



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE GRADO

LA TRANSMISIÓN DE LA BACTERIA PATÓGENA *XYLELLA FASTIDIOSA*, ENTRE PLANTAS.

Marina Turró Escandell

Grado de Biología

Facultad de Ciencias

Año Académico 2021-2022

LA TRANSMISIÓN DE LA BACTERIA PATÓGENA *XYLELLA FASTIDIOSA*, ENTRE PLANTAS.

Marina Turró Escandell

Trabajo de Fin de Grado

Facultad de Ciencias

Universidad de las Islas Baleares

Año Académico 2021-2022

Palabras clave del trabajo:

Xylella fastidiosa, *Philaenus spumarius*, *Neophilaenus campestris*, vectores, espumas, estadios ninfales.

Nombre del tutor / la tutora del trabajo: Dr. Juan Rita Larrucea

Nombre del tutor / la tutora (si procede)

Se autoriza a la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para consultarlo en acceso abierto y difundirlo en línea, con fines exclusivamente académicos y de investigación

Autor/a		Tutor/a	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

RESUMEN

Xylella fastidiosa es una bacteria fitopatógena endofítica del xilema que afecta a un amplio espectro de especies de gran importancia económica, tanto cultivos agrícolas como especies ornamentales y forestales, transmitida a través de insectos vectores. En las Islas Baleares, desde su detección por primera vez en el año 2016 en la Isla de Mallorca se han realizado numerosos muestreos y estudios para conocer el grado de afectación y dispersión de la bacteria así como su ecología y biología. Así pues, los últimos estudios indican la detección de positivos en especies silvestres que forman parte de los sistemas naturales forestales, lo que supone un riesgo para la biodiversidad de las islas. Sin embargo, parece ser que la incidencia de *X. fastidiosa* es menor en el interior de las masas forestales respecto a las zonas periféricas. Así pues, dicha distribución se debe al comportamiento de los insectos vectores *Philaenus spumarius* (Linneo, 1758), y *Neophilaenus campestris* (Fallén, 1805), por lo que el presente estudio tiene como objetivo comparar la abundancia de los estadios ninfales de dichos vectores en dos tipos de hábitats: campos herbáceos de zonas abiertas y el interior de garrigas de acebuches (*Olea europaea* var. *sylvestris* L.), además de conocer las especies vegetales que usan como huésped. Para ello, se seleccionó una pareja de parcelas, en cinco localidades distintas, constituida por el interior de una garriga de acebuches y por una zona abierta con comunidades herbáceas. Así pues, sobre cada una de estas parcelas, se llevaron a cabo una serie de transectos para realizar el muestreo de las ninfas y la identificación de las especies huésped. Los resultados obtenidos muestran como ambas especies presentan una clara preferencia por pasar sus estadios ninfales en zonas abiertas (2,48±2,81 espumas/m²) y no en el interior de garrigas (0,022±0,033 espumas/m²). En general, las densidades de espumas observadas de ambos vectores son superiores a las de otros autores que han trabajado en la Isla de Mallorca, destacando que se ha obtenido la mayor densidad de espumas de *N. campestris* observada hasta la fecha (7 espumas/m²). En cuanto a las especies huésped, se han identificado un total de 57 especies agrupadas en 15 familias de las cuales 17 no habían sido citadas anteriormente. *P. spumarius* se ha observado en todas las familias, si bien, mostrando preferencia por *Compositae*, *Leguminosae* y *Umbelliferae*. *Neophilaenus campestris* únicamente se ha observado sobre especies de *Poaceae*.

RESUM

Xylella fastidiosa és un bacteri fitopatògen endofític del xilema que afecta un ampli espectre d'espècies de gran importància econòmica, tant cultius agrícoles com espècies ornamentals i forestals, transmès a través d'insectes vectors. A les Illes Balears, des de la seva detecció per primera vegada a l'any 2016 a l'Illa de Mallorca s'han realitzat nombrosos mostrejos i estudis per conèixer el grau d'afectació i dispersió del bacteri així com la seva ecologia i biologia. Així doncs, els darrers estudis indiquen la detecció de positius en espècies silvestres que formen part dels sistemes naturals forestals, fet que suposa un risc per a la biodiversitat de les illes. Tanmateix, sembla que la incidència de *X. fastidiosa* és menor a l'interior de les masses forestals respecte a les zones perifèriques. Així doncs, aquesta distribució es deu al comportament dels insectes vectors *Philaenus spumarius* (Linneo, 1758), i *Neophilaenus campestris* (Fallén, 1805), per la qual cosa aquest estudi té com a objectiu comparar l'abundància dels estadis ninfals dels vectors esmentats en dos tipus d'hàbitats: camps herbàcics de zones obertes i l'interior de garrigues d'ullastres (*Olea europaea* var. *sylvestris* L.), a més de conèixer les espècies vegetals que usen com a hoste. Per fer-ho, es va seleccionar una parella de parcel·les, a cinc localitats diferents, constituïda per l'interior d'una garriga d'ullastres i per una zona oberta amb comunitats herbàcies. Així doncs, sobre cadascuna d'aquestes parcel·les, es van dur a terme una sèrie de transsectes per fer el mostreig de les nimfes i la identificació de les espècies hoste. Els resultats obtinguts mostren com les dues espècies presenten una clara preferència per passar els seus estadis ninfals a zones obertes (2,48±2,81 escumes/m²) i no a l'interior de garrigues (0,022±0,033 escumes/m²). En general, les densitats d'escumes observades dels dos vectors són superiors a les d'altres autors que han treballat a l'Illa de Mallorca, destacant que s'ha obtingut la densitat més gran d'escumes de *N. campestris* observada fins ara (7 escumes/m²). Quant a les espècies hoste, s'han identificat un total de 57 espècies agrupades en 15 famílies de les quals 17 no havien estat citades anteriorment. *P. spumarius* s'ha observat a totes les famílies, si bé, mostrant preferència per *Compositae*, *Leguminosae* i *Umbelliferae*. *Neophilaenus campestris* només s'ha observat sobre espècies de *Poaceae*.

ABSTRACT

Xylella fastidiosa is a xylem endophytic phytopathogenic bacterium that affects a wide spectrum of species of great economic importance, both agricultural crops and ornamental and forest species, transmitted through vector insects. In the Balearic Islands, since its detection for the first time in 2016 on the Island of Mallorca, numerous samplings and studies have been carried out to determine the degree of affectation and dispersion of the bacteria, as well as its ecology and biology. Thus, the latest studies indicate the detection of positives in wild species that are part of natural forest systems, which poses a risk to the biodiversity of the islands. However, it seems that the incidence of *X. fastidiosa* is lower inside forest masses compared to peripheral areas. Thus, this distribution is due to the behaviour of the vector insects *Philaenus spumarius* (Linneo, 1758) and *Neophilaenus campestris* (Fallén, 1805), so the present study aims to compare the abundance of the nymphal stages of these vectors in two types of habitats: herbaceous fields of open areas and the interior of wild olive trees (*Olea europaea* var. *sylvestris* L.), in addition to learning about the plant species they use as hosts. To do this, a pair of plots was selected, in five different locations, consisting of the interior of a wild olive garrigue and an open area with herbaceous communities. Thus, on each of these plots, a series of transects were carried out to sample the nymphs and identify the host species. The results obtained show how both species have a clear preference for passing their nymphal stages in open areas (2.48±2.81 foams/m²) and not inside garrigues (0.022±0.033 foams/m²). In general, the foam densities observed for both vectors are higher than those of other authors who have worked on the Island of Mallorca, highlighting that the highest foam density of *N. campestris* observed to date has been obtained (7 foams/m²). As for the host species, a total of 57 species grouped into 15 families have been identified, of which 17 had not been previously mentioned. *P. spumarius* has been observed in all families, although it has shown a preference for *Compositae*, *Leguminosae* and *Umbelliferae*. *Neophilaenus campestris* has only been observed on *Poaceae* species.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
□ QUE ES <i>XYLELLA FASTIDIOSA</i>	3
□ TRANSMISIÓN Y VECTORES	5
□ <i>XYLELLA FASTIDIOSA</i> EN LA UNIÓN EUROPEA	7
□ <i>XYLELLA FASTIDIOSA</i> EN LAS ISLAS BALEARES	8
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	10
MATERIAL Y MÉTODOS	10
RESULTADOS.....	13
DISCUSIÓN.....	19
CONCLUSIONES	20
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXO.....	24

Introducción

- Que es *Xylella fastidiosa*

Xylella fastidiosa (Wells *et al.*, 1987) es una bacteria fitopatógena, gram-negativa, aeróbica, no flagelada y con un óptimo crecimiento entre los 26-28°C (Janse & Obradovic, 2010). Curiosamente, su nombre indica dos de sus principales características. El género *Xylella* hace referencia a su desarrollo limitado al xilema de las plantas, mientras que el epíteto *fastidiosa* se refiere a la dificultad de aislamiento y crecimiento en cultivo (Dalmau *et al.*, 2021).

Al tratarse de un patógeno endofítico de los tejidos del xilema en raíces, tallos y hojas, actúa obstruyendo los vasos encargados del transporte de agua y nutrientes mediante la formación de biofilms (Janse & Obradovic, 2010) (Figura 1), generando toda una serie de alteraciones fisiológicas en la planta que, con el tiempo, pueden llegar a provocar su muerte. Así pues, es causante de multitud de enfermedades importantes como la Enfermedad de Pierce en la viña, la Clorosis Variegada de los cítricos, el Decaimiento Súbito del Olivo o el marchitamiento irreversible de numerosas especies vegetales leñosas y herbáceas (Fernández, 2020).

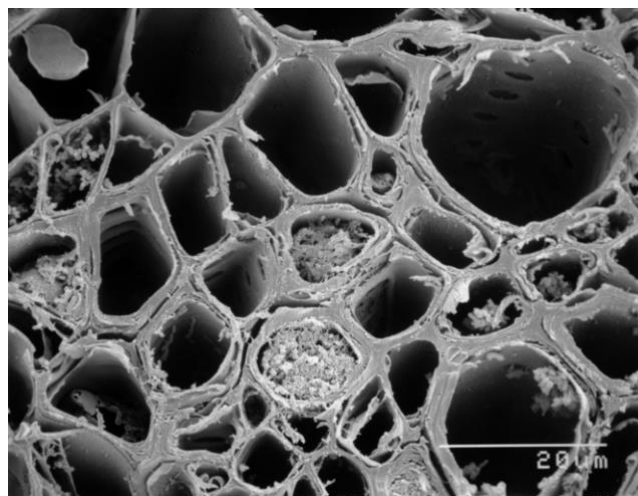


Figura 1: Vaso del xilema obstruido por *Xylella fastidiosa*. Fuente: CAIB, s.f.

En cuanto a la sintomatología que provoca *X. fastidiosa* es muy variable pero generalmente incluye: marchitamiento del follaje, defoliación prematura, clorosis en el margen de la hoja, atrofia y muerte regresiva de la planta, formación de hojas asimétricas y enanismo (Figura 2). Si bien, cabe mencionar que muchas especies hospedantes de la bacteria son asintomáticas o manifiestan los síntomas tras varios meses, lo que dificulta su detección y control, además sirven como inóculos que favorecen su expansión (EPPO, 2022).



Figura 2: Síntomas de *Xylella fastidiosa* en hojas de almendro (*Prunus dulcis*). Fuente: MAPA, s.f.

Así pues, *X. fastidiosa* tiene la capacidad de afectar a una gran número de especies vegetales de gran importancia económica a nivel mundial, tanto de cultivos agrícolas (olivo, vid, cítricos, frutales de hueso y almendro), como especies ornamentales y forestales. Según los últimos datos publicados por la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), ya se han determinado 638 especies huésped de *X. fastidiosa* pertenecientes a 87 familias (EFSA, 2022).

X. fastidiosa también se caracteriza por ser un bacteria con una gran variabilidad genética y elevada tasa de recombinación homóloga, de tal manera que pueden aparecer nuevas cepas capaces de infectar a nuevas especies con diversos grados de patogenicidad. Por lo tanto, es importante asignar a *X. fastidiosa* a subespecies para conocer mejor su biología.

Actualmente, se han descrito seis subespecies de la bacteria (*fastidiosa*, *multiplex*, *pauca*, *sandyi*, *morus*, *tashke* y *taiwanensis*), con numerosos perfiles genéticos (“sequence type”).

- ***X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa***: afecta a vid, alfalfa y almendro.
- ***X. fastidiosa* subsp. *multiplex***: afecta a *Prunus* spp., *Quercus* spp., *Ulmus* spp., *Rubus* spp. y *Morus* spp.
- *X. fastidiosa* subsp. *pauca*: afecta a cítricos, café y olivo.
- *X. fastidiosa* subsp. *sandyi*: afecta la adelfa.
- *X. fastidiosa* subsp. *tashke*: afecta a *Chitalpa tashkentensis* (especie ornamental).
- *X. fastidiosa* subsp. *morus*: afecta a la morera y a *Nandina domestica* (especie ornamental).

Sin embargo, solo las 2 primeras, remarcadas en negrita, están reconocidas oficialmente por el Comité de Taxonomía de Bacterias Fitopatógenas de la Sociedad Internacional de Fitopatología (ISPP-CTPPB) (Dalmau et al., 2021).

- **Transmisión y vectores**

La transmisión natural de la bacteria se produce mediante insectos vectores que se alimentan de la savia (chupadores del xilema), caracterizados por tener un aparato bucal picador-chupador. Dichos insectos vectores pertenecen a las familias Cercopidae, Cicadidae, Aphrophoridae y Cicadellidae del orden Hemiptera, suborden Cicadomorpha.

En Europa, la familia Aphrophoridae (conocida como “salivazos”) parece ser la de mayor importancia para la transmisión del patógeno (López-Mercadal et al., 2021, Cornara et al., 2021). Concretamente, se han identificado como vectores tres especies de Aphrophoridae, *Philaenus spumarius* (Linnaeus, 1758), *Philaenus italosignus* (Drosopoulos & Remane, 2000) y *Neophilaenus campestris* (Fallén, 1805) siendo el primero el más abundante y ubicuo (Bodino et al., 2020; Dalmau et al., 2021; López-Mercadal., 2021; Villa et al., 2020).

Dichos insectos, presentan una generación por año y sus cinco estadios ninfales se caracterizan por la secreción de masas espumosas (mucílago) sobre plantas herbáceas o leñosas (Figura 3), cuya función es la protección contra la desecación, la radiación solar y la depredación (Bodino et al., 2020). Su ciclo biológico se divide en tres fases: huevo, ninfa y adulto. El invierno lo pasan en forma de huevo unos 100 días y a principios de primavera eclosionan los huevos y aparecen las ninfas que crecen durante 4 a 8 semanas alimentándose de plantas herbáceas tanto de cultivos como de praderas (Figura 4 y 5). Si bien, el período de desarrollo de las ninfas varía en función de condiciones ambientales como la altitud y la temperatura (Villa et al., 2020). Los adultos emergen a finales de abril o mayo y se trasladan a la vegetación leñosa entre finales de primavera y principios de verano debido al estrés hídrico de la cubierta herbácea (Bodino et al., 2020). Finalmente, los adultos regresan a la cubierta herbácea para llevar a cabo la puesta a finales de verano o a principios de otoño.



Figura 3: Secreción espumosa característica de los estadios ninfales de los salivazos sobre *Euphorbia serrata* (izquierda) y *Galactites tomentosa* (derecha).



Figura 4: Ninfas de *Philaenus spumarius* sobre *Asphodelus ramosus*.



Figura 5: Ninfas de *Neophilaenus campestris* sobre gramíneas.

La adquisición de la bacteria por los vectores tanto en los estadios juveniles como en los adultos ocurre cuando se alimentan de la savia del xilema de una planta infectada. Seguidamente, cuando el vector se alimenta de una nueva planta, deposita directamente células de *X. fastidiosa* en el xilema (Castro et al., 2021).

Se trata de una transmisión peculiar, ya que no requiere un período de latencia, pero se transmiten de manera persistente, es decir, el vector requiere un tiempo de exposición a la bacteria para poder adquirirla (MAPA, 2020). Además, las bacterias no producen una infección sistemática al cuerpo del insecto, sino que se encuentran restringidas a sus piezas bucales (Castro et al., 2021; Dongiovanni et al., 2018). Por este motivo, las ninfas cuando mudan pierden su capacidad infectiva, ya que el sistema bucal también renueva sus tejidos. Sin embargo, el adulto una vez ha adquirido la bacteria es infeccioso toda la vida.

Los vectores solo actúan como transmisores a corta distancia, ya que su radio de actuación (su capacidad de vuelo) es relativamente pequeño, limitado a los 100 m, si bien, ocasionalmente pueden desplazarse grandes distancias ayudados por el viento. Así pues, la principal vía de propagación de la bacteria a largas distancias es el comercio de plantas contaminadas (MAPA, 2020).

- *Xylella fastidiosa* en la Unión Europea

X. fastidiosa es una bacteria originaria de América y considerada como bacteria de cuarentena por la Unión Europea (UE) desde el año 2000, al ser la amenaza principal de numerosas especies vegetales (Bodino et al., 2021; Fernández, 2020). El primer brote de *X. fastidiosa* en Europa fue en olivos de la región de Apulia al sur de Italia, llegando a afectar a miles de hectáreas con el síndrome del declive rápido del olivo (DRO), una enfermedad letal para la mayoría de las variedades de este cultivo (Dalmou et al., 2021). Sin embargo, las encuestas llevadas a cabo por los países de la UE tras el descubrimiento del patógeno en Italia revelaron diferentes introducciones anteriores de *X. fastidiosa* en la región mediterránea (Bodino et al., 2021, Olmo et al., 2021). Tras el descubrimiento de *X. fastidiosa* en Europa se pusieron en marcha numerosas investigaciones sobre la biología y ecología de sus potenciales insectos vectores.

Actualmente, la presencia de *X. fastidiosa* se encuentra presente en Italia (sur de Apulia), Francia (Provenza-Alpes-Costa Azul y Córcega) y España (Islas Baleares), aparte de un caso *aislado* en un invernadero en Alemania (Sajonia) (EFSA, s.f.).

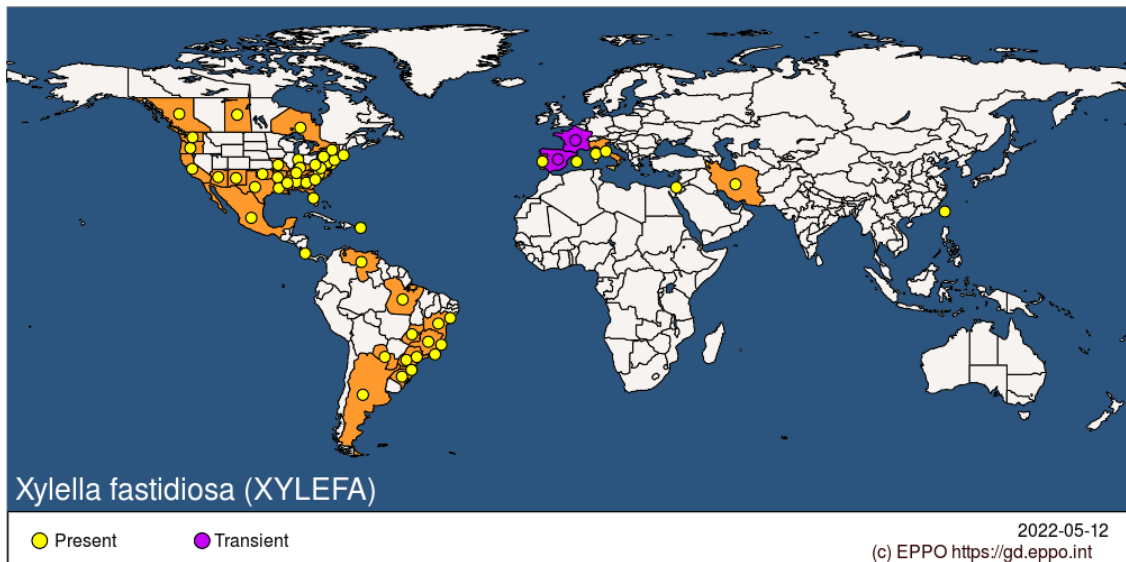


Figura 6: Mapa global de la distribución actual de *Xylella fastidiosa*. Fuente: EPPO, 2022.

- *Xylella fastidiosa* en las Islas Baleares

En las Islas Baleares, la bacteria *X. fastidiosa* fue detectada por primera vez en octubre del 2016, concretamente en tres cerezos (*Prunus avium*) de un centro de jardinería de Porto Cristo en la Isla de Mallorca. En consecuencia, se pusieron en marcha los protocolos de erradicación, demarcación de áreas y los muestreos que exigía la normativa europea. No fue hasta el 2018, cuando se inició el protocolo de contención.

Actualmente, hay 3 subespecies de *X. fastidiosa* localizadas en Baleares, en Mallorca las subsp. *multiplex* y *fastidiosa*, en Menorca la subsp. *multiplex* y en Ibiza la subsp. *pauca*, sin embargo, en Formentera todavía no se han detectado plantas infectadas. Así pues, las Islas Baleares albergan la mayor diversidad genética conocida de *X. fastidiosa* en Europa (Olmo et al., 2021). Por otra parte, en 2017 la EFSA puso en marcha una subvención con el objetivo de recopilar datos e información sobre la biología de los vectores de *X. fastidiosa* en las Islas Baleares. Los estudios se llevaron a cabo en cultivos de importancia del sector primario, como son el olivo, la viña y el almendro. Así pues, fueron investigadores de la Universidad de las Islas Baleares (UIB) quienes identificaron a las especies *P. spumarius* y *N. campestris* como los principales vectores en las cuatro islas de Baleares.

En la última actualización sobre el estado de *X. fastidiosa* en las Islas Baleares, a fecha de 29 de noviembre de 2021, se confirmaron un total de 1.305 muestra positivas (744 en Mallorca, 346 en Ibiza y 215 en Menorca), resultantes de las analíticas del Laboratorio Oficial de Sanidad Vegetal de las Islas Baleares (LOSVIB) con un total de 36 especies vegetales hospedantes (CAIB, 2021). En la tabla 1 del Anexo se recogen todas las especies hospedantes, clasificadas por islas y según la subespecie y grupo genético al que pertenece *X. fastidiosa*.

Actualmente, se está llevando a cabo el proyecto de investigación “ITS2017-095 Diseño e implementación de estrategias de control frente a la *Xylella fastidiosa*”, financiado con el Impuesto del Turismo Sostenible (ITS) balear cuyo objetivo es dar a conocer al sector primario de las Islas Baleares las estrategias adecuadas de control para hacer frente a la bacteria de cuarentena. Los últimos datos ofrecidos por los estudios que forman parte del proyecto informan de que *X. fastidiosa* no solo afecta a la vegetación de cultivo de gran importancia económica (olivo, vid, higuera y almendro) sino también a toda una serie de especies silvestres que forman parte de los sistemas naturales forestales como la estepa blanca (*Cistus albidus*), la lavanda (*Lavandula dentata*) o el romero (*Rosmarinus officinalis*) e incluso especies endémicas como la manzanilla de Mahón (*Santolina magonica*) en Menorca cuya afectación es preocupante. Sin embargo, tras evaluar la penetración de *X. fastidiosa* en espacios naturales obtuvieron como resultado que la incidencia de la enfermedad en el interior de las masas forestales es muy baja en comparación a las zonas periféricas, siendo dicha distribución debida, probablemente, al comportamiento de los insectos vectores. Así pues, teniendo en cuenta que *X. fastidiosa* supone un riesgo tanto para la agricultura como para la biodiversidad de las islas, es de gran importancia conocer y llevar a cabo más estudios sobre la incidencia de la enfermedad sobre la flora y vegetación silvestre de la Islas Baleares.

Por estos motivo, el presente trabajo se centra en el estudio de los estadios ninfales de los principales vectores de *X. fastidiosa* en las Islas Baleares, *P. spumarius* y *N. campestris* con el fin de conocer la densidad de su población en función del tipo de hábitat (espacios abiertos y el interior de la vegetación leñosa) y las plantas que les sirven de huésped. Cabe destacar la novedad de dicho estudio, ya que hasta la fecha, la mayoría de los trabajos anteriores se han llevado a cabo sobre campos de cultivo, existiendo una gran falta de información sobre el desarrollo de los estadios ninfales en la vegetación silvestre de zonas forestales, las cuales pueden actuar como reservorios del patógeno y afectar tanto a los sistemas naturales como a los campos de cultivo de los alrededores.

Objetivos e Hipótesis

El objetivo principal de este trabajo es comparar la densidad de ninfas de los insectos vectores de *X. fastidiosa*: *P. spumarius* y *N. campestris*, entre zonas abiertas con vegetación herbácea y el interior de garrigas de acebuche, siendo la hipótesis de partida: “Los estadios ninfales de los vectores de *X. Fastidiosa* se desarrollan preferentemente sobre comunidades herbáceas de zonas abiertas y no sobre la vegetación silvestre de las garrigas de acebuche”. Como objetivos secundarios, se han establecido:

- Conocer el catálogo de especies huésped usado por los estadios ninfales durante su desarrollo en los dos hábitats estudiados (comunidad herbácea y garriga de acebuches) indistintamente de la especie vector.
- Conocer el catálogo de especies huésped usado por los estadios ninfales durante su desarrollo según la literatura indistintamente de la especie vector, mediante un vaciado bibliográfico.

Material y Métodos

El estudio fue llevado a cabo en tres áreas distribuidas por diferentes puntos de la isla de Mallorca, concretamente, próximas a los municipios de Campos y Llucmajor y a la barriada de Son Gual (próxima al municipio de Algaida). Dichas áreas fueron seleccionadas por presentar dos tipos de hábitats naturales fácilmente diferenciables y de fácil acceso: comunidades herbáceas en zonas abiertas y el interior de zonas forestales. En cada una de estas áreas se han seleccionado 5 parejas de parcelas aparentemente homogéneas: 2 parejas en la zona de Campos (Betlem 1 y Betlem 2), 2 parejas en la zona de Llucmajor (Son Baco y Son Marge) y 1 pareja en la barriada de Son Gual (Figura 7). Además, también se dispone de los datos recogidos en una garriga de acebuches, los cuales se han utilizado para llevar a cabo el catálogo de especies huésped de las ninfas pero no para la comparación de hábitat, ya que no se puede realizar un muestreo en una comunidad herbácea para completar la pareja.

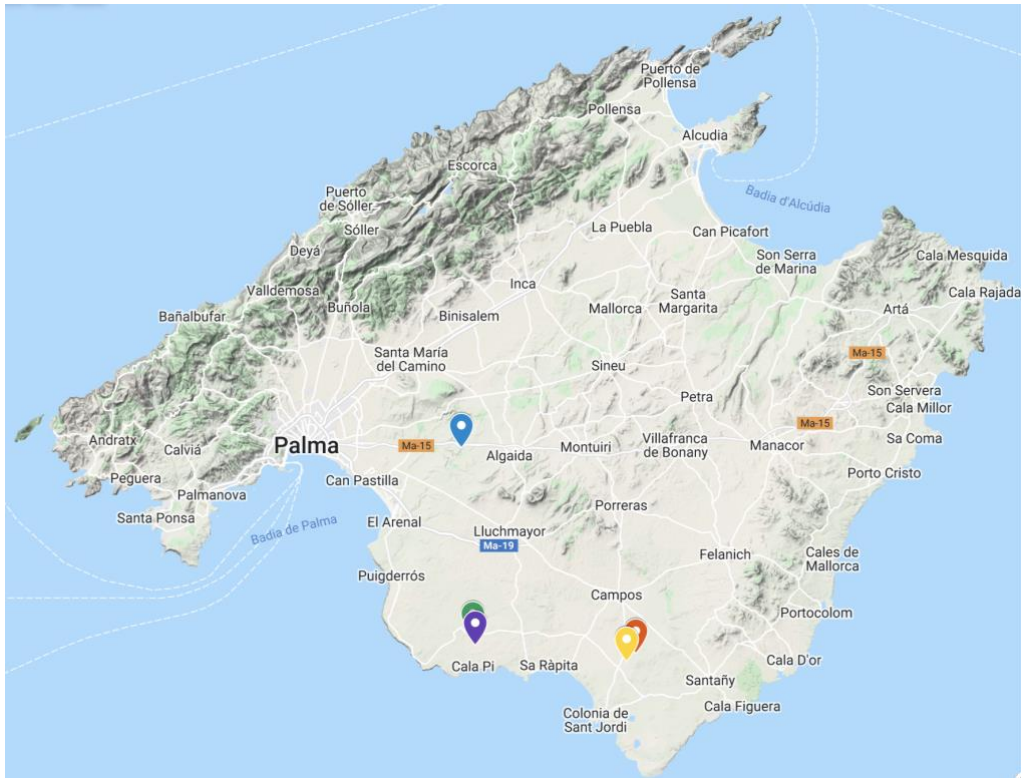


Figura 7: Distribución de las parejas de parcelas. En azul Son Gual, en verde Betlem 1, en violeta Betlem 2, en amarillo Son Marge y en rojo Son Baco.

Cada pareja de parcelas estaba constituida por una zona abierta con cobertura herbácea y una zona forestal sobre las que se llevaron a cabo los muestreos de las ninfas. En cuanto a las zonas forestales, correspondían concretamente a garrigas de acebuches (*Olea europaea* var. *sylvestris* L.) que es la especie arbórea forestal más afectada por *X. fastidiosa* de Mallorca. Así pues, la vegetación arbustiva era dominante en este tipo de hábitats, si bien presentaban distintos grados de cobertura herbácea (Figura 8 y 9).



Figura 8: Ejemplo de transectos realizados sobre comunidades de zonas abiertas.



Figura 9: Ejemplo de transectos realizados sobre garrigas de acebuches con distintas coberturas de vegetación herbácea

El método de muestreo de las ninfas utilizado en cada uno de estos hábitats consistió en realizar transectos (pseudoreplicas) de 10 m de largo y 1 m de ancho. Para ello, se utilizó una cinta métrica de 60m y un metro. La distribución de dichos transectos fue totalmente aleatoria con el fin de abarcar la mayor área posible. Siempre que el tamaño del hábitat lo permitió se realizaron en total 10 transectos, siendo la superficie total de muestreo de 100 m², si bien, en dos casos se realizaron 8 transectos y en un tercer caso 5 transectos, siendo la superficie de muestreo de 80 y 50 m². Se seleccionó un método de muestreo mediante transectos con el objetivo de que pudiera ser replicado en zonas forestales donde la vegetación arbustiva es dominante y, por tanto, donde llevar a cabo el método estándar que consiste en arrojar un marco rectangular aleatoriamente sobre la vegetación a lo largo de una serie de transectos, no era viable (Bodino et al., 2020; Bodino et al., 2021; Dongiovanni et al., 2018; Tugores, 2019; López-Mercadal et al., 2021; Villa et al., 2020).

A medida que se recorrieron cada uno de los transectos se anotaron los siguientes datos:

- Especies de plantas con espumas (hospedantes). Si bien, *P. spumarius* se caracteriza por ser una especie polífaga, se han observado especies vegetales que no son infestadas por las ninfas, o bien, muestran ciertas preferencias hacia determinadas familias (Villa et al., 2020; Bodino et al., 2020; Dongiovanni et al., 2018), por lo que resulta interesante conocer si estos hechos también se observan en la vegetación herbácea de Mallorca. Las especies vegetales se identificaron directamente en el campo a nivel de especie siempre que fue posible.
- Número de espumas por cada especie infestada.

Los transectos se llevaron durante la última semana de marzo y la primera de abril, ya que los picos de mayor abundancia de ninfas en el año 2021 se situaron entre la tercera semana de marzo y la primera semana de abril (López-Mercadal et al., 2021).

Finalmente, teniendo en cuenta que, según dice la literatura, las ninfas de *N. campestris* se encuentran casi exclusivamente sobre gramíneas y situadas en la parte basal de la planta, mientras que, las ninfas de *P. spumarius* están presente en el resto de las especies vegetales y situadas en la parte media y apical (Bodino et al., 2020; López-Mercadal et al., 2021; Morente et al., 2018), durante el muestreo, si bien no se llevó a cabo una distinción exhaustiva de la especie de ninfa que formaba la espuma, se asociaron las que se situaban en la parte basal de las gramíneas a *N. campestris*. Además, durante el muestreo se observó que las espumas de *N. campestris* se caracterizaban por tener una espuma con una textura más densa en comparación a la de *P. spumarius*, de tal manera que se llevó a cabo un muestreo para comprobarlo. Así pues, se confirmó que esta observación se repetía en todos los casos y por tanto, que *N. campestris* era la especie que formaba este tipo de espumas, de tal manera que también fue un criterio que se tuvo en cuenta a la hora de realizar la distinción de especies.

Análisis estadístico

Para evaluar las diferencias de densidad de espumas en función del tipo de hábitat (comunidad herbácea de zona abierta y garriga de acebuche) de cada parcela, se calculó la media y error estándar. Además, se analizó la normalidad y la homogeneidad de varianzas de los datos mediante el test de Shapiro y el test de Bartlett respectivamente. Seguidamente, dado que los datos no presentaron normalidad ni homogeneidad de varianzas, se llevó a cabo un test no paramétrico, en concreto, el test Wilcoxon-Mann-Whitney para establecer si había diferencias significativas entre los dos tipos de hábitats. Todo ello se realizó mediante el programa R Studio (Versión 1.4.1717).

Resultados

El promedio de espumas obtenido en las zonas abiertas oscila entre un máximo de 7,39 espumas/m² y un mínimo de 0,45 espumas/m² mientras que, en el interior de las garrigas, la media de espumas oscila entre un máximo de 0,08 espumas/m² y un mínimo de 0 espumas/m². Así pues, se observa una gran variabilidad de densidades tanto en cada localidad como entre las cinco localidades (Figura 10).

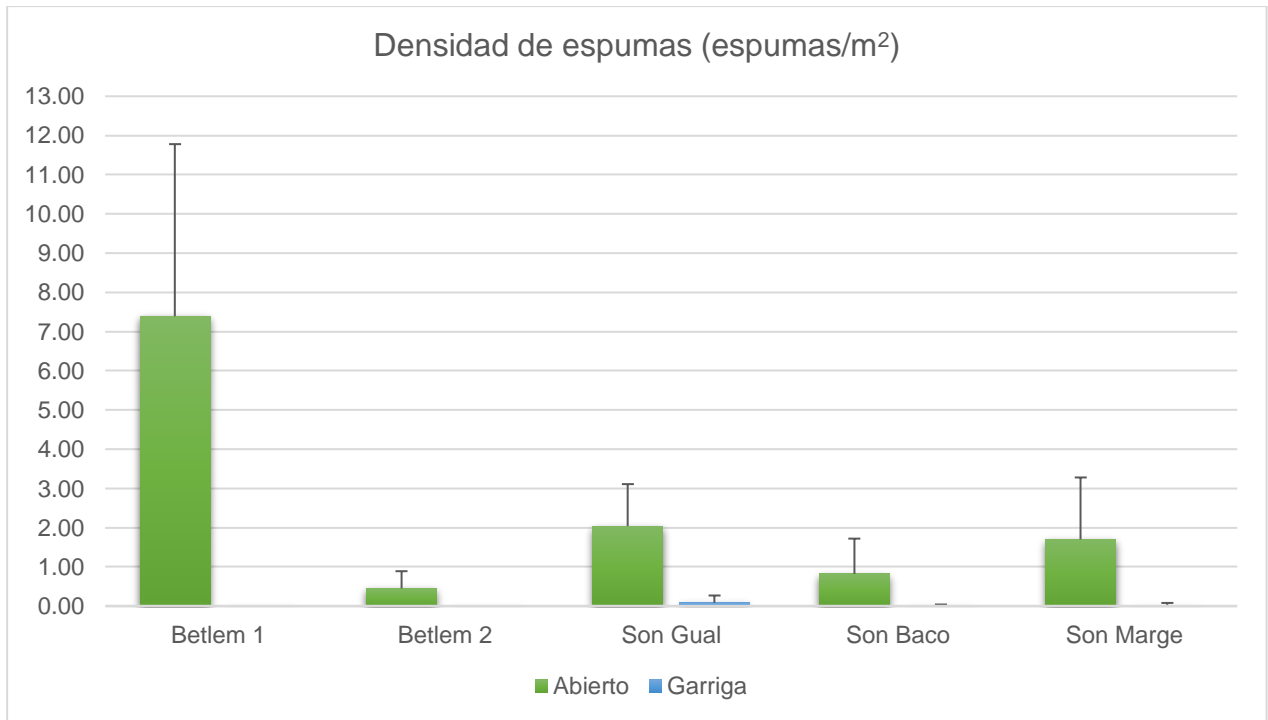


Figura 10: Promedio y error estándar de espumas en cada una de las cinco localidades donde fue llevado a cabo el estudio.

El promedio total de espumas obtenido en cada tipo de hábitat es de $2,48 \pm 2,81$ espumas/m² en las comunidades herbáceas de zonas abiertas y $0,022 \pm 0,033$ espumas/m² en el interior de garrigas, existiendo diferencias significativas entre los dos tipos de hábitat (p -valor= 0,012) (Figura 11).

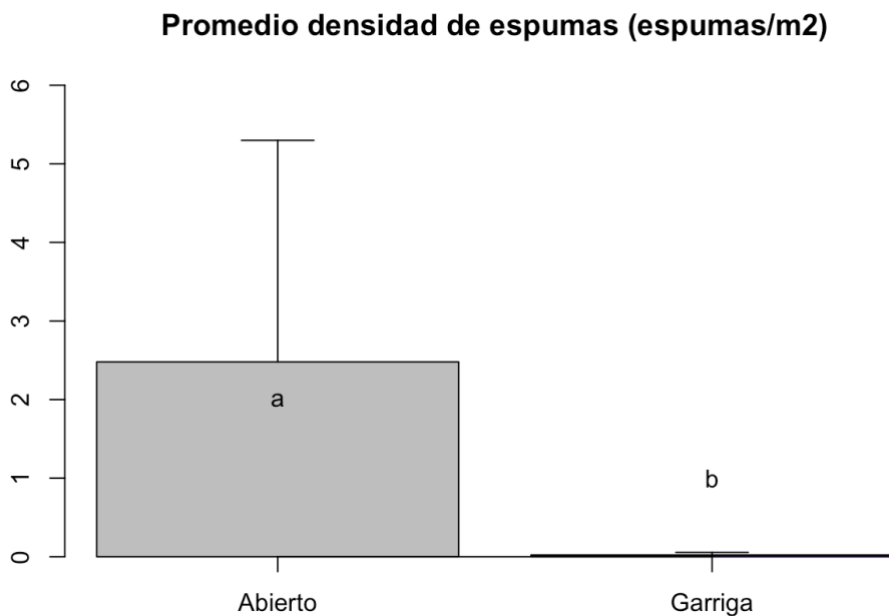


Figura 11: Promedio y error estándar de densidad de espumas por cada tipo de hábitat: comunidades herbáceas de zonas abiertas y garrigas de acebuches.

En cuanto al catálogo de especies utilizado por las ninfas, hubo un total de 57 especies herbáceas identificadas y agrupadas en 15 familias. Cabe destacar la presencia de ninfas en las siguientes especies: *Asteriscus aquaticus*, *Carthamus lantus*, *Pallenis spinosa*, *Scolymus hispanicus*, *Silybum marianum*, *Sideritis romana*, *Anthyllis vulneraria*, *Ononis crispa*, *Asphodelus ramosus*, *Serapias lingua*, *Aegilops ventricosa*, *Brachypodium distachyon*, *Brachypodium retusum*, *Cynosurus echinatus*, *Stipa capensis*, *Emex spinosa* y *Valantia muralis*, ya que no habían sido mencionadas anteriormente en la literatura (Tabla 1). Además, 8 especies más observadas fuera del estudio se han incluido en el catálogo global como observación personal. Destacar también, la observación de espumas sobre *Serapias lingua* que ha dado lugar a que se incluya por primera vez a la familia *Orchidaceae* dentro de las familias huésped de los insectos vectores. Así pues, el catálogo global formado por las especies citadas en la literatura junto con las identificadas en el estudio y las observaciones personales presenta un total de 238 especies agrupadas en 44 familias, de las cuales *Compositae* (64 especies), *Leguminosae* (33 especies), *Poaceae* (16 especies) y *Umbelliferae* (16 especies) son las familias con mayor número de especies huésped. (Tabla 2, Anexo).



Figura 12: Ninfa de *Philaenus spumarius* sobre *Serapias lingua*.

Las ninfas de *P. spumarius* fueron observadas en todas las familias reportadas, destacando una mayor predilección por las familias: *Compositae*, *Leguminosae* y *Umbelliferae* (Figura 13). Las especies con mayor número de espumas observadas pertenecen a la familia *Compositae* y son: *Cynara cardunculus* (32 espumas), *Glebionis coronaria* (34 espumas), *Cichorium intybus* (42 espumas) y *Hedypnois cretica* (42 espumas). Por otro lado, las ninfas

de *N. campestris* se observaron únicamente sobre plantas pertenecientes a la familia *Poaceae*, destacando las especies *Avena sterilis* y *Avena barbata* que corresponden a las especies con mayor número de ninfas observadas durante el estudio (433 y 78 espumas respectivamente). Así pues, es la densidad más grande de *N. campestris* en las Islas Baleares observada hasta la fecha (7 espumas/m²) (Figura 14).

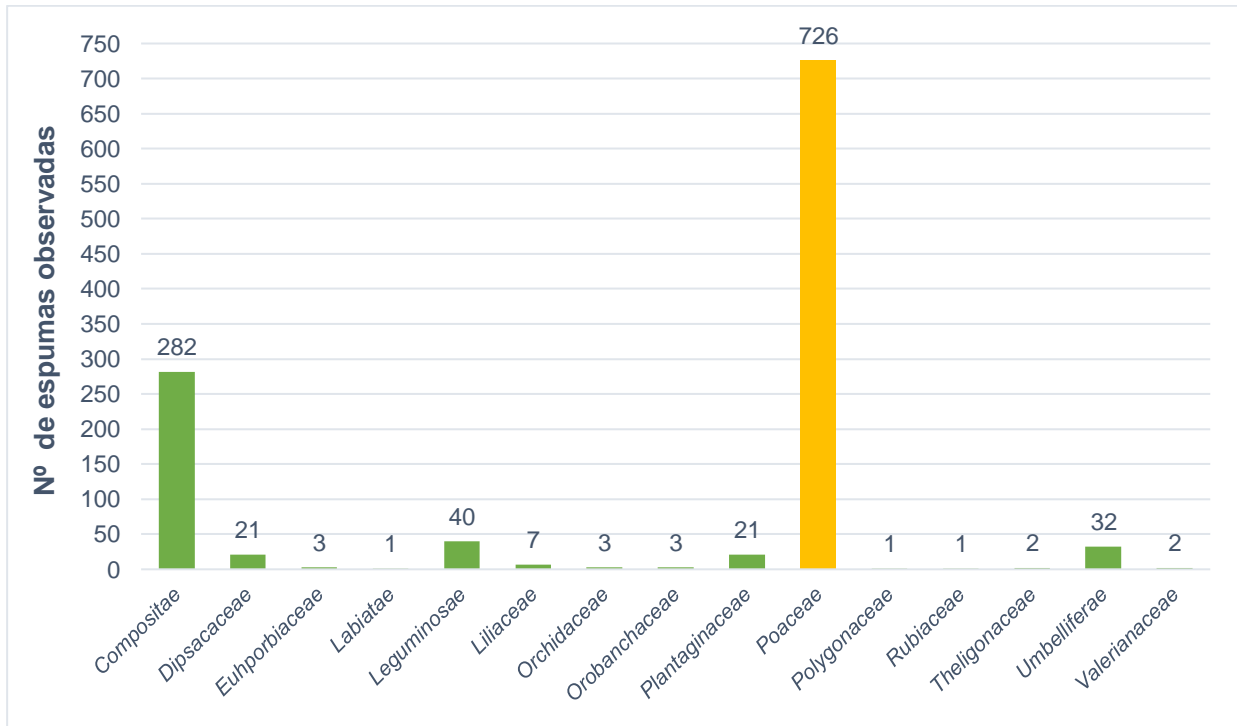


Figura 13: N.º total de espumas por familia. El color verde representa las espumas de *Philaenus spumarius* y el color amarillo las espumas de *Neophilaenus campestris*.



Figura 14: Ejemplos de la alta densidad de espumas de *Neophilaenus campestris* observada.

Tabla 1: Catálogo de especies utilizadas por los estadios ninfales de los vectores obtenido durante el muestreo de las parcelas. Las casillas en verde marcan las especies huésped presentes en las garrigas.

Familia	Especie hospedante	N.º Espumas
COMPOSITAE	<i>Asteriscus aquaticus</i>	1
	<i>Calendula arvensis</i>	8
	<i>Carthamus lanatus</i>	1
	<i>Centaurea melitensis</i>	7
	<i>Crepis vesicaria</i>	26
	<i>Cichorium intybus</i>	42
	<i>Cynara cardunculus</i>	32
	<i>Hedypnois cretica</i>	42
	<i>Hyoseris scabra</i>	3
	<i>Hypochaeris achyrophorus</i>	7
	<i>Galactites tomentosa</i>	13
	<i>Glebionis coronaria</i>	34
	<i>Pallenis spinosa</i>	7
	<i>Reichardia picroides</i>	12
	<i>Reichardia tinginata</i>	2
	<i>Scolymus hispanicus</i>	16
	<i>Silybum marianum</i>	4
	<i>Sonchus oleraceus</i>	17
<i>Sonchus tenerrimus</i>	7	
<i>Urospermum dalechampii</i>	1	
DIPSACACEAE	<i>Scabiosa maritima</i>	21
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia serrata</i>	3
LABIATAE	<i>Sideritis romana</i>	1
LEGUMINOSAE	<i>Anthyllis vulneraria</i>	1
	<i>Bituminaria bituminosa</i>	6
	<i>Coronilla scorpioides</i>	2
	<i>Lotus edulis</i>	6
	<i>Lotus ornithopodioides</i>	1
	<i>Medicago littoralis</i>	2
	<i>Medicago minima</i>	4
	<i>Medicago polymorpha</i>	16
	<i>Ononis crispa</i>	1
	<i>Vicia sativa</i>	1
LILIACEAE	<i>Asphodelus ramosus</i>	5
	<i>Muscari comosum</i>	2
ORCHIDACEAE	<i>Serapias lingua</i>	3
OROBANCHACEAE	<i>Bellardia trixago</i>	3

PLANTAGINACEAE	<i>Plantago lagopus</i>	20
POACEAE	<i>Aegilops sp.</i>	1
	<i>Aegilops ventricosa</i>	20
	<i>Avena sp.</i>	181
	<i>Avena barbata</i>	78
	<i>Avena sterilis</i>	433
	<i>Brachypodium distachyon</i>	9
	<i>Brachypodium retusum</i>	2
	<i>Cynosurus echinatus</i>	1
	<i>Dactylis glomerata</i>	1
	<i>Stipa capensis</i>	1
POLYGONACEAE	<i>Emex spinosa</i>	1
RUBIACEAE	<i>Valantia muralis</i>	1
THELIGONACEAE	<i>Theligonum cynocrambe</i>	2
UMBELLIFERAE	<i>Daucus carota</i>	17
	<i>Foeniculum vulgare</i>	3
	<i>Smyrniium olusatrum</i>	2
	<i>Torilis nodosa</i>	6
	<i>Torilis leptophylla</i>	2
VALERIANACEAE	<i>Valerianella discoidea</i>	2

Discusión

En todas las parejas de parcelas se ha obtenido el mismo resultado, es decir, una densidad de espumas notablemente mayor en los campos herbáceos de zonas abiertas en comparación al interior de garrigas de acebuches. De hecho, la densidad en el interior de garrigas es tan baja que se visualiza ligeramente sólo en una de las cinco parcelas, sin llegar a alcanzar 1 espuma/m² de media. Así pues, dichos resultados confirman la hipótesis de partida y, por tanto, que las dos especies de vectores, *P. spumarius* y *N. campestris*, muestran una clara preferencia por pasar los estadios ninfales sobre la vegetación herbácea de zonas abiertas y no en el interior de garrigas, incluso cuando éstas presentan ciertos grados de cobertura herbácea. Además, las densidades obtenidas en este estudio son, por lo general, superiores a las presentadas por otros autores que han llevado a cabo estudios similares en las Islas Baleares como López-Mercadal (202) o Tugores (2019) cuyos picos máximos de ninfas los obtuvieron en cultivos de olivos y fueron 5,55 ninfas/m² y 0,45 ninfas/m², respectivamente. Así pues, los resultados reflejan una gran variabilidad de la densidad de ninfas en función de la zona, sin seguir ningún tipo de patrón, por lo que si bien aporta indicios que permite presuponer que los adultos de los insectos vectores se encontrarán en mayor número sobre la vegetación leñosa próxima a campos abiertos, no se debe excluir su presencia en otro tipo de hábitats como el interior de las garrigas. Además, se debe tener en cuenta que el presente trabajo se ha centrado en los estadios ninfales de los vectores y que los adultos una vez pasan a la vegetación arbórea tienen una mayor capacidad de movimiento mediante el vuelo que les puede permitir un radio de distribución más amplio en comparación a los estadios ninfales. Por este motivo y, teniendo en cuenta la presencia tanto de ninfas como de positivos de *X. fastidiosa* en el interior de zonas forestales, es necesario llevar a cabo estudios posteriores que se centren en los adultos y que sean llevados a cabo en las mismas zonas y en el momento adecuado para poder confirmar la hipótesis de partida o, por el contrario, debido a su capacidad de movimiento junto a otros factores su presencia sea considerablemente mayor en los interiores de masas forestales.

Un aspecto a destacar es que, si bien *N. campestris* se considera una especie poco abundante tras los resultados obtenidos en otros estudios (Bodino et al., 2020; Bodino et al., 2021; Dongiovanni et al., 2018; López-Mercadal et al., 2021; Villa et al., 2020; Tugores, 2019), en nuestro caso, corresponde a la especie de vector con mayor densidad de ninfas observadas, presentes en un campo dominado por gramíneas, en concreto, por *Avena sterilis* y *Avena barbata* las cuales, además, corresponden a las especies con mayor número de ninfas observadas. Por tanto, este resultado muestra como la población de *N. campestris* puede presentar notables picos de abundancia en zonas concretas, por lo que es necesario

profundizar en su ecología y dinámica poblacional. Si bien, su presencia se observó únicamente sobre gramíneas, como se informa a menudo en la literatura (Bodino et al., 2020; Dongiovanni et al., 2020; López-Mercadal et al., 2021; Tugores, 2019).

P. spumarius mostró su polifagia observándose sobre el resto de las especies identificadas. Así pues, acorde con otros estudios, las ninfas mostraron preferencia por aquellas especies que se caracterizan por presentar rosetas basales o hojas muy próximas como *Glebionis coronaria*, *Cichorium intybus*, *Hedypnois cretica* o *Cynara cardunculus* que les proporcionan protección ante las condiciones climáticas (Bodino et al., 2020; Tugores 2019). Las familias *Compositae*, *Leguminosae* y *Umbelliferae* fueron las más seleccionadas por las ninfas para llevar a cabo su desarrollo, estando acorde también con lo observado en otros estudios (Dongiovanni et al., 2018; López-Mercadal., 2021; Villa et al., 2020).

Finalmente, un total de 25 nuevas especies herbáceas (contando las observaciones personales) se han identificado como especies huésped e incluido en el catálogo global, si bien, el número de espumas observadas en ellas es bajo y, por tanto, no muestran ninguna nueva preferencia por parte de los insectos vectores. Si bien, refleja la amplia distribución que puede llegar a tener, especialmente, la especie *P. spumarius*, a la hora de desarrollarse.

Conclusiones

El estudio ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- Los vectores de la bacteria fitopatógena *X. fastidiosa*, *P. spumarius* y *N. campestris*, muestran una clara preferencia por pasar sus estadios juveniles sobre las comunidades herbáceas de zonas abiertas.
- El presente estudio refuerza la idea de que la afectación de *Xylella fastidiosa* es predominante en zonas abiertas y no el interior de comunidades forestales. Si bien, es necesario un estudio de los adultos para poder llegar a una conclusión definitiva.
- Las densidades espumas obtenidas son, por lo general, más altas en comparación a las presentadas por estudios similares, mostrando una gran variabilidad en función de la zona.
- Se han identificado un total de 57 especies huésped de las cuales 17 no habían sido citadas anteriormente por la literatura, destacando el caso de *Serapias lingua*, ya que es la primera especie de la familia *Orchidaceae* detectada.
- La presencia de espumas de *N. campestris* ha sido minoritaria, exceptuando una localidad donde se ha encontrado la mayor densidad observada hasta la fecha, mostrando la necesidad de llevar a cabo más estudios que profundicen en su ecología.
- *P. spumarius* ha mostrado su elevada polifagia al encontrarse sobre todas las familias identificadas, especialmente sobre especies de la familia *Compositae*, *Leguminosa* y *Umbelliferae*. *N. campestris* se ha observado únicamente sobre *Poaceae*.

Bibliografía

Bodino, N., Cavaliere, V., Dongiovanni, C., Saladini, M. A., Simonetto, A., Volani, S., Plazio, E., Altamura, G., Tauro, D., Gilioli, G., & Bosco, D. (2020). Spittlebugs of Mediterranean Olive Groves: Host-Plant Exploitation throughout the Year. *Insects*, 11(2), 130-150.

Bodino, N., Demichelis, S., Simonetto, A., Volani, S., Saladini, M. A., Gilioli, G., & Bosco, D. (2021). Phenology, Seasonal Abundance, and Host-Plant Association of Spittlebugs (Hemiptera: Aphrophoridae) in Vineyards of Northwestern Italy. *Insects*, 12(11), 1012-1034.

CAIB. (s.f.). *Servicio de sanidad forestal-Xylella fastidiosa*. Obtenido de: https://www.caib.es/sites/sanitatforestal/es/xylella_fastidiosa-80001.jsessionid=1C4041B657D2F6B4892538B5F32510F3

CAIB. (2021). *Servicio de sanidad forestal-Xylella fastidiosa*. Plan de acción para combatir el organismo nocivo Xylella fastidiosa en las Islas Baleares. Ámbito forestal. Obtenido de: <https://www.caib.es/sites/sanitatforestal/f/377360> [Consulta 15 de Mayo de 2022].

Castro, C., DiSalvo, B., & Roper, M. C. (2021). Xylella fastidiosa: A reemerging plant pathogen that threatens crops globally. *PLoS pathogens*, 17(9), e1009813.

Dalmau, V., Ferrer, A., Jaques, J. A., Miranda, M. A. & Vicent, A. (2021). Xylella fastidiosa a la conca mediterrània. *Quaderns Agraris*, (51), 31-60.

Dongiovanni, C., Cavaliere, V., Bodino, N., Tauro, D., di Carolo, M., Fumarola, G., Altamura, G., Lasorella, C., & Bosco, D. (2018). Plant Selection and Population Trend of Spittlebug Immatures (Hemiptera: Aphrophoridae) in Olive Groves of the Apulia Region of Italy. *Journal of Economic Entomology*, 112(1), 67–74.

EFSA. (s.f.). *Xylella fastidiosa*. Obtenido de: <https://www.efsa.europa.eu/es/topics/topic/xylella-fastidiosa> [Consulta 20 de Mayo de 2022].

EPPO. (2022). *Xylella fastidiosa*. EPPO datasheets on pests recommended for regulation. Obtenido de: <https://gd.eppo.int/taxon/XYLEFA/datasheet> [Consulta 20 de Mayo de 2022].

European Food Safety Authority (EFSA), Delbianco, A., Gibin, D., Pasinato, L., Boscia, D., & Morelli, M. (2022). Update of the Xylella spp. host plant database—systematic literature search up to 31 December 2021. *EFSA Journal*, 20(6), e07356.

Fernández, M. G. R. (2020). Análisis de distribución potencial de *Xylella fastidiosa* subsp. multiplex ST-6 y *Philaenus spumarius* en el sur de la Península Ibérica mediante el modelo ecológico de nicho MaxEnt. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (25), 77-102.

Janse, J. D., & Obradovic, A. (2010). *Xylella fastidiosa*: Its biology, diagnosis, control and risks. *Journal of Plant Pathology*, 92, 35-48.

López-Mercadal, J., Delgado, S., Mercadal, P., Seguí, G., Lalucat, J., Busquets, A., Gomila, M., Lester, K., Kenyon, D., Ruiz-Pérez, M., Paredes-Esquivel, C., & Miranda, M. A. (2021). Collection of data and information in Balearic Islands on biology of vectors and potential vectors of *Xylella fastidiosa* (GP/EFSA/ALPHA/017/01). EFSA Supporting Publications, 18(10).

MAPA. (s.f.). Ministerio Agricultura Pesca y Alimentación. Organismos nocivos: Descripción *Xylella fastidiosa*. Obtenido de <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/organismos-nocivos/xylella-fastidiosa/> [Consulta 15 de Mayo de 2022].

Morente, M., Cornara, D., Plaza, M., Durán, J. M., Capiscol, C., Trillo, R., Ruiz, M., Ruz, C., Sanjuan, S., Pereira, J. A., Moreno, A., & Fereres, A. (2018). Distribution and Relative Abundance of Insect Vectors of *Xylella fastidiosa* in Olive Groves of the Iberian Peninsula. *Insects*, 9(4), 175-192.

Olmo, D., Nieto, A., Borràs, D., Montesinos, M., Adrover, F., Pascual, A., Gost, P. A., Quetglas, B., Urbano, A., García, J. D. D., Velasco-Amo, M. P., Olivares-García, C., Beidas, O., Juan, A., Marco-Noales, E., Gomila, M., Rita, J., Moralejo, E., & Landa, B. B. (2021). Landscape Epidemiology of *Xylella fastidiosa* in the Balearic Islands. *Agronomy*, 11(3), 473-486.

Tugores, M. A. (2019). *Biología y variaciones estacionales de los vectores de Xylella fastidiosa en Mallorca*. [Trabajo de fin de Máster, Universidad de las Islas Baleares].

Villa, M., Rodrigues, I., Baptista, P., Fereres, A., & Pereira, J. A. (2020). Populations and Host/Non-Host Plants of Spittlebugs Nymphs in Olive Orchards from Northeastern Portugal. *Insects*, 11(10), 720-738.

Wells, J. M., Raju, B. C., Hung, H.-Y., Weisburg, W. G., Mandelco-Paul, L., & Brenner, D. J. (1987). *Xylella fastidiosa* gen. nov., sp. nov: Gram-Negative, Xylem-Limited, Fastidious Plant Bacteria Related to *Xanthomonas* spp. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 37(2), 136-43.

ANEXO

Tabla 1: Especies vegetales actualmente afectadas por *Xylella fastidiosa* en las Islas Baleares. Fuente: CAIB

Isla	Especie hospedante	Subespecie y ST
Mallorca	<p><i>Acacia sp.</i> (Acacia) <i>Cistus albidus</i> (Estepa blanca) <i>Ficus carica</i> (Higuera) <i>Fraxinus angustifolia</i> (Fresno) <i>Lavandula angustifolia</i> (Lavanda) <i>Lavandula dentata</i> (Lavanda) <i>Olea europaea</i> var. <i>europaea</i> (Olivo) <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> (Acebuches) <i>Phillyrea angustifolia</i> (Labiérnago blanco) <i>Polygala myrtifolia</i> (Polígala) <i>Prunus domestica</i> (Ciruelo) <i>Prunus dulcis</i> (Almendro) <i>Rhamnus alaternus</i> (Aladierno) <i>Rosmarinus officinalis</i> (Romero) <i>Santolina chamaecyparissus</i> <i>Spartium junceum</i> (Retama macho)</p>	<i>X. fastidiosa</i> subsp. <i>multiplex</i> ST81
Mallorca	<p><i>Polygala myrtifolia</i> (Polígala) <i>Prunus dulcis</i> (Almendro)</p>	<i>X. fastidiosa</i> subsp. <i>multiplex</i> ST 7
Mallorca	<p><i>Calicotome spinosa</i> (Aliaga) <i>Cistus mospeliensis</i> (Jaguarzo negro) <i>Genista lucida</i> (Retama) <i>Juglans regia</i> (Nogal común) <i>Polygala myrtifolia</i> (Polígala) <i>Prunus avium</i> (Cerezo) <i>Prunus dulcis</i> (Almendro) <i>Rhamnus alaternus</i> (Aladierno) <i>Ruta chalepensis</i> (Ruda) <i>Teucrium capitatum</i> (Tomillo macho) <i>Vitis vinifera</i> (Viña)</p>	<i>X. fastidiosa</i> subsp. <i>multiplex</i> ST 1
Mallorca	<p><i>Clematis cirrhosa</i> (Clemátide) <i>Nerium oleander</i> (Adelfa) <i>Phagnalon saxatile</i> (Manzanilla yesquera)</p>	Por determinar

Menorca	<p><i>Cistus albidus</i> (Estepa blanca) <i>Clematis cirrhosa</i> (<i>Atrogene balearica</i>) <i>Ficus carica</i> (Higuera) <i>Helichrysum stoechas</i> (Manzanilla bastarda) <i>Olea europaea</i> var. <i>europaea</i> (Olivo) <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> (Acebuche) <i>Phlomis itálica</i> <i>Prunus dulcis</i> (Almendro) <i>Polygala myrtifolia</i> (Polígala) <i>Rosmarinus officinalis</i> (Romero) <i>Rhamnus alaternus</i> (Aladierno) <i>Santolina magonica</i> (Camamilla de muntanya) <i>Santolina chamaecyparissus</i> <i>Vitex agnus-castus</i> (gatillo casto)</p>	<i>X. fastidiosa</i> subsp. <i>multiplex</i> ST81
Ibiza	<p><i>Acacia</i> sp. (<i>Acacia</i>) <i>Cistus albidus</i> (<i>Estepa blanca</i>) <i>Lavandula dentata</i> (<i>Lavanda</i>) <i>Lavandula angustifolia</i> (<i>Lavanda</i>) <i>Olea europaea</i> var. <i>europaea</i> (<i>Olivo</i>) <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> (<i>Acebuche</i>) <i>Polygala myrtifolia</i> (<i>Polígala</i>) <i>Prunus dulcis</i> (<i>Almendro</i>) <i>Rosmarinus officinalis</i> (<i>Romero</i>) <i>Ulex parviflorus</i> Pourr. (<i>Aliaga morisca</i>)</p>	<i>X. fastidiosa</i> subsp. <i>pauca</i> ST 80
Ibiza	<p><i>Eleagnus angustifolia</i> (<i>árbol del paraíso</i>) <i>Genista hirsuta</i> <i>Nerium oleander</i> (<i>Adelfa</i>)</p>	Por determinar

Tabla 2: Catálogo de especies utilizadas por los estadios ninfales de los vectores según la literatura y en el estudio . Las casillas en verde indican las especies huésped obtenidas en el estudio. La observación personal, remarcado en negrita, son especies vegetales sobre las cuales se han observado espumas pero no pertenecen al estudio.

Familia	Especie huésped	Referencia
ARALIACEAE	<i>Hedera sp.</i>	Bodino et al., 2020
BRASSICACEAE	<i>Brassica sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Brassicaceae spp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Calepina sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Capsella sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Diplotaxis sp.</i>	Bodino et al., 2020 López-Mercadal et al., 2021; Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Myagrurum sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Raphanus sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Villa et al., 2020
	<i>Rapistrum sp.</i>	Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
BORAGINACEAE	<i>Borago</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Echium sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Echium plantagineum</i>	Villa et al., 2020 Morente et al., 2018
	<i>Myosotis sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
CAMPANULACEAE	<i>Campanula sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Legousia sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
CARYOPHYLLACEAE	<i>Cerastium sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Cerastium brachypetalum</i>	Villa et al., 2020
	<i>Cerastium glomeratum</i>	Bodino et al., 2021
	<i>Dianthus sp.</i>	Bodino et al., 2021
	<i>Sagina sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Saponaria</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Silene sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Silene gallica</i>	Villa et al., 2020
	<i>Silene vulgaris</i>	Observación personal
CHENOPODIACEAE	<i>Beta sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Beta vulgaris</i>	Observación personal
	<i>Chenopodium sp.</i>	Bodino et al., 2020
CISTACEAE	<i>Cistus albidus</i>	Observación personal
	<i>Cistus monspeliensis</i>	Observación personal
	<i>Helianthemum sp.</i>	Bodino et al., 2020
COMPOSITAE	<i>Achillea sp.</i>	Bodino et al., 2021

<i>Ambrosia sp.</i>	Bodino et al., 2021
<i>Andryala integrifolia</i>	Villa et al., 2020
<i>Anthemis sp.</i>	Bodino et al., 2020
<i>Anthemis arvensis</i>	Villa et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
<i>Asteraceae spp.</i>	Bodino et al., 2020
<i>Asteriscus aquaticus</i>	
<i>Artemisia sp.</i>	Bodino et al., 2021
<i>Bellis sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
<i>Calendula sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
<i>Calendula arvensis</i>	Villa et al., 2020 Morente et al., 2018
<i>Carthamus lanatus</i>	
<i>Carduus sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
<i>Centaurea sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
<i>Centaurea melitensis</i>	
<i>Cichorium sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
<i>Cichorium intybus</i>	
<i>Cirsium sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
<i>Coleostephus myconis</i>	Villa et al., 2020
<i>Crepis sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Morente et al., 2018 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021
<i>Crepis capillaris</i>	Villa et al., 2020
<i>Crepis vesicaria</i>	Villa et al., 2020
<i>Chamaemelum mixtum</i>	Villa et al., 2020
<i>Chondrilla juncea</i>	Villa et al., 2020
<i>Cynara cardunculus</i>	
<i>Dittrichia sp.</i>	Tugores, 2019 (TFM)
<i>Dittrichia viscosa</i>	Morente et al., 2018
<i>Erigeron sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
<i>Galactites sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
<i>Galactites tomentosa</i>	
<i>Glebionis sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
<i>Glebionis coronaria</i>	
<i>Glebionis segetum</i>	Villa et al., 2020
<i>Hedypnois cretica</i>	Villa et al., 2020
<i>Hieracium sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
<i>Hyoseris sp.</i>	Bodino et al., 2020
<i>Hysoeris scabra</i>	
<i>Hypochaeris sp.</i>	Bodino et al., 2021 Villa et al., 2020
<i>Hypochaeris achyroporus</i>	

	<i>Inula sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Lactuca sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Lactuca serriola</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dalmau et al., 2021
	<i>Leontodon sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Leontodon taraxacoides</i>	Villa et al., 2020
	<i>Leucanthemum sp.</i>	Bodino et al., 2021
	<i>Matricaria sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Pallenis spinosa</i>	
	<i>Picris equioides</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Morente et al., 2018 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Reichardia sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021
	<i>Reichardia pricoides</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Reichardia tingitana</i>	
	<i>Scolymus hispanicus</i>	
	<i>Solidago sp.</i>	Bodino et al., 2021
	<i>Senecio</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Silybum marianum</i>	
	<i>Sonchus sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dalmau et al., 2021 Morente et al., 2018
	<i>Sonchus tenerrimus</i>	Villa et al., 2020
	<i>Taraxacum sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dalmau et al., 2021
	<i>Taraxacum officinalis</i>	Bodino et al., 2021
	<i>Tragopogon sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Tolpis barbata</i>	Villa et al., 2020
	<i>Urospermum sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021
	<i>Urospermum dalechampii</i>	
CONVOLVULACEAE	<i>Convolvulus sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Convolvulus arvensis</i>	Villa et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dalmau et al., 2021
CUCURBITACEAE	<i>Ecballium sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
CYPERACEAE	<i>Carex sp.</i>	Bodino et al., 2021
DIPSACACEAE	<i>Scabiosa sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Scabiosa maritima</i>	
	<i>Knautia sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
EUPHORBIACEAE	<i>Chamaesyce sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Euphorbia sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021 Villa et al., 2020 Tugores, 2019 (TFM)

	<i>Euphorbiaceae spp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Euphorbia serrata</i>	
	<i>Mercurialis sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
GERANIACEAE	<i>Erodium sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dalmau et al., 2021 Morente et al., 2018 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021
	<i>Erodium cicutarium</i>	Villa et al., 2020
	<i>Geranium sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Geranium mole</i>	Villa et al., 2020
GUTTIFERAE	<i>Hypericum sp.</i>	Bodino et al., 2020 López-Mercadal et al., 2021
LABIATAE	<i>Labiatae spp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Lamium sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Mentha sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Rosmarinus sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Salvia sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021
	<i>Sideritis romana</i>	
LEGUMINOSAE	<i>Anthyllis cytisoides</i>	Observación personal
	<i>Anthyllis vulneraria</i>	
	<i>Astragalus sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Astragalus pelecinus</i>	Villa et al., 2020
	<i>Bituminaria sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Bituminaria bituminosa</i>	
	<i>Coronilla sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Coronilla scorpioides</i>	
	<i>Cytisus sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Leguminosae spp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Hippocrepis sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Lathyrus sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Lotus sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Lotus edulis</i>	
	<i>Lotus ornithopodioides</i>	
	<i>Medicago sp</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Villa et al., 2021 Dalmau et al., 2021 Morente et al., 2018 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Medicago arabica</i>	Villa et al., 2020
	<i>Medicago littoralis</i>	
<i>Medicago minima</i>		
<i>Medicago polymorpha</i>	Villa et al., 2020	

	<i>Melilotus sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Pisum sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Onobrychis sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Ononis crispa</i>	
	<i>Ornithopus compressus</i>	Villa et al., 2020
	<i>Scorpiurus sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Securigera sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Trifolium sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Morente et al., 2018 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Trifolium cernuum</i>	Villa et al., 2020
	<i>Trifolium glomeratum</i>	Villa et al., 2020
	<i>Vicia sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Vicia faba</i>	Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Vicia sativa</i>	Dalmau et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
LILIACEAE	<i>Allium sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Asparagus sp.</i>	Bodino et al., 2020 Morente et al., 2018
	<i>Asphodelus ramosus</i>	
	<i>Liliaceae spp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Muscari sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Muscari comosum</i>	
	<i>Ornithogalum sp.</i>	Bodino et al., 2021
LYTHRACEAE	<i>Lythraceae spp.</i>	Bodino et al., 2020
MALVACEAE	<i>Malva sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dalmau et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021
MYRTACEAE	<i>Myrtus sp.</i>	Bodino et al., 2020
OLEACEAE	<i>Phillyrea angustifolia</i>	Observación personal
OROBANCHACEAE	<i>Bartsia sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Bellardia trixago</i>	Villa et al., 2020
ORCHIDACEAE	<i>Serapias lingua</i>	
OXALIDACEAE	<i>Oxalis sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
PAPAVERACEAE	<i>Papaver sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Fumaria sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago sp</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dalmau et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Plantago lagopus</i>	
	<i>Plantago lanceolata</i>	Bodino et al., 2021 Villa et al., 2020

POACEAE	<i>Anisantha sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Arrhenatherum sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Avena sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dalmau et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021
	<i>Avena barbata</i>	Villa et al., 2020
	<i>Bromus sp.</i>	Bodino et al., 2021 Dalmau et al., 2021
	<i>Bromus diandrus</i>	Villa et al., 2020
	<i>Cynodon dactylon</i>	Villa et al., 2020
	<i>Dactylis sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Hordeum sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021
	<i>Hordeum vulgare</i>	Dalmau et al., 2021
	<i>Lolium sp.</i>	Bodino et al., 2021 Dalmau et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Lolium rigidum</i>	Villa et al., 2020
	<i>Poa sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Poaceae spp.</i>	Bodino et al., 2020 Villa et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Sorghum sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Vulpia sp.</i>	Villa et al., 2020
POLYGALACEAE	<i>Polygala sp.</i>	Bodino et al., 2020
POLYGONACEAE	<i>Emex spinosa</i>	
	<i>Rumex sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Rumex induratus</i>	Villa et al., 2020
	<i>Rumex acetosella</i>	Villa et al., 2020
	<i>Rumex bucephalophorus</i>	Villa et al., 2020
PRIMULACEAE	<i>Anagallis sp.</i>	López-Mercadal et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Lysimachia sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
RANUNCULACEAE	<i>Adonis sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Clematis sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Ranunculus sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
RESEDACEAE	<i>Reseda sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
ROSACEAE	<i>Alchemilla sp.</i>	Bodino et al., 2021
	<i>Fragaria sp.</i>	Bodino et al., 2021
	<i>Potentilla sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Sanguisorba sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021
	<i>Sanguisorba verrucosa</i>	Villa et al., 2020
RUBIACEAE	<i>Galium sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Sherardia sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021
	<i>Rubia sp.</i>	López-Mercadal et al., 2021
	<i>Valantia muralis</i>	

RUTACEAE	<i>Ruta sp.</i>	Bodino et al., 2020
SALICACEAE	<i>Populus sp.</i>	Bodino et al., 2021
SANTALACEAE	<i>Thesium sp.</i>	Bodino et al., 2021
SCROPHULARIACEAE	<i>Verbascum sp.</i>	Dongiovanni et al., 2021
	<i>Veronica</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Veronica arvensis</i>	Villa et al., 2020
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021
THELIGONACEAE	<i>Theligonum sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Theligonum cynocrambe</i>	
UMBELLIFERAE	<i>Umbelliferae spp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Apium sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Cervaria sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Daucus</i>	Bodino et al., 2020 Bodino et al., 2021 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Daucus carota</i>	Dalmau et al., 2021 Morente et al., 2018
	<i>Eryngium campestre</i>	Observación personal
	<i>Foeniculum</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021 López-Mercadal et al., 2021 Tugores, 2019 (TFM)
	<i>Foeniculum vulgare</i>	Villa et al., 2020 Morente et al., 2018
	<i>Kundmannia sicula</i>	Observación personal
	<i>Scandix sp.</i>	Bodino et al., 2020
	<i>Smyrniium sp.</i>	López-Mercadal et al., 2021
	<i>Smyrniium olusatrum</i>	
	<i>Tordylium sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Torilis sp.</i>	Bodino et al., 2020 Dongiovanni et al., 2021
	<i>Torilis leptophylla</i>	
	<i>Torilis nodosa</i>	
	VALERIANACEAE	<i>Valerianaceae spp.</i>
<i>Valerianella discoidea</i>		
<i>Centranthus sp.</i>		Bodino et al., 2020
VIOLACEAE	<i>Viola sp.</i>	Bodino et al., 2020