desempeñan múltiples funcións relacionadas coa organización das colonias (Richard e Hunt 2013). Observouse que as indicacións visuais e olfactivas poden influír en varios aspectos do recoñecemento social, como a localización das presas pola avésa *V. velutina* (Couto et al. 2017; Wang et al. 2014). Destácase a importancia das feromonas como valiosos axentes de información que regulan o comportamento das colonias destes insectos, incluídas as abellas melíferas e outras avésas (Cheng et al., 2017).

A maioría dos procesos biolóxicos desta especie están regulados mediante semioquímicos. Este é o caso da alimentación ou a busca de alimento en *V. Velutina*. *V. velutina* constrúe os seus niños en función dos recursos que lle ofrece o medio. A flora do entorno do niño son os principais lugares na que este especie atopa alimento. As larvas de esta especie precisan de grandes cantidades de proteína a o seu desenvolvemento. Os adultos en paralelo tamén se alimentan dunha dieta rica en hidratos de carbono que se atopan en líquidos azucrados como o néctar de plantas. Isto proporciónalles a enerxía necesaria para realizar voos longos e buscar presas. A atracción destes recursos está relacionada co recoñecemento de sinais de cheiros que se poden recoñecer a longa distancia. A maioría dos estudos centrados na alimentación desta avespa están centrados no estudo da dieta proteica provinte das especies de insectos. Con todo a información sobre as especies de plantas coas que interactúa *V. velutina*, é escasa.

Diversos métodos empregados para reducir as poboacións de *V. velutina* e controlar os seus efectos exercen unha presión adicional sobre a biodiversidade. O uso de trampas con cebos a base de hidratos de carbono fermentados xerou controversia debido a que atrapan unha cantidade desproporcionada de insectos nativos en comparación con *V. velutina*, independentemente do tipo de trampa, cebo, época ou rexión. Ademais, estas trampas non son eficaces para reducir a cantidade de niños nas áreas tratadas (Beggs, 2011; Goldarazena et al. 2015; Monceau e Thiéry 2017; Laurino et al. 2020). É importante destacar que os insectos capturados nestas trampas son maiormente diferentes dos que o avispon consume, o que significa que o uso das trampas estudadas ata o momento exerce unha presión adicional en comparación coa presión natural de *V. velutina* (Rojas-Nossa et al. 2018) (Figura 18).

Neste contexto, este Traballo Fin de Grao centrouse na descrición de compostos volátiles de 28 plantas nas que foron rexistradas estes individuos de *V. velutina* en

diferentes puntos de Galicia, co propósito de identificar compostos olfactivos útiles para o desenvolvemento de cebos selectivos. Deste xeito descríbense os seguintes obxectivos:

1. Rexistrar de algunhas das plantas visitadas por *V. velutina* para recoller néctar ou outros recursos en Galicia. Isto axudaría a comprender as preferencias dietéticas da especie e a súa importancia no seu ciclo vital.
2. Coleccionar os Compostos Volátiles Orgánicos (COV) destas especies de plantas *In vivo* mediante a SPME/GC-MS.
3. Identificar e describir os principais COV para cada unha das especies de plantas colleitadas.

Desta xeito, sería interesante, que estudos posteriores se centrasen en:

- 1) Avaliar se a preferencia por certas plantas varía ao longo do ano ou durante diferentes etapas do ciclo de vida de *V. velutina*. Isto pode proporcionar información valiosa sobre a dispoñibilidade de recursos en diferentes momentos.
- 2) Explorar se os compostos volátiles identificados teñen potencial para desenvolver cebos selectivos que axuden no control de *V. velutina* sen afectar negativamente a outras especies nativas.

3.METODOLOGÍA

3.1.1. SELECCIÓN DE PLANTAS E TOMA DE MOSTRAS

Para a primeira parte do estudo seleccionáronse especies vexetais coñecidas por ser visitadas por *V. velutina* en Galicia (Figura 19). Estas observacións foron realizadas polo laboratorio de Botánica da Facultade de Ciencias de Ourense. As especies vexetais analizadas foron rexistradas dende o 25/10/2020 ata o 29/10/2021.

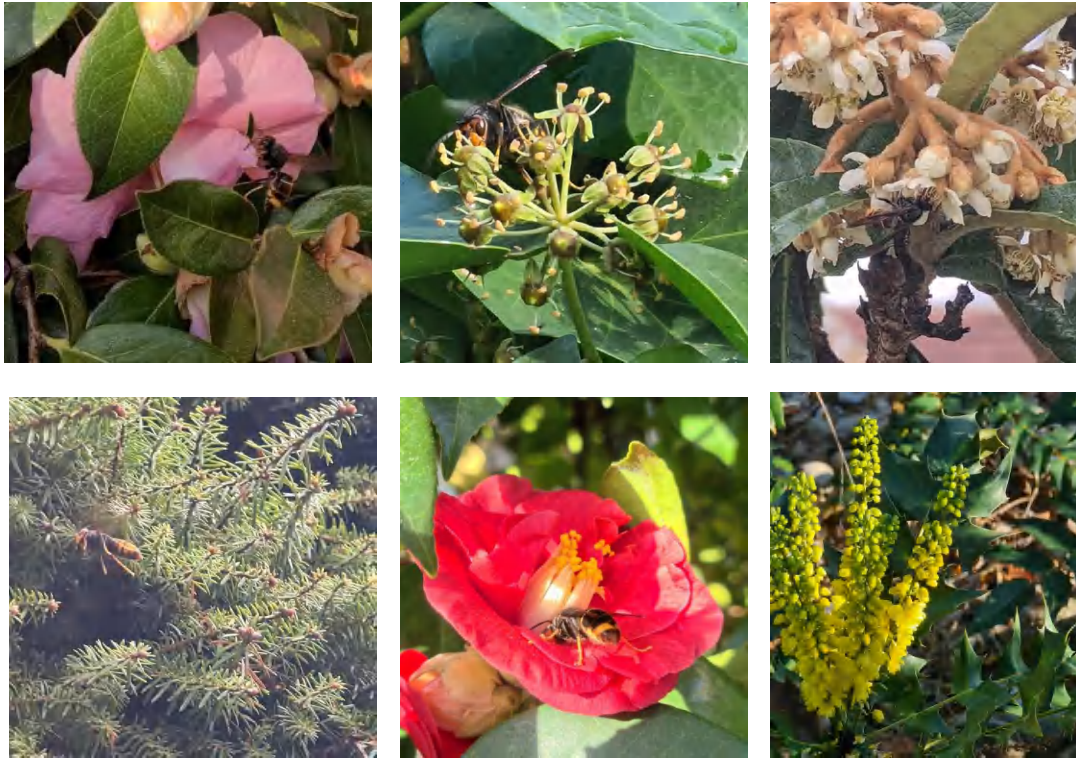


Figura 19. V. velutina alimentándose de diferentes especies vexetais (Fonte: Laboratorio de Botánica, Facultade de Ciencias de Ourense).

Neste traballo rexistráronse e analizáronse un total de 28 plantas diferentes (Táboa2). As plantas analizáronse ao longo de todo un ano dende 2020 ata 2021.

Táboa 2. Familias especie e número de individuos estudados.

Familia	Especie
Hippocastanaceae	<i>Aesculus hippocastanum</i>
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i>
Brassicaceae	<i>Brassica oleraceae</i>
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i>
Scrophulariaceae	<i>Buddleja davidii</i>
Theaceae	<i>Camelia</i>
Campanulaceae	<i>Campanula</i>
Fagaceae	<i>Castanea</i>
Fabaceae	<i>Cytisus scoparius</i>
Fabaceae	<i>Cytisus multiflorus</i>
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>
Ericaceae	<i>Erica arborea</i>
Ericaceae	<i>Erica umbellata</i>
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i>
Campanulaceae	<i>Jasione montana</i>
Lamiaceae	<i>Lamium maculatum</i>
Lamiaceae	<i>Lanvandula stoechas</i>
Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare</i>
Rosaceae	<i>Malus domestica</i>
Lamiaceae	<i>Mentha suaveolens</i>
Boraginaceae	<i>Pentaglottis sempervirens</i>
Hydrangeaceae	<i>Philadelphus coronarius</i>
Punicaceae	<i>Punica granatum</i>
Fabaceae	<i>Robinia hispida</i>
Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Malvaceae	<i>Rubus</i>
Malvaceae	<i>Tilia</i>

3.1.2. EXTRACCIÓN DE COMPOSTOS VOLÁTILES.

A continuación, preparáronse as plantas para a súa análise (Figura 20). Recollendo as flores ou partes que despertaron o interese de *V. velutina*.



Figura 20. Especies vexetais seleccionadas para a extracción de compostos volátiles.

Disolveuse unha cantidade de 2 g de mostra cunha solución de cloruro sódico ao 30 % nunha botella de 50 mL (1:2). A solución axitase continuamente mentres se quentaba a 50 °C.

Os compostos volátiles foron extraídos por microextracción en fase sólida (SPME). A microextracción en fase sólida (SPME) supera as deficiencias das técnicas tradicionais de pretratamento de mostras, a integración de mostraxe, extracción, concentración e inxección reduce moito o volume e o custo da mostra, acelerando así a análise e detección. Os VOC vexetais son moi activos e extremadamente inestables despois de ser liberados das plantas. É susceptible de reacción e descomposición despois duns minutos ou horas. SPME pode conseguir a recollida de COV inestables mediante a absorción de fibras recubertas.

Neste traballo de TFG, empregouse unha fibra recuberta cunha película de 65 μm de polidimetilsiloxano/divinilbenceno (PDMS/DVB) (Supelco SPME fiber 57326U, Darmstadt, Germany).



Figura 21 Extracción de compostos volátiles das mostras mediante SPME.

3.1.3. ANÁLISE POR ESPECTROMETRÍA DE MASAS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES GC-MS/MS.

A fibra SPME foi exposta á fase de vapor do frasco durante 60 min con axitación para a captura de volátiles. A fibra foi retraída e transferida ao inxector de cromatógrafo de gases (GC) en modo splitless durante 5 minutos onde se desorbían os compostos volátiles. Utilizouse a cromatografía de gases (GC) para separar os volátiles. Para a detección e cuantificación de compostos volátiles utilizouse o espectrómetro de masas en tándem (MS/MS) (Figura 22).

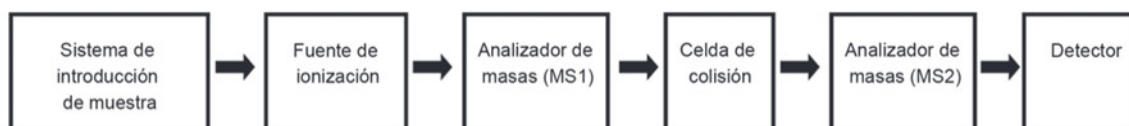


Figura 22. Diagrama xeral dun sistema MS/MS. Extraído de <https://www.medigraphic.com/pdfs/actpedmex/apm-2009/apm095e.pdf>.

A separación dos compostos realizouse por GC-MS cunha columna capilar ZB-5MSi (30 m x 0,25 mm de espesor de 0,25 μm ; Zebron. Phenomenex, Torrance, EUA). A temperatura interna programouse de 40 $^{\circ}\text{C}$ a 170 $^{\circ}\text{C}$ (3 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$), de 170 $^{\circ}\text{C}$ a 290 $^{\circ}\text{C}$ (25 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$),

mantendo a 290 °C durante 15 min. Utilizouse helio como gas portador a unha velocidade constante de 1 mL/min. O espectro de masas obtívose cunha enerxía de ionización de 70 eV. A liña de transferencia e a temperatura da fonte de ionización foron de 250 °C e 230 °C, respectivamente.

A adquisición de datos realizouse mediante o software Xcalibur.ink. A identificación dos compostos asignouse mediante a comparación dos seus tempos de retención e os espectros GC-MS dunha base de datos MS comercial (biblioteca de espectros de masas NIST 2011). A cuantificación dos compostos identificados realizouse a partir do método estándar interno. Calculáronse os índices de retención lineal (LRI) para cada compoñente detectado. Isto permitiunos confirmar a identificación de cada composto. Para o cálculo dos índices LRI utilizouse unha mestura de *n*-alcanos (C7-C40) (Figura 23) (Sulpeco, Bellefonte, PA, EUA) disoltos en hexano. Os valores das áreas relativas (porcentaxe de volátiles totais) obtivéronse directamente do cromatograma de corrente iónica total (Total Ion Chromatogram, TIC).

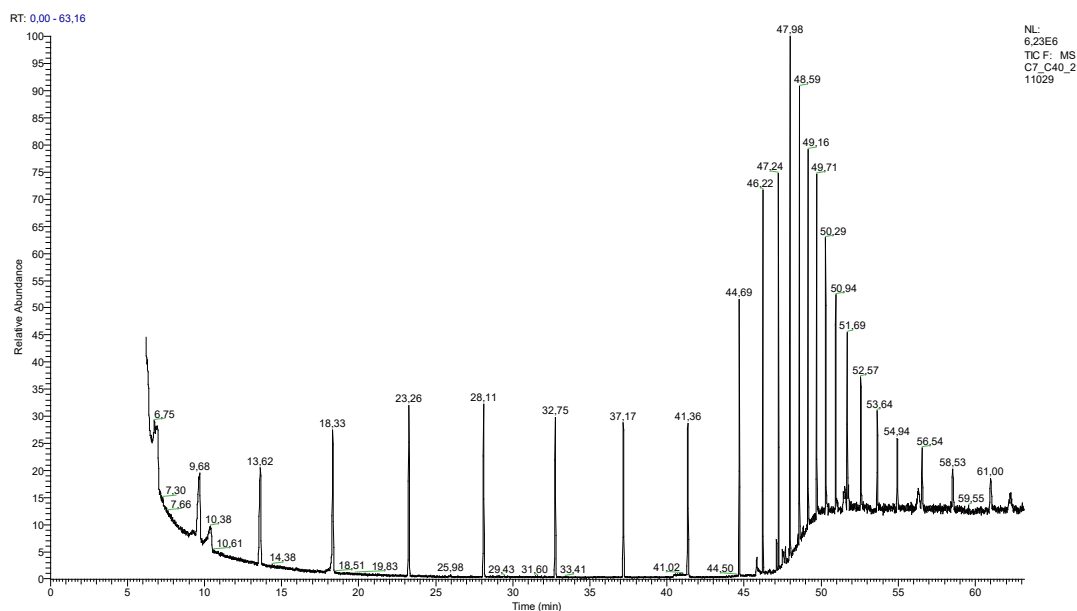


Figura 23. Cromatograma procedente da mestura de *n*-alcanos (C7-C40)

4.RESULTADOS E DISCUSIÓN

4.1. PLANTAS VISITADAS POR *V. VELUTINA*

O laboratorio de Botánica da facultade de Ciencias de Ourense, realizou un total de 106 rexistros de observacións en plantas de *V. velutina*. De entre as vexetais visitadas por *V. velutina*, podemos establecer que as familias máis frecuentes foron: Fabaceae e Lamiaceae. Atopamos familias como Brassicaceae, Campanulaceae, Ericaceae e Malvaceae que se repiten un par de veces. Dentro de estes grupos, destacaron como especies máis visitadas foron: *Camelia*, *Hedera helix*, e *Foeniculum vulgare*.

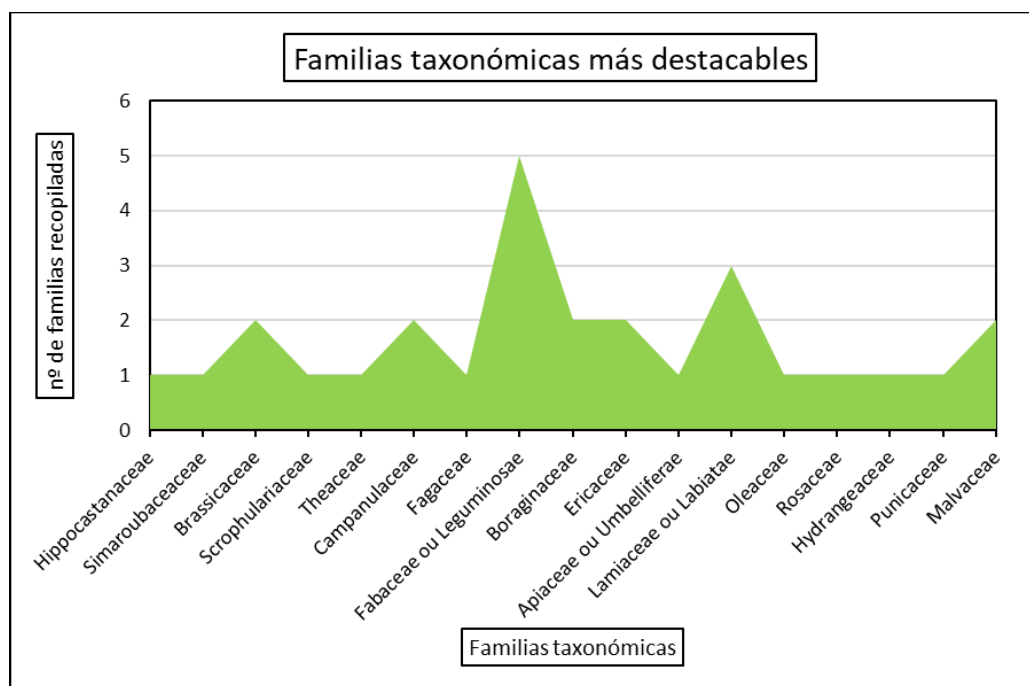


Figura 24. Principais familias das especies de plantas visitas por *V. velutina*.

O néctar e o pole son nutricionalmente superiores a outros materiais vexetais e son a principal fonte de alimento para moitas abellas e avespas. Do mesmo xeito que outras abellas e avespas himenópteros, os avispóns requiren hidratos de carbono como fonte de enerxía fundamental; O néctar floral é un dos principais recursos de azucre para eles. De feito, os avispóns son frecuentemente observados visitando flores para alimentarse de néctar (Ueno, 2015). Debido a que a visita de flores está intimamente asociada coa ecoloxía

e a historia de vida dos avispóns e porque os recursos obtidos a partir das flores deberían ser un determinante importante do seu éxito reprodutivo, o comportamento dos avispóns na visita de flores é un tema de investigación importante na súa ecoloxía e na evolución da súa historia vital.

Unha vez as raíñas fundadoras xorden durante a primavera dependendo das condicións meteorolóxicas, son vistos consumindo líquidos azucrados como primeiro recurso. Estes néctares son ofrecidos por plantas de interese para este avispón como plantas con flores como as camelias de primavera, e as flores de árbores froiteiras do xénero *Prunus* ou *Brassica*. Aínda que en xeral *V. velutina* visita especies de plantas que se corresponden cas especies de plantas que forman parte da vexetación silvestre. Tamén se poden ver en plantas ornamentais como *Buddleja davidii*. Durante o verán, a aparición dos avispóns céntrase na depredación das abellas nos apiarios, non obstante, tamén se poden ver en árbores froiteiras devorando pavóns, ameixas, peras ou mazás ata ben entrado o outono. Nesta época e ao mesmo tempo que o outono volve a observarse a floración das camelias, e outras plantas como *Mentha suaveolans*, *Echium*, *Virburnum* ou *Hedera helix*.

4.2. PRINCIPAIS COMPOSTOS VOLÁTEIS ORGÁNICOS

A extracción de volátiles mediante Microextracción en fase sólida (MEFS) ou SPME é unha técnica rápida e práctica que permitiu a extracción destes compostos con plantas vivas. Mediante esta técnica identificáronse un total de 109 compostos orgánicos volátiles.

Os compostos volátiles agrupáronse en 14 categorías químicas (alcanos, terpenos, terpenoides, sesquiterpenos, monoterpenos, ésteres, acetato de éster, alcohol bencílico, compostos bencílicos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres de ácidos graxos e compostos de xofre volátil).

A maioría deles teñen funcións como os hidrocarburos aromáticos. Os máis abundantes foron os compostos de tipo terpeno como os monoterpenos e os sesquiterpenos. Pero tamén se identificaron cetonas, ésteres de ácidos graxos e outros ésteres, compostos de benceno, aldehidos e compostos volátiles de xofre (Táboa 3).

Táboa 3. Principais compostos volátiles orgánicos identificados nas mostras

Compuesto	RT	C	LRI	LRI teórico	[%]
2-Hexen-1-ol	12,5	C ₆ H ₁₂ O	867	868	32,1
Camphene	16,2	C ₁₀ H ₁₆	950	953	3,3
α -Fenchene	16,2	C ₁₀ H ₁₆	951	950	0,3
Benzaldehyde	16,7	C ₇ H ₆ O	963	966	1,0
4-Methyl-1-hexanol	17,2	C ₁₀ H ₁₆	972	988.	0,8
β -Terpinene Isomer1 (p-Mentha-1(7),3-diene)	17,4	C ₁₀ H ₁₆	976	988	6,8
(-)-beta-Pinene	17,5	C ₁₀ H ₁₆	979	979	14,9
1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol)	17,6	C ₈ H ₁₆ O	980	976	44,2
3-Butenyl isothiocyanate	17,8	C ₅ H ₇ NS	984	982	99,7
3-Octanone (Amyl ethyl ketone)	17,9	C ₈ H ₁₆ O	987	985	13,6
1,6-Octadiene, 7-methyl-3-methylene (β -Myrcene)	18,1	C ₁₀ H ₁₆	992	991	5,1
2-Pentylfuran	18,1	C ₉ H ₁₄ O	992	996	6,0
β -Myrcene	18,2	C ₁₀ H ₁₆	993	991.	1,6
α -Myrcene	18,2	C ₁₀ H ₁₆	993	986.	4,7
3-octanol (Amyl Ethyl Carbinol)	18,3	C ₈ H ₁₈ O	997	991.	7,2
Dextroamphetamine	18,8	C ₉ H ₁₃ N	1006	-	36,7
3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)-	18,9	C ₈ H ₁₄ O ₂	1008	1009.	17,6
Hexyl Acetate (Acetic Acid Hexyl Ester)	19,2	C ₈ H ₁₆ O ₂	1014	1017.	0,8

2-Hexen-1-ol, acetate	19,4	C ₈ H ₁₄ O ₂	1017	1014	12,9
o-Cymene	19,8	C ₁₀ H ₁₄	1027	1024.	15,3
Eucalyptol (cineole)	20,2	C ₁₀ H ₁₈ O	1035	1031	12,2
Benzyl alcohol (Phenylmethanol)	20,3	C ₇ H ₈ O	1036	1031.	26,2
Phenylacetaldehyde	20,8	C ₈ H ₈ O	1046	1049.	3,1
(Z)-beta-Ocimene	20,9	C ₁₀ H ₁₆	1049	1050	25,3
gamma-Terpinene	21,5	C ₁₀ H ₁₆	1061	1057.	1,9
β -Terpinene isomer2 (p-Mentha-1(7),3-diene)	21,7	C ₁₀ H ₁₆	1066	1056.	15,7
trans-Sabinenehydrate	22,0	C ₁₀ H ₁₈ O	1071	1096.	26,6
trans-Linaloloxide	22,3	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	1077	1076	0,7
1-Nonen-3-ol	22,5	C ₉ H ₁₈ O	1081	1088.	0,6
cis-Linaloloxide (5-(3,3-Dimethyloxiran-2-yl)-3-methylpent-1-en-3-ol)	22,6	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	1084	1087.	4,8
Terpinolene	23,0	C ₁₀ H ₁₆	1091	1089.	47,0
Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	23,1	C ₁₀ H ₁₈ O	1093	-	24,6
2-Nonanone	23,2	C ₉ H ₁₈ O	1095	1096.	69,0
Methyl benzoate (Clorius)	23,3	C ₈ H ₈ O ₂	1097	1094.	0,2
3-Nonanol	23,3	C ₉ H ₂₀ O	1097	1099.	6,5
Fenchone	23,3	C ₁₀ H ₁₆ O	1098	1092.	55,3
4-Isopropenyl-1-methylcyclohexanol (BETA-TERPINEOL)	23,5	C ₁₀ H ₁₈ O	1102	-	3,2
Nonanal	23,7	C ₉ H ₁₈ O	1105	1105.	6,7
Hotrienol	23,8	C ₁₀ H ₁₆ O	1108	1109.	0,9
Acetic acid, heptyl ester Isomer1	24,0	C ₉ H ₁₈ O ₂	1112	1111.	0,0
Octen-1-ol, acetate	24,1	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	1113	1114.	6,3
Phenylethyl Alcohol (2-Phenylethanol)	24,2	C ₈ H ₁₀ O	1116	1114.	24,4
(2-Aziridinylethyl)amine	24,4	C ₄ H ₁₀ N ₂	1119	-	0,2
3-Octyl acetate	24,7	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	1125	1124.	0,1
Methyl heptanoate	24,7	C ₈ H ₁₆ O ₂	1126	1027.7	0,3
Cosmene	25,1	C ₁₀ H ₁₄	1134	1130.	0,0
Limonene oxide, cis-	25,3	C ₁₀ H ₁₆ O	1138	1138.	0,2
Isopinocarveol	25,6	C ₁₀ H ₁₆ O	1144	1148.	0,1
3-Hexenyl butyrate	25,6	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	1145	-	0,2
Valeric acid, 3-methylbut-2-enyl ester	25,7	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	1147	-	3,3
1,2-Dimethoxybenzene	25,8	C ₈ H ₁₀ O ₂	1148	1149.	26,5
(-)-Camphor	25,9	C ₁₀ H ₁₆ O	1151	1146.	12,0
Trans-2,cis-6-Nonadienal	26,1	C ₉ H ₁₄ O	1155	1154.	3,7
2-Nonenal	26,4	C ₉ H ₁₆ O	1161	1163.	6,4
1,4-Dimethoxybenzene	26,6	C ₈ H ₁₀ O ₂	1165	1163.	4,9
Benzyl acetate	26,7	C ₉ H ₁₀ O ₂	1167	1165.	2,4
Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)- (Borneol = Isoborneol)	26,9	C ₁₀ H ₁₈ O	1171	1173.	3,2
Benzoic acid, ethyl ester	27,0	C ₉ H ₁₀ O ₂	1173	1172.	8,5
Linalool oxide pyranoside	27,2	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	1178	-	0,4
(-)-Terpinen-4-ol	27,4	C ₁₀ H ₁₈ O	1182	1182.	11,3
Butanoic acid, 3-hexenyl ester, (E)-	27,6	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	1187	1185.9	18,8
cis-3-Hexenyl butyrate	27,7	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	1188	1186.4	16,1
2-(4-Methylphenyl)propan-2-ol (p-Cymen-8-ol)	27,7	C ₁₀ H ₁₄ O	1188	1175	0,8
Myrtanal	28,0	C ₁₀ H ₁₆ O	1194	1197.6	14,9
α -Terpineol (p-menth-1-en-8-ol)	28,1	C ₁₀ H ₁₈ O	1196	1195.	3,9
Methyl Salicylate	28,2	C ₈ H ₈ O ₃	1198	1197.	3,9
Myrtenol	28,3	C ₁₀ H ₁₆ O	1201	1198.	0,1

Estragole	28,5	C ₁₀ H ₁₂ O	1205	1201.	21,1
2-Propanone, 1,3-diphenyl-	28,8	C ₁₅ H ₁₄ O	1211	-	1,4
(-)-Verbenone	29,0	C ₁₀ H ₁₄ O	1216	1204	33,5
Benzenepropanol	29,9	C ₉ H ₁₂ O	1234	1234	6,1
cis-3-Hexenyl pentanoate	29,9	C ₁₁ H ₂₀ O ₂	1236	-	0,8
cis-3-Hexenyl crotonate	30,0	C ₁₀ H ₁₆ O ₂	1236	-	11,8
Fenchyl acetate	30,1	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	1239	1232	0,3
<i>d</i> -Carvone	30,6	C ₁₀ H ₁₄ O	1249	1257	0,4
Geraniol	30,9	C ₁₀ H ₁₈ O	1256	1259	15,3
Phenethyl acetate	31,1	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	1260	1255	22,7
Piperitone oxide	31,1	C ₁₀ H ₁₆ O ₂	1260	1259	1,9
Citral	31,7	C ₁₀ H ₁₆ O	1273	1272	1,2
Ethyl salicylate	31,8	C ₉ H ₁₀ O ₃	1275	1270	17,8
(+)-Isopiperitenone	31,9	C ₁₀ H ₁₄ O	1278	1271	1,8
Anethole	32,5	C ₁₀ H ₁₂ O	1290	1290	0,7
Bornyl acetate	32,5	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	1291	1289	1,7
Indole	32,8	C ₈ H ₇ N	1296	1293	24,4
Ethyl Nonanoate	32,9	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	1299	1300	0,2
3-Phenylpropanal	33,9	C ₉ H ₁₀ O	1322	-	26,9
Methyl anthranilate	35,0	C ₈ H ₉ NO ₂	1346	1346	1,8
Piperitenone	35,1	C ₁₀ H ₁₄ O	1349	1343	0,5
Eugenol	35,7	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	1363	1359	2,8
Nerol acetate	35,9	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	1366	1364	0,1
α -Cubebene	36,2	C ₁₅ H ₂₄	1374	1372	1,9
3-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-(3-methyl-2-butenyl)-	36,3	C ₁₀ H ₁₄ O ₂	1376	-	57,8
Methyl cinnamate	36,8	C ₁₀ H ₁₀ O ₂	1388	1388	33,5
Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1à,2á,4á)]-	37,3	C ₁₅ H ₂₄	1400	-	1,3
1,3,5-Trimethoxybenzene	37,9	C ₉ H ₁₂ O ₃	1414	1418.3	17,7
α -Gurjunene	38,1	C ₁₅ H ₂₄	1419	1412	1,2
Isocaryophyllene	38,6	C ₁₅ H ₂₄	1430	1461	18,9
Copaene	38,7	C ₁₅ H ₂₄	1433	1372	2,0
Caryophyllene	39,0	C ₁₅ H ₂₄	1440	1440	20,8
Thujopsene	39,2	C ₁₅ H ₂₄	1443	1450	9,9
β -Farnesene	39,3	C ₁₅ H ₂₄	1446	-	8,2
Germacrene D Isomer2	39,7	C ₁₅ H ₂₄	1456	1462	3,1
Geranylacetone	39,7	C ₁₃ H ₂₂ O	1457	-	1,1
Sesquiphellandrene	40,0	C ₁₅ H ₂₄	1463	1518.	0,6
α -Caryophyllene (Humulene)	40,0	C ₁₅ H ₂₄	1464	1462.8	0,4
Humulene	40,1	C ₁₅ H ₂₄	1465	1462.8	0,7
Aromadendrene	40,9	C ₁₅ H ₂₄	1485	1485	1,3
Germacrene D Isomer3	41,2	C ₁₅ H ₂₄	1493	1486	12,2
α -Farnesene	42,0	C ₁₅ H ₂₄	1515	1506.	1,9

O LRI teórico foi seleccionado do Libro da Web de Química do NIST, SRD 69 (<https://webbook.nist.gov/chemistry/name-ser/>)
(-) marca aqueles casos nos que non se atopou o valor de LRI teórico.

Tamén púidose establecer que de todas as especies vexetais os compostos volátiles máis frecuentes foron os seguintes:

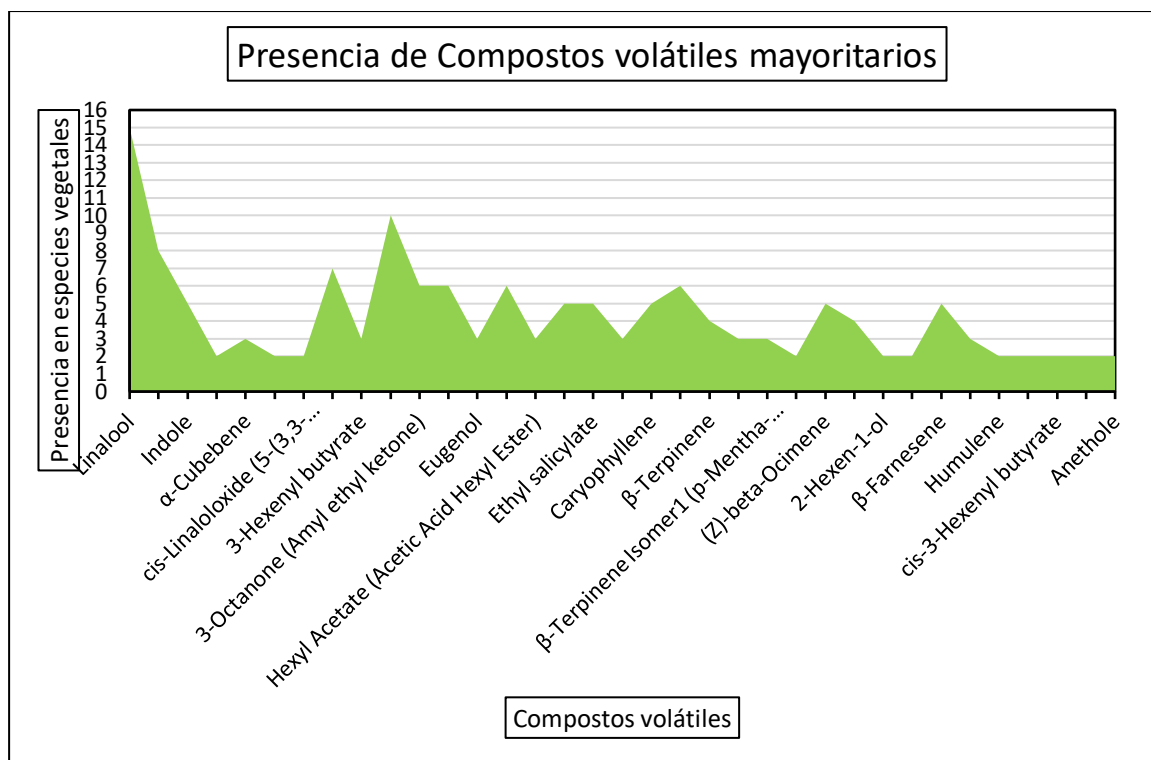


Figura 25. COV mais frecuentes nas mostras

O composto máis volátil representado é o monoterpenoide Linalool, seguido do monoterpenoide 1-Octen-3-ol (Amil vinil carbinol). Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-) estivo presente nas mostras de *Aesculus hippocastanum*, *Ailanthus altissima*, *Camellia*, *Castanea*, *Erica umbellata*, *Lamium maculatum*, *Lanvandula stoechas*, *Ligustrum*, *Malus domestica*, *Pentaglotis sempervirens*, *Punica granatum*, *Robinia hispida*, *Robinia pseudoacacia* e *Rubus*. Tamén podemos destacar a presenza de Nonanal, 3-Octanone (Amil etil cetona), 3-octanol (Amil etil Carbinol), 3-Hexen-1-ol, acetato, (Z)-(cis-3-Hexenyl acetato), Alcohol feniletílico (2-feniletanol). E en menor medida, cariofileno, salicilato de etilo, β -terpineno.

A comunicación é unha parte central do comportamento dos animais e dos seres vexetais. Para que este proceso se leve a cabo, precísase dun emisor (individuo que emita unha sinal), unha canle de transmisión (ambiente) e outro individuo que reciba ese sinal (o receptor) e extraia a información que contén esa mensaxe (Stevens, 2013). Nas plantas, este

proceso de comunicación denomínase aleopatía, como describemos na introducción. Nos animais para comunicárense, usan sinais acústicos, eléctricos, magnéticas, visuais e químicas, entre outras. As sinais químicas son procesadas polos sentidos do olfacto e o gusto dos animais. Xeralmente, o olfacto procesa compostos volátiles aerotransportados, mentres que o gusto procesa compostos químicos pouco volátiles solubles nun medio acuoso. Esta podería ser a forma en que se comunica *V. velutina*. Os compostos que intermedían o comportamento dos animais son coñecidos como semioquímicos (Nordlund & Lewis 1976); éstos divídense en aleloquímicos (kairomonas, alomonas e senónmonas), se intermedían interaccións entre individuos de diferentes especies; e feromonas, se intermedían interaccións entre individuos da mesma especie.

Desde o punto de vista químico elaboráronse varias clasificacións dos metabolitos secundarios das plantas (Taiz e Zeiger, 2010). Os terpenoides, tamén coñecidos como isoprenoides, son o grupo máis abundante e antigo de MS, son compostos atopados en todos os organismos. Usualmente non conteñen nitróxeno o xofre. Na natureza existen máis de 36 000 estruturas terpénicas ou isoprénicas o que fala da capacidade de biosíntese das plantas, fungos, animais e procariotes (Wink et al., 2010). Entre as súas actividades biolóxicas están a atracción e repulsión de insectos (aceites esenciais), hormonais (xiberelinas, brasinosteroides, ácido abscísico), compoñentes da membrana celular (lípidos prenil en arqueobacterias e esteroides en eubacteria e eucariotes), pigmentos fotosintéticos (fitol da clorofila), inhibidores do crecemento, compostos de defensa (fitoalexinas), transportadores de electróns (quinonas), traslocadores de azucres, etc. (Gershenzon e Dudareva, 2007).

Os monoterpenos poden ser cíclicos ou acíclicos e xeralmente con grupos oxixenados (alcohois, cetonas e aldehidos), solen ser volátiles e compoñentes dos aceites

esenciais vexetais, que permiten atraer aos polinizadores, tamén se atoparon formando parte de feromonas de insectos e en secrecións de defensa. Algúns monoterpénos acíclicos son o mirceno (1) e o Linalool (2) das follas da alfábega (*Ocimum basilicum*) e o loureiro (*Laurus nobilis*), o 1-decenal da chinche *Dolycoris baccarum*; outros son de cadea pechada como o limoneno (3) e o Mentol (4) da laranxa (*Citrus aurantium*) e o mentrasto (*Mentha suaveolens*). Os sesquiterpenos poden ser cíclicos ou acíclicos, saturados ou insaturados e posuír diferentes grupos funcionais, tamén son constituíntes de aceites esenciais e resinas, outros son reguladores do crecemento como o ácido abscísico (6) e algúns máis teñen propiedades alelopáticas, entre eles atópase o farnesol (7) e a heliesperona B (8), respectivamente (Lang et al, 2016).

4.3. DESCRICIÓN DOS COMPOSTOS VOLÁTILES ORGÁNICOS PARA CADA UNHA DAS ESPECIES ESTUDIADAS

Nos seguintes apartados poderemos ver toda a información taxonómica das especies vexetais seleccionadas neste traballo, xunto cos espectros de absorción que corresponden aos COV que se extraeron desas especies vexetais, seguidas de táboas onde aparecen o tempo de retención dos compostos (RT), o valor relativo das áreas (%), e o número de carbonos (C) que as caracterizan.

1. *Aesculus hippocastanum*

Familia
Hippocastanaceae

Nome común
Castañeiro das bruxas



Árbore ata de 40 m, de cortiza que se exfolia en placas grises, mostrando a parte interna de cor parda-alaraxada. Pólas novas cubertas de pelos de cor parda; xemas ovoides, de escamas pardas-avermelladas, resinosas. Follas con 5-7 folíolos e pecíolos de 5,5-18,5 cm; folíolos 9,5-33 cm, \pm oblongos, progresivamente estreitados cara á base, apiculados, de marxe serrada –dentes serrados–, de face verde escura e lustrosa, e envés, en etapa inicial, con pelos vermellos –curvados e pluricelulares– na base e axilas das veas, máis tarde, sem pelos. Inflorescencia 12-32 cm, cónica, erecta, que sobresaia por riba das follas, sen pelos, tomentoso-ferrosa ou con pelos brancos; pedúnculo 4-8 cm. Flores moi numerosas, lixeiramente zigomorfas; pedicelos 3-5,5 mm. Cáliz 5-8 mm, campanuláceo, con 5 lóbulos lixeiramente desiguais, peloso. Pétalos 4-5 –un deles ás veces rudimentario–, de 8-15 mm –o superior algo máis grande–, pelosos na marxe e a cara externa, ondulados, brancos –manchados de vermello ou amarelo cara á base; unlla 3,5-6 mm, máis curta ca o cáliz. Disco nectarífero hipóxino. Estames 9,3-17 mm, máis longos que os pétalos, desiguais, arqueados; filamentos con pelos grosos, unicelulares. Ovario de 3 lóbulos; estilo máis longo que os pétalos, sen pelos agás na base. Cápsula 4-6,8 cm, de paredes grosas e algo carnosas, de cor verde, que se abre por 3 valvas. Sementes (1)3, de 15-38,5 mm, brillantes, dunha cor parda avermellada; fio orbicular, que ocupa de 1/3 a 1/2 da semente, de cor crema. $2n = 40^*, 40 + 1B; n = 20^*$.

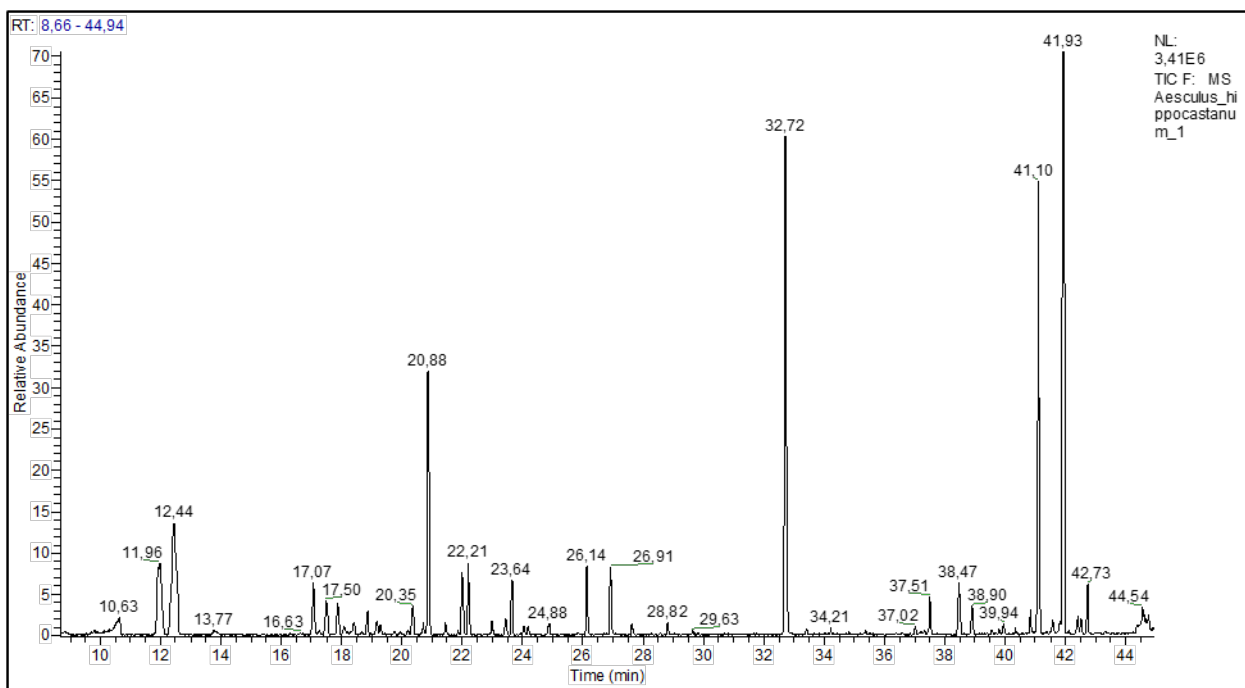
2) Forma vital: Fanerófito.

3) Floración: De abril a maio.

4) Ecoloxía: Bosques de caducifolios, sobre calquera tipo de solo.

5) Distribución: Empregado en toda Europa como árbore ornamental ou de sombra. En Galicia utilízase como árbore ornamental.

Principais Compostos volátiles



Táboa 4. Principais compostos volátiles de *A. hippocastanum*.

RT	[%]	Compostos	C
22,2	9,0	cis-Linaloloxide (5-(3,3-Dimethyloxiran-2-yl)-3-methylpent-1-en-3-ol)	C ₁₀ H ₁₈ O ₂
23,5	1,8	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
23,6	6,7	Nonanal	C ₉ H ₁₈ O
24,0	0,9	Acetic acid, heptyl ester Isomer1	C ₉ H ₁₈ O ₂
32,7	78,4	Indole	C ₈ H ₇ N
33,4	0,5	Acetic acid, heptyl ester Isomer2	C ₉ H ₁₈ O ₂
35,4	0,3	α -Cubebene	C ₁₅ H ₂₄
40,9	2,3	Copaene	C ₁₅ H ₂₄

Na mostras de *A. hippocastanum* identificáronse 8 COVs. O composto volátil máis representativo foi cun 78% o terpeno Indole é o composto principal que confire ao carballo o seu característico aroma (Carvalho et al., 2016).

2. *Ailanthus altissima*

Familia
Simaroubaceae

Nome común
Ailanto



Árbore ata de 30 m. Tronco de cortiza agrisada, \pm clara, lisa ou gretada nos exemplares máis vellos; ramas dunha cor parda avermellada. Follas 30-100 cm, caducas, alternas, imparipinnadas –nos fillos, paripinnadas–, dispostas nos extremos das ramas, glabras ou con pelos dispersos na face ou na marxe; folíolos 5-12 pares, de tamaño moi variable –os máis grandes de $4-17 \times 2,5-7$ cm–, de estreitamente lanceolados a ovoidolanceolados, de ápice gradualmente estreitado, de marxe enteira, \pm ondulado, cun par de dentes na base ou ata 4 pares distribuídos por todo el –todos, cunha glándula escura no ápice–, e base de hastada a truncada. Inflorescencia 9,5-26 cm, a masculina multiflora e a feminina pauciflora. Flores unisexuais –raramente hermafroditas–; flores masculinas moi olorosas, en número 4 veces superior ao de femininas, que son inodoras. Sépalos 5(6), de 0,8-1,6 mm, \pm lanceolados, verdes. Pétalos 5(6), de 2,2-4,5 mm, de verdosos a verde-amarementos, pelosos na parte basal. Estames das flores femininas non funcionais; filamentos pelosos na base. Carpelos 5, libres; primordios seminais 1 por carpelo. Froito agrupado en acios colgantes, persistentes; sámara $25-50 \times 5-15$ mm, de oblongo-lanceolada a estreitamente elíptica, dun pardo avermellado a cor de palla, coa semente no centro; á cunha textura semellante ao papiro, longa e sinuosa, cunha fenda lateral – cicatriz do estilo–. Semente 1, de contorno \pm ovado, aplanada, pardo-amarelada, rosada ou avermellada. $2n = 80^*$.

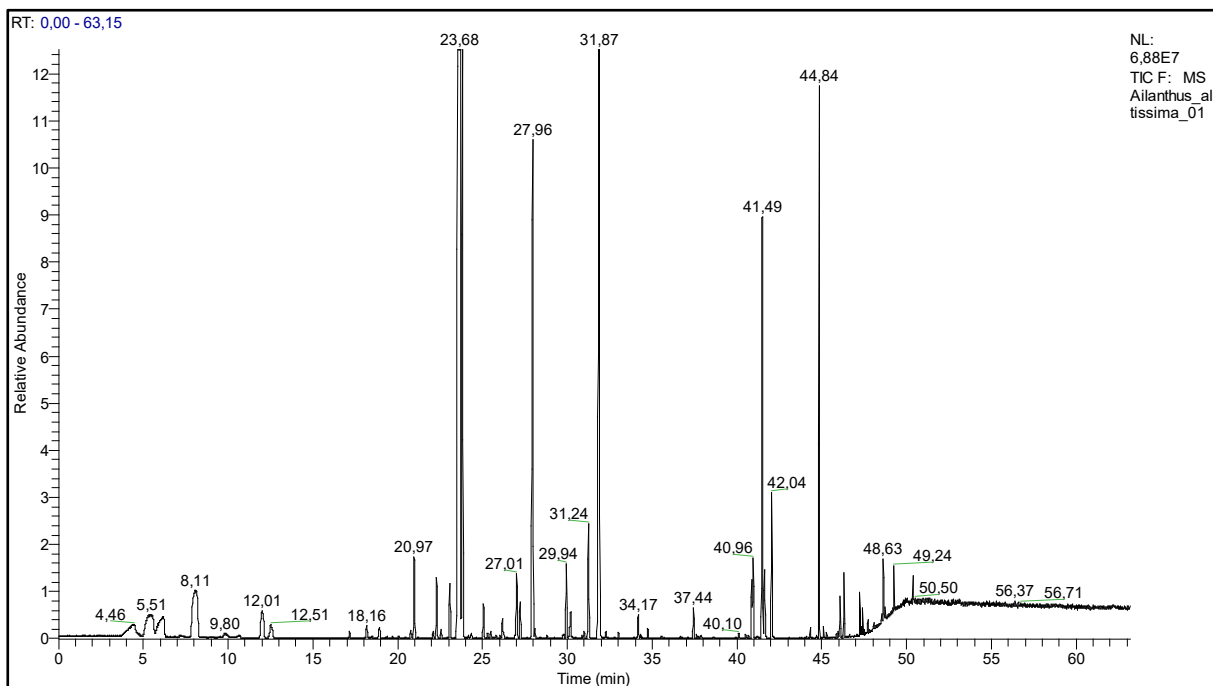
2) Forma vital: Fanerófito.

3) Floración: Entre finais de maio e principios de xullo.

4) Ecoloxía: Bordos de estrada, de camiño, de vía de tren, noiros, solares abandonados, barrancos e bosques de ribeira.

5) Distribución: Na Península Ibérica naturalizada en case todo o territorio. En Galicia foi introducido e é invasora.

Principais Compostos volátiles



Táboa 5. Principais compostos volátiles de *A. altissima*.

RT	[%]	Compostos	C
18,2	0,1	α -Myrcene	C ₁₀ H ₁₆
22,3	0,7	trans-Linaloloxide	C ₁₀ H ₁₈ O ₂
23,7	90,0	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
23,8	6,7	Hotrienol	C ₁₀ H ₁₆ O
25,1	0,3	Cosmene	C ₁₀ H ₁₄
27,2	0,4	Linalool oxide pyranoside	C ₁₀ H ₁₈ O ₂
28,8	0,0	α -Terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O
42,1	1,7	α -Farnesene	C ₁₅ H ₂₄

Oito compostos foron identificados desta especie. Con todo o composto principal foi cun 93,3% o monoterpeno Linalool. Este composto estudouse como parte da composición de algúns aceites esenciais de plantas (Kang e Lee, 2016).

3. *Brassica oleracea*

Familia
Brassicaceae

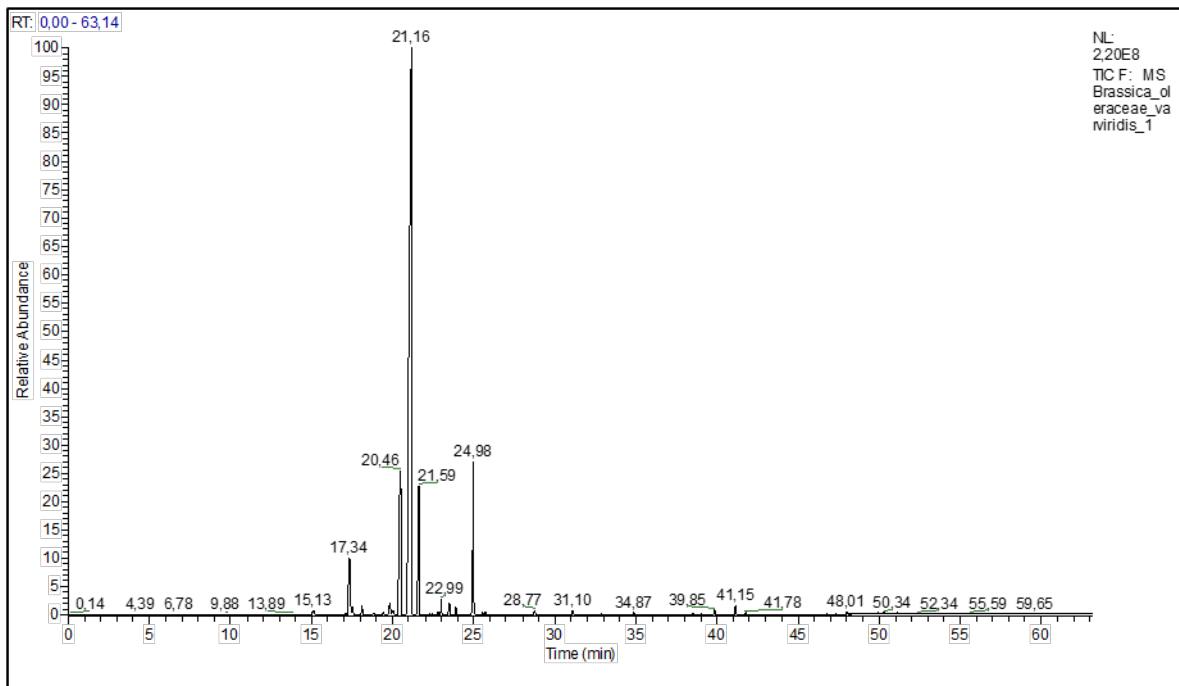
Nome común
Couve brava



Planta perenne, totalmente glabra. Talo 90-200(300) cm, ramificado, de base semileñosa e cuberta de cicatrices foliares. Follas inferiores de ate 40 cm, de ordinario pecioladas, pinnatisectas –con 1-2 pares de segmentos laterais e un terminal moito maior, de enteiro a lobulado– carnosas, con nervios prominentes cubertos de ceras cuticulares; as superiores, sésiles –pecioladas nalguns cultivares–, enteiras, ovado-lanceoladas ou oblongo-lanceoladas. Acios de 15-40 flores. Pedicelos 10-20 mm na antesis, 15- 23 mm na frutificación. Sépalos 10-12 mm, erectos. Pétalos 15-20 mm, amarelos. Nectarios medianos ovoides. Froitos 50-80(100) × 3-4 mm, subsésiles, con 11-13 sementes en cada lóculo; rostro 4-10 mm, cónico, con 1 semente. Sementes 1,5-2,3 mm de diámetro, esféricas, dun pardo escuro. 2n = 18.

2) Tipo biolóxico: Hemicriptófito.
3) Floración: De maio a agosto.
4) Ecoloxía: Cantís mariños, en todo tipo de substratos
5) Distribución: W de Europa, desde Alemaña ata o N de España. Cornixa Cantábrica, dende Asturias ata o País Vasco; cultivada ou escapada de cultivo, pode atoparse en tóda-las provincias.

Principais Compostos volátiles



Táboa 6. Principais compostos volátiles de *B. oleacea*

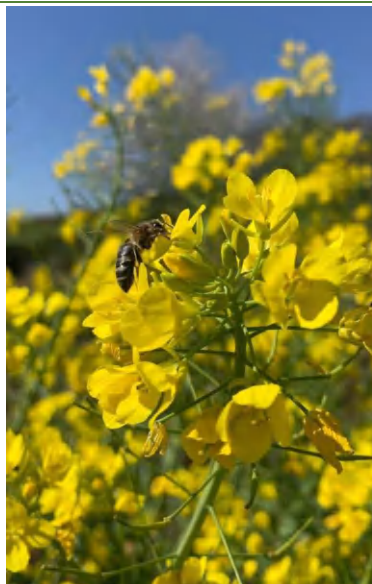
RT	[%]	Compostos
13,1	60,6	Allyl Isothiocyanate
17,1	6,2	Dimethyl trisulfide
18,1	9,4	5-Hepten-1-yne, 6-methyl
18,9	13,7	3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)-
20,23	4,6	Eucalyptol (cineole)
24,87	5,5	Disulfide, methyl

A couve branca presentou o composto Allyl Isothiocyanate (Cai et al., 2021) cun 60.6% coma o principal componente volátil. É de destacar que os derivados de isotiocianato ($-N=C=S$) foron asociados a esta especie como compostos cunha alta capacidade antioxidante (Phan, 2016).

4. *Brassica rapa*

Familia
Brassicaceae

Nome común
Nabo



Planta anual ou bienal, laxamente pelosa; de raíz grosa, tuberosa; con follas inferiores pecioladas, pinnatisectas, de face e envés hirsutos, as superiores enteiras, acusadamente amplexicaules, glabras; inflorescencia formada por acios con 15-50 flores, nos que as xa abertas exceden os botóns aínda pechados do ápice da mesma; froito co rostro lineal.

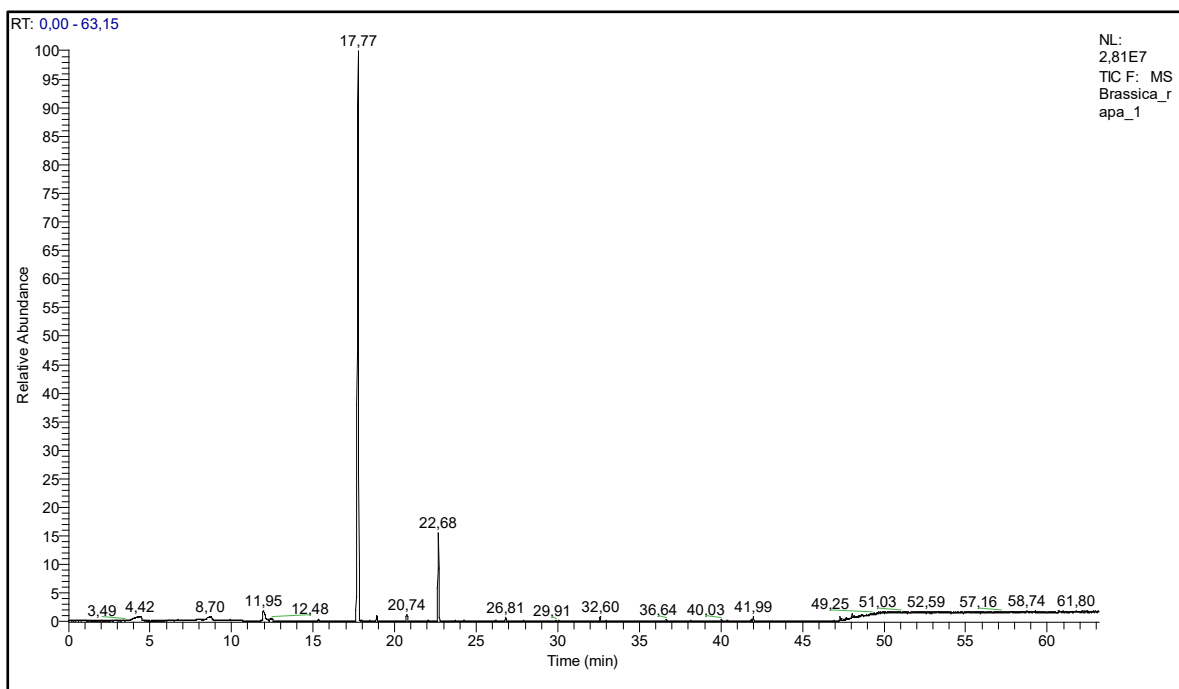
2) Tipo biolóxico: Hemicriptófito.

3) Floración: De maio a agosto.

4) Ecoloxía: É probábel que se atopen exemplares asilvestrados naquelas zonas onde se cultiva, como son Galicia, Cataluña e Andalucía.

5) Distribución: En España e Portugal é utilizada como planta hortícola, polos seus brotes tenros e, principalmente, pola súa raíz.

Principais Compostos volátiles



Táboa 7. Principais compostos volátiles de *B. rapa*.

RT	[%]	Compostos	C
17,8	99,7	3-Butenyl isothiocyanate	C ₅ H ₇ NS
23,7	0,2	Nonanal	C ₉ H ₁₈ O
24,7	0,1	Methyl heptanoate	C ₈ H ₁₆ O ₂
25,6	0,1	3-Hexenyl butyrate	C ₁₀ H ₁₈ O ₂

Para esta mostra se identificaron 4 cCOVs. O nabo destacou por presentar maioritariamente, cun 99,7%, un derivado de isotiocianato, (3-Butenyl isothiocyanate). Este compostos é responsable do sabor picante e lixeramente amargo que se asocia co nabo (Rohloff y Bones, 2005).

5. *Buddleja davidii*

Familia
Scrophulariaceae

Nome común
Arbusto das bolboretas



Arbusto de 1-5 m. Talos con pólas novas tetrágonas, medulosas, pubescentes, con pelos estrelados, brancos, as veces con indumento moi denso, \pm avermelladas baixo o indumento. Follas 10-18(22) \times 2,5-4(5) cm, decusadas, lanceoladas ou ovado-lanceoladas, serradas, atenuadas nun curto peciolo, glabras ou glabrescentes pola súa face, tomentosas e dun verde máis pálido ou mesmo esbrancuxadas polo envés; estípulas interpeciolares enteiras ou algo crenadas. Inflorescencia 10-16 \times 3-5 cm, paniculiforme, formada por verticilastros \pm diferenciados de cimas multifloras \pm contraídas, no seu conxunto laxa ou moi densa, terminal ou, en ocasións, ademais con 2-4 ramas laterais; brácteas lineares, pelosas. Flores tetrámeras, aromáticas; pedicelos 2-3 mm; bractéolas lineares, máis curtas que o cáliz, pelosas. Cáliz 2,5-3 \times 1,2-1,5 mm, tubular, granate, con pelos estrelados; dentes 0,5-0,7 \times c. 0,6 mm, triangulares, agudos. Corola 4,5-5,5 mm de diámetro, hipocraterimorfa, dun violeta intenso ou pálido, coa gorxa alaranxada; tubo 5-8 \times 0,6-1 mm, recto, peloso, con escasos pelos simples, esbrancuxados, mesturados con algunhas glándulas xeminaadas, ambarinas; lóbulos 1,5-2 \times 1,5-2 mm, suborbiculares, crenulados de forma irregular, patentes. Estambres 4, inclusos, soldados na parte media do tubo; anteras c. 0,5 mm. Ovario cilíndrico. Cápsula 7-9 \times 1,7-2,2 mm, elipsoide, con 2 valvas bifidas. Sementes 3,5-4,5 \times 0,2-0,3 mm, estreitamente fusiformes, reticuladas, prolongadas na base e no ápice nun á membranacea, pardas. $2n = 76^*$.

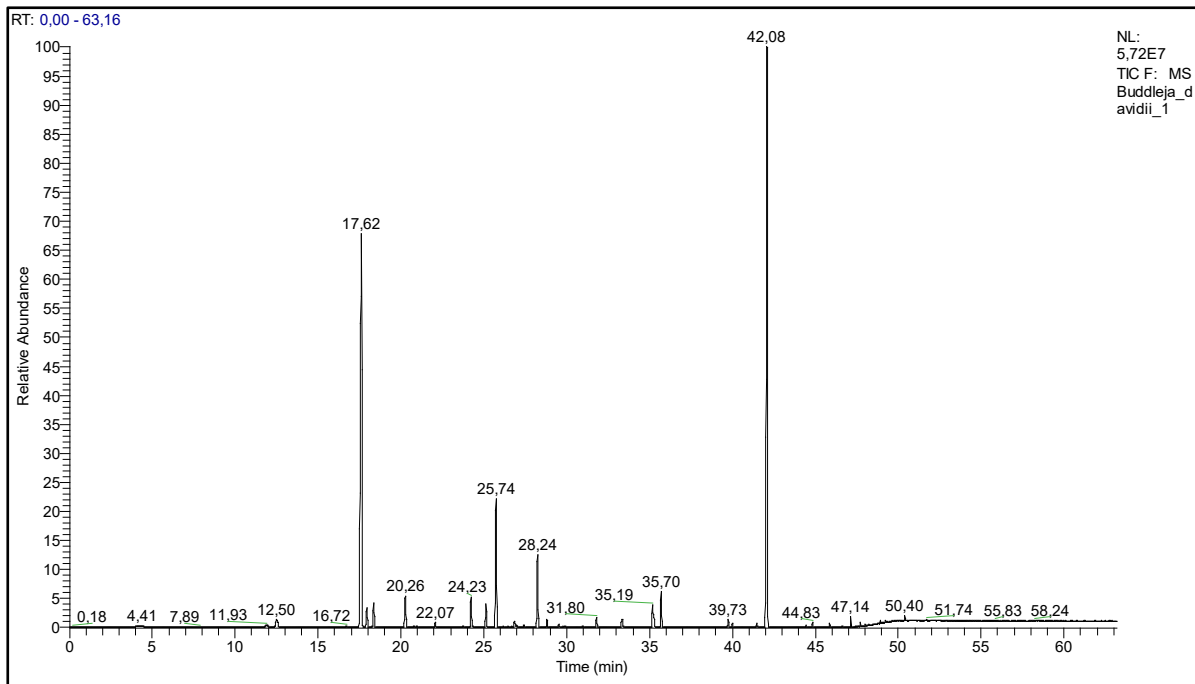
2) Tipo biolóxico: Fanerófito.

3) Floración: De xullo a outubro.

4) Ecoloxía: Naturalizada en beiras de ríos, noiros, chairas baldías, vertedoiros, cunetas e outros lugares de solo húmido e removido. En Galicia é unha especie introducida e invasiva.

5) Distribución: Orixinaria de China, cultívase como ornamental e naturalizouse na metade occidental de Europa e SW dos Estados Unidos de América. Principalmente no N da Península.

Principais Compostos volátiles



Táboa 8. Principais compostos volátiles de *B. davidii*.

RT	[%]	Compostos	C
17,6	84,8	1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol)	C ₈ H ₁₆ O
17,9	3,6	3-Octanone (Amyl ethyl ketone)	C ₈ H ₁₆ O
18,4	4,5	3-Octanol (Amyl Ethyl Carbinol)	C ₈ H ₁₈ O
35,7	5,5	Eugenol	C ₁₀ H ₁₂ O ₂
39,7	1,1	Geranylacetone	C ₁₃ H ₂₂ O
40,0	0,6	Sesquiphellandrene	C ₁₅ H ₂₄

O arbusto das bolboretas destacou por presentar cun 84,8% o monoterpenoide 1-Octen-3-ol. O 1-Octen-3-ol é un composto con unha estrutura que inclúe un grupo funcional alcohol (-OH) e un anel de ciclohexeno (Kręcisz et al., 2023). O octenol é producido por varias plantas e fungos, incluíndo cogomelos comestibles e melisa. Fórmase durante a descomposición oxidativa do ácido linoleico. É un tipo de octanol que atrae insectos picadores, como os mosquitos nos humanos.

6. *Camellia*

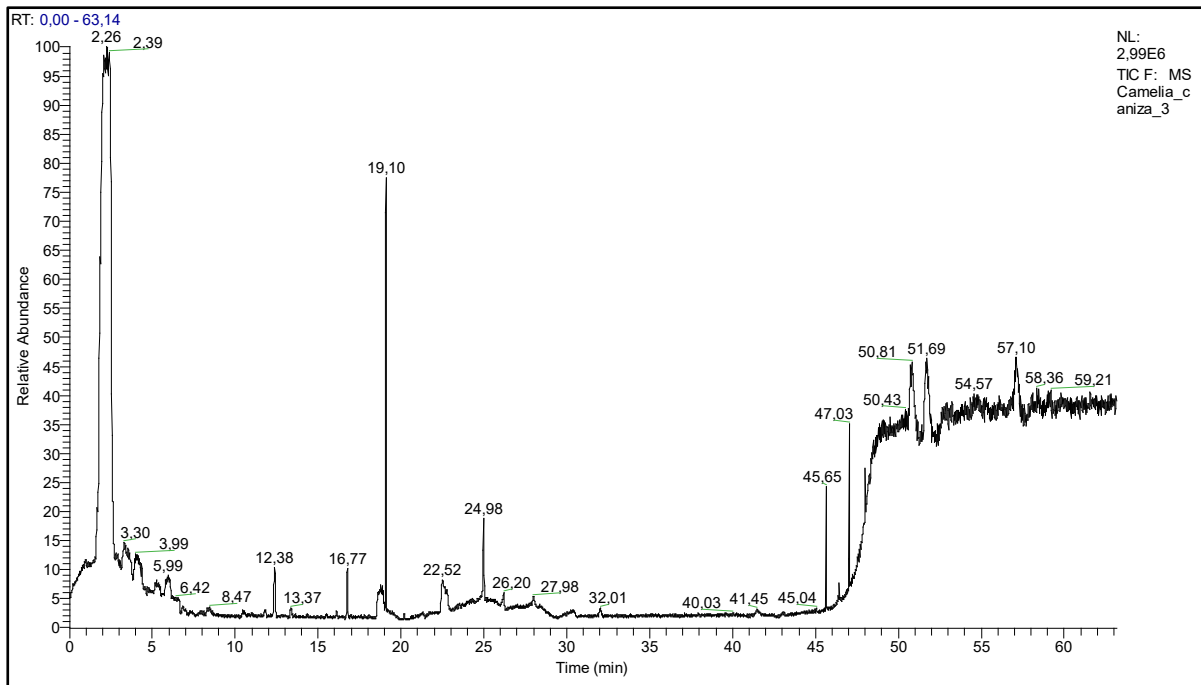
Familia
Theaceae

Nome común
Camelia



Arbustos ou árbores pequenas, raramente árbores grandes, de follas perenne. Follas pecioladas ou raramente sésis e coriácea, marxe serrada ou raramente enteira. Flores axilares ou subterminais, solitarias ou raramente a 3 en racimo. En *C. subg. Thea*; Flores claramente pediceladas; bracteolas diferenciadas dos sépalos, 2–10, dispostas en espiral, persistentes ou caducas; sépalos 5(ou 6), persistente, distinto. En *C. subg. Camellia*; Flores de aparentemente sésis, en realidade cun pedicelo curto e robusto completamente cuberto por bracteolas e sépalos na antese; bracteolas e sépalos non diferenciados, ca. 10, caducos ou persistentes basalmente connatos. Pétalos 5–8(–12), brancos, vermello ou amarelos, basalmente \pm connatos. Estames numerosos, en 2–6 verticilos; espiral do filamento externo basalmente \pm connato nun tubo e adnato aos pétalos; Ovario superior, 3-5 lóbulos. Cápsula globosa ou oblata, 3-5-loculada, ás veces reducida a 1- ou 2-loculada por aborto, loculicida en (1-)3-5 válvulas do ápice; columela persistente ou carente. Sementes globosas, semiglobosas ou poligonais; testa de corno; hilio umbilicado; cotiledóns cheos e carnosos con alto contido en aceite; endospermo ausente.

Principais Compostos volátiles



Táboa 9. Principais compostos volátiles de *Camellia* sp.

RT	[%]	Compostos	C
16,8	14,4	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
18,8	36,7	Dextroamphetamine	C ₉ H ₁₃ N
22,5	48,8	(2-Aziridinyethyl)amine	C ₄ H ₁₀ N ₂

A especie *Camellia* está composta de 3 compostos volátiles. A especie *Camelia* está composta dun 48.8% de (2-Aziridinyethyl)amine que segundo Fischer, (2010) é unha amina e dun un 36,7% da amina Dextroamphetamine que segundo Check, (2011) é unha amina tamén.

Os COV poderían ser utilizados polas plantas receptoras para detectar potenciais competidores e responder en consecuencia. As plantas de té (*Camellia sinensis*) infestadas con *Ectropis obliqua* emiten sustancias volátiles, como (Z)-3-hexenol, linalol, α -farneseno e (E)-4,8-dimethylnona1,3,7-triene (DMNT), que despois activan as vías de sinalización de Ca²⁺ e ácido xasmónico (JA) nas plantas sans adxacentes. provocando a liberación de α -farneseno e β -Ocimene (Jin et al., 2021). O α -farneseno e o β -ocimeno aumentan a resistencia das plantas de té adxacentes ás pragas de insectos. As presións evolutivas deron como resultado unha competencia ecolóxica entre os microbios da rizosfera, que inclúe a capacidade de discernir e responder aos volátiles como un "infoquímico" (Abbas et al., 2022).

7. *Campanula*

Familia
Campanulaceae

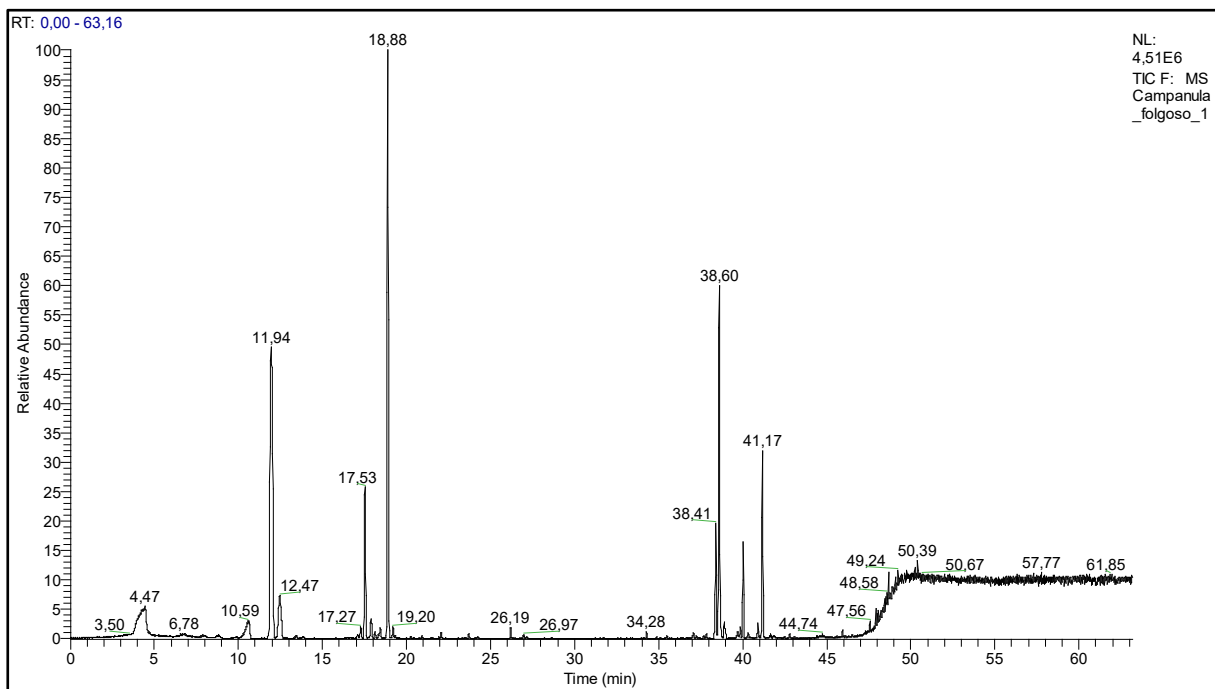
Nome común
Campanula



Plantas herbáceas anuais, bienais ou perennes. Talos erectos ou decumbentes, simples ou ramificados, polo xeral foliosos. Follas simples, pecioladas ou sésis, alternas, raramente opostas, enteiras, crenadas, dentadas ou serradas. Inflorescencia en acio, panícula ou glómulo, raramente flores solitarias. Flores con pedicelo de lonxitude variábel. Cáliz actinomorfo, pentámero, con dentes polo xeral máis longos ca o ovario. Corola actinomorfa, pentámera, estreitamente campanulada, xeralmente dividida en 5 lóbulos de 1/5-1/2 da súa lonxitude –moi raramente ata a base–, azul, lila-purpúrea ou violeta, raramente branca ou amarelada. Estambres libres; filamentos coa base alongada, ± triangular. Ovario con 3-5 lóculos, glabro ou peloso, cun só estilo. Estilo único, peloso, con 3(5) lóbulos estigmáticos, inclusos ou lixeiramente exertos. Froito en cápsula trilocular –nas especies ibéricas–, polisperma. Sementes planas, orbiculares ou oblongo-elipsoides, numerosas, pequenas, lisas, ápteras, de cando en cando aladas, brillantes, de cor marrón.

- 2) Tipo biolóxico:
- 3) Floración:
- 4) Ecoloxía: Cultívase coma ornamental e de maneira ocasional atópase extraordinariamente naturalizada no E peninsular.
- 5) Distribución:

Principais Compostos volátiles



Táboa 10. Principais compostos volátiles de *Campanula*.

RT	[%]	Compostos	C
17,5	18,8	1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol)	C ₈ H ₁₆ O
18,9	66,5	3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)-	C₈H₁₄O₂
19,2	1,3	Hexyl Acetate (Acetic Acid Hexyl Ester)	C ₈ H ₁₆ O ₂
23,7	0,4	Nonanal	C ₉ H ₁₈ O
38,4	11,6	Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄
40,9	1,3	Aromadendrene	C ₁₅ H ₂₄

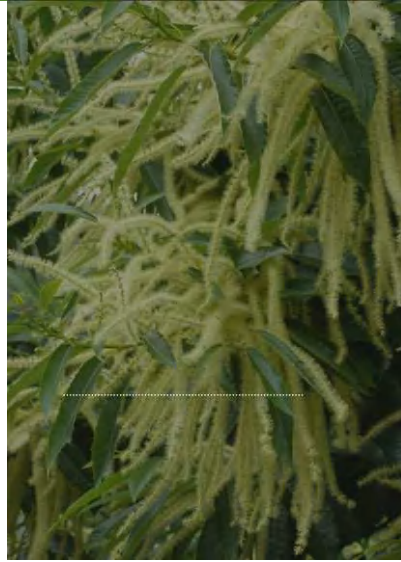
Esta especie presentou 6 compostos volátiles.

Destacou por presentar 66.5% do éster 3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)-, catalogado por Dickens (1999) É un líquido oleoso incoloro cun intenso cheiro a herba e follas verdes recién cortadas. Na súa forma de alcohol é producido en pequenas cantidades pola maioría das plantas e actúa como atraente para moitos insectos depredadores. O (Z)-3-hexen-1-ol é inducido por danos é moi atractivo só para os machos de *Melolontha hippocastani*, polo que actúa como kairomona sexual.

8. *Castanea*

Familia
Fagaceae

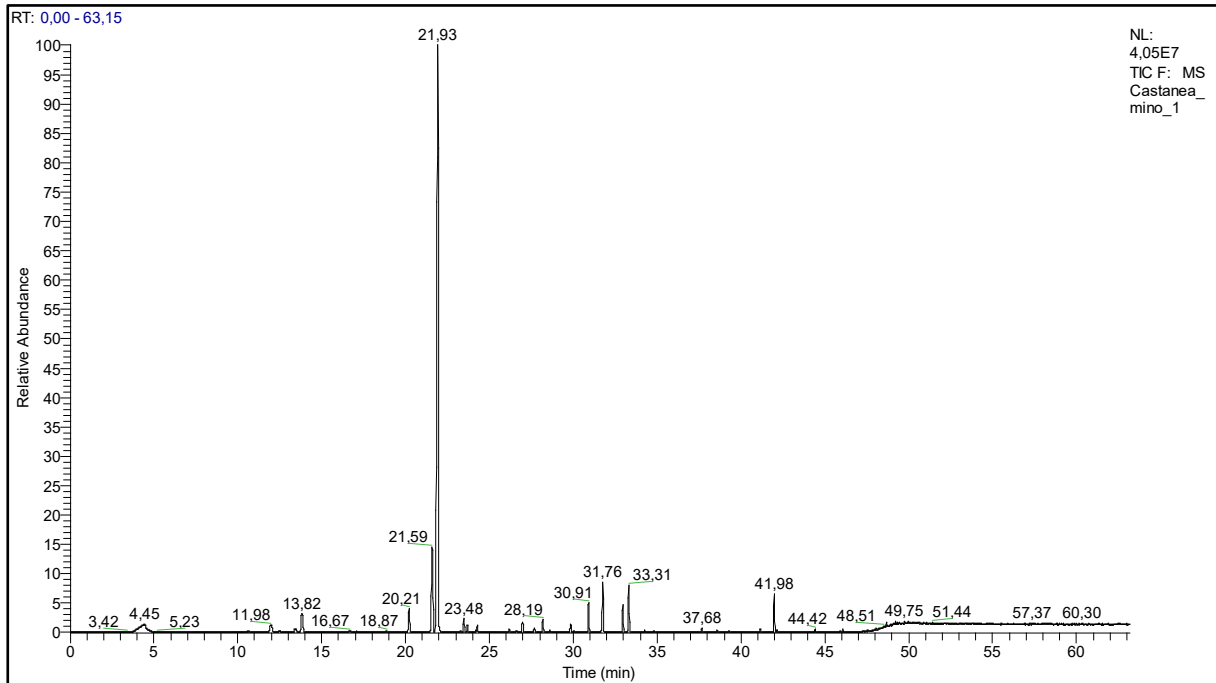
Nome común
Castaño



Árbore de ata 30 m, de tronco moi grosso, oco na vellez, ás veces reducido por cultivo a unha cepa con rebrotes ± novos. Cortiza lisa, cincenta ou parda ata os 15-20 anos, despois castaño-escuro e gretada lonxitudinalmente. Poliñas glabras, castaño-avermelladas. Follas 10-25 × 5-8 cm, oblongo-lanceoladas, agudas ou acuminadas, anchamente aserradas. Amentos masculinos 13-30 cm de lonxitude e 5-7 mm de diámetro, verdes de xóvenes e amarelos na antesis. Cúpulas de ata 10 cm de diámetro, verdes, logo acastañadas, con espiñas longas e fasciculadas. Aquenios 2,5-4 cm, un pouco atenuados e agudos no ápice, castiños, brillantes. $2n = 22^*, 24^*$; $n = 12^*$

- 2) Tipo biolóxico: Fanerófito.
- 3) Floración: De maio a xullo.
- 4) Ecoloxía: Bosquetes ou árbores illadas en rexións montañosas ou lugares frescos, en substratos silíceos ou calizos descalcificados; prefire solos soltos.
- 5) Distribución: Orixinaria, ao parecer, dos Balcáns, Asia Menor e o Cáucaso; extendida por cultivo na rexión mediterránea, C e W de Europa, Canarias, Madeira e Azores. N da Península –rara nos Pireneos– e montañas do C e S.

Principais Compostos volátiles



Táboa 11. Principais compostos de *C. sativa*.

RT	[%]	Compostos	C
23,5	8,0	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
23,7	3,9	Nonanal	C ₉ H ₁₈ O
27,0	8,5	Benzoic acid, ethyl ester	C ₉ H ₁₀ O ₂
29,9	6,1	Benzenepropanol	C ₉ H ₁₂ O
30,9	15,3	Geraniol	C ₁₀ H ₁₈ O
31,8	31,3	Ethyl salicylate	C ₉ H ₁₀ O ₃
33,3	26,9	3-Phenylpropanal	C ₉ H ₁₀ O

O castiñeiro presentou 7 compostos volátiles.

O máis destacable foi o éster Ethyl salicylate. O etilsalicilato é un éster que posúe un aroma semellante ao da salicilina, con notas florais e doces. (Poitou et al., 2021). o salicilato de etilo, pode estar implicado en respostas de defensa innata máis eficaces nas plantas como no caso da defensa contra *Botrytis Cinerea*.'

Destacou cun 26,9% o aldehído 3-Phenylpropanal este aldehído ten un cheiro forte e doce con notas almizcladas e florais (Zhou et al., 2015).

9. *Cytisus scoparius*

Familia
Leguminoseae (Fabaceae)

Nome común
Xesta das vasoiras



Arbusto glabro ou seríceo cando novo. Talos de ata 200 cm, moi ramificados e coas pólas erectas, ascendentes ou procumbentes, con 5 costelas verdes. Follas trifoliadas con folíolos de 6-20 x 1.5-9 mm, estreitamente elípticos a obovados, agudos, glabros ou con pelos adpresos pola face e seríceos polo envés. Flores de c. de 2mm, amarelas. Pedicelos delgados o dobre de longo có cáliz, com três bractéolas moi pequenas no 1/3 superior. Cáliz 3,5-7 mm, bilabiado, o lábio superior. Cáliz 3,5-7 mm, bilabiado, o lábio superior com dous dentes e o inferior com 3, sendo os dentes moito máis curtos có lábio glabro no ápice dos dentes. Corola amarela cun estandarte de 16-18 mm. Estames monadelfos. Estilo enrolado en espiral, xeralmente piloso na parte inferior. Froito en legume com pelos só nas marxes.

Flores dispostas nos órganos estipulares dos talos do ano anterior; pedicelo 6-11 mm, glabro, esbrancuxado, com tres bractéolas dispersas. Cáliz 5-6,5 mm, glabro; beizo superior 3-4 mm; beizo inferior 3,5-5 mm; dentes c. 0,2 mm, puberulentos. Corola amarela, caduca; estandarte 16-24 x 16-24 mm, redondeado no ápice, redondeado ou subcordado na base, glabro, com unlla de c. 2 mm; ás 16-24 x 8-10 mm, oblongas, glabras, com unlla de 3,5-4,5 mm; quilla 17-25 x (7)8-10 mm, subfalcada, puberulenta na marxe inferior, com aurícula de c. 2 mm e uña de 3-4 mm. Androceo formado por 4 estambres longos, 1 mediano e 5 curtos, os longos e un dos curtos com anteras dorsifijas, o mediano e 4 dos curtos com anteras basifijas; tubo estaminal oblicuo, case do tamaño do cáliz; anteras 1,4-2,7 mm, as basifijas un pouco maiores que as dorsifijas. Ovario com 14-18 rudimentos seminais, ciliado nas marxes e glabro nas caras; estilo peloso ou glabro. Froito 20-50 x 7-12 mm, plano, de contorno elíptico, com cilios marxinais de 1,5-3,5 mm e caras glabras, ata com 13 sementes. Sementes (2)2,7-4 x 2-3 mm, ovoides ou elípticas, algo aplanadas, pardas ou verdosas.

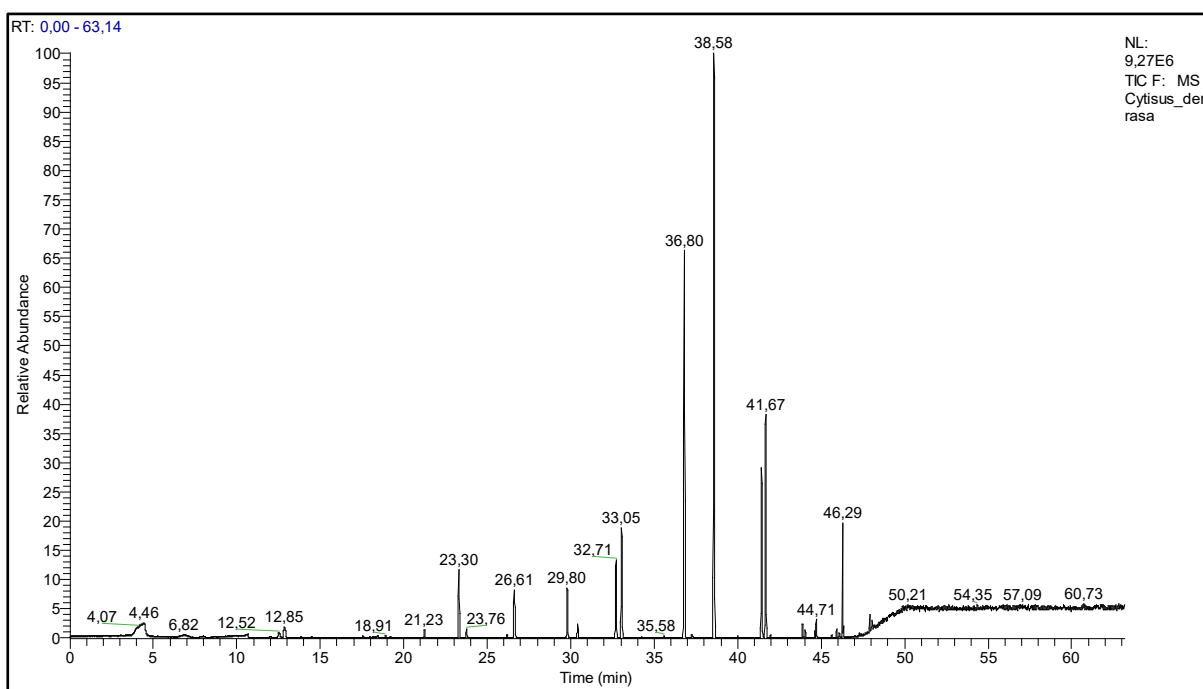
2) Tipo biolóxico: Fanerófito.

3) Floración: abril a xullo.

4) Ecoloxía: rochedos e solos arenosos, frecuentemente calcífuga.

5) Distribución: Frecuente en case toda a Península Ibérica, rara no E.

Principais Compostos volátiles



Táboa 12. principais compostos volátiles de *C. scoparius*.

RT	[%]	Compostos	C
18,9	0,2	3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)-(cis-3-Hexenyl acetate)	C ₈ H ₁₄ O ₂
23,3	6,0	Clorius	C ₈ H ₈ O ₂
26,6	4,9	1,4-Dimethoxybenzene	C ₈ H ₁₀ O ₂
32,7	5,8	2-decanone	C ₁₀ H ₂₀ O
36,8	33,5	Methyl cinnamate	C ₁₀ H ₁₀ O ₂
38,6	49,6	Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄

Nesta especie identificáronse un total de 6 compostos volátiles.

A xesta de vasoiras presenta principalmente os seguintes compostos volátiles: un 49,6% o sesquiterpeno Caryophyllene. O cariofileno é un sesquiterpeno que se caracteriza pola súa estrutura cíclica e que emite un aroma especiado e a terra. (Kang et al., 2023). Tamén chamdo (-)- β -Cariofileno, é un compoñente de moitos aceites esenciais, especialmente o aceite de cravo, aceite esencial de cáñamo *Cannabis sativa*. Estudouse como un potencial repelente en novas estratexias de protección dos cítricos contra o HLB.

Cun 33,5% o éster Methyl cinnamate tamén estivo en altas concentracións nesta planta. É un éster coa estrutura química que lle confire un aroma doce e agradable, similar ao da canela (Jantan et al., 2005).

10. *Cytisus multiflorus*

Familia
Leguminoseae (Fabaceae)

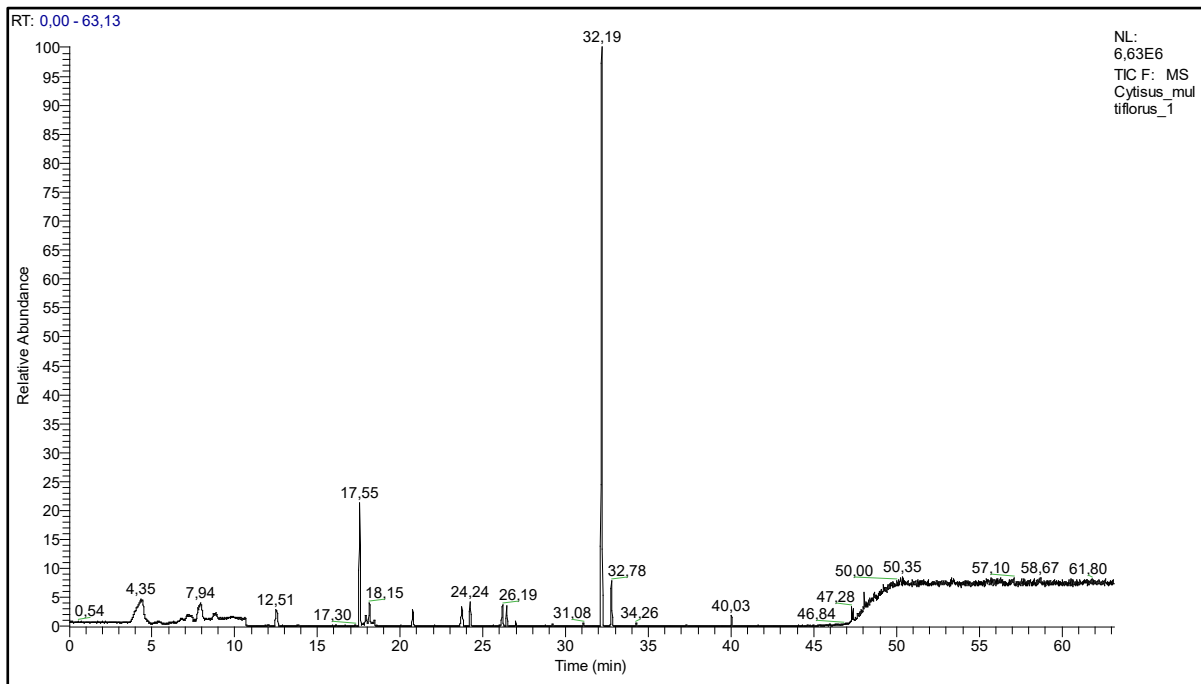
Nome común
Xesta branca



Arbusto erecto, moi ramificado. Talos de 100-300 cm, ramas flexibles, con 5 ángulos, aladas, estriadas e seríceas cando novas, glabrescentes na madurez. Follas sésiles ou curtamente pecioladas, trifoliadas nas ramas inferiores e unifoliadas nas superiores. Foliolos de ata 10 mm, de lineal-lanceolados a oblongos, seríceo-prateados. Flores en acio terminal sobre pedicelos de 10 mm. Cáliz puberulento, de 5 mm, bilabiado; o lábio inferior con 2 dentes e o inferior con 3. Corola branca papilionácea, con estandarte de 9-12 mm. Androceo con 5 estames longos con anteras dorsifixas e 5 máis curtos e con anteras basifixas; tubo estaminal recto, case 2 veces maior que o cáliz; anteras dorsifixas 0,7-0,8 mm, as basifixas 1,1-1,3 mm. Ovario sentado, con 7-14 rudimentos seminais; estilo cilíndrico, arqueado na antese. Froito en legume, de 15-25 × 5-9 mm oblonga, fortemente comprimida, con pelos adpreso-pubescentes ou hirsuta. con 1-7 sementes. Sementes 2,7-3 × 2,2-2,7 mm, ovoides, algo aplanadas, verdosas ou dun pardo escuro. $2n = 46, 46 + 3B, 48, 54, 96; n = 23, 23 + B$.

- 2) Tipo biolóxico: Fanerófito.
- 3) Floración: abril a xuño.
- 4) ECOLOXÍA: bosques e preto da auga. Non aparece planta propia do litoral aínda que aparece de cando en vez.
- 5) Distribución: endemismo do NW e C de España e N e C de Portugal.

Principais Compostos volátiles



Táboa 13. Principais compostos volátiles de *C. multiflorus*.

RT	[%]	Compostos	C
17,5	49,0	1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol)	C ₈ H ₁₆ O
18,1	1,7	2-Pentylfuran	C ₉ H ₁₄ O
18,9	0,6	3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)- (cis-3-Hexenyl acetate)	C ₈ H ₁₄ O ₂
19,2	0,5	Hexyl Acetate (Acetic Acid Hexyl Ester)	C ₈ H ₁₈ O
23,7	1,5	Nonanal	C ₉ H ₁₈ O
24,2	2,3	Phenylethyl Alcohol (2-Phenylethanol)	C ₈ H ₁₀ O
26,1	3,7	trans-2,cis-6-Nonadienal	C ₉ H ₁₄ O
26,4	6,4	2-Nonenal	C ₉ H ₁₆ O
31,1	22,7	Phenethyl acetate	C ₁₀ H ₁₂ O ₂
32,8	11,8	Indole	C ₈ H ₇ N

A Xesta branca presenta os seguintes compostos: Un 48,7% do monoterpenoide 1-Octen-3-ol (Amyl Vinyl Carbinol). O 1-Octen-3-ol é un monoterpenoide con estrutura química característica que emite un aroma a fungos, terra e a madeira. (Krećisz et al., 2023); e un 22,7% o éster Phenethyl acetate. É un éster que posúe un aroma floral doce e é comúnmente usado en perfumes e fragancias. (Nibret y Wink, 2010);

11. *Echium vulgare*

Familia
Boraginaceae

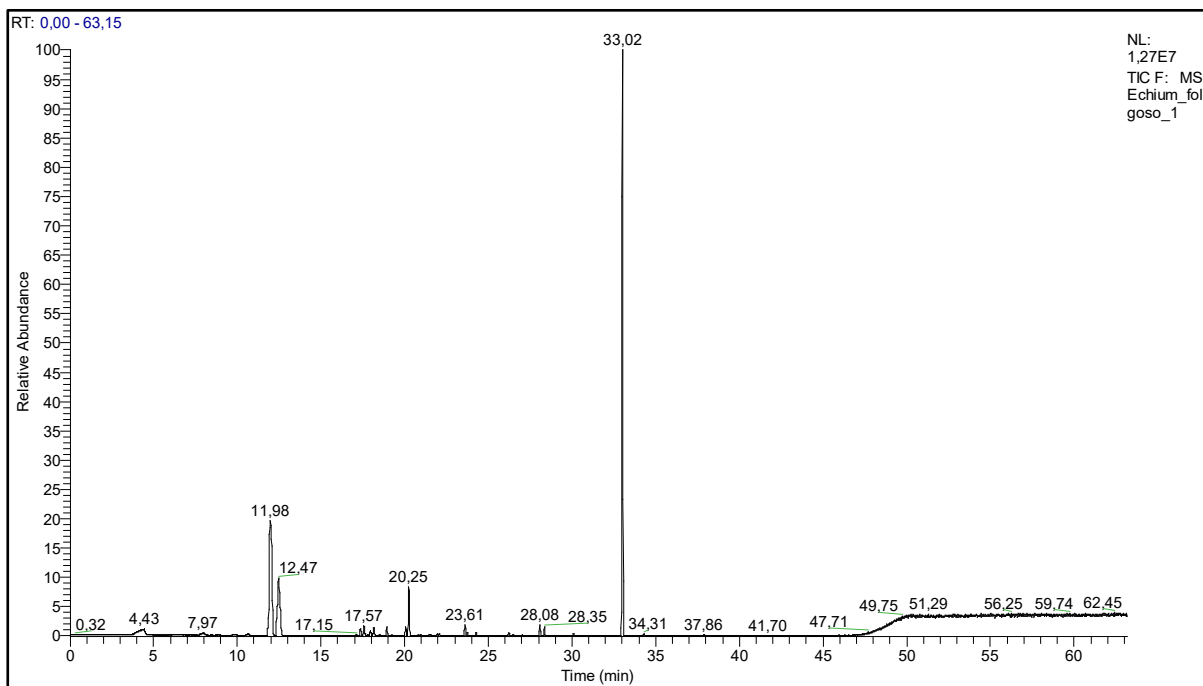
Nome común
Soaxe



Herba 20-100(130) cm, anual, bienal ou perenne, seríceo ou hispida. Talos erectos, simples ou escasamente ramificados, con indumento dobre, de base xeralmente pustulada, 7 e pelos curtos adpresos e retrorsos. Follas seríceas ou hispidas, con indumento dobre, formado por poucos ou numerosos cogomelos rixidos e numerosos pelos adpresos; as da base –formando unha roseta– ata de 25(30) × 2(4) cm, atenuadas nun pecíolo curto, estreitamente elípticas ou oblanceoladas. Inflorescencia espiciforme, cilíndrica, densas na floración, ata de 10(20) cm na frutificación. Flores marcadamente zigomorfas; brácteas (3,5)4-8(10) mm, linear-lanceoladas, tan longas ou máis longas que o cáliz. Cáliz en flor de (3,5)4,5- 6(7,5) mm, ± ovoide en froito; lóbulos de 0,4-1 mm de anchura, homomorfos, lineares ou linear-lanceolados, erectos en froito, con indumento dobre, de cogomelos rixidos de base pustulada no nervio medio e marxe, e abundantes pelos longos e curtos introrsos. Corola (6)10-21 mm, infundibuliforme, con pelos longos nos nervios e nos lóbulos e pelos curtos en case toda a cara externa, azul ou azul-violeta; tubo apenas marcado, máis longo que o cáliz. Estames esbrancuxados; anteras ovoideas, azul-violeta. Estilo máis longo que a corola, peloso. Núculas 2-2,8 × 1,5-2 mm, cunha quilla dorsal, outra ventral e dous laterais, tuberculado-crestadas ou muricado-crestadas. 2n = 32.

- 2) Tipo biolóxico: Hemicriptófito.
- 3) Floración: abril a xullo.
- 4) Ecoloxía: Pasteiros, barbeitos, ribazos, noiros, cunetas, en zonas ás veces nitrificadas, en substrato básico ou ácido.
- 5) Distribución: A maior parte de Europa. Gran parte da Península Ibérica, ausente en case todo o extremo occidental e gran parte de Andalucía

Principais Compostos volátiles



Táboa 14. Principais compostos volátiles de *E. vulgare*.

RT	[%]	Compostos	C
17,4	10,3	β -Terpinene Isomer1 (p-Mentha-1(7),3-diene)	C10H16
17,6	11,7	1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol)	C8H16O
18,2	9,2	α -Myrcene	C10H16
20,3	57,6	Eucalyptol (cineole)	C10H18O
28,1	11,1	α -Terpineol	C10H18O

Na soaxe identificáronse 5 compostos volátiles. O perfil volátil estivo composto principalmente polo Eucalyptol (cineole), clasificado como terpeno (Cai et al., 2021). É un monoterpenoide de baixo peso molecular detectado en *Echium plantagineum*. Este composto tamén atopouse nas glándulas tergaes dos abesouros ao analizar as feromonas de recrutamento. Por este motivo pode ser un composto que participa na interaccións planta-polinizador.

12. *Erica arborea*

Familia
Ericaceae

Nome común
Urce brancal



Arbusto ou arbolillo de 14(7) m. Talos novos de costelas inapreciables, de cortiza pardo-amarelada, con indumento denso, esbrancuxado, uns denticulado-equinados e outros lisos, estes últimos \pm predominantes nos brotes do ano. Follas 3-9 \times (0,3)0,5-0,7 mm, en verticilos de 3-4, lineares, erecto-patentes, tan revolutas que non deixan ver o envés, glabras ou pelosas, as novas con cilios glandulíferos moi curtos. Inflorescencias numerosísimas, no ápice de curtas poliñas laterais, umbeliformes, de 1-3 flores. Pedicelos (1,5)23(7) mm, relativamente grosos, glabros, pardo-amarelados; bractéolas 3, de (0,6)0,84,3 mm, enxertas na metade inferior do pedicelo, verticiladas ou os dous superiores as veces opostas –as veces, todas na base–. Sépalos 1,24,5(2) mm, soldados na base, ovado-lanceolados, esbrancuxados, aquilla- dous na metade superior, \pm membranáceos, glabros. Corola 2-3,5(4) mm, acampanada ou tubular-acampanada, branca; lóbulos de c. 0,5(1) mm, erectos. Anteras 0,7-1 mm, inclusas, dorsifixas, con apéndices 0,2-0,4(0,6) mm, de ovado-lanceolados a lanceolado-lineares, raramente lineais, denticuladas; tecas case paralelas. Ovario glabro; estilo de c. 2,5 mm, relativamente groso. Cápsula de c. 2 mm, obovoide ou globosa, glabra. Sementes 0,4-0,6 mm, elipsoidales, finamente estriadas. $2n = 24$; $n = 12$.

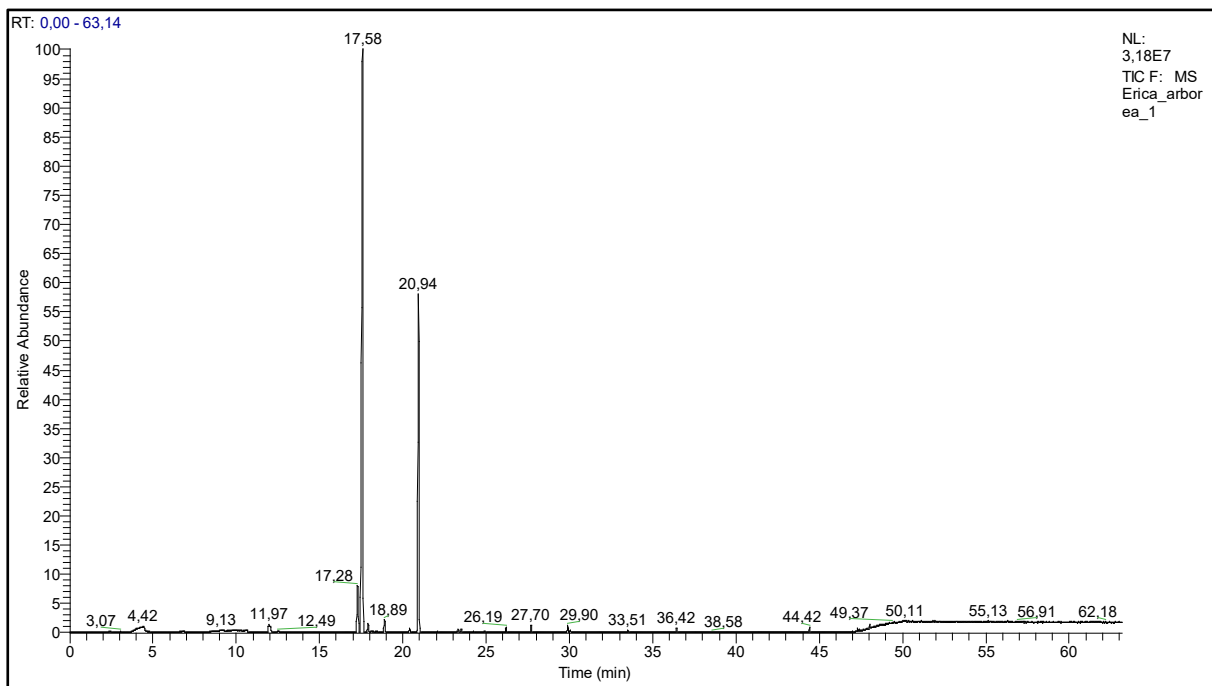
2) Tipo biolóxico: Fanerófito.

3) Floración: xaneiro a xullo.

4) Ecoloxía: Bosques aclarados, matogueiras frescas e sombrias, preferentemente en solos silíceos.

5) Distribución: Rexión mediterránea, Macaronesia, N e E de África. Dispersa por case toda a Península Ibérica.

Principais Compostos volátiles



Táboa 15. Principais compostos de *E. arborea*.

RT	[%]	Compostos	C
17,6	68,8	1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol)	C ₈ H ₁₆ O
20,9	31,0	(Z)-beta-Ocimene	C ₁₀ H ₁₆
23,3	0,3	Methyl benzoate (Clorius)	C ₈ H ₈ O ₂

A urce brancal destaca por presentar principalmente un 68,8% do terpeno 1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol) (Kręcisz et al., 2023) e un 31% do terpeno (Z)- β -Ocimene. Este composto pode ter un aroma agradable e é comúnmnte atopado en aceites esenciais de plantas (Yu et al., 2007).

O β -ocimeno é unha volátil de planta moi comúnm liberada en cantidades importantes polas follas e flores de moitas especies vexetais. Este monoterpeneo acíclico pode desempeñar varias funcións biolóxicas nas plantas, ao afectar potencialmente aos visitantes florais e tamén ao mediar as respostas defensivas ante a herbívora. A ubicuidade e a alta abundancia relativa de β -ocimeno nos aromas florais de especies da maioría das familias vexetais e de diferentes síndromes de polinización suxiren que este terpenoide pode desempeñar un papel importante na atracción dos polinizadores ás flores.

13. *Erica umbellata*

Familia
Ericaceae

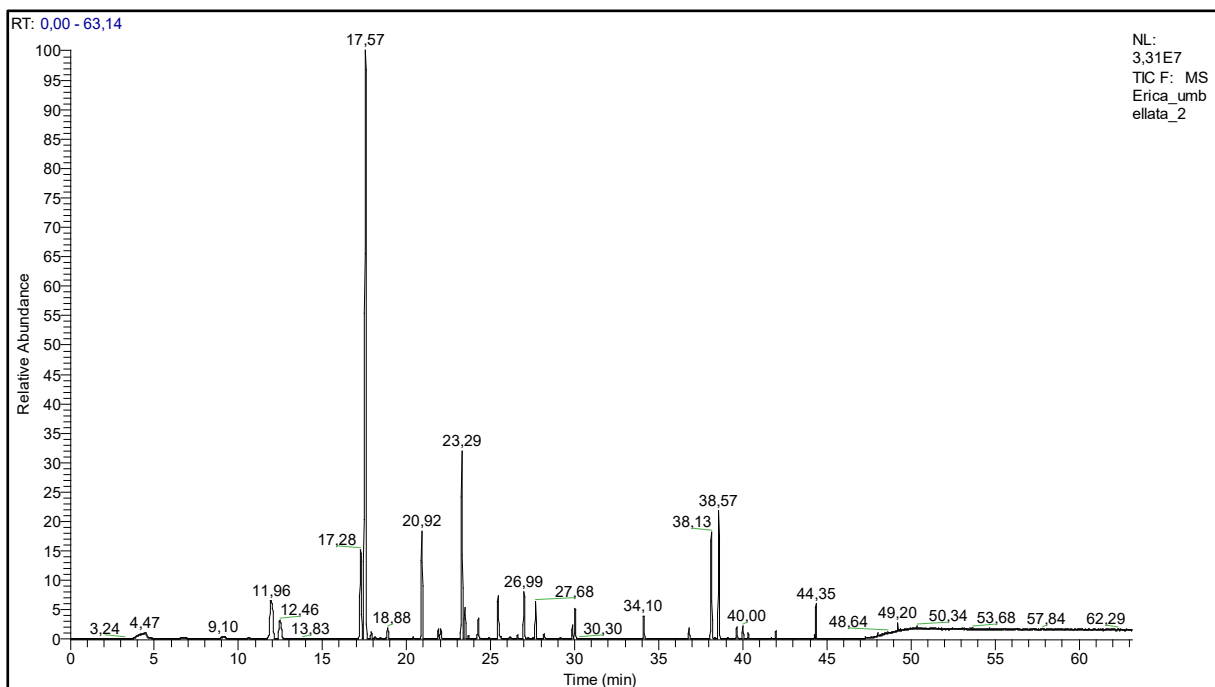
Nome común
Queiroga de umbela



Arbusto (0,6)0,10-0,50(1) m. Talos novos de costelas apenas marcadas, de cortiza pardo-avermellada, con indumento de pelos curtos, glandulíferos ou non glandulíferos. Follas (1,3)2-4,5(5) × 0,4-0,7 mm, en verticilos de 3, erectas, lineares ou linear-lanceoladas, pelosas pola face cando novos, ciliadas, ás veces con cílios glandulíferos. Inflorescencias terminais, umbeliformes, con 3-6 flores. Pedicelos (2)3-5(7) mm, pubescentes, pardo-amarelados ou avermellados; bractéolas 3-4, de 1-1,5 mm, encostadas ao cáliz. Sépalos (1,3)1,5-2(2,5) mm, ± libres, oblongo-lanceolados, raramente lanceolados ou lineares, verdes, ciliados e con pelos marxinais glandulíferos. Corola (3)3,5-5,5(7) mm, urceolada ou subcilíndrica, intensamente rosada ou purpúrea, en ocasións albina; lóbulos de c. 0,4 mm, erectos. Anteras 1-2(3) mm, ± dorsifijas, sem apéndices; tecas paralelas. Ovario glabro; estilo 4-5 mm, delgado; estigma capitado-discooidal, dilatado na antese. Cápsula 2-2,5 mm, piramidal ou subglobosa, glabra. Sementes 0,5-0,6 mm, elipsoidais ou ovoide-oblongas, algo curvadas, irregularmente alveoladas ou rugosas. 2n = 24; n = 12.

2) Tipo biolóxico: Caméfito.
3) Floración: maio a xullo.
4) Ecoloxía: brezais ananos ou despexados, matogueiras, bosques aclarados e areais subcosteiros, sempre en solos silíceos
5) Distribución: Península Ibérica.

Principais Compostos volátiles



Táboa 16. Principais compostos volátiles de *E. umbellata*.

RT	[%]	Compostos	C
17,6	68,8	1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol)	C ₈ H ₁₆ O
17,9	0,7	3-Octanone (Amyl ethyl ketone)	C ₈ H ₁₆ O
20,9	9,4	(Z)-beta-Ocimene	C ₁₀ H ₁₆
23,3	17,2	Clorius	C ₈ H ₈ O ₂
23,5	2,6	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
36,8	0,8	Melonal	C ₉ H ₁₆ O
42,0	0,5	α -Farnesene	C ₈ H ₁₆ O

O principal compostos da queiroga é o monoterpenoide, 1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol) cun 68,8% (Kręcisz et al., 2023).

14. *Foeniculum vulgare*

Familia
Apiaceae ou Umbelliferae

Nome común
Fiúncho



Planta perenne. Talos 50-250 cm, erectos, estriados, sólidos, ramificados na metade superior, glaucos, glabros, sen restos fibrosos na base. Follas basais e medias 10-43 × 9-35 cm, 3-4 pinnatisectas, de contorno triangular, pecioladas, glabras, lineais; as caulinares alternas, progresivamente máis curtas e menos divididas; as superiores reducidas a un pequeno apéndice máis curto que a vaina, glabras; vainas 3-11 × 0,3-0,5 cm, coa marxe escarioso. Umbelas terminais e laterais, con rádios (2)5-44 de 2-7,5 cm, desiguais, glabros. Umbélulas con 12-40 rádios de 2-10 mm, glabros. Pétalos 1,3-1,6 mm, glabros. Estilos 0,3-0,4 mm en fructificación. Froitos 3-6(9) × 2-2,5 mm, ovoides, glabros. 2n = 22; n = 11

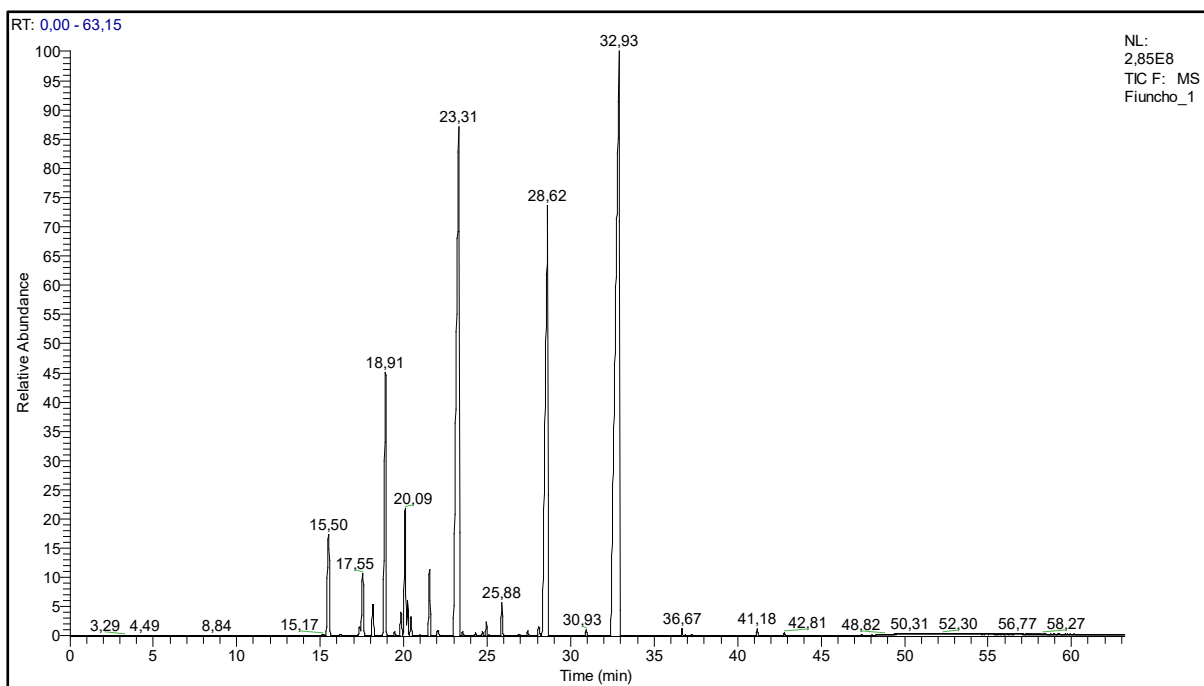
2) Tipo biolóxico: Hemicriptófito

3) Floración: marzo a outubro.

4) Ecoloxía: Bordos de camiños, barbeitos, campos de cultivo e matogueiras

5) Distribución: W e S de Europa, toda a Península e Illas Baleares.

Principais Compostos volátiles



Táboa 17. Principais compostos volátiles de *F. vulgare*..

RT	[%]	Compostos	C
18,1	3,5	1,6-Octadiene, 7-methyl-3-methylene (β -Myrcene)	C ₁₀ H ₁₆
18,9	25,8	α -Thujene	C ₁₀ H ₁₆
21,5	1,9	gamma-Terpinene	C ₁₀ H ₁₆
23,4	62,0	Fenchone	C ₁₀ H ₁₆ O
28,4	6,5	Estragole	C ₁₀ H ₁₂ O
30,1	0,3	Fenchyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂

O fiúncho destaca polo seu contido do Fenchone cun 48,6% catalogado coma unha cetona (Bendimerad et al., 2005) e do Estragole cun 35,6%, ademais é un fenilpropanoide. O fentoche foi estudado polos seus efectos beneficiosos para aumentar a cicatrización de feridas no fiúncho. As actividades antiinflamatorias e antimicrobianas do aceite de fenchona aumentan a síntese de coláxeno e diminuíron o número de células inflamatorias durante a cicatrización de feridas e poden ser útiles para tratar as feridas da pel.

O estragole posúe un aroma doce e anisado, e é comúnmemente atopado en aceites esenciais de plantas como o estragón (de onde deriva o nome) e o anís estrelado (Fernandez et al., 2005).

O Fentoche e o estragol examináronse como insecticidas de materiais derivados do froito do fiúncho, *Foeniculum vulgare*, contra adultos de *Sitophilus oryzae*, *Allosobruchus chinensis* e *Lasioderma serricorne* mediante métodos de aplicación de contacto directo e fumigación. Estes compostos serían posibles axentes naturais de control de insectos, derivados de froitas de *F vulgare* útiles para xestionar poboacións.

15. *Jasione montana*

Familia
Campanulaceae

Nome común
Borla azul



Planta herbácea, 5-60 cm, anual, bienal ou perenne de curta vida, hispídula na parte inferior –pelo ata de 2 mm–. Raíz de moi feble a moi desenvolvida, fusiforme. Talos erectos ou ascendentes, ás veces simples, xeralmente ramificados desde a base ou só na parte superior, de cor púrpura ou verdes na base e ás veces con rosetas estérís. Follas (7)12-55 × 1,5-5(10) mm, de linear-oblongas a anchamente oblongas, agudas ou de ápice redondeado, sésis, marxes ± engrosadas, planos ou ondulados, ás veces con tricoides apicais ou submarxinaís. Inflorescencias en forma de glomérulo de (6)10-30 mm de anchura, de poucos a moi numerosos –ata 150–; pedúnculo 1-25 cm, glabro ou peloso na parte apical; brácteas exteriores moi variables en aspecto e tamaño, de elípticas a ovado-trianguulares, de enteiras a serrado-cuspidadas, máis curtas ou máis longas que as flores, as veces con escasos pelos longos, dispostas en (1)2-3 series, de cor verde ou lila; pedicelos 0-4 (5,5) mm. Cáliz con dentes de 1,5-4 mm, glabros ou con poucos pelos dispersos. Corola 3,5-4,5 mm, de lila a azul intenso. Estames con anteras de 0,25 mm de anchura. Estilos 5-6 mm. Sementes 0,7 × 0,2 mm, 6-8 por cápsula. 2n = 12; n = 6.

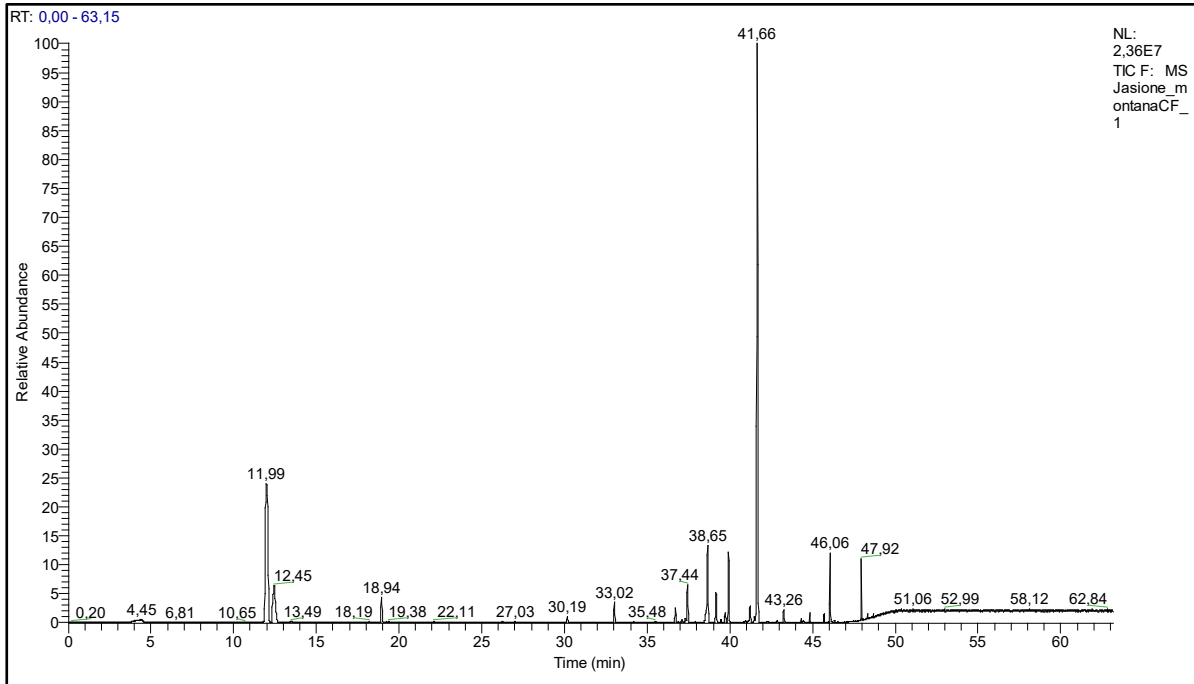
2) Tipo biolóxico: Hemiptófito

3) Floración: De abril a principios de agosto.

4) Ecoloxía: Areas, roquedos, campos de cultivo, prados, noiros, barbeitos, en solos pobres

5) Distribución: Dispersa por toda a Península

Principais Compostos volátiles



Táboa 18. Principais compostos volátiles de *J. montana*.

RT	[%]	Compostos	C
12,5	32,1	2-Hexen-1-ol	C6H12O
35,5	0,6	α -Cubebene	C15H24
38,7	30,5	Isocaryophyllene	C15H24
39,2	9,9	Thujopsene	C15H24
39,9	20,9	β -Farnesene	C15H24
41,2	6,1	Germacrene D Isomer3	C15H24

A borla azul sobresaíu pola presenza dos seguintes compostos volátiles, cada un con características químicas específicas: un 32,1% do alcohol 2-Hexen-1-ol. O 2-Hexen-1-ol é un alcohol que pode actuar como un composto feromonal en certos contextos. A súa estrutura química contén un grupo hidroxilo e un dobre enlace, o que lle confire propiedades únicas (Kręcisz et al., 2023); un 30,5% do sesquiterpeno Isocaryophyllene. O Isocaryophyllene é un sesquiterpeno coa súa propia estrutura cíclica, que pode ter un aroma especiado e a terra (Kang et al., 2023).; e un 20,9% do sesquiterpeno β -Farnesene. O β -Farnesene é outro sesquiterpeno que pode contribuír á fragancia característica da borla azul e ten aplicacións en diversos campos, incluíndo a industria de fragancias e aromaterapia (Miyazaki et al., 2011).

16. *Lamium maculatum*

Familia
Lamiaceae ou Labiatae

Nome común
Chuchamel



Figura 26. *Lamium maculatum*.

Herba 18-50(82) cm, perenne, rizomatosa, frecuentemente estolonífera. Talos erectos, ascendentes ou decumbentes, simples ou ramificados, \pm foliosos, de pelosos, con pelos longos de c. 1 mm, a subglabros, con pelos moi curtos, de c. 0,1 mm, ríxidos. Follas (1,5)3-6,5(9) \times (1)2,5-5,5(6) cm, ovadas, cordadas ou truncadas, con marxe de irregularmente crenado a crenado-serrado, con incisións de 3-7 mm, cor verde, moi raramente púrpura; pecíolo de (0,5)2-4,5(7) mm. Inflorescencia formada por (2)3-4(6) verticilastros separados, con frecuencia os superiores próximos, con (2)4-10(18) flores cada un, moi raramente con verticilastros non terminais. Brácteas con limbo de (1)2-5,5(8) \times (0,7)1,5-4(6) cm, lanceoladas, ovado-lanceoladas ou anchamente lanceoladas, de base truncada ou escasamente atenuada, con marxe serrado, con incisións de 3-7 mm de profundidade, cor verde, as superiores raramente púrpuras, con pecíolo de 0,4-1(2) cm; bractéolas 0,8-1,5 mm, subfiliformes, diminutas, hirsutas, con algúns pelos ríxidos na marxe e envés con pelos glandulares subsésiles. Cáliz 9-12(21) mm, cor verde clara, as veces púrpura, con 10 nervios pouco marcados; tubo 5-9 (10) mm, glabro ou glabrescente na base, dispersamente hirsuta arriba, con dentes de 2,5-6(11) mm, subiguais, en xeral menores que o tubo, as veces iguais ou maiores, de triangulares a estreitamente triangulares, longamente acuminados, hirsutos, con pelos lixeiramente introrsos, con marxe ciliado, con pelos glandulares subsésis. Corola 18-30 mm, cor púrpura, as veces rosa pálido; tubo 13-19 mm, que sobresa dos dentes do cáliz, moi aberto arriba ou as veces alongado gradualmente, cor rosada ou esbrancuxado, glabro abaixo, pubescente arriba, cun anel lixeiramente oblicuo de pelos brancos, longos, a 2-3 mm da base; beizo superior 7-12 mm, cor púrpura, ás veces rosado, de ápice redondeado, brancos, subglabro por dentro; beizo inferior (6)7-12 mm, con lóbulo central de (2)3-6 mm, cor branca ou rosada, con manchas púrpura obscuro, con lóbulos laterais hasta de 2 mm, redondeados en forma de arco, cun pequeno apéndice de 1-2,5 mm, subfiliforme. Estames con filamentos pubescentes nos 2/3 basais e pelos glandulíferos subsésis no terzo superior; anteras cor castaña escuro ou púrpura escuro, con pelos longos e ríxidos, brancos. Pole cor laranxa. Estigma de brazos subiguais. Núculas 2,9-3,5(3,8) \times 1,4-1,8 mm, cor castaña, as veces verdoso. $2n = 18$; $n = 9$.

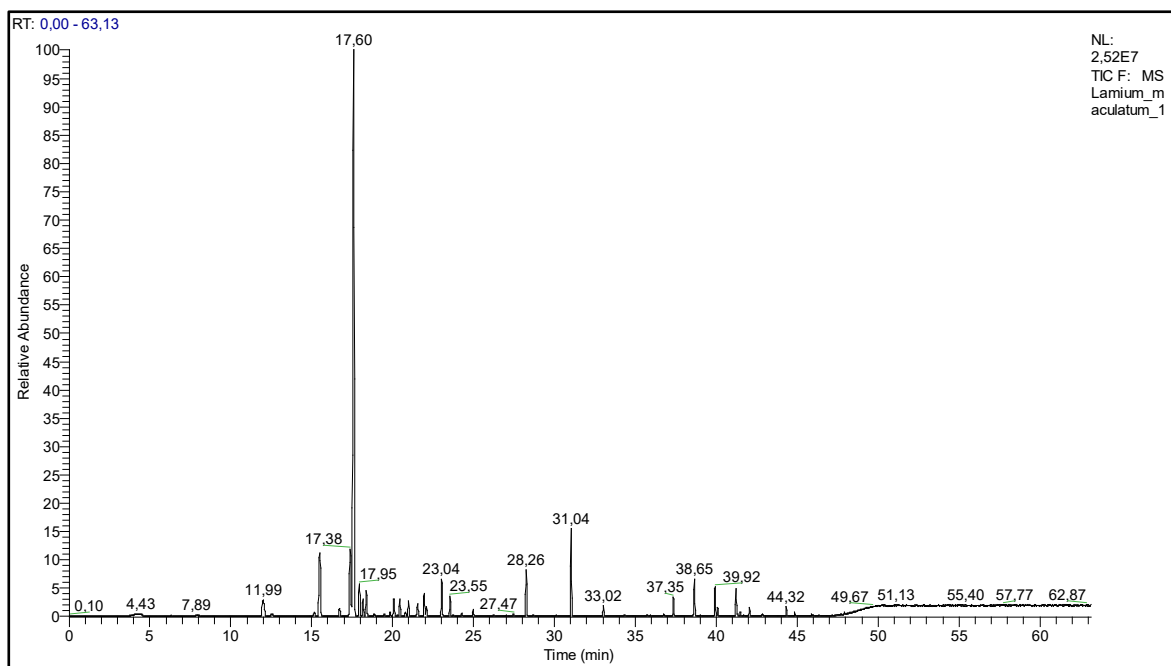
2) Tipo biolóxico: Proto-hemicriptófito

3) Floración: xaneiro a agosto.

4) Ecoloxía: Herbais en marxes de correntes de auga, en bosques húmidos, con frecuencia ruderal, en solos ácidos ou básicos

5) Distribución: N e W da Península Ibérica e montañas do S.

Principais Compostos volátiles



Táboa 19. Principais compostos volátiles de *L. maculatum*.

RT	[%]	Compostos	C
15,2	0,5	α -Thujene	C ₁₀ H ₁₆
16,7	1,0	Benzaldehyde	C ₇ H ₆ O
17,4	8,3	β -Terpinene Isomer1 (p-Mentha-1(7),3-diene)	C ₁₀ H ₁₆
17,6	72,3	1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol)	C ₈ H ₁₆ O
18,2	1,7	Myrcene	C ₁₀ H ₁₆
18,4	2,7	3-octanol (Amyl Ethyl Carbinol)	C ₈ H ₁₈ O
22,0	3,0	β -Terpinene Isomer2	C ₁₀ H ₁₆
23,6	1,7	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
24,3	0,3	Phenylethyl Alcohol (2-Phenylethanol)	C ₈ H ₁₀ O
36,8	0,2	β -Farnesene	C ₁₅ H ₂₄
40,1	0,7	Humulene	C ₁₅ H ₂₄
41,2	2,4	Germacrene D Isomer3	C ₁₅ H ₂₄
42,1	0,7	(Z,E)-alpha-Farnesene	C ₁₅ H ₂₄

O chuchamel destacou por presentar os seguintes compostos volátiles: Un 72,3% do terpeno 1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol); Un 8,3% do terpeno β -Terpinene Isomer1 (p-Mentha-1(7),3-diene) (Niponsak et al., 2011); Un 3% do terpeno β -Terpinene Isomer2 (Yuping et al., 2008); Un 2,7% do alcohol 3-octanol (Amyl Ethyl Carbinol) (Sahin et al., 2004); E un 2,7% do terpeno Myrcene (Buchin et al., 2002).

17. *Lavandula stoechas*

Familia

Lamiaceae ou Labiatae

Nome común

Rosmaniño



Sufrútice 23-150 cm. Talos moi foliosos, os novos moi pelosos, con pelos curtos e esbrancuxados, lixeiramente tomentosos. Follas 6-37 × 1,5-4 mm, de lineares a lanceoladas, con frecuencia con nervio reticulado, moi marcado polo envés, enteiras; en xeral densamente dispostas en fascículos, esbrancuxadas, tomentosas, con borra formada por pelos compostos moi pequenos, con glándulas esféricas amarelas, sobre todo polo envés. Inflorescencia 1,5-4,7(5,5) × (0,6)0,8-1,9 cm, formada por 8-16(19) verticilastros con 6-14 flores cada un, de sección cuadrangular ou redondeada. Brácteas 4-8 × 4,5-10 mm, de anchamente elípticas a ovoides, as veces cuneadas, agudas, xeralmente con face glabra e envés peloso, cor verdoso, pardo, violeta, ás veces escuro, con cálices ± sobresalientes, dependendo do grao de desenrolo; brácteas superiores 8-36 × 2-10 mm, 2-8 por penacho, de lanceoladas a elípticas, cun nervio central marcado e nervios laterais pinnados moi leves, xeralmente con ápice redondeado, ás veces agudas, de cor azulado a violeta. Cáliz 6-8 mm, con 4 dentes agudos, ás veces con marxe moi peloso, esbrancuxado, con 1 dente de c. 1,5 × 2,1 mm, apendiculado, anchamente elíptico. Corola 4-5,5 mm, cor azulado ou violeta, moi obscuro na parte superior, de cor negra, tubo descolorido; lóbulos c. 1,5 mm, os 2 superiores algo maiores os 3 inferiores, con garganta pelosa. Núculas 1,6-1,8 × 1,1-1,3 mm, elipsoides, as veces aplanadas, cunha cara convexa, lisas, brillantes, as veces papilosas no ápice, cor castaña. 2n = 30.

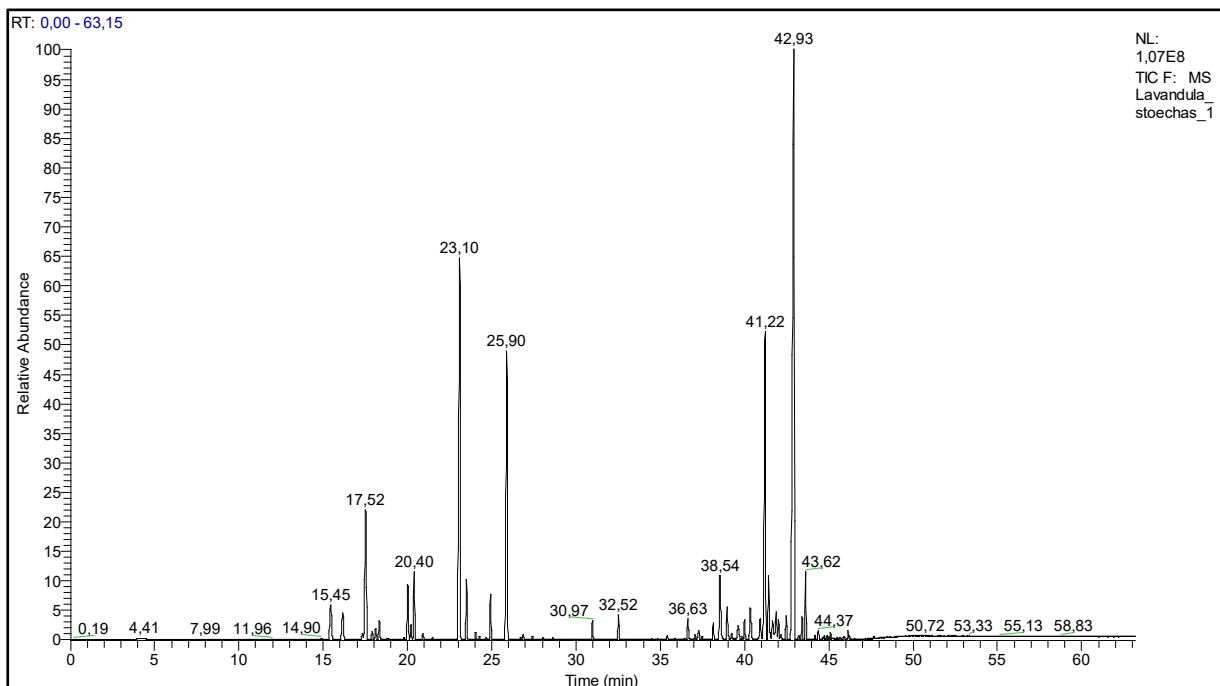
2) Tipo biolóxico: Caméfito ou Fanerófito

3) Floración: xaneiro a xullo.

4) Ecoloxía: Matogueiras xerófilas, en todo tipo de substratos, máis frecuentes nos silíceos e soltos.

5) Distribución: Rexión mediterránea e macaronésica. Litoral ibérico desde Xirona ata Pontevedra.

Principais Compostos volátiles



Táboa 20. Principais compostos volátiles de *L. stoechas*.

RT	[%]	Compostos	C
15,5	4,5	α -Thujene	C ₁₀ H ₁₆
16,2	3,3	Camphene	C ₁₀ H ₁₆
17,5	14,9	(-)-beta-Pinene	C ₁₀ H ₁₆
17,9	0,7	3-Octanone (Amyl ethyl ketone)	C ₈ H ₁₆ O
18,1	1,0	1,6-Octadiene, 7-methyl-3-methylene (β -Myrcene)	C ₁₀ H ₁₆
18,3	1,7	3-octanol (Amyl Ethyl Carbinol)	C ₈ H ₁₈ O
19,8	0,2	p-Mentha-1,3,8-triene	C ₁₀ H ₁₄
20,2	1,2	Eucalyptol (cineole)	C ₁₀ H ₁₈ O
23,5	4,4	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
24,7	0,2	3-Octyl acetate	C ₁₀ H ₂₀ O ₂
25,9	26,5	(-)-Camphor	C ₁₀ H ₁₆ O
26,9	0,4	Borneol	C ₁₀ H ₁₈ O
28,3	0,1	Myrtenol	C ₁₀ H ₁₆ O
32,5	1,7	Bornyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂
35,4	0,3	α -Cubebene	C ₁₅ H ₂₄
35,9	0,1	Nerol acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂
36,6	1,7	Copaene	C ₁₅ H ₂₄
38,5	7,8	α -Cubebene	C ₁₅ H ₂₄
41,2	28,1	Germacrene D Isomer3	C ₁₅ H ₂₄

O romaniño sobresaí pola presenza dos seguintes compostos volátiles, cada un con características químicas específicas: un 28,1% do sesquiterpeno Germacrene D Isomer3. O Germacrene D Isomer3 é un sesquiterpeno coa súa propia estrutura cíclica que pode emitir un aroma específico, e a súa presenza en cantidades significativas pode contribuír á fragancia característica do romaniño (Jirovetz et al., 2002); un 26,5% da cetona (-)-Camphor. É un composto químico que posúe un aroma refrescante e a menta, e a súa estrutura química contén un grupo cetona (Facundo et al., 2005). O Camphor foi estudado como un dos principais compoñentes dos aceites esenciais de *Lavandula stoechas*, xunto co alpha-pineno, 1,8-cineol, fencona, e acetato de mirtenilo, todos eles produtos de diferentes rutas bioxénéticas. Finalmente destacou cun 14,9% o terpeno (-)- β -Pinene. Este último é un terpeno con propiedades aromáticas que lembran ao piñeiro e ao bosque. A súa estrutura química contén un dobre enlace en forma de anel que lle confire características únicas (Yuping et al., 2008).

18. *Ligustrum vulgare*

Familia
Oleaceae

Nome común
Alfaneiro



Arbusto de 1-3(5) m, caducifolio ou perenne, de cortiza lisa, agrisada, con lenticelas. Pólas flexíbeis. Follas opostas, simples, pecioladas; pecíolo 1,5-7,5 mm; limbo 12-64(75) × 5-28 mm, lanceolado, ovado-lanceolado ou elíptico, agudo ou acuminado no ápice, atenuado na base, con nervio secundario visíbel polo envés, dun verde escuro pola face, máis claro polo envés. Inflorescencia 25-78 mm, en panícula, terminal, densa, erguida. Flores hermafroditas, tetrámeras, bracteadas, bracteoladas, pediceladas; bráctea 3,5-5 mm; bractéola 0,75-1,75 mm, ovada; pedicelos 0,3-2,5 mm. Cáliz 0,8-1,4 × 1-1,9 mm, campanulado, glabro ou moi debilmente enteiro ou con 4 dentes; dentes ata de 0,2 mm. Corola de 3,5-8 mm de diámetro, branca; tubo 1-2,2 mm; lóbulos 1,8-3,5 × 1,2-2,4 mm, ovados, cóncavos. Androceo con 2(3) estambres; filamentos 1,5-2,3 mm; anteras 1,2-2,2 mm, amarelas. Estilo 0,9-2,3 mm; estigma 0,6-1,2 mm, bilobado, cos lóbulos elípticos. Sementes 4-6 × 2,3-4,2 mm, ± semiesféricas, comprimidas ventralmente, dunha cor castaño. $2n = 46$

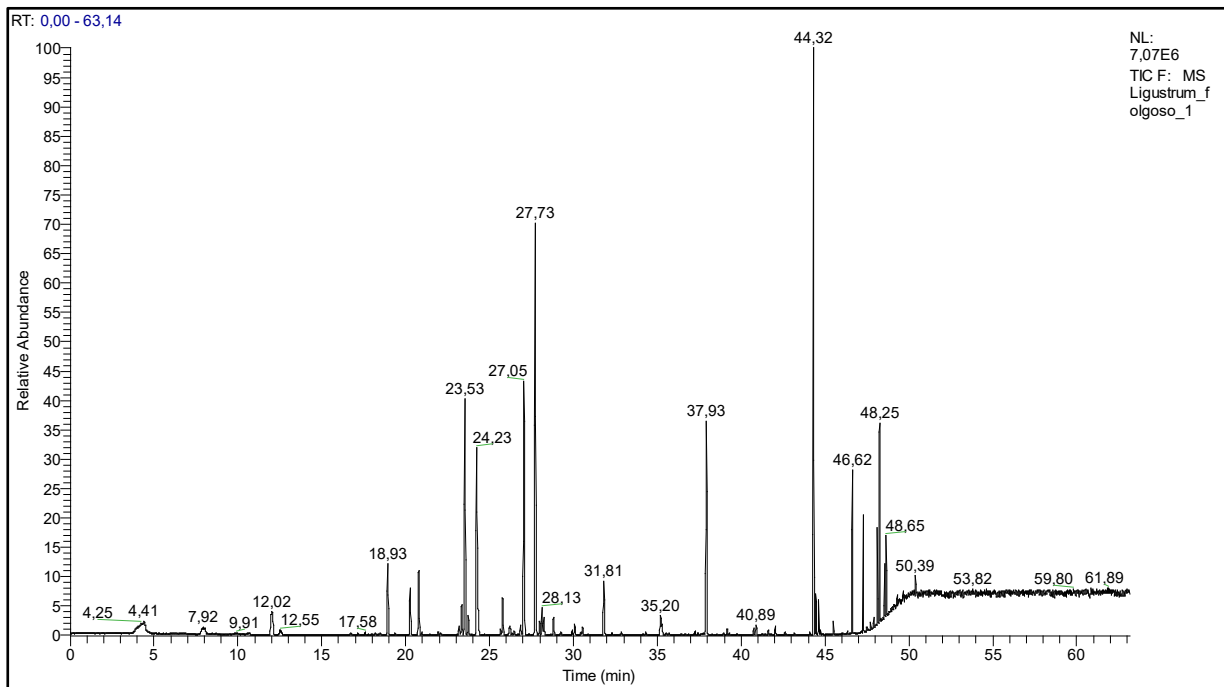
2) Tipo biolóxico: Fanerófito.

3) Floración: maio a xuño.

4) Ecoloxía: claros de bosque, ribeiras, formando parte do monte, preferentemente en substrato de caliza.

5) Distribución: Case toda a España peninsular, falta ou é moi rara en case todo o SW e gran parte de Portugal.

Principais Compostos volátiles



Táboa 21. Principais compostos volátiles de *L. vulgare*.

RT	[%]	Compostos	C
23,3	2,6	Methyl benzoate	C ₈ H ₈ O ₂
23,5	18,7	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
23,7	1,4	Nonanal	C ₉ H ₁₈ O
24,2	18,4	Phenylethyl Alcohol (2-Phenylethanol)	C ₈ H ₁₀ O
25,8	3,3	1,2-Dimethoxybenzene	C ₈ H ₁₀ O ₂
27,7	32,0	cis-3-Hexenyl butyrate	C₁₀H₁₈O₂
28,8	1,4	2-Propanone, 1,3-diphenyl-	C ₁₅ H ₁₄ O
31,8	4,3	Ethyl salicylate	C ₉ H ₁₀ O ₃
32,9	0,2	Ethyl Nonanoate	C ₁₁ H ₂₂ O ₂
37,9	17,7	1,3,5-Trimethoxybenzene	C ₉ H ₁₂ O ₃

O alfaneiro destaca por presentar un 32% do éster cis-3-Hexenyl butyrate. É un éster coa súa propia estrutura química característica. Este composto é responsable do aroma fresco e verde que se asocia ao alfaneiro. A súa estrutura inclúe un grupo butirato, que lle confire unha fragancia agradable e contribúe ás propiedades aromáticas desta planta (Setzer et al., 2007).

19. *Malus domestica*

Familia
Rosaceae

Nome común
Maceira



Árbore de ata 12 m, inerm, con tronco de cortiza gretada que se desprende en placas. **Pólas** novas con xemas de 4-5 × 3-4 mm, cónico-ovoides, xeralmente glabras, pero ciliadas nos bordos. **Follas** 2₈-7₅ × 1₈-4₉ mm, de ovadas a elípticas, obtusas, coa base polo xeral cuneada ou redondeada, serradas, densamente pelosas polo envés; pecíolo 10-30 mm, densamente peloso; estípulas 5-9 mm, dentadas. **Flores** 4-8, en cimas umbeliformes ou corimbiformes; pedicelos 8-25 mm, densamente pelosos. Sépalos 8-9 × 3-4 mm, as veces con algúns dentes laterais, tomentosos por ambas caras. Pétalos 13-29 × 10-14 mm, as veces rosados; unlla 1-2 mm. Estames 20; filamentos 6-9 mm; anteras c. 1,5 × 1 mm. Estilos 5, de 7-8 mm. Sementes 7-8 × c. 4 mm. 2n = 34*, 51*, 68*; n = 17*, 22*, 24*.

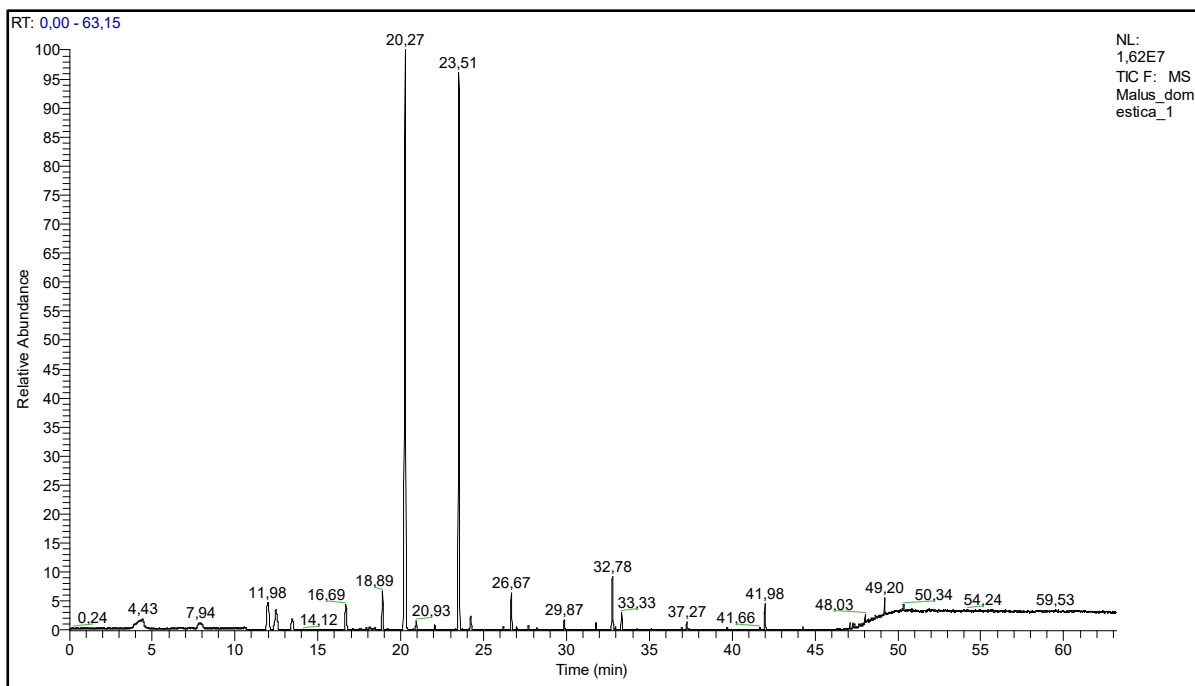
2) Tipo biolóxico: Fanerófito.

3) Floración: marzo a maio.

4) Ecoloxía: Na orla ou so cuberto de bosques caducifolios ou mixtos, piñeirais, matas, sebes e matagueiras.

5) Distribución: Cultivado en toda a Península Ibérica e ocasionalmente naturalizado.

Principais Compostos volátiles



Táboa 22. Principais compostos volátiles de *M. domestica*.

RT	[%]	Compostos	C
18,9	2,8	3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)- (cis-3-Hexenyl acetate)	C ₈ H ₁₄ O ₂
20,3	51,8	Benzyl alcohol (Phenylmethanol)	C₇H₈O₂
23,5	37,7	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
26,7	2,4	Benzyl acetate	C ₉ H ₁₀ O ₂
27,7	0,2	cis-3-Hexenyl butyrate	C ₁₀ H ₁₈ O ₂
32,8	3,7	Indole	C ₈ H ₇ N
42,0	1,4	α -Farnesene	C ₁₅ H ₂₄

A maceira destaca por presentar os seguintes compostos volátiles: maioritariamente destaca o alcohol Benzyl alcohol cun 51,8%; seguido dun 37,7% do terpeno. Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-) (Kang y Lee, 2016). xunto cun 3,7% do terpeno Indole (Carvalho et al., 2016) e 2,8% de 3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)- (cis-3-Hexenyl acetate) (Dickens, 1999).

O alcohol bencílico, demostrouse que provocan unha resposta electrofisiolóxica das antenas obreiras de *Vespula vulgaris* mediante o uso de electroantenografía (EAG). Os ensaios de campo con trampas delta cebadas individualmente con estes compostos confirmaron a atracción das avespas. Polo que este composto poderá ser un empregado para testar na captura de *V. velutina*.

20. *Mentha suaveolens*

Familia
Lamiaceae

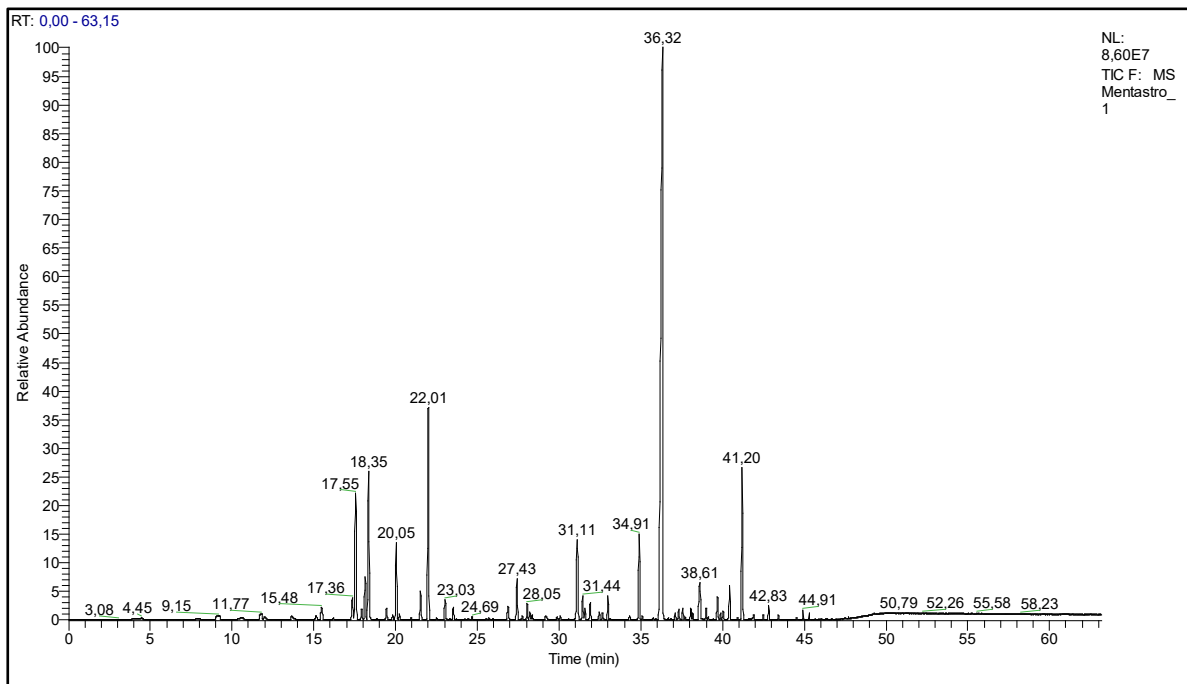
Nome común
Mentastro



Herba 38-87 cm, leñosa na parte inferior, as veces estolonífera, con nós enraizantes. Talos 4 mm de diámetro na parte inferior, con cantos marcados, de simples a moi ramificados, \pm pelosos, con pelos simples ou ramificados, moi pelosos nos nós, con frecuencia depilados na parte inferior. Follas 18-52 \times 9-37 mm, de elípticas a ovadas, ou orbiculares, agudas ou non, sentadas, dentadas ou serradas, con dentes pegados, ou festonadas, con nervios marcados, en xeral de superficie rugosa, face cor verde intensa, envés esbrancuxado debido ao tomento de pelos con textura de algodón, enmarañados, simples e ramificados. Inflorescencia 2,7-10 \times 0,6-1,2 cm, formada por espigas densas e terminais con verticilastros inferiores separados, as veces ramificadas e compostas. Bractéolas 3-5 mm, de estreitamente ovadas a lanceoladas, xeralmente incurvadas. Flores con pedicelo 1,7 mm. Cáliz 1,2-2,5 mm, tubo con pelos dispersos e glándulas esferoidais; dentes 0,5-0,7 mm, ciliados. Corola 3-3,8 mm, en xeral cor crema ou esbrancuxada, as veces cor púrpura clara antes da antese, con lóbulos de 1-1,5 mm. Núculas 0,7-0,8 \times 0,5-0,6 mm, elipsoides ou ovoides, con pico ben marcado, cor castaña escuro. $2n = 24, 36$

- 2) Tipo biolóxico: Proto-hemicriptófito
- 3) Floración: xullo a outubro.
- 4) Ecoloxía: Xunqueiras ou silveiras, lugares húmidos en calquera substrato, as veces nitrificados
- 5) Distribución: Abundante na rexión mediterránea e algo máis rara en Centroeuropa. Case toda a Península Ibérica.

Principais Compostos volátiles



Táboa 23. Principais compostos volátiles de *M. Suaveolens*.

RT	[%]	Compostos	C
15,2	0,8	α -Thujene	C ₁₀ H ₁₆
16,2	0,3	α -Fenchene	C ₁₀ H ₁₆
17,4	3,2	β -Terpinene Isomer1 (p-Mentha-1(7),3-diene)	C ₁₀ H ₁₆
17,6	19,2	1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol)	C ₈ H ₁₆ O
17,9	1,4	3-Octanone (Amyl ethyl ketone)	C ₈ H ₁₆ O
18,1	5,6	1,6-Octadiene, 7-methyl-3-methylene (β -Myrcene)	C ₁₀ H ₁₆
18,4	20,0	3-octanol (Amyl Ethyl Carbinol)	C ₈ H ₁₈ O
19,8	0,6	o-Cymene	C ₁₀ H ₁₄
20,2	0,7	Eucalyptol (cineole)	C ₁₀ H ₁₈ O
20,8	0,1	Benzeneacetaldehyde	C ₈ H ₈ O
21,0	0,2	(Z)- β -Ocimene	C ₁₀ H ₁₆
22,0	26,5	trans-Sabinenehydrate	C₁₀H₁₈O
22,5	0,2	1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol)	C ₈ H ₁₆ O
23,3	0,2	3-Nonanol	C ₉ H ₂₀ O
23,5	1,6	4-Isopropenyl-1-methylcyclohexanol (β -TERPINEOL)	C ₁₀ H ₁₈ O
24,1	0,0	Octen-1-ol, acetate	C ₁₀ H ₁₈ O ₂
24,2	0,1	Phenylethyl Alcohol (2-Phenylethanol)	C ₈ H ₁₀ O
25,3	0,0	Limonene oxide, cis-	C ₁₀ H ₁₆ O
25,6	0,2	Isopinocarveol	C ₁₀ H ₁₆ O
25,7	0,2	Valeric acid, 3-methylbut-2-enyl ester	C ₁₀ H ₁₈ O ₂
26,9	2,1	Borneol	C ₁₀ H ₁₈ O
27,4	4,7	(-)-Terpinen-4-ol	C ₁₀ H ₁₈ O
27,8	0,4	p-Cymen-8-ol	C ₁₀ H ₁₄ O
28,1	1,8	p-menth-1-en-8-ol	C ₁₀ H ₁₈ O
28,2	0,9	Methyl Salicylate	C ₈ H ₈ O ₃
31,9	2,0	(+)-Isopiperitenone	C ₁₀ H ₁₄ O
32,5	1,1	Anethole	C ₁₀ H ₁₂ O
35,8	0,3	Eugenol	C ₁₀ H ₁₂ O ₂
36,9	0,1	Limonene dioxide	C ₁₀ H ₁₆ O ₂
37,3	1,3	(Z)- β -Elemene	C ₁₅ H ₂₄
39,7	3,1	Germacrene D Isomer2	C ₁₅ H ₂₄
40,0	1,1	Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄

O mentrato destacou por presentar nestas proporcións os seguintes compostos volátiles: un 26,5% do terpenoide trans-Sabinenehydrate. Algunhas especies do xénero *Mentha*, como *M. candicans*, contén hidrato de transsabineno como compoñente principal do aceite esencial. Este composto tamén atópase en varias plantas e aceites esenciais e posúe un aroma fresco e agradable, con notas de pino e madeira (Verdian-rizi, 2008); e un 32,95% do terpenoide (Kręcisz et al., 2023) 1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol).

21. *Pentaglottis sempervirens*

Familia
Boraginaceae

Nome común
Buglosa sempreverde



Herba 30-100 cm, fortemente hispida –pelos 1,2-3,7 mm–, con rizoma de 10-20 mm de diámetro. Talos xeralmente ramificados ou ascendentes. Follas con pilosidade densa, esbrancuxado-amarelada, máis abundante nos nervios do envés, acompañado de pústulas parduscas na base dos pelos; as basais (11,3)15,3-30,6(33,5) × 3,7-7,3(9) cm, atenuadas nun pecíolo de (3,8)4,4-14,3(18) cm, oblanceoladas, oblongo-ovadas ou ovadas, agudas; as caulinares 6,5-9,8(12) × 1,8-3(4,5) cm, as da base sésis. Inflorescencia con cimas de 6-17 flores cada unha. Flores con brácteas de 3-11 × 1-4 mm, ovado-lanceoladas, agudas; pedicelos en flor de 1-2 mm, en froito de 3-5 mm. Cáliz en flor de (4)4,5-8(8,5) mm, en froito de (7,2)8-9,3(11,4) mm, campanulado; lóbulos anchamente lanceolados ou elíptico-lanceolados, agudos, hirsutos. Corola de (5,8)6,5-11,5(12) mm de diámetro, azulada, con lóbulos patentes; tubo c. 2 mm; garganta con escamas case rectangulares, ciliadas na marxe, papilosas no ápice; lóbulos 3-5 mm, ovados. Estames con anteras de 0,6-0,8 mm. Núculas 3,5-4 × 2-2,7 mm, ovoides, reticuladas ou rugosas, densa- e diminutamente tuberculadas, de cor negra na madurez, cun anel basal de 0,3-0,5 mm, pouco engrosado, enteiro, asimétrico, situado na cara ventral. 2n = 22.

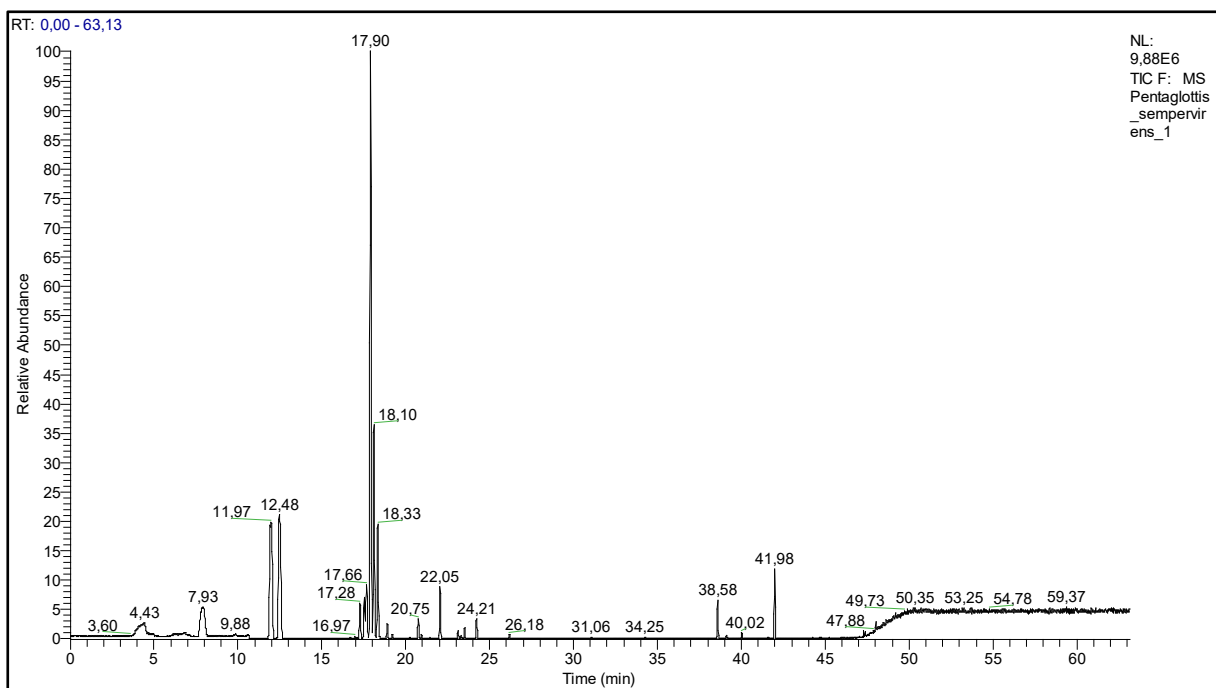
2) Tipo biolóxico: Hemicriptófito

3) Floración: febreiro a xullo.

4) Ecoloxía: Bosques e outros lugares sombríos, húmidos e nitrificados, en substrato xeralmente ácido.

5) Distribución: SW de Europa; naturalizada no C e N. Cuadrante NW e C da Península Ibérica

Principais Compostos volátiles



Táboa 24. Principais compostos volátiles de *P. sempervirens*.

RT	[%]	Compostos	C
17,9	75,2	3-Octanone (Amyl ethyl ketone)	C₈H₁₆O
18,3	13,4	3-octanol (Amyl Ethyl Carbinol)	C ₈ H ₁₈ O
18,9	1,7	3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)- (cis-3-Hexenyl acetate)	C ₈ H ₁₄ O ₂
19,2	0,4	Hexyl Acetate (Acetic Acid Hexyl Ester)	C ₈ H ₁₆ O ₂
23,5	1,0	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
24,2	2,2	Phenylethyl Alcohol (2-Phenylethanol)	C ₈ H ₁₀ O
40,0	0,4	α -Caryophyllene (Humulene)	C ₁₅ H ₂₄
42,0	5,6	α -Farnesene	C ₁₅ H ₂₄

A buglosa sempreverde caracterízase por conter un 75,2% da cetona (Tzakou e Couladis, 2001) 3-Octanone (Amyl ethyl ketone).

22. *Philadelphus coronarius*

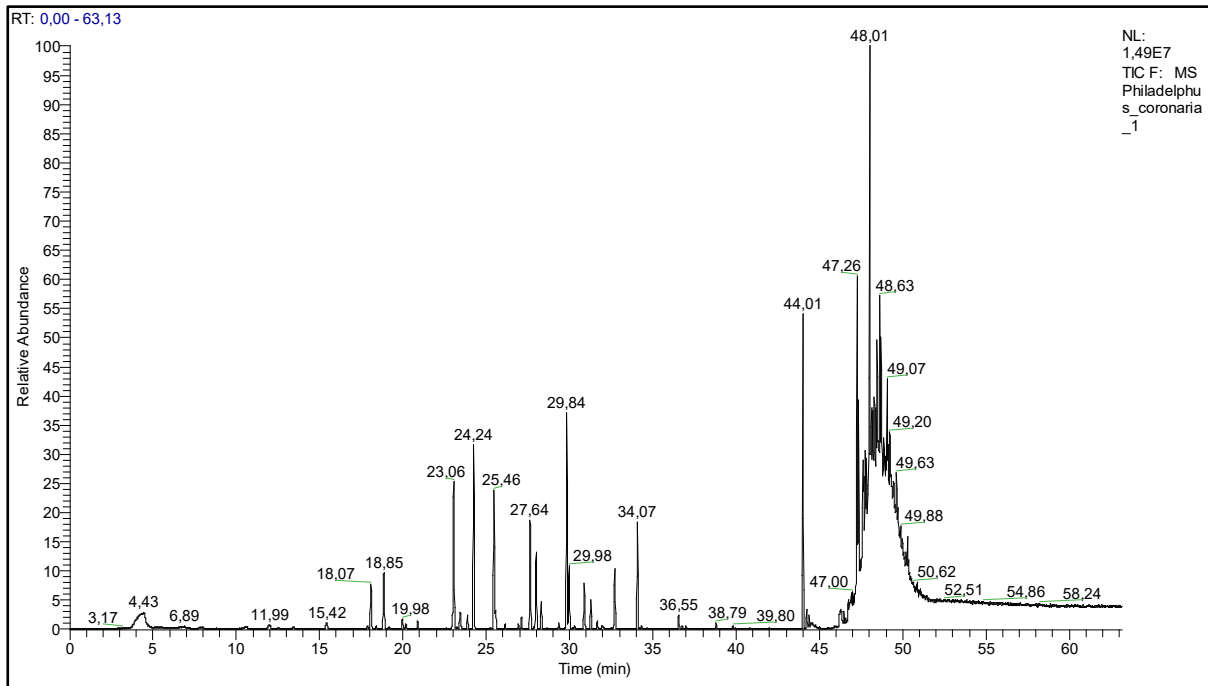
Familia
Hydrangeaceae

Nome común
Filadelfo



Arbusto ou árbore pequena de ata 4 m. Follas 4,5-9 2-4,5 cm, ovadas ou elípticas, agudas, atenuadas na base, dentadas, glabras ou algo pelosas polo envés, especialmente nos nervios; pecíolo 2-5 mm. Inflorescencia en acios con 5-9 flores. Flores brancas, olorosas; pedicelos 6-10 mm na antese e ata 20 mm na frutificación. Hipanto 2-4 mm. Cáliz con lóbulos 4-5 mm, triangulares, ciliados, case glabros. Pétalos 12-14 10-11 mm, facilmente caedizos. Estames c. 25. Froito 6-8 5-6 mm, 4-locular, turbinado, glabro. Sementes c. 3 0,75 mm, co apéndice caudal tan ancho como o embrión, marróns. $2n = 26$.
Crece en bosques e outros lugares sombríos, húmidos e nitrificados, en substrato xeralmente ácido.
5) Distribución: SW de Europa; naturalizada no C e N. Cuadrante NW e C da Península Ibérica. Galiza: introducido: ornamental e naturalizado.

Principais Compostos volátiles



Táboa 25. Principais compostos volátiles de *P. coronarius*.

RT	[%]	Compostos	C
18,9	11,5	3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)- (cis-3-Hexenyl acetate)	C ₈ H ₁₄ O ₂
23,1	29,4	2-nonanone (Heptyl methyl ketone)	C₉H₁₈O
27,6	18,8	Butanoic acid, 3-hexenyl ester, (E)-	C ₁₀ H ₁₈ O ₂
28,0	14,9	Myrtanal	C ₁₀ H ₁₆ O
30,0	11,8	cis-3-Hexenyl crotonate	C ₁₀ H ₁₆ O ₂
31,7	1,2	Citral	C ₁₀ H ₁₆ O
32,7	12,0	Indole	C ₈ H ₇ N
39,8	0,4	β -Farnesene	C ₁₅ H ₂₄

O filadelfo destaca por conter cun 29,4% da cetona 2-nonanone (Heptyl methyl ketone), que posúe un aroma característico e unha estrutura molecular que inclúe un grupo cetona (Wu et al., 2007). Este composto foi identificado como unha posible feromona de alarma na comunicación de *V. velutina* en Galicia (Rodríguez-Flores et al., 2021)

23. *Punica granatum*

Familia
Punicaceae

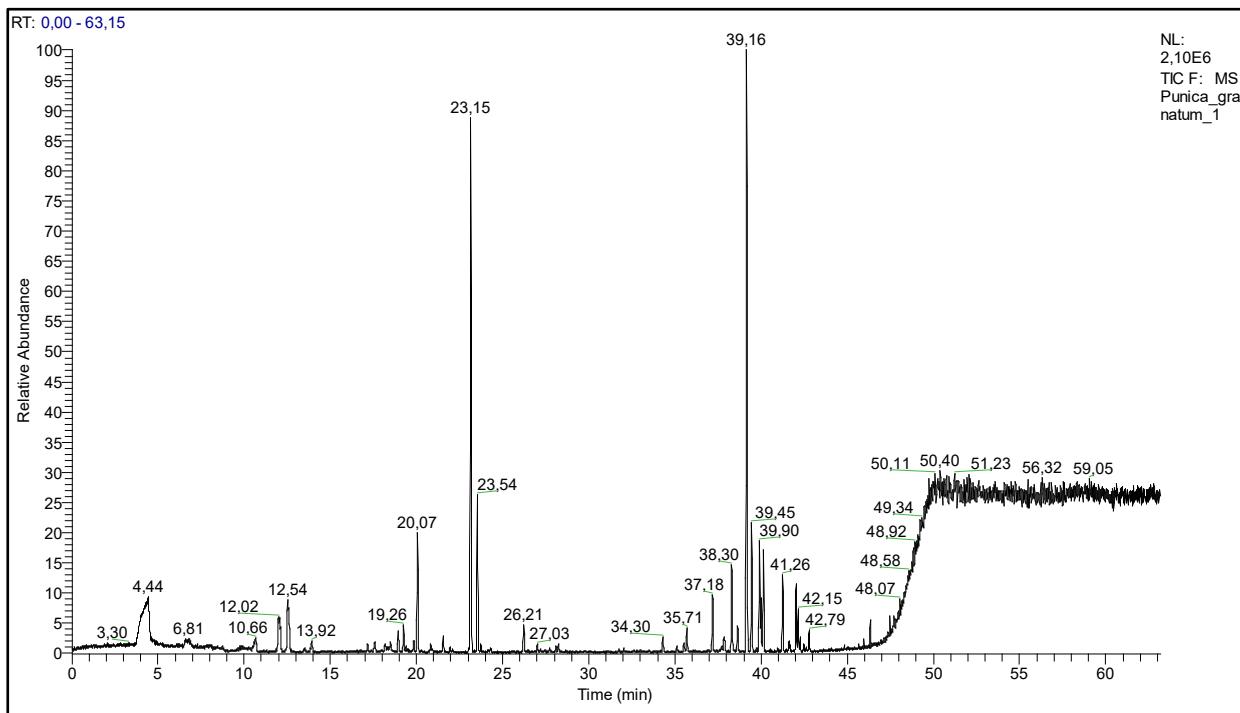
Nome común
Milgrandeira



Arbusto ou pequena árbore ata de 5 m, caducifolio, \pm espiñento, moi ramificado. Tronco dereito, coa cortiza rachada; ramas opostas, patentes; as novas tetrágonas. Follas (1,5)2-5(7) 0,8-2 cm, entre lanceoladas e oblongas, opostas ou subopostas –en pólas novas– ou ben reunidas en fascículos alternos ou subopostos, caducas, subcoriáceas, lustrosas pola face, glabras, dun verde amarelado; ápice obtuso, a miúdo redondeado con glándula terminal (nectario) \pm evidente. Flores de 3-4 cm de diámetro, solitarias; pedicelo ata de 3 mm. Cáliz 2-4 1,7-2 cm, campaniforme, coriáceo, grosso, persistente, granate, glabro, brillante; segmentos triangulares, papilosos pola marxe da cara interna. Pétalos 1,8-2,4 1-1,5 cm, caedizos, de cor vermella intensa (por excepción rosáceos). Androceo con estames de filamentos longos, avermellados; anteras amarelas. Xineceo con ovario ínfero, totalmente soldado ao hipanto; estilo filiforme. Froito 5-12 5-12 cm, esférico, coriáceo, avermellado ou amarelo-avermellado, con lóculos en 2 verticilos, de ordinario o inferior con 6 lóculos e o superior con 3, todos eles separados polo endocarpo membranoso e amarelado. Sementes c. 7 4 mm moi carnosas, translúcidas, angulosas, prismáticas, granates. $n = 8^*$, 9^* .

- 1) Ecoloxía: Subespontánea nos ribazos, cunetas e sebes; indiferente edáfica.
- 2) Distribución: Naturalizada na zona mediterránea e dispersa principalmente polo E e S da Península e Illas Baleares. Galiza: cultivada, ocasionalmente.

Principais Compostos volátiles



Táboa 26. Principais compostos de *P. granatum*.

RT	[%]	Compostos	C
17,2	0,8	4-Methyl-1-hexanol	C ₇ H ₁₆ O
23,2	69,0	2-Nonanone	C₉H₁₈O
23,5	19,5	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
23,7	0,8	Nonanal	C ₉ H ₁₈ O
28,1	0,6	α -Terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O
35,7	2,7	Eugenol	C ₁₀ H ₁₂ O ₂
37,2	6,7	(-)-Zingiberene	C ₁₅ H ₂₄

A milgrandeira caracterízase pola presenza nun 69% da cetona 2-Nonanone (Wu et al., 2007).

24. *Robinia hispida*

Familia
Fabaceae ou Leguminosae

Nome común
Robinia hispida

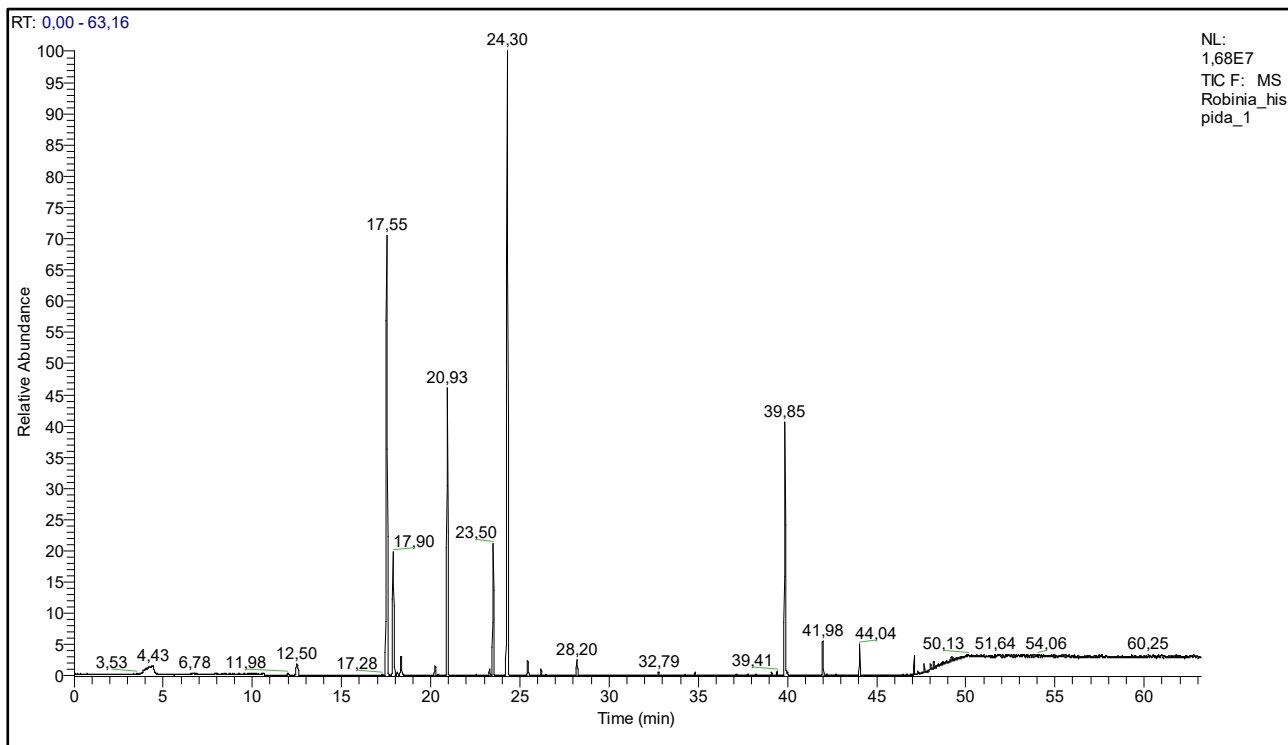


Arbustos, de 1-3 m de altura, caducifolios. Pólas novas verdes, densamente adpresas de cor púrpura escabrosas glandulares pilosas e brancas pilosas; ramas bienais marrón gris escuro, densamente rizadas de marrón, 2-5 mm. Follas 15-30 cm; Acios axilares, todos excepto a corola adpresos glandulares púrpura pilosos e pubescentes brancos, de 3 a 8 flores; pedúnculo 4-8,5 cm; brácteas ovado-lanceoladas, 5-6 mm, caducas, as veces trilobuladas, ápice gradualmente caudado. Cáliz morado, oblicuamente campanulado; tubo de 5 mm; dentes triangulares, 3-6 mm, ápice caudado a subulado. Corola vermella a rosada; estándar, ca. 2 × 3 cm, ápice cun seo; as falcadas, ca. 2 cm; quilla case triangular, ca. 1,5 cm, ápice redondeado, conato no bordo anterior. Estames, un oposto ao estandarte libre; anteras elípticas. Ovario ca. 1,5 cm, con papilas densamente adpresas, debilmente pilosas ao longo das suturas, moitas ovuladas; estigma terminal. Leguminosa linear, 5-8 × 8-12 mm, comprimida, de 3-5 sementes, ápice agudo.

1) Ecoloxía: Cultivada coma ornamental.

2) Distribución: Abundante na rexión mediterránea e algo máis rara en Centroeuropa. Case toda a Península Ibérica.

Principais Compostos volátiles



Táboa 27. Principais compostos volátiles de *R. hispida*.

RT	[%]	Compostos	C
17,6	38,0	1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol)	C₈H₁₆O
17,9	10,5	3-Octanone (Amyl ethyl ketone)	C ₈ H ₁₆ O
18,3	1,7	3-octanol (Amyl Ethyl Carbinol)	C ₈ H ₁₈ O
20,2	0,7	Benzyl alcohol (Phenylmethanol)	C ₇ H ₈ O
20,9	20,7	(Z)- β -Ocimene	C ₁₀ H ₁₆
23,5	8,7	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
28,2	1,1	Methyl Salicylate	C ₈ H ₈ O ₃
39,9	16,6	β -Farnesene	C ₁₅ H ₂₄
42,0	2,0	α -Farnesene	C ₁₅ H ₂₄

A robinia hispida caracterízase por conter dous compostos volátiles principais un 38% do terpenoide 1-Octen-3-ol (Amyl vinyl carbinol) e un 20,7% do terpeno (Z)- β -Ocimene.

25. *Robinia pseudoacacia*

Familia
Fabaceae o Leguminosae

Nome común
Acacia bastarda



Árbore de ata 25 m; indumento formado por pelos de 0,1-0,5(0,8) mm. Talos novos con costelas lonxitudinais en forma de V investida. Follas 3,5-32 cm, con (1)3-11 pares de folíolos; estípulas das ramas da copa 1,5-3,5 mm, lineares, herbáceas, prontamente caducas; pecíolo 0,8-5,2(6,7) cm. Inflorescencias con 11-35 flores, sobre os talos de primavera; brácteas 3-4,5 0,4-0,5 mm na base do pedicelo e pedicelo de 3-12(14) mm. Cáliz 4-7,5(9) mm, coa boca máis ou menos recta, lixeiramente bilabiado; dentes do beizo superior 0,2-1 mm, os do inferior 1-3(3,5) mm. Corola glabra, branca, con tonalidades amarelo-verdosas sobre o nervio medio do estandarte e ás veces no ápice da quilla; estandarte 16-20 14-18 mm, con limbo ovado, escotado no ápice, con unlla de 4 mm. Androceo con 5 estames con anteras basifixas que alternan con outros 5 –algo máis curtos– con anteras subdorsifixas; anteras basifixas 0,7-0,9 mm, as subdorsifixas 0,4-0,8 mm. Ovario 10-13 0,9-1,1 mm, linear-oblongo, subglabro a laxamente seríceo, sobre un estípite de 2-3 mm, con 16-21 rudimentos seminais; estilo 6-7 mm, abacelado preto da base, glabro na base e moi piloso no terzo superior que forma unha especie de pincel ao que se adhire o pole; estigma, globoso. Froito 3-12-1,5 cm, linear-oblongo, glabro ou glabrescente, con 1-18 sementes; carpóforo 2-5 mm. Sementes 2,6-3,5 4-5,5 mm, pardas con máculas escuras. $2n = 22^*$

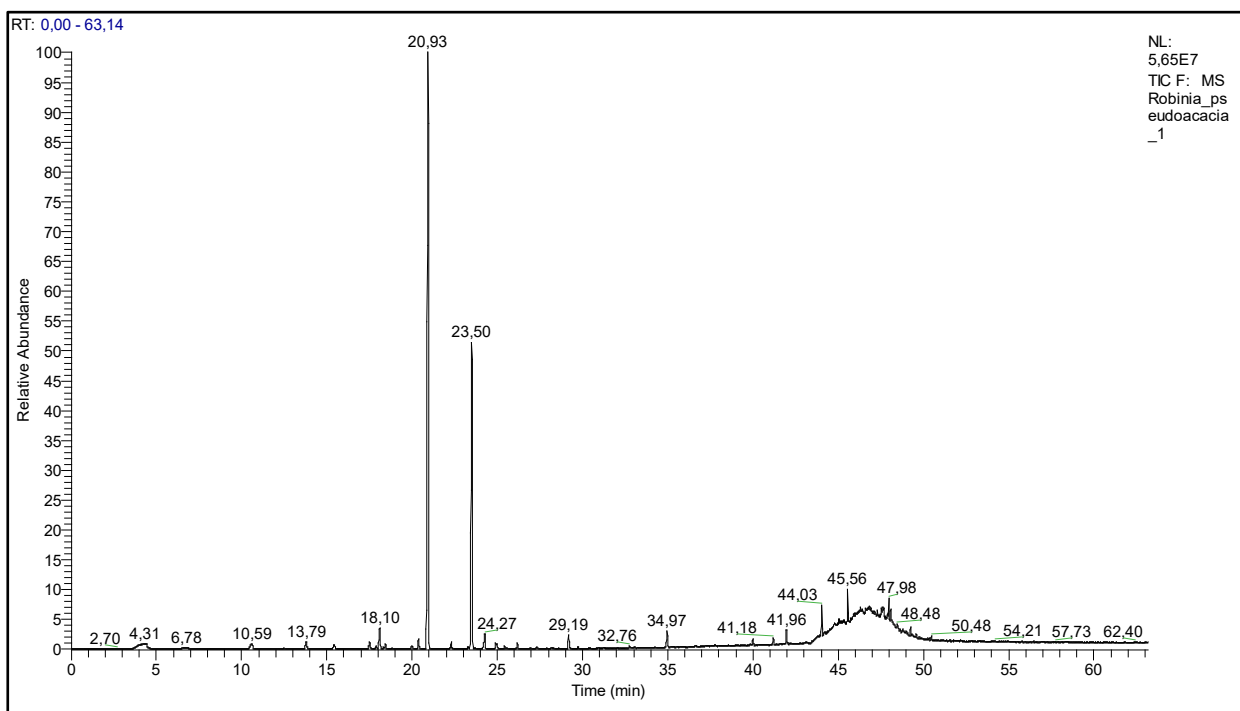
1) Tipo biolóxico: Fanerófito

2) Floración: De abril ata agosto.

3) Ecoloxía: Noiros, marxes de camiños forestais e de estradas, bordos de arrosos e bosques de ribeira

4) Distribución: Orixinaria do N de América, naturalizada en diversos puntos da Península Ibérica. Galiza: introducida

Principais Compostos volátiles



Táboa 28. Principais compostos de *R. pseudoacacia*.

RT	[%]	Compostos	C
18,1	2,3	1,6-Octadiene, 7-methyl-3-methylene (β -Myrcene)	C ₁₀ H ₁₆
20,9	65,3	(Z)-β-Ocimene	C₁₀H₁₆
23,5	30,6	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
35,0	1,8	Methyl anthranilate	C ₈ H ₉ NO ₂

A acacia bastarda caracterízase principalmente por conter un 65,3% do terpeno (Z)- β -Ocimene e un 30,6% do monotерpeno Linalool.

Familia
Malvaceae

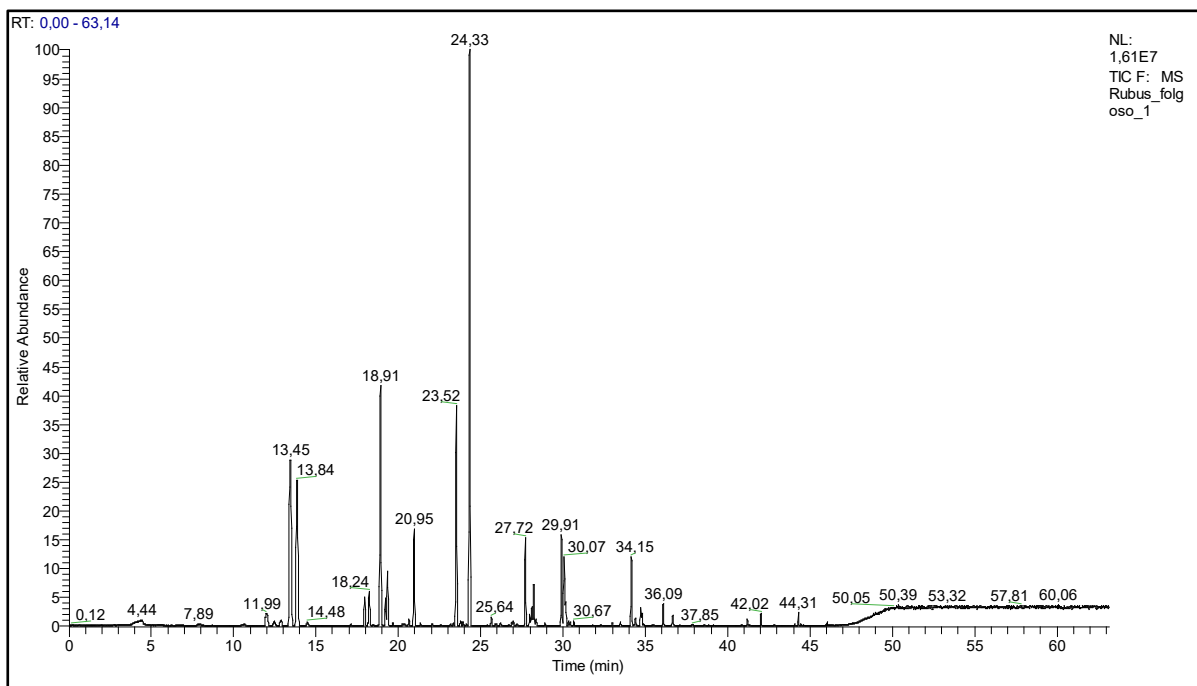
Nome común
Rubus



Arbustos ou plantas herbáceas, perennes, ocasionalmente epífitos, rizomatosos. Talos do primeiro ano estériles, glabros ou pelosos, con ou sen glándulas. Follas alternas, pecioladas, palmaticompostas ou pinnaticompostas, con 3-7 folíolos – nas de 3, os folíolos basais poden presentar lóbulos con incisións moi profundas e cara ao ápice das inflorescencias–, de marxe en xeral dobremente serrada, as veces laciniado; estípulas co tallo ou co peciolo. Inflorescencias en cimas paniculiformes ou racemiformes –corimbiformes en individuos de zonas umbrosas–, terminais e laterais nas ramas do segundo ano –nalgunhas especies herbáceas, os talos fértis nacen directamente do rizoma–, as veces flores solitarias. Flores hermafroditas – tamén, unisexuais–. Sépalos 5(-8), lanceolados, enteiros, de pelosidad variable, con ou sen glándulas estipitadas e aculéolos, persistentes; sen cálculo. Pétalos 5(10), obovados, ovais ou suborbiculares, enteiros, ás veces escotados, de cor branca a rosa \pm intenso, e lámina lisa ou engurrada. Estames en número indefinido; filamentos cilíndricos ou planos; anteras glabras ou pelosas. Carpelos numerosos, libres, implantados na zona axial do receptáculo, con 2 rudimentos seminais; ovario peloso ou non.

Nas zonas rurais do interior de Galicia onde as plantas de Rubus adoitan colonizar terreos agrícolas abandonados (Escuredo et al., 2012b). Son plantas moi importantes pola súa produción de pole e néctar, comezando a súa floración a finais de maio, nas zonas máis baixas e cálidas e rematando en agosto. Ademais a finais do verán proporciona os zumes dos seus froitos. A especie máis abundante é *R. ulmifolius*. Cabe mencionar que *R. idaeus* só se cultiva nalgunhas plantacións experimentais menores.

Principais Compostos volátiles



Táboa 29. Principais compostos volátiles de *Rubus sp.*

RT	[%]	Compostos	C
18,9	40,0	3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)- (cis-3-Hexenyl acetate)	C₈H₁₄O₂
19,4	12,9	2-Hexen-1-ol, acetate	C ₈ H ₁₄ O ₂
23,5	33,6	Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-)	C ₁₀ H ₁₈ O
28,2	12,0	Methyl Salicylate	C ₈ H ₈ O ₃
36,7	1,6	Germacrene D Isomer1	C ₁₅ H ₂₄

A especie *Rubus* distínguese pola presenza dos seguintes compostos: un 40% do éster 3-Hexen-1-ol, acetato, (Z) e un 33,6% do terpeno Linalool.

27. *Tilia*

Familia
Malvaceae

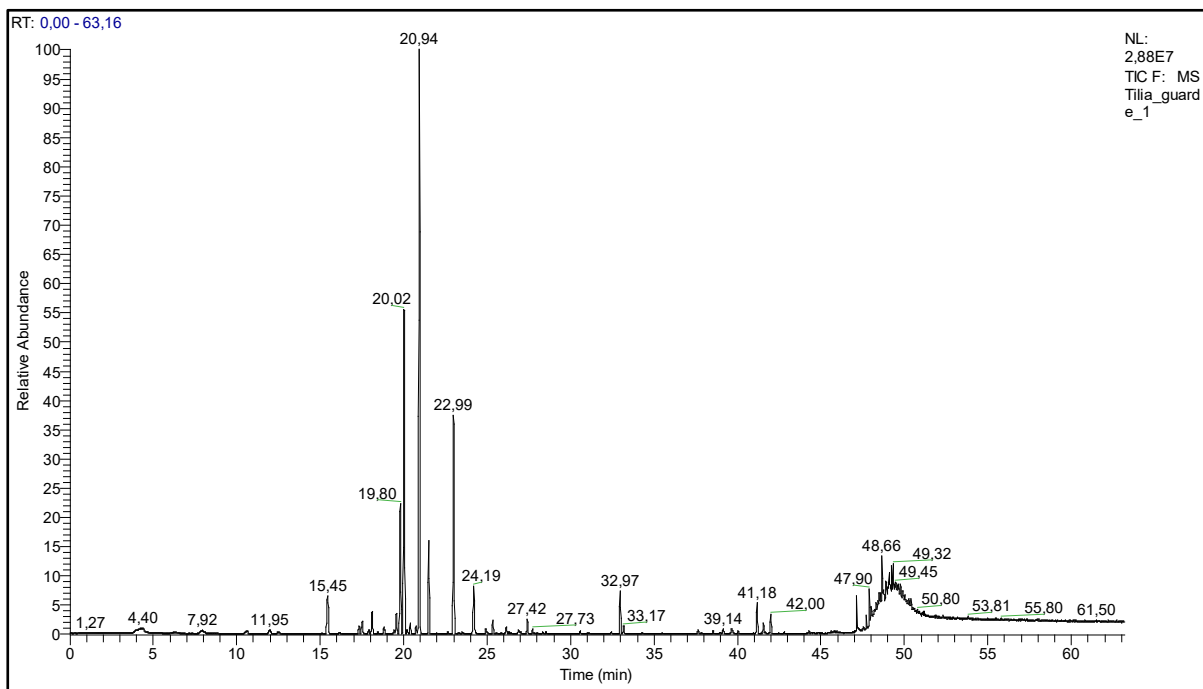
Nome común
Tileiras



Árbores caducifolios. Cortiza rachada lonxitudinalmente. Xemas ovoides, \pm agudas, con varias escamas. Follas alternas, cordadas, serradas, algo asimétricas na base. Inflorescencia cimosa de 2-80 flores longamente pedunculadas, amareladas, con sépalos e pétalos libres; brácteas, oblongas, obtusas, soldadas na súa metade inferior ao pedúnculo. Estames c. 40, libres ou en 5 fascículos. Ovario formado por 5 carpelos, cada un con 2 rudimentos seminais; estigma con 5 lóbulos. Froito seco, indehiscente con 1-3 sementes.

Na Península Ibérica existen dúas especies de tilos: *Tilia platyphyllos*, que aparece no norte de España e no sistema ibérico (onde penetra dende o sur ata a Serranía de Cuenca); e *Tilia cordata*, que só se distribúe polo norte. Polo tanto, ambas as especies teñen unha distribución eurosiberiana, xa que ambas as dúas especies están moi adaptadas a este medio (Blanco et al, 1997). Ambos os tilos son caducifolios e requiren moita humidade. O tilo común ou tilo de follas grandes (*Tilia platyphyllos*) caracterízase polo seu gran tamaño (ata 30 metros), a súa coroa piramidal, de cor verde claro, e a súa casca gris ou agrisada, que adoita ser lisa nos exemplares novos, e adoita estar rachado lonxitudinalmente en árbores máis vellas.

Principais Compostos volátiles



Táboa 30. Principais compostos de *Tilia sp.*

RT	[%]	Compostos	C
18,1	5,2	1,6-Octadiene, 7-methyl-3-methylene (β -Myrcene)	C ₁₀ H ₁₆
19,8	29,9	o-Cymene	C ₁₀ H ₁₄
20,2	0,9	Eucalyptol (cineole)	C ₁₀ H ₁₈ O
23,0	47,0	Terpinolene	C₁₀H₁₆
24,2	12,2	Phenylethyl Alcohol (2-Phenylethanol)	C ₈ H ₁₀ O
27,4	2,8	(-)-Terpinen-4-ol	C ₁₀ H ₁₈ O
27,7	1,1	2-(4-Methylphenyl)propan-2-ol	C ₁₀ H ₁₄ O
30,6	0,5	d-Carvone	C ₁₀ H ₁₄ O
32,5	0,3	Anethole	C ₁₀ H ₁₂ O

A especie das tileiras destaca polo seu contido de diferentes compostos, que inclúen: un 47% do terpeno Terpinolene. O terpinoleno é un composto químico que posúe un aroma agradable e cítrico. É un terpeno que se atopa en varios aceites esenciais de plantas (Hudaib and Aburjai, 2007). O terpinoleno e o limoneno foron atopados como principais compoñentes químicos do aceite esencial extraído de *Artemisia*. O aceite esencial mostrou toxicidade fumigante contra *Tribolium castaneum* e *Lipocelis bostrychophila*. Este composto é un potencial para converterse en insecticidas naturais para controlar as pragas dos produtos almacenados.

Cun 29,9% do terpeno o-Cymene, outro terpeno que emite un aroma característico, coas notas de herba e cítricos. A súa estrutura química contén un grupo metilo adxacente a un dobre enlace, que é responsable do seu perfil aromático particular. Este composto tamén se atopa en varios aceites esenciais de plantas (Flamini, Cioni, et al., 2002).

5. CONCLUSIONES

As principais conclusións deste estudo foron:

- Identificáronse algunhas das plantas visitadas por *V. velutina* como lugares de forraxe na busca de alimento (proteína ou carbohidratos). As plantas pertenceron á flora típica de Galicia, aínda que tamén destacaron algunhas especies de cultivo como as do xénero *Brassica*.
- Os compostos volátiles foron compoñentes naturais das plantas e pertenceron a 14 familias de compostos.
- O máis abundante foi o Linalool (1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-) que estivo presente nas mostras de *Aesculus hippocastanum*, *Ailanthus altissima*, *Camellia*, *Castanea*, *Erica umbellata*, *Lamium maculatum*, *Lanvandula stoechas*, *Ligustrum*, *Malus domestica*, *Pentaglotis sempervirens*, *Punica granatum*, *Robinia hispida*, *Robinia pseudoacacia* e *Rubus*.
- Os compostos volátiles máis representados foron o monoterpenoide Linalool e o monoterpenoide 1-Octen-3-ol (Amil vinil carbinol). Aínda que tamén destacaron o Nonanal, 3-Octanone (Amil etil cetona), 3-octanol (Amil etil Carbinol), 3-Hexen-1-ol, acetato, (Z)- (cis-3-Hexenyl acetato), Alcohol feniletílico (2-feniletanol).
- A busca bibliográfico permitiu identificar algúns destes compostos como análogos de feromonas de insectos como o nonanal e o farneseno.

Estes compostos poderían desempeñar un papel importante na comunicación da *V. velutina*, realizando funcións como posibles atraentes no método de control de trampeo. Polo tanto, este estudo continuará nun seguinte paso probando algúns destes compostos como cebos de captura.

6. REFERENCIAS

- Abbas, F., O'Neill Rothenberg, D., Zhou, Y., Ke, Y., & Wang, H. C. (2022). Volatile organic compounds as mediators of plant communication and adaptation to climate change. *Physiologia Plantarum*, 174(6), e13840.
- Abrol, D. P. (2006). Defensive behaviour of *Apis cerana* F. against predatory wasps. *Journal of Apicultural Science*, 50(2), 39.
- Andreu, J., Vila, M., & Hulme, P. E. (2009). An assessment of stakeholder perceptions and management of noxious alien plants in Spain. *Environmental Management*, 43, 1244-1255.
- Arca, M., Mougel, 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, *V. velutina*, in Europe. *Biological Invasions*, 17(8), 2357–2371. <https://doi.org/10.1007/s10530-015-0880-9>
- Arca, M., Papachristoforou, A., Mougel, F., Rortais, A., Monceau, K., Bonnard, O., Tardy, P., Thiéry, D., Silvain, J. F., & Arnold, G. (2014). Defensive behaviour of *Apis mellifera* against *V. velutina* in France: Testing whether European honeybees can develop an effective collective defence against a new predator. *Behavioural Processes*, 106, 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.05.002>
- Arca, M., Papachristoforou, A., Mougel, F., Rortais, A., Monceau, K., Bonnard, O., Tardy, P., Thiéry, D., Silvain, J. F., & Arnold, G. (2014). Defensive behaviour of *Apis mellifera* against *V. velutina* in France: Testing whether European honeybees can develop an effective collective defence against a new predator. *Behavioural Processes*, 106, 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.05.002>
- Archer, M. E. (1994). Taxonomy, distribution and nesting biology of the *Vespa bicolor* group (Hym., Vespinae). *Entomologist's Monthly Magazine*, 130(1560-63), 149-158.
- Archer, M. E. (2010). The queen colony phase of vespine wasps (Hymenoptera, Vespidae). *Insectes Sociaux*, 57, 133-145.
- Archer, M. E., & Penney, D. (2012). Vespine wasps of the world: behaviour, ecology & taxonomy of the Vespinae.

- Atutxa, S. (2012). Detectan en Bizkaia la presencia de un ejemplar de la avispa asesina. *Deia* (23-04-2012).
- Bai, C. Q., Liu, Z. L., & Liu, Q. Z. (2011). Nematicidal constituents from the essential oil of *Chenopodium ambrosioides* aerial parts. *E-Journal of Chemistry*, 8(S1), S143-S148.
- Balmori, A. (2015). Sobre El Riesgo Real De Una Expansión Generalizada De La Avispa Asiática *V. velutina* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Vespidae) En La Península Ibérica. *Boletín de La Sociedad Entomológica Aragonesa*, 56, 283–289.
- 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*, 157, 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.09.015>
- Barbet-Massin, M., Salles, J. M., & Courchamp, F. (2020). The economic cost of control of the invasive yellow-legged Asian hornet. *NeoBiota*, 55, 11-25.
- Bartolomé, C., Buendía-Abad, M., Benito, M., Sobrino, B., Amigo, J., Carracedo, A., ... & Maside, X. (2020). Longitudinal analysis on parasite diversity in honeybee colonies: new taxa, high frequency of mixed infections and seasonal patterns of variation. *Scientific reports*, 10(1), 1-9.
- Beggs, J. R., Brockerhoff, E. G., Corley, J. C., Kenis, M., Masciocchi, M., Muller, F., ... & Villemant, C. (2011). Ecological effects and management of invasive alien Vespidae. *BioControl*, 56(4), 505-526.
- Bellard, C., Cassey, P., & Blackburn, T. M. (2016). Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology letters*, 12(2), 20150623.
- Bendimerad, N., Taleb Bendiab, S. A., Benabadji, A. B., Fernandez, X., Valette, L., & Lizzani-Cuvelier, L. (2005). Composition and antibacterial activity of *Pseudocytisus integrifolius* (Salisb.) essential oil from Algeria. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 53(8), 2947-2952.
- Bertolino, S., Lioy, S., Laurino, D., Manino, A., & Porporato, M. (2016). Spread of the invasive yellow-legged hornet *V. velutina* (Hymenoptera: Vespidae) in Italy. *Applied Entomology and Zoology*, 51(4), 589–597. <https://doi.org/10.1007/s13355-016-0435-2>

- 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, 589-597.
- Bessa, A. S., Carvalho, J., Gomes, A., & Santarém, F. (2016). Climate and land-use drivers of invasion: predicting the expansion of *V. velutina nigrithorax* into the Iberian Peninsula. *Insect Conservation and Diversity*, 9(1), 27-37.
- Bonnard, O., & Monceau, K. (2012). *Elevage de colonies de V. velutina , un prédateur d ' abeilles domestiques récemment introduit en France. 2012(76).*
- Buchin, S., Salmon, J. C., Carnat, A. P., Berger, T., Bugaud, C., & Bosset, J. O. (2002). Identification de composés monoterpéniques, sesquiterpéniques et benzéniques dans un lait d'alpage très riche en ces substances.
- Budge, G. E., Hodgetts, J., Jones, E. P., Ostojá-Starzewski, J. C., Hall, J., Tomkies, V., Semmence, N., Brown, M., Wakefield, M., & Stainton, K. (2017). The invasion, provenance and diversity of *V. velutina* Lepeletier (Hymenoptera: Vespidae) in Great Britain. *PLoS ONE*, 12(9), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185172>
- Butter, R. G., Xu, C., & Ling, L. C. (1985). Volatile components of wheat leaves (and stems): possible insect attractants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 33(1), 115-117.
- Cai, Z. M., Peng, J. Q., Chen, Y., Tao, L., Zhang, Y. Y., Fu, L. Y., ... & Shen, X. C. (2021). 1, 8-Cineole: A review of source, biological activities, and application. *Journal of Asian natural products research*, 23(10), 938-954.
- Camarasa, I. B. (2014). *Our bees are dying , do we know why ? 4, 2012.*
- Carpenter, J. M., & Kojima, J. I. (1997). *Checklist of the species in the subfamily Vespinae (Insecta: Hymenoptera: Vespidae)*. *Natural history bulletin of Ibaraki University*, 1, 51-92.
- Carvalho, G. O. (2009). Especies exóticas e invasões biológicas. *Ciencia Ahora*, 23(12), 15-21.
- Castro, L. (2013). De avispones asiáticos y periodistas. *E-Insecta*, 1, 25–30.

- Castro, L., & Pagola-Carte, S. (2010). *V. velutina* lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Vespidae), recolectada en la Península Ibérica. *Heteropterus Revista de Entomología*, 10(2), 193–196.
- Chauzat, M.-P., Schurr, F., Faucon, J.-P., Blanchard, P., & Drajnudel, P. (2015). First detections of honey bee pathogens in nest of the Asian hornet (*V. velutina*) collected in France Magali Ribière-Chabert. *CIHEAM Watch Letter*, 33(June). https://www.ciheam.org/publications/181/021bis_-_Chauzat.pdf
- Check, J. H., Cohen, R., Katsoff, B., & Check, D. (2011). Hypofunction of the sympathetic nervous system is an etiologic factor for a wide variety of chronic treatment-refractory pathologic disorders which all respond to therapy with sympathomimetic amines. *Medical Hypotheses*, 77(5), 717-725.
- Cheng, Y. N., Wen, P., Dong, S. H., Tan, K., & Nieh, J. C. (2017). Poison and alarm: The Asian hornet *V. velutina* uses sting venom volatiles as an alarm pheromone. *Journal of Experimental Biology*, 220(4), 645–651. <https://doi.org/10.1242/jeb.148783>
- Cho, I. H., Namgung, H. J., Choi, H. K., & Kim, Y. S. (2008). Volatiles and key odorants in the pileus and stipe of pine-mushroom (*Tricholoma matsutake* Sing.). *Food Chemistry*, 106(1), 71-76.
- Choi, M. B. (2021). Defensive behavior of the invasive alien hornet *V. velutina* nigrithorax against potential human aggressors. *Entomological Research*, 51(4), 186-195.
- Choi, M. B., Martin, S. J., & Lee, J. W. (2012). Distribution, spread, and impact of the invasive hornet *V. velutina* in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15(3), 473–477. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2011.11.004>
- Cini, A., Cappa, F., Petrocelli, I., Pepiciello, I., Bortolotti, L., & Cervo, R. (2018). Competition between the native and the introduced hornets *Vespa crabro* and *V. velutina*: a comparison of potentially relevant life-history traits. *Ecological Entomology*, 43(3), 351-362.
- Cini, A., Meriggi, N., Bacci, G., Cappa, F., Vitali, F., Cavalieri, D., & Cervo, R. (2020). Gut microbial composition in different castes and developmental stages of the invasive hornet *Vespa velutina nigrithorax*. *Science of the Total Environment*, 745, 140873.

- Ciron, J., Mathis, S., Iljicsov, A., Boucebci, S., & Neau, J. P. (2015). Multiple simultaneous intracranial hemorrhages due to hornet stings. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 128, 53-55.
- Couto, A., Monceau, K., Bonnard, O., Thiéry, D., & Sandoz, J. C. (2014). Olfactory attraction of the hornet *V. velutina* to honeybee colony odors and pheromones. *PLoS One*, 9(12), e115943.
- Couto, A., Monceau, K., Bonnard, O., Thiéry, D., & Sandoz, J. C. (2014). Olfactory attraction of the hornet *V. velutina* to honeybee colony odors and pheromones. *PLoS One*, 9(12), e115943.
- Couto, A., Monceau, K., Bonnard, O., Thiéry, D., & Sandoz, J. C. (2014). Olfactory attraction of the hornet *V. velutina* to honeybee colony odors and pheromones. *PLoS ONE*, 9(12), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115943>
- Cros, S., Lignot, B., Bourseau, P., Jaouen, P., & Prost, C. (2005). Desalination of mussel cooking juices by electrodialysis: effect on the aroma profile. *Journal of food engineering*, 69(4), 425-436.
- da Silva, P. M., Gonzaga, L. V., de Azevedo, M. S., Biluca, F. C., Schulz, M., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2020). Stability of volatile compounds of honey during prolonged storage. *Journal of food science and technology*, 57, 1167-1182.
- Daferera, D. J., Ziogas, B. N., & Polissiou, M. G. (2003). The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop protection*, 22(1), 39-44.
- Dalmon, A., Gayral, P., Decante, D., Klopp, C., Bigot, D., Thomasson, M., ... & Le Conte, Y. (2019). Viruses in the invasive hornet *V. velutina*. *Viruses*, 11(11), 1041.
- Dalmon, A., Gayral, P., Decante, D., Klopp, C., Bigot, D., Thomasson, M., AHerniou, E., Alaux, C., & Conte, Y. Le. (2019). Viruses in the invasive hornet *V. velutina*. *Viruses*, 11(11), 1–22. <https://doi.org/10.3390/v11111041>
- Dalmon, A., Gayral, P., Decante, D., Klopp, C., Bigot, D., Thomasson, M., ... & Le Conte, Y. (2019). Viruses in the invasive hornet *Vespa velutina*. *Viruses*, 11(11), 1041.

- Dani, F. R. (2006, January). Cuticular lipids as semiochemicals in paper wasps and other social insects. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 500-514). *Finnish Zoological and Botanical Publishing Board*.
- Dani, F. R., Jones, G. R., Morgan, E. D., & Turillazzi, S. (2003). Reevaluation of the chemical secretion of the sternal glands of polistes social wasps (hymenoptera vespidae). *Ethology Ecology and Evolution*, 15(1), 73–82. <https://doi.org/10.1080/08927014.2003.9522692>
- Darrouzet, E., Gévar, J., & Dupont, S. (2015). A scientific note about a parasitoid that can parasitize the yellow-legged hornet, *V. velutina* nigrithorax, in Europe. *Apidologie*, 46(1), 130–132. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0297-y>
- Darrouzet, E., Gévar, J., Guignard, Q., & Aron, S. (2015). Production of early diploid males by European colonies of the invasive hornet *V. velutina* nigrithorax. *PLoS One*, 10(9), e0136680.
- Das, B. P., & Gupta, V. K. (1989). The social wasps of India and the adjacent countries (Hymenoptera: Vespidae): an illustrated account of the vespidae fauna of the Indian subregion. *Oriental insects monograph* (USA).
- de Carvalho Jr, A. R., De Carvalho, M. G., Braz-Filho, R., & Vieira, I. J. C. (2016). Psychotria Genus: Chemical Constituents, Biological Activities, and Synthetic Studies. *Studies in Natural Products Chemistry*, 48, 231-261.
- De Moraes, C. M., Mescher, M. C., & Tumlinson, J. H. (2001). Caterpillar-induced nocturnal plant volatiles repel conspecific females. *Nature*, 410(6828), 577-580.
- 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 *V. velutina*. *Bulletin of Insectology*, 67(2): 307–317.
- Dicke, M., & Sabelis, M. W. (1988). Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds?. *Functional Ecology*, 131-139.
- Diéguez-Antón, A., Rodríguez-Flores, M. S., Escuredo, O., & Seijo, M. C. (2022). Monitoring Study in Honeybee Colonies Stressed by the Invasive Hornet *V. velutina*. *Veterinary Sciences*, 9(4), 183.

- Drotman, D. P., Arguin, P., Beard, C. Ben, Collins, F., Belay, E., Bell, D., Bloom, S., Brandt, M., Brown, C., Drancourt, M., Effler, P. V, Freedman, D., Gerner-smidt, P., Hadler, S., Kuehnert, M., Marano, N., Meltzer, M. I., Morens, D., Morris, J. G., ... Mcdade, J. E. (2016). *EDITOR-IN-CHIEF Managing Editor Founding Editor*. http://wwwnc.cdc.gov/eid/pdfs/vol22no5_pdf-version.pdf
- Esteves, F. G., Santos-Pinto, J. R. A. dos, Saidemberg, D. M., & Palma, M. S. (2017). Using a proteometabolomic approach to investigate the role of Dufour's gland in pheromone biosynthesis in the social wasp *Polybia paulista*. *Journal of Proteomics*, *151*, 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.01.009>
- Facundo, V. A., Pinto, A. C., & Rezende, C. M. (2005). Aroma compounds and volatile chemical composition of *Ruellia menthoides* (Nees) Hiern. *Flavour and fragrance journal*, *20*(1), 93-95.
- Feás Sánchez, X., & Charles, R. J. (2019). Notes on the nest architecture and colony composition in winter of the yellow-legged Asian hornet, *V. velutina* Lapeletier 1836 (Hym.: Vespidae), in its introduced habitat in Galicia (NW Spain). *Insects*, *10*(8), 237.
- Fernandez, X., Lizzani-Cuvelier, L., Loiseau, A. M., Perichet, C., Delbecq, C., & Arnaudo, J. F. (2005). Chemical composition of the essential oils from Turkish and Honduras *Styrax*. *Flavour and Fragrance Journal*, *20*(1), 70-73.
- Ferreira-golpe, M. (2020). *Propuesta metodológica para determinar la influencia de la presencia de la V. velutina en la variación de la producción de miel*. December.
- Fischer, M. J. (2010). Amine coupling through EDC/NHS: a practical approach. *Surface plasmon resonance: methods and protocols*, 55-73.
- Flamini, G., Cioni, P. L., & Morelli, I. (2002). Differences in the fragrances of pollen and different floral parts of male and female flowers of *Laurus nobilis*. *Journal of agricultural and food chemistry*, *50*(16), 4647-4652.
- Forzan, M., Felicioli, A., Sagona, S., Bandecchi, P., & Mazzei, M. (2017). Complete genome sequence of deformed wing virus isolated from *Vespa crabro* in Italy. *Genome Announcements*, *5*(40), 9–10. <https://doi.org/10.1128/genomeA.00961-17>
- Franklin, D. N., Brown, M. A., Datta, S., Cuthbertson, A. G. S., Budge, G. E., & Keeling, M. J. (2017). Invasion dynamics of Asian hornet, *V. velutina* (Hymenoptera:

- Vespidae): a case study of a commune in south-west France. *Applied Entomology and Zoology*, 52(2), 221–229. <https://doi.org/10.1007/s13355-016-0470-z>
- Franz, A. R., Knaak, N., & Fiuza, L. M. (2011). Toxic effects of essential plant oils in adult *Sitophilus oryzae* (Linnaeus)(Coleoptera, Curculionidae). *Revista Brasileira de entomologia*, 55, 116-120.
- Gabín-García, L. B., Bartolomé, C., Guerra-Tort, C., Rojas-Nossa, S. V., Llovo, J., & Maside, X. (2021). Identification of pathogens in the invasive hornet *V. velutina* and in native Hymenoptera (Apidae, Vespidae) from SW-Europe. *Scientific Reports*, 11(1), 1-12.
- Galartza, E. (2016). *Manual para la gestión de la Avispa asiática (V. velutina)*. 1–81. http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/vespa_velutina/es_def/adjuntos/vespa_velutina.pdf
- Gamauf, A. (1999). Der Wespenbussard (*Pernis apivorus*) ein Nahrungsspezialist? Der Einfluß sozialer Hymenopteren auf Habitatnutzung und Home Range-Größe. *Egretta*, 42, 57-85.
- Gershenzon, J., & Dudareva, N. (2007). The function of terpene natural products in the natural world. *Nature chemical biology*, 3(7), 408-414.
- Gévar, J., Bagnères, A. G., Christidès, J. P., & Darrouzet, E. (2017). Chemical heterogeneity in inbred European population of the invasive hornet *V. velutina nigrithorax*. *Journal of Chemical Ecology*, 43(8), 763-777.
- Gobierno de España. 2015. Estrategia de gestión, control y posible erradicación del avispon asiático o avispa negra (*Vespa velutina* ssp. *nigrithorax*) en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, España.
- Goldarazena, A., Heredia, I.P. De, Romon, P., Iturrondobeitia, J.C., Gonzalez, M., Lopez, S. (2015). Spread of the yellow-legged hornet *V. velutina nigrithorax* du Buysson (Hymenoptera: Vespidae) across Northern Spain. *EPPO Bulletin*, 45(1): 133-138.
- Grosso-Silva, J.M., Maia, M. (2012). *V. velutina* Lepeletier, 1836 (hymenoptera, Vespidae), New Species for Portugal. *Arquivos Entomológicos*, 6: 53-54.

- Hachicha, S. F., Skanji, T., Barrek, S., Ghrabi, Z. G., & Zarrouk, H. (2007). Composition of the essential oil of *Teucrium ramosissimum* Desf.(Lamiaceae) from Tunisia. *Flavour and fragrance journal*, 22(2), 101-104.
- Hamm, S., Bleton, J., & Tchaplal, A. (2004). Headspace solid phase microextraction for screening for the presence of resins in Egyptian archaeological samples. *Journal of Separation Science*, 27(3), 235-243.
- Haxaire, J., & Villemant, C. (2010). Impact sur l'entomofaune des pièges à Frelon asiatique. *Insectes*, 4(4), 1-6.
- Haxaire, J., Bouguet, J.-P. and Tamisier, J.-P. (2006) *V. velutina* Lapeletier, 1836, une redoutable nouveauté pour la faune de France (Hymenoptera : Vespidae). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 111, 194.
- Herrera, C., Leza, M., & Martínez-López, E. (2020). Diversity of compounds in *Vespa* spp. venom and the epidemiology of its sting: A global appraisal. *Archives of Toxicology*, 94(11), 3609-3627.
- Hill, J.K., Griffiths, H.M., Thomas, C.D., 2010. Climate change and evolutionary adaptations at species' range margins. *Annu. Rev. Entomol.* 56, 143-159.
- Hochberg, M. E., & Gotelli, N. J. (2005). An invasions special issue. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(5), 211.
- Hochberg, M. E., & Gotelli, N. J. (2005). An invasions special issue. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(5), 211.
- Hudaib, M., & Aburjai, T. (2007). Volatile components of *Thymus vulgaris* L. from wild-growing and cultivated plants in Jordan. *Flavour and fragrance journal*, 22(4), 322-327
- Husemann, M., Sterr, A., Maack, S., & Abraham, R. (2020). The northernmost record of the Asian hornet *V. velutina* nigrithorax (Hymenoptera, Vespidae). *Evolutionary Systematics*, 4, 1.

IAS. 1996. *International Allelopathy Society*. Proceedings of the First World Congress on Allelopathy. Cádiz, España.

- Islam, N., Iftikhar, F., & Mahmood, R. (2015). Seasonal Variations in Hornet's Spp. and Efficiency of Different Traps as a Tool for Control. *American Journal of Agricultural Science*, 2(January), 223–230.
- Janet, C. (1903). Observations sur les guêpes (No. 23). C. Naud.
- Jantan, I. B., Yalvema, M. F., Ahmad, N. W., & Jamal, J. A. (2005). Insecticidal Activities of the Leaf Oils of Eight Cinnamomum. species Against *Aedes aegypti*. and *Aedes albopictus*. *Pharmaceutical Biology*, 43(6), 526-532.
- Jirovetz, L., Buchbauer, G., Ngassoum, M. B., & Geissler, M. (2002). Aroma compound analysis of *Piper nigrum* and *Piper guineense* essential oils from Cameroon using solid-phase microextraction–gas chromatography, solid-phase microextraction–gas chromatography–mass spectrometry and olfactometry. *Journal of Chromatography A*, 976(1-2), 265-275.
- Jones, R. L., Lewis, W. J., Gross Jr, H. R., & Nordlund, D. A. (1976). Use of kairomones to promote action by beneficial insect parasites.
- Kallio, M., Jussila, M., Rissanen, T., Anttila, P., Hartonen, K., Reissell, A., ... & Hyötyläinen, T. (2006). Comprehensive two-dimensional gas chromatography coupled to time-of-flight mass spectrometry in the identification of organic compounds in atmospheric aerosols from coniferous forest. *Journal of Chromatography A*, 1125(2), 234-243.
- Kamatou, G. P. P., Viljoen, A. M., Figueiredo, A. C., Tilney, P., Van Zyl, R., Barroso, J. G., ... & Van Vuuren, S. F. (2007). Trichomes, essential oil composition and biological activities of *Salvia albicaulis* Benth. and *S. dolomitica* Codd, two species from the Cape region of South Africa. *South African Journal of Botany*, 73(1), 102-108.
- Kang, A., & Lee, T. S. (2016). Secondary metabolism for isoprenoid-based biofuels. In *Biotechnology for Biofuel Production and Optimization* (pp. 35-71). Elsevier.
- Kang, X., Yang, W., Zheng, Y., Zheng, M., Xiao, Y., Wang, J., ... & Zhang, Y. (2023). Caryophyllene sesquiterpenoids with various ring systems from the fungus *Pestalotiopsis chamaeropsis*. *Phytochemistry*, 207, 113569.
- Keller, R. P., Geist, J., Jeschke, J. M., & Kühn, I. (2011). Invasive species in Europe: ecology, status, and policy. *Environmental Sciences Europe*, 23(1), 1-17.

- Ken, T., Hepburn, H. R., Radloff, S. E., Yusheng, Y., Yiqiu, L., Danyin, Z., & Neumann, P. (2005). Heat-balling wasps by honeybees. *Naturwissenschaften*, 92, 492-495.
- Kenis, M., & Branco, M. (2010). Impact of alien terrestrial arthropods in Europe. Chapter 5. *BioRisk*, 4(1), 51–71. <https://doi.org/10.3897/biorisk.4.42>
- Kenis, M., Auger-Rozenberg, M. A., Roques, A., Timms, L., Péré, C., Cock, M. J., ... & Lopez-Vaamonde, C. (2009). Ecological effects of invasive alien insects. *Biological Invasions*, 11, 21-45.
- Kenis, M., Rabitsch, W., Auger-Rozenberg, M. A., & Roques, A. (2007). How can alien species inventories and interception data help us prevent insect invasions?. *Bulletin of entomological research*, 97(5), 489-502.
- Kennedy, P. J., Ford, S. M., Poidatz, J., Thiéry, D., & Osborne, J. L. (2018). Searching for nests of the invasive Asian hornet (*V. velutina*) using radio-telemetry. *Communications biology*, 1(1), 1-8.
- Kim, E., Seo, J., Yang, S. H., Kim, I. S., & Koo, Y. (2018). Intestine bacterial microbiota of Asian hornet (*Vespa velutina nigrithorax*) and honey bee. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 37(2), 135-140.
- KIM, J. K., Choi, M., & MOON, T. Y. (2006). Occurrence of *Vespa velutina* Lepeletier from Korea, and a revised key for Korean *Vespa* species (Hymenoptera: Vespidae). *Entomological Research*, 36(2), 112-115.
- Kręcisz, M., Kolniak-Ostek, J., Łyczko, J., & Stępień, B. (2023). Evaluation of bioactive compounds, volatile compounds, drying process kinetics and selected physical properties of vacuum impregnation celery dried by different methods. *Food Chemistry*, 413, 135490.
- Kwon, O., & Choi, M. B. (2020). Interspecific hierarchies from aggressiveness and body size among the invasive alien hornet, *V. velutina nigrithorax*, and five native hornets in South Korea. *PLoS ONE*, 15(7 July), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226934>
- Laurino, D., Lioy, S., Carisio, L., Manino, A., & Porporato, M. (2019). *Vespa velutina*: An alien driver of honey bee colony losses. *Diversity*, 12(1), 5.

- Laurino, D., Lioy, S., Carisio, L., Manino, A., & Porporato, M. (2019). *V. velutina*: An alien driver of honey bee colony losses. *Diversity*, 12(1), 5.
- Law, J. H., & Regnier, F. E. (1971). Pheromones. *Annual review of biochemistry*, 40(1), 533-548.
- Leza, M., Herrera, C., Marques, A., Roca, P., Sastre-Serra, J., & Pons, D. G. (2019). The impact of the invasive species *Vespa velutina* on honeybees: A new approach based on oxidative stress. *Science of the Total Environment*, 689, 709-715.
- Lioy, S., Bianchi, E., Biglia, A., Bessone, M., Laurino, D., & Porporato, M. (2021). Viability of thermal imaging in detecting nests of the invasive hornet *V. velutina*. *Insect science*, 28(1), 271-277.
- Liu, Z., Wang, M., Wu, M., Li, X., Liu, H., Niu, N., ... & Chen, L. (2022). Volatile organic compounds (VOCs) from plants: From release to detection. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 116872.
- López, S., González, M., & Goldarazena, A. (2011). *V. velutina* lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Vespidae): first records in Iberian Peninsula. *EPPO Bulletin*, 41(3), 439-441.
- Maccioni, S., Baldini, R., Cioni, P. L., Tebano, M., & Flamini, G. (2007). In vivo volatiles emission and essential oils from different organs and pollen of *Cistus albidus* from Caprione (Eastern Liguria, Italy). *Flavour and fragrance journal*, 22(1), 61-65.
- Macià, F. X., Menchetti, M., Corbella, C., Grajera, 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.
- Margalef, R. (1980). *Ecología*. Ediciones Omega, SA Barcelona, España. 27.
- Margulis, L. 1981. Symbiosis in Cell Evolution. WH Freeman. San Francisco, 28, 243-269.
- Marzoli, F., Forzan, M., Bortolotti, L., Pacini, M. I., Rodríguez-Flores, M. S., Felicioli, A., & Mazzei, M. (2021). Next generation sequencing study on RNA viruses of *V. velutina* and *Apis mellifera* sharing the same foraging area. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68(4), 2261-2273.
- Matsuura, M., & Yamane, S. (1990). Biology of the vespine wasps. Springer Verlag.

- Mella, M. C. (2017). *Estudio de la dieta de la avispa asiática (" V. velutina"; Lepeletier, 1836) mediante isótopos estables.* <http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/19597>
- Miyazaki, T., Plotto, A., Goodner, K., & Gmitter Jr, F. G. (2011). Distribution of aroma volatile compounds in tangerine hybrids and proposed inheritance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(3), 449-460.
- Moller, H. (1996). Lessons for invasion theory from social insects. *Biological conservation*, 78(1-2), 125-142.
- Monceau, K., & Thiéry, D. (2016). *V. velutina* - current situation and perspectives. *Atti Accademia Nazionale Italiana Di Entomologia*, November 2016, 137–142.
- Monceau, K., Arca, M., Leprêtre, L., Bonnard, O., Arnold, G., & Thiéry, D. (2018). How *Apis mellifera* Behaves with its Invasive Hornet Predator *V. velutina*? *Journal of Insect Behavior*, 31(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10905-017-9658-5>
- Monceau, K., Arca, M., Leprêtre, L., Mougel, F., Bonnard, O., Silvain, J. F., Maher, N., Arnold, G., & Thiéry, D. (2013). Native Prey and Invasive Predator Patterns of Foraging Activity: The Case of the Yellow-Legged Hornet Predation at European Honeybee Hives. *PLoS ONE*, 8(6), 1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066492>
- Monceau, K., Bonnard, O., & Thiéry, D. (2013). Relationship between the age of *V. velutina* workers and their defensive behaviour established from colonies maintained in the laboratory. *Insectes Sociaux*, 60(4), 437–444. <https://doi.org/10.1007/s00040-013-0308-4>
- Monceau, K., Bonnard, O., & Thiéry, D. (2014). *V. 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>
- Monceau, K., Bonnard, O., Moreau, J., & Thiéry, D. (2014a). Spatial distribution of *V. velutina* individuals hunting at domestic honeybee hives: Heterogeneity at a local scale. *Insect Science*, 21(6), 765–774. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12090>
- Monceau, K., Maher, N., Bonnard, O., & Thiéry, D. (2013). Predation pressure dynamics study of the recently introduced honeybee killer *V. velutina*: Learning from the enemy. *Apidologie*, 44(2), 209–221. <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0172-7>

- Monceau, K., Maher, N., Bonnard, O., & Thiéry, D. (2015). Evaluation of competition between a native and an invasive hornet species: do seasonal phenologies overlap?. *Bulletin of entomological research*, 105(4), 462-469.
- Monceau, K., Tourat, A., Arca, M., Bonnard, O., Arnold, G., & Thiéry, D. (2017). Daily and Seasonal Extranidal Behaviour Variations in the Invasive Yellow-Legged Hornet, *V. velutina* Lepeletier (Hymenoptera: Vespidae). *Journal of Insect Behavior*, 30(2), 220–230. <https://doi.org/10.1007/s10905-017-9607-3>
- Montero-Castaño, A., Calviño-Cancela, M., Rojas-Nossa, S., De la Rúa, P., Arbetman, M., & Morales, C. L. (2018). Invasiones biológicas y pérdida de polinizadores. *Ecosistemas*, 27(2), 42-51.
- Muller, F. J., Rome, Q., Perrard, A., & Villemant, C. (2009,). *Potential influence of habitat type and seasonal variations on prey spectrum of the invasive alien species V. velutina var. nigrothorax* Du Buysson, 1905 (Hym.: Vespidae), the Asian Hornet. In Europe. 41st Apimondia Congress Montpellier (pp. 15-20).
- Nakamura, M., & Sonthichai, S. (2004). Nesting habits of some hornet species (Hymenoptera, Vespidae) in Northern Thailand. *Agriculture and Natural Resources*, 38(2), 196-206.
- Nebesny, E., Budryn, G., Kula, J., & Majda, T. (2007). The effect of roasting method on headspace composition of robusta coffee bean aroma. *European Food Research and Technology*, 225, 9-19.
- Nezhadali, A., & Parsa, M. (2010). Study of the Volatile Compounds in Artemisia Sagebrush from Iran using HS/SPME/GC/MS. *International Journal of Environmental Science and Development*, 1(3), 287.
- Nguyen, L. T., Saito, F., Kojima, J. I., & Carpenter, J. M. (2006). Vespidae of Viet Nam (Insecta: Hymenoptera) 2. Taxonomic Notes on Vespinae. *Zoological science*, 23(1), 95-104.
- Nibret, E., & Wink, M. (2010). Volatile components of four Ethiopian Artemisia species extracts and their in vitro antitrypanosomal and cytotoxic activities. *Phytomedicine*, 17(5), 369-374.

- Niponsak, A., Laohakunjit, N., & Kerdchoechuen, O. (2011). Changes of volatile compounds and physicochemical qualities of fresh cut pomelo during storage. *Warasan Witthayasat Kaset*.
- Okunowo, W. O., Oyedeji, O., Afolabi, L. O., & Matanmi, E. (2013). Essential oil of grape fruit (*Citrus paradisi*) peels and its antimicrobial activities.
- Papachristoforou, A., Sueur, J., Rortais, A., Angelopoulos, S., Thrasyvoulou, A., & Arnold, G. (2008). High frequency sounds produced by Cyprian honeybees *Apis mellifera cypria* when confronting their predator, the Oriental hornet *Vespa orientalis*. *Apidologie*, 39(4), 468-474.
- Park, K. (2004). Assessment and management of invasive alien predators. *Ecology and Society*, 9(2).
- Pazos, T., Jose, P. Á., & Servia, M. J. (2022). *Of Fears and Budgets : Strategies of Control in V. velutina Invasion and Lessons for Best Management Practices*. <https://doi.org/10.1007/s00267-022-01690-z>
- Pérez-de-Heredia, I., Darrouzet, E., Goldarazena, A., Romón, P., & Iturrondobeitia, J. C. (2017). Differentiating between gynes and workers in the invasive hornet *V. velutina* (Hymenoptera, Vespidae) in Europe. *Journal of Hymenoptera Research*, 60, 119.
- Perrard, A., Arca, M., Rome, Q., Muller, F., Tan, J., Bista, S., ... & Villemant, C. (2014). Geographic variation of melanisation patterns in a hornet species: genetic differences, climatic pressures or aposematic constraints?. *PloS one*, 9(4), e94162.
- Perrard, A., Haxaire, J., Rortais, A., Villemant, C. 2009. Observations on the colony activity of the Asian Hornet *V. velutina* Lepeletier 1836 (hymenoptera: Vespidae: Vespinae) in France. *Annales de la Société Entomologique de France*, 45(1): 119-127.
- Pichersky, E., Noel, J. P., & Dudareva, N. (2006). Biosynthesis of plant volatiles: nature's diversity and ingenuity. *Science*, 311(5762), 808-811.
- Pickett, K., & Carpenter, J. (2010). Simultaneous analysis and the origin of eusociality in the Vespidae (Insecta: Hymenoptera). *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 68, 3-33.

- Pimentel, D., Zuniga, R., & Morrison, D. (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological economics*, 52(3), 273-288.
- Poidatz, J., Bressac, C., Bonnard, O., & Thiéry, D. (2018a). Delayed sexual maturity in males of *V. velutina*. *Insect Science*, 25(4), 679-689. *Présentation Frelon Espagne MB LDF V2*. (n.d.).
- Poidatz, J., Monceau, K., Bonnard, O., & Thiéry, D. (2018b). Activity rhythm and action range of workers of the invasive hornet predator of honeybees *V. velutina*, measured by radio frequency identification tags. *Ecology and Evolution*, 8(15), 7588-7598.
- Poitou, X., Redon, P., Pons, A., Bruez, E., Delière, L., Marchal, A., ... & Darriet, P. (2021). Methyl salicylate, a grape and wine chemical marker and sensory contributor in wines elaborated from grapes affected or not by cryptogamic diseases. *Food Chemistry*, 360, 130120.
- Pontes, W. J., Silva, J. M., da Camara, C. A., Gondim-Júnior, M. G., Oliveira, J. V., & Schwartz, M. O. (2010). Chemical composition and acaricidal activity of the essential oils from fruits and leaves of *Protium bahianum* Daly. *Journal of Essential Oil Research*, 22(3), 279-282.
- Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., ... & Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632), 220-229.
- Pujade-Villar, J., Torrell, A., & Rojo, M. (2013). Confirmada la presència a Catalunya d'una vespa originària d'Àsia molt perillosa per als rusc. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 173-176.
- Purushothaman, D. N., & Ravi, S. (2013). GC-MS analysis of essential oil obtained from *Heracleum candolleianum* (Wight et Arn). *Journal of Pharmacy Research*, 6(1), 155-157.
- Pyšek, P., & Richardson, D. M. (2007). Traits associated with invasiveness in alien plants: where do we stand?. *Biological invasions*, 97-125.
- Pyšek, P., & Richardson, D. M. (2007). Traits associated with invasiveness in alien plants: where do we stand?. *Biological invasions*, 97-125.

- Quijano, C. E., Salamanca, G., & Pino, J. A. (2007). Aroma volatile constituents of Colombian varieties of mango (*Mangifera indica* L.). *Flavour and Fragrance Journal*, 22(5), 401-406.
- Rebollo, S., Rey-Benayas, J. M., Villar-Salvador, P., Pérez-Camacho, L., Castro, J., Molina-Morales, M., ... & Martínez-Hestekamp, S. (2019). Servicios de la avifauna (high-mobile link species) en mosaicos agroforestales: regeneración forestal y regulación de plagas. *Ecosistemas*, 28(2), 32-41.
- 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>
- Richard, F. J., & Hunt, J. H. (2013). Intracolony chemical communication in social insects. *Insectes sociaux*, 60(3), 275-291.
- Richardson, D. M., & Pyšek, P. (2007). Elton, CS 1958: The ecology of invasions by animals and plants. London: Methuen. *Progress in Physical Geography*, 31(6), 659-666.
- Richter, M. R. (2000). Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. *Annual review of entomology*, 45(1), 121-150.
- Robinet, C., Darrouzet, E., & Suppo, C. (2019). Spread modelling: a suitable tool to explore the role of human-mediated dispersal in the range expansion of the yellow-legged hornet in Europe. *International Journal of Pest Management*, 65(3), 258–267. <https://doi.org/10.1080/09670874.2018.1484529>
- Rodríguez-Flores, M. S., Falcão, S. I., Escuredo, O., Queijo, L., Seijo, M. C., & Vilas-Boas, M. (2021a). Assessment of the *in vivo* and *in vitro* release of chemical compounds from *V. velutina*. *Molecules*, 26(22), 6769.

- Rodríguez-Flores, M. S., Falcão, S. I., Escuredo, O., Seijo, M. C., & Vilas-Boas, M. (2021b). Chemical profile from the head of *V. velutina* and *V. crabro*. *Apidologie*, 52(3), 548-560.
- Rodríguez-Flores, M. S., Seijo-Rodríguez, A., Escuredo, O., & Seijo-Coello, M. D. C. (2019). Spreading of *V. 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.
- Rohloff, J., & Bones, A. M. (2005). Volatile profiling of *Arabidopsis thaliana*—Putative olfactory compounds in plant communication. *Phytochemistry*, 66(16), 1941-1955.
- Rojas-Nossa, S. V., & Calviño-Cancela, M. (2020). The invasive hornet *V. velutina* affects pollination of a wild plant through changes in abundance and behaviour of floral visitors. *Biological Invasions*, 22(8), 2609-2618.
- Rojas-Nossa, S. V., Gil, N., Mato, S., & Garrido, J. (2021). *V. velutina*: Características e impactos de una exitosa especie exótica invasora. *Ecosistemas*, 30(2), 2159-2159.
- Rolea, C., Viejo, J.L. 2020. Datos ambientales preliminares del avispon asiático (*Vespa velutina* Lepeletier, 1836) (Hymenoptera, Vespidae) en Asturias, España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 114: 5-21.
- Rome, Q., Muller, F. J., Touret-Alby, A., Darrouzet, E., Perrard, A., & Villemant, C. (2015). Caste differentiation and seasonal changes in *V. velutina* (Hym.: Vespidae) colonies in its introduced range. *Journal of Applied Entomology*, 139(10), 771-782.
- Rome, Q., Muller, F., & Villemant, C. (2012). Expansion en 2011 de *V. velutina* Lepeletier en Europe (Hym., Vespidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 117(1), 114-114.
- Rome, Q., Muller, F., Gargominy, O., & Villemant, C. (2009). Bilan 2008 de l'invasion de *Vespa velutina* Lepeletier en France (Hymenoptera, Vespidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 114(3), 297-302.
- Rome, Q., Muller, F., Théry, T., Andrivot, J., Haubois, S., Rosenstiehl, E., Villemant, C. (2011). Impact sur l'entomofaune des pièges à bière ou à jus de cirier utilisés dans la lutte contre le frelon asiatique. In: Barbançon J.-M. [Ed]. *Proceedings of the Journée Scientifique Apicole – 11 February 2011, Arles. ONIRIS-FNOSAD, Nantes* : 18-20.

- Rout, P. K., Rao, Y. R., Sree, A., & Naik, S. N. (2007). Composition of essential oil, concrete, absolute, wax and headspace volatiles of *Murraria paniculata* (Linn.) Jack flowers. *Flavour and fragrance journal*, 22(5), 352-357.
- Şahin, F., Güllüce, M., Daferera, D., Sökmen, A., Sökmen, M., Polissiou, M., ... & Özer, H. (2004). Biological activities of the essential oils and methanol extract of *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* in the Eastern Anatolia region of Turkey. *Food control*, 15(7), 549-557.
- Sakai, Y. O. S. H. I. R. O., & Takahashi, J. (2014). Discovery of a worker of *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae) from Tsushima Island, Japan. *Japanese Journal of Entomology*, 17(1), 32-36.
- Sauvard, D., Imbault, V., & Darrouzet, É. (2018). Flight capacities of yellow-legged hornet (*Vespa velutina* nigrithorax, Hymenoptera: Vespidae) workers from an invasive population in Europe. *PloS one*, 13(6), e0198597.
- Saveer, A. M., Hatano, E., Wada-Katsumata, A., Meagher, R. L., & Schal, C. (2023). Nonanal, a new fall armyworm sex pheromone component, significantly increases the efficacy of pheromone lures. *Pest Management Science*.
- Schwartz, C., Villemant, C., g, Q., Mulle, F., (2012). *V. velutina* (Asian hornet): a new hymenopteran in France. (*V. velutina* (frelon asiatique): un nouvel hyménoptère en France.) *Revue Francaise d'Allergologie*, 52(5), 397-401.
- Selli, S., Canbas, A., Cabaroglu, T., Erten, H., & Günata, Z. (2006). Aroma components of cv. Muscat of Bornova wines and influence of skin contact treatment. *Food Chemistry*, 94(3), 319-326.
- Setzer, W. N., Stokes, S. L., Penton, A. F., Takaku, S., Haber, W. A., Hansell, E., ... & McKerrow, J. H. (2007). Cruzain inhibitory activity of leaf essential oils of Neotropical Lauraceae and essential oil components. *Natural product communications*, 2(12), 1934578X0700201202.
- Sheng, L., Xing, L. 2005. Species and Identification of the Sting Wasps Distributed in the City Zone of Hangzhou. *Journal of Huzhou Vocational and Technological College*, 3: 85-87.

- Shine, C., Williams, N., & Gündling, L. (2000). A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species (No. 40). IUCN.
- Simberloff, D., Martin, J. L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., ... & Vilà, M. (2013). Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in ecology & evolution*, 28(1), 58-66.
- Smith-Pardo, A. H., Carpenter, J. M., & Kimsey, L. (2020). The diversity of hornets in the genus *Vespa* (Hymenoptera: Vespidae; Vespinae), their importance and interceptions in the United States. *Insect Systematics and Diversity*, 4(3), 2.
- Sol, D. (2014). Claves del éxito de las especies invasoras. *Especies Exóticas Invasoras*.
- Stevens, M. (2013). *Sensory ecology, behaviour, and evolution*. Oxford University Press, USA.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology*, Ed Fifth.
- Takeuchi, T., Takahashi, R., Kiyoshi, T., Nakamura, M., Minoshima, Y. N., & Takahashi, J. (2017). The origin and genetic diversity of the yellow-legged hornet, *Vespa velutina* introduced in Japan. *Insectes Sociaux*, 64, 313-320.
- Tan, K., Radloff, S. E., Li, J. J., Hepburn, H. R., Yang, M. X., Zhang, L. J., & Neumann, P. (2007). Bee-hawking by the wasp, *Vespa velutina*, on the honeybees *Apis cerana* and *A. mellifera*. *Naturwissenschaften*, 94, 469-472.
- Tan, K., Radloff, S. E., Li, J. J., Hepburn, H. R., Yang, M. X., Zhang, L. J., & Neumann, P. (2007). Bee-hawking by the wasp, *V. velutina*, on the honeybees *Apis cerana* and *A. mellifera*. *Naturwissenschaften*, 94(6), 469-472.
- Tautz, J., Heilmann, H. R., & Sandeman, D. (2008). The buzz about bees: biology of a superorganism (Vol. 1007, pp. 978-3). Berlin: Springer.
- Traveset, A., & Richardson, D. M. (2006). Biological invasions as disruptors of plant reproductive mutualisms. *Trends in ecology & evolution*, 21(4), 208-216.
- Tunalier, Z., Kirimer, N., & Başer, K. H. C. (2003). Wood Essential Oils of *Juniperus foeticissima* Willd.

- Turchi, L., & Derijard, B. (2018). Options for the biological and physical control of *V. velutina* nigrithorax (Hym.: Vespidae) in Europe: A review. *Journal of Applied Entomology*, 142(6), 553-562.
- 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.
- Türkez, H., Celik, K., & Toğar, B. (2014). Effects of copaene, a tricyclic sesquiterpene, on human lymphocytes cells in vitro. *Cytotechnology*, 66, 597-603.
- Turlings, T. C., Tumlinson, J. H., & Lewis, W. J. (1990). Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science*, 250(4985), 1251-1253.
- Tzakou, O., & Couladis, M. (2001). The essential oil of *Micromeria graeca* (L.) Bentham et Reichenb. growing in Greece. *Flavour and fragrance journal*, 16(2), 107-109.
- Ueno T (2014) Establishment of the invasive hornet *V. velutina* (Hymenoptera: Vespidae) in Japan. *International Journal of Chemical, Environmental and Biological Sciences* 2:220–222
- Ueno, T. (2015). Flower-Visiting by the Invasive Hornet *V. velutina* Nigrithorax (Hymenoptera: Vespidae). *Researchgate.Net*, 3(6), 444–448.
- Ulanowska, M., & Olas, B. (2021). Biological Properties and prospects for the application of eugenol—A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3671.
- Van der Vecht, J. (1957). The Vespinae of the Indo-Malayan and Papuan areas (Hymenoptera, Vespidae) (p. 91). Brill.
- Verdian-rizi, M. (2008). Phenological variation of *Laurus nobilis* L. essential oil from Iran. *EJEAFChe*, 7(11), 3321-3325.
- Villemant, C. (2011). Focus on bees and wasps. *The Natural History of Santo*. Patrimoines Naturels, 70, 131-140.
- Villemant, C., Haxaire, J., Streito, J. 2006. Premier bilan de l'invasion de *V. velutina* lepeletier en France (Hymenoptera, Vespidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 111(4): 535.

- Villemant, C., Muller, F., Haubois, S., Perrard, A., Darrouzet, E., Rome, Q. (2011). Bilan des travaux (MNHN et IRBI) sur l'invasion en France de *V. velutina*, le frelon asiatique prédateur d'abeilles. Nantes, *ONIRIS-FNOSAD*: 3-12.
- Villemant, C., Rome, Q., & Perrard, A. (2021). The Yellow-Legged Asian Hornet: Prediction of the Risk of Invasion and the Study of its Color Variations. *Natural History Collections in the Science of the 21st Century: A Sustainable Resource for Open Science*, 219-234.
- Villemant, C., Rome, Q., & Perrard, A. (2021). The Yellow-Legged Asian Hornet: Prediction of the Risk of Invasion and the Study of its Color Variations. *Natural History Collections in the Science of the 21st Century: A Sustainable Resource for Open Science*, 219-234.
- Villemant, C., Zuccon, D., Rome, Q., Muller, F., Poinar, G. O., & Justine, J. Lou. (2015). Can parasites halt the invader? Mermithid nematodes parasitizing the yellow-legged Asian hornet in France. *PeerJ*, 2015(5), 1–15. <https://doi.org/10.7717/peerj.947>
- Volynchik, S., Plotkin, M., Bergman, D. J., & Ishay, J. S. (2008). Hornet flight activity and its correlation with UVB radiation, temperature and relative humidity. *Photochemistry and Photobiology*, 84(1), 81–85. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2007.00198.x>
- Wang, Y., Yi, L., Liang, Y., Li, H., Yuan, D., Gao, H., & Zeng, M. (2008). Comparative analysis of essential oil components in Pericarpium Citri Reticulatae Viride and Pericarpium Citri Reticulatae by GC–MS combined with chemometric resolution method. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 46(1), 66-74.
- Wang, Z. W., Chen, G., & Tan, K. (2014). Both olfactory and visual cues promote the hornet *V. velutina* to locate its honeybee prey *Apis cerana*. *Insectes sociaux*, 61(1), 67-70.
- Wen, P., Cheng, Y. N., Dong, S. H., Wang, Z. W., Tan, K., & Nieh, J. C. (2017). The sex pheromone of a globally invasive honey bee predator, the Asian eusocial hornet, *V. velutina*. *Scientific reports*, 7(1), 1-11.
- Whittaker, R. H., & Feeny, P. P. (1971). Allelochemicals: Chemical Interactions between Species: Chemical agents are of major significance in the adaptation of species and organization of communities. *Science*, 171(3973), 757-770.

- Williamson, M. H., & Fitter, A. (1996). The characters of successful invaders. *Biological conservation*, 78(1-2), 163-170.
- Williamson, M., & Fitter, A. (1996). The varying success of invaders. *Ecology*, 77(6), 1661-1666.
- Wink, M. (2010). Introduction: biochemistry, physiology and ecological functions of secondary metabolites. *Annual plant reviews volume 40: Biochemistry of plant secondary metabolism*, 1-19.
- Abou-Shaara, H. F., & Al-Khalaf, A. A. (2022). Using Maximum Entropy Algorithm to Analyze Current and Future Distribution of the Asian hornet, *V. velutina*, in Europe and North Africa Under Climate Change Conditions. *Journal of the Entomological Research Society*, 24(1), 07-21.
- Witt R (2015) Erstfund eines Nestes der Asiatischen Hornisse *V. velutina* Lepelletier, 1838 in Deutschland und Details zum Nestbau (Hymenoptera, Vespinae). *Ampulex* 7: 42–53.
- Woerdenbag, H. J., Windono, T., Bos, R., Riswan, S., & Quax, W. J. (2004). Composition of the essential oils of *Kaempferia rotunda* L. and *Kaempferia angustifolia* Roscoe rhizomes from Indonesia. *Flavour and fragrance journal*, 19(2), 145-148.
- Work, T. T., McCullough, D. G., Cavey, J. F., & Komsa, R. (2005). Arrival rate of nonindigenous insect species into the United States through foreign trade. *Biological Invasions*, 7, 323-332.
- Wróblewska-Kurdyk, A., Dancewicz, K., Gliszczyńska, A., & Gabryś, B. (2022). Antifeedant Potential of Geranylacetone and Nerylacetone and Their Epoxy-Derivatives against *Myzus persicae* (Sulz.). *Molecules*, 27(24), 8871.
- Xie, Y., Tian, L., Han, X., & Yang, Y. (2021). Research advances in allelopathy of volatile organic compounds (VOCs) of plants. *Horticulturae*, 7(9), 278.
- Y. N. Minoshima, Sk. Yamane, and T. Ueno, —An invasive alien hornet, *Vespa velutina* nigrithorax du Buysson (Hymenoptera, Vespidae), found in Kitakyushu, Kyushu Island: a first record of the species from mainland Japan,|| *Jap. J. Syst. Entomol.*, 2015, in press.

- Yamane, S. (1977). On the collecting technique of vespine nests, based on practices through a survey in Taiwan from 1972 to 1974 (Hymenoptera, Vespidae). *Seibutsu Kyozaï*, 12, 42-59.
- Yañez, O., Zheng, H. Q., Hu, F. L., Neumann, P., & Dietemann, V. (2012). A scientific note on Israeli acute paralysis virus infection of Eastern honeybee *Apis cerana* and vespine predator *V. velutina*. *Apidologie*, 43(5), 587–589. <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0128-y>
- Yang, S. A., Gayral, P., Zhao, H., Wu, Y., Jiang, X., Wu, Y., ... & Hou, C. (2019). Occurrence and molecular phylogeny of honey bee viruses in Vespids. *Viruses*, 12(1), 6.
- Yasuda, T., Shigehisa, S., Yuasa, K., Okutani-Akamatsu, Y., Teramoto, N., Watanabe, T., & Mochizuki, F. (2008). Sex attractant pheromone of the sorghum plant bug *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura)(Heteroptera: Miridae). *Applied entomology and zoology*, 43(2), 219-226.
- Yu, Y., Huang, T., Yang, B., Liu, X., & Duan, G. (2007). Development of gas chromatography–mass spectrometry with microwave distillation and simultaneous solid-phase microextraction for rapid determination of volatile constituents in ginger. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 43(1), 24-31.
- Yuan, J. S., Himanen, S. J., Holopainen, J. K., Chen, F., & Stewart, C. N. (2009). Smelling global climate change: mitigation of function for plant volatile organic compounds. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(6), 323-331.
- Yuping, Z. H. A. O., Jiming, L. I., Yan, X. U., Hui, D. U. A. N., Wenlai, F. A. N., & Guang'ao, Z. H. A. O. (2008). Extraction, preparation and identification of volatile compounds in Changyu XO brandy. *Chinese Journal of Chromatography*, 26(2), 212-222.
- Zeng, Y. X., Zhao, C. X., Liang, Y. Z., Yang, H., Fang, H. Z., Yi, L. Z., & Zeng, Z. D. (2007). Comparative analysis of volatile components from *Clematis* species growing in China. *Analytica chimica acta*, 595(1-2), 328-339.

- Zhang, X. M. (2018). Floral volatile sesquiterpenes of *Elsholtzia rugulosa* (Lamiaceae) selectively attract Asian honey bees. *Journal of Applied Entomology*, 142(3), 359-362.
- Zhao, Y., Xu, Y., Li, J., Fan, W., & Jiang, W. (2009). Profile of volatile compounds in 11 brandies by headspace solid-phase microextraction followed by gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of food science*, 74(2), C90-C99.
- Zhou, J., Zhang, N., Wang, P., Zhang, S., Li, D., Liu, K., ... & Ai, H. (2015). Identification of host-plant volatiles and characterization of two novel general odorant-binding proteins from the legume pod borer, *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). *PloS one*, 10(10), e0141208.

Recursos de traducción

Para a tradución dos textos empregáronse os seguintes recursos en liña:

Diccionario da Real Academia Galega. Pódese consultar no seguinte enlace:

<https://academia.gal/diccionario>

Diccionario dde galego Digalego. Xunta de Galicia. Pódese consultar no seguinte enlace:

https://digalego.xunta.gal/es/busca?palabra=estipitado&busca_opcions=completa&idiomas=none&op=Buscar

Enciclopedia Galega Universal. Pódese consultar no seguinte enlace:

<https://egu.xunta.gal/gl/termo/121815/esferoidal>

Portal das palabras. Unha iniciativa da RAG e da Fundación Barrié. Pódese consultar no seguinte enlace:

<https://portaldaspalabras.gal/diccionario/procura/%C3%A1ptero/>

Táboas taxonómicas

Para a elaboración das táboas taxonómicas empregáronse os seguintes recursos:

Flora.On. Pódese consultar no seguinte enlace:

<https://flora-on.pt/#/1cytismus+striatus>

Flora Ibérica. Pódese consultar no seguinte enlace:

[http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/06_087_05%20Rubus.pdf#\[0,%22name%22:%22FitH%22},335\]](http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/06_087_05%20Rubus.pdf#[0,%22name%22:%22FitH%22},335])

Flora de China. Pódese consultar no seguinte enlace:

http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=2

Internacional Plant Names Index. Pódese consultar no seguinte enlace:

<https://www.ipni.org/p/1253-2>

Royal Botanic Gardens. Pódese consultar no seguinte enlace:

<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:517689-1/general-information#descriptions>

As imaxes das especies foron cedidas polo Laboratorio de Botánica, Facultade Ciencias de Ourense.

Para o nome común das especies empregouse o programa A Chave. Pódese consultar no seguinte enlace:

<https://achave.gal/>