



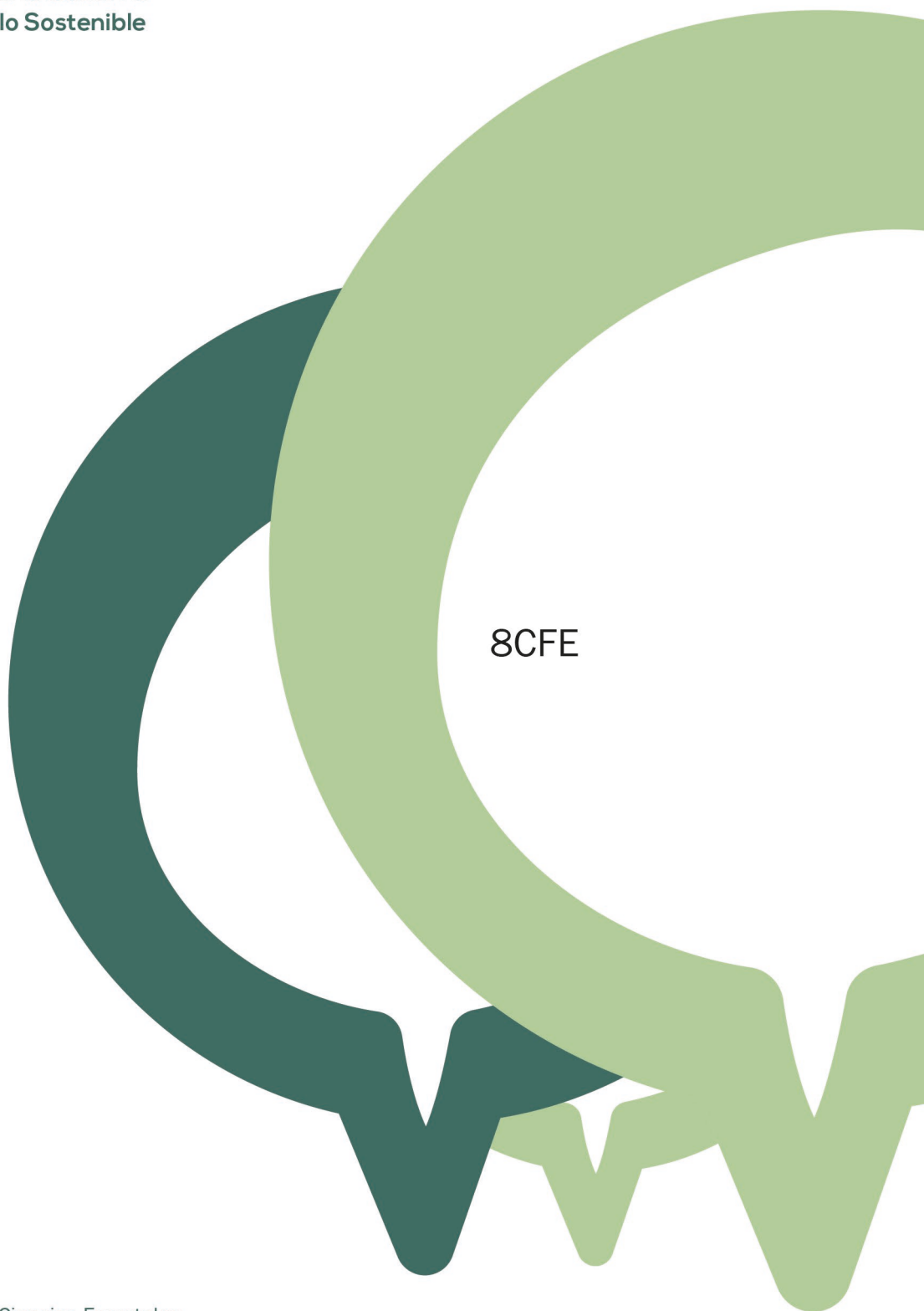
2022
Lleida

27·1
junio · juny
julio · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



Estudio de daños en las masas forestales de *Olea europaea* var. *sylvestris* de Menorca, España.

NÚÑEZ, L.¹, CLOSA, A.M.¹, SANTIAGO, M.I.¹, PASCUAL, A.E.², M.J. BERCIANOS.², L. ANGLADA.² y GARZÓN, J.F.²

¹ Servicio de Sanidad Forestal, Consejería de Medio Ambiente y Territorio de las Islas Baleares.

² Delegación de Baleares, Grupo Tragsa, Empresa de Transformación Agraria.

Resumen

En los últimos años se ha observado un proceso de decaimiento en las masas de *Olea europea* var. *sylvestris* en la isla de Menorca. Este decaimiento se ha percibido de manera generalizada por toda la isla y aparece reflejado en el Inventario de Daños Forestal (IDF), Red Europea de Daños en los Bosques (Red de Nivel I) sin saber cuál es exactamente la causa.

De acuerdo con los datos del IV Inventario Forestal Nacional existen un total de 16.081,09 ha de superficie forestal, cuya especie arbórea predominante es *Olea europaea* var. *sylvestris*. Esto supone el 44,4% del suelo forestal de la isla, y por tanto la primera formación forestal en superficie e importancia.

La primera detección de *Xylella fastidiosa* producida en Baleares el 6 de octubre de 2016 y los avances en el conocimiento de la bacteria indican que este organismo puede ser uno de los causantes del decaimiento.

Dada la gran extensión e importancia, dentro del ámbito forestal, y valor paisajístico y cultural de *Olea europaea* var. *sylvestris* en la isla de Menorca, se decide realizar un estudio con el fin de identificar los niveles de decaimiento de la masa, buscar las posibles causas e intentar asegurar el futuro de esta especie forestal mediante un análisis de riesgo.

Palabras clave

Bacteria, erradicación, vector, *olea europaea* var. *sylvestris*, acebuche, ullastre, patógeno, repilo, emplomado, verticilo, *Xylella fastidiosa*.

1. Introducción

Xylella fastidiosa (Wells *et al.*) es una bacteria Gram-negativa, aeróbica, y cuyo umbral óptimo de crecimiento se sitúa entre los 26-28°C. Se localiza en los vasos xilemáticos de los vegetales, y se multiplica dentro de ellos llegando a taponarlos, obstruyendo así, el flujo de savia bruta. Es la causante de varias enfermedades que provocan graves daños en numerosas especies de interés agrícola, como la Clorosis variegada de los cítricos, la Enfermedad de Pierce en la viña, el “Phony peach” del melocotonero, el Escaldado del prunero, el Quemado de las hojas en otras leñosas y el Enanismo de la alfalfa (EFSA, 2019).

En las Islas Baleares se detectó por primera vez en Mallorca, en noviembre de 2016 (Olmo *et al.*, 2017). A día de hoy, se pueden encontrar 3 subespecies: *pauca* (Ibiza), *multiplex* (Mallorca y Menorca) y *fastidiosa* (Mallorca). Desde su primera detección, se puso el foco en la toma de muestras de olivos y acebuches dado que estas plantas eran las más afectadas en el grave brote del sur de Italia (Plan de Contingencia *Xylella fastidiosa*, 2021).

Desde hacía años se observaba un decaimiento generalizado en las masas de acebuche achacado, principalmente, a la sequía. Comenzaron los primeros trabajos de muestreo a principios de 2017 y confirmaron que los acebuches de Mallorca, Menorca e Ibiza se encontraban afectados. Posteriormente se ampliaron los muestreos a todas las especies forestales especificadas para esta plaga, presentes en las Islas Baleares tanto, plantas alóctonas, autóctonas como endémicas.



Figura 1. Daños sobre acebuche. Alaior. Lorenzo Anglada.

Para intentar evitar la expansión de la bacteria hacia otros lugares de la Unión, se creó en el año 2015 la Decisión de Ejecución 2015/789, que actualmente se ha actualizado a través del Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1201 de la Comisión de 14 de agosto de 2020 sobre medidas para evitar la introducción y la propagación dentro de la Unión de *Xylella fastidiosa* (Wells et al.).

La Red Balear de Evaluación y Seguimiento de Daños en Masas Forestales (Consejería de Medio Ambiente y Territorio de las Islas Baleares, 2021) tiene establecidos 10 puntos de control en la isla de Menorca distribuidos por toda su superficie según una malla de 8x8 km, de los cuales 3 tienen presencia significativa de la especie forestal *Olea europea* var. *sylvestris*, presentando una evaluación de estado de dicha especie. Según la Red Balear, en su última actualización (año 2018), la masa de acebuchal estudiada presenta una defoliación media del 28,2% que corresponde a un nivel moderado-bajo, y un porcentaje elevado de árboles dañados (42,3%) aunque resalta la disminución de casos graves y la ausencia de mortalidad. Esta información se contrastará con las conclusiones obtenidas en el presente estudio.

La bacteria se transmite a través de insectos vectores (hemípteros). En Baleares se han identificado, hasta la fecha, dos especies: *Philaneus spumarius* y *Neophilaenus campestris* pertenecientes a la familia Aphrophoridae (Miranda et al., 2017). *Philaneus spumarius* es el más común de los dos. Tiene una distribución muy extensa, ya que puede tolerar multitud de condiciones climáticas (Drosopoulos y Remane, 2000). Su gran movilidad y la cantidad y diversidad de plantas hospedantes, le convierten en un gran agente de transmisión de la bacteria. Se alimenta de las partes no lignificadas de los vegetales.

Para que un vector sea transmisor de la bacteria, primero debe haberla adquirido alimentándose de una planta afectada. Será en su proceso de alimentación cuando transmita la bacteria y, por tanto, infecte a una planta sana (Chatterjee et al, 2008).

El ciclo biológico del vector es anual. El adulto realiza la puesta a principios de noviembre, generalmente en la vegetación adventicia nacida de las primeras lluvias otoñales. Los huevos eclosionan con la entrada de la primavera o con la subida de temperatura (West i Lees, 1988) y se pueden empezar a visualizar las espumas características de la fase ninfa. Durante el mes de mayo las ninfas se convierten en adultos que pasan a la vegetación arbustiva y arbórea de la que se alimentarán durante el verano y se refugiarán del calor (EFSA, 2019).

2. Objetivos

En el Plan de acción elaborado por el Servicio de Sanidad Forestal de la Consejería de Medio Ambiente de las Islas Baleares se proponen una serie de medidas para combatir esta plaga, una de ellas es la investigación, donde se fijan las directrices de prevención y control y las medidas de contención a aplicar dentro de superficies forestales.

En 2018 se inicia el estudio de los daños de las masas forestales con una duración estimada de 4 años (2018-2021) con el objetivo de determinar la causa del decaimiento de dichas masas y proponer soluciones que ayuden a su recuperación.

Dada la gran extensión e importancia, dentro del ámbito forestal, y valor paisajístico y cultural de *Olea europaea* var. *sylvestris* en la isla de Menorca, se decide realizar el presente estudio con el fin de identificar los niveles de decaimiento de la masa, buscar las posibles causas e intentar augurar el futuro de esta especie forestal mediante un análisis de riesgo.

3. Metodología

Inicialmente se realizó una foto fija donde conocimos la realidad de la masa de *Olea europaea* var. *sylvestris*. Para ello se realizó un inventario de daños para finalmente establecer un mapa de niveles de decaimiento.

Para la realización del presente trabajo se ha considerado toda la masa de *Olea europea* var. *sylvestris* según los datos del IV Inventario Forestal Nacional (2012) en el cual se recogen 16.150,69 hectáreas de acebuche en la isla de Menorca.

Para la realización del inventario de daños se estableció una red de seguimiento según una disposición sistemática de la muestra a través de una malla cuadrada de 1 km X 1km. A esta malla se le superpuso la capa de la vegetación lo que supuso un total de 438 cuadrículas con presencia significativa de acebuchal. Sobre estas cuadrículas se calculó el punto central con presencia de acebuches, resultando un total de 156 puntos de muestreo.

Sobre cada uno de los 156 puntos de muestreo se seleccionaron sistemáticamente, para evitar subjetividad, hasta un máximo de 5 árboles que fueron nuestra muestra para evaluar los daños. Para la elección y numeración de los árboles se realizó desde el punto de muestreo respetando el siguiente esquema:

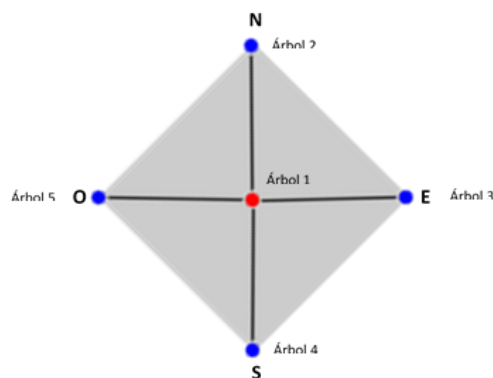


Figura 2. Distribución de los pies seleccionados.

De cada uno de los 156 puntos de muestreo se realizó una ficha de campo donde se aportaron los siguientes datos:

- Croquis del punto (coordenadas UTM ETRS 89 Zona 31N) y situación de los árboles respecto al punto.
- Fotografías generales del punto, individual de cada árbol y fotografías de los daños observados en cada uno de los árboles.
- Altura del árbol, diámetro del tronco, diámetro de copa.
- Sintomatología producida por agentes bióticos observada:
 - Defoliación.
 - Follaje homogéneo o no homogéneo.
 - Decoloración en las hojas.
 - Manchas en las hojas.
 - Frutos dañados.
 - Ramas secas
 - Existencia de plantas epífitas que viven sobre el acebuche.
 - Daños en corteza
- Sintomatología producida por agentes abióticos:
 - Viento y sequia
 - Presencia de fructificación: Ausente, escasa, común o abundante.

Con los datos aportados en la ficha, el técnico de campo indicó el grado de decaimiento general de cada uno de los cinco árboles observados según la tabla Grado de Decaimiento Individual:

Tabla 1. Grados de decaimiento individual según la sintomatología observada.

| Grado de decaimiento individual | Sintomatología |
|---------------------------------|--|
| Grado 0 | Árbol sin daños. Sano. |
| Grado 1 | El árbol presenta decaimiento leve (afección en menos del 25% de la copa, una o dos ramas). |
| Grado 2 | El árbol presenta decaimiento moderado (afección entre el 25% y 50% de la copa, más de dos ramas). |
| Grado 3 | El árbol presenta decaimiento grave (afección en más del 50% de la copa). |
| Grado 4 | El árbol presenta decaimiento muy grave (afección total de la copa). |
| Grado 5 | Árbol muerto. |

Durante el acceso a cada uno de los puntos se recorrió parte de la masa forestal siendo posible la observación de la misma, lo cual nos dio información que también quedó reflejada en la ficha de campo, en el apartado:

- Estado general de toda la masa.
 - Aspecto general
 - Existencia de tangencia de copas, copas trabadas o árboles aislados.
 - Presencia de sotobosque, estado del mismo.
 - Presencia de ganado.
 - Tipo de suelo.
 - Drenaje del suelo.

En la siguiente figura se pueden observar los 156 puntos de muestreo inicialmente establecidos:

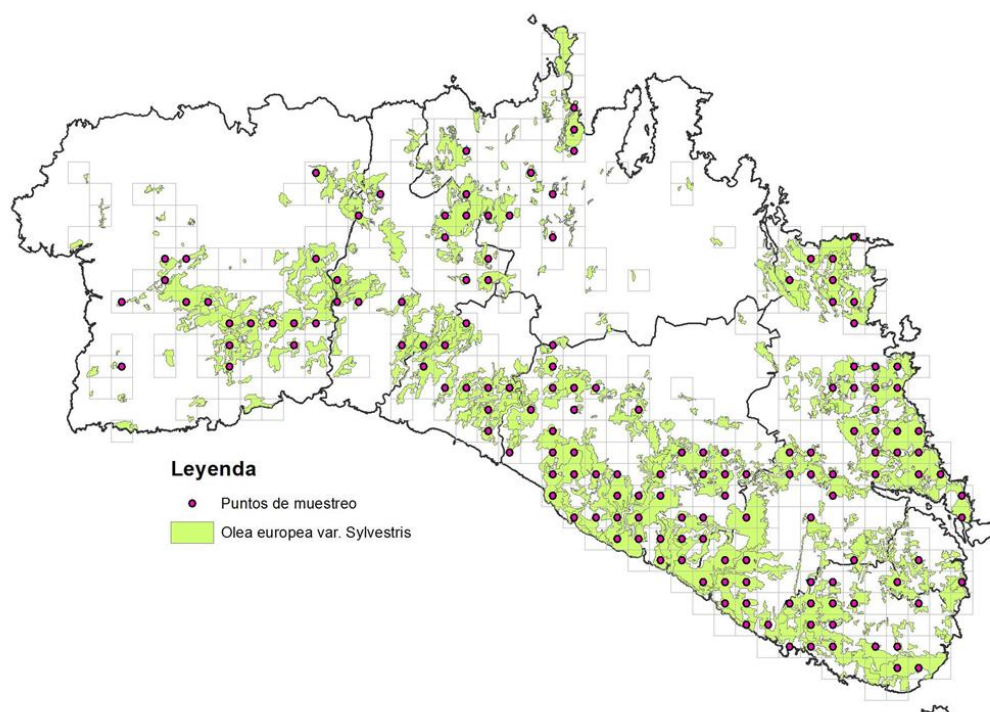


Figura 3. Puntos de muestreo en la isla de Menorca.

Para obtener el mapa de afectación por niveles se realizó según la siguiente escala dependiendo del grado de decaimiento individual observado:

Tabla 2. Grados de decaimiento colectivo según la sintomatología en campo.

| Grado de decaimiento colectivo | Sintomatología |
|--------------------------------|---|
| Grado 0 | Sin daños. Población sana. Todos o casi todos los árboles con grado 0, algún árbol con grado 1. |
| Grado 1 | Presencia de daños esporádicos. Menos del 25% de los árboles están dañados, con decaimiento de grado 1 o 2. |
| Grado 2 | Presencia de daños frecuente. Entre el 25 y el 50 % de los árboles están dañados, con decaimiento de grado 1 o 2. |
| Grado 3 | Presencia de daños muy frecuente. Más del 50 % de los árboles están dañados, con decaimiento de grado 2, 3 y 4. |
| Grado 4 | Más del 75 % de los árboles están dañados, con decaimiento de grado 4 y 5. |

Con toda esta información y apoyándonos en un vuelo de helicóptero se obtuvo una foto fija del estado actual del acebuchal que quedó reflejada en un Mapa de Niveles de Decaimiento, el cual nos proporcionó la información suficiente del estado actual de la masa y nos dio pie a realizar las siguientes fases del estudio.

Para cada uno de los puntos de muestreo se realizó una ficha de campo donde recogió información general del punto: número de punto, coordenadas del árbol central, término municipal al que pertenece, fecha y nombre de la finca, además de realizar un análisis de cinco acebuches preestablecidos.

De cada uno de los cinco árboles observados se recogió la siguiente información: altura, diámetro del tronco y de copa, porcentaje de defoliación, estado del follaje, existencia de decoloración o manchas en hojas, presencia y estado de los frutos, porcentaje de ramas secas, daños en corteza, daños causados por el viento, sequía y existencia de otras plantas que puedan interferir en el desarrollo del acebuche. También se ha realizado la observación de posibles daños causados por diferentes patógenos como pueden ser hongos, insectos, bacterias y defoliadores.

Inicialmente, con la información recabada en las fichas se estableció, para cada árbol, el grado de decaimiento el cual nos sirvió para elaborar el mapa de niveles de afectación estableciendo un grado de decaimiento individual y colectivo y finalmente un nivel de afectación.

Además de todo el procedimiento metodológico explicado anteriormente para determinar el nivel y el grado de afectación de los acebuches, de cada uno de los Árboles 1 (árbol central) se recogió una muestra en campo para ser analizada en el LOSVIB (Laboratorio Oficial de Sanidad Vegetal de las Islas Baleares) mediante PCR para la detección de la bacteria *Xylella fastidiosa*. En total se muestrearon 182 árboles repartidos según el grado de decaimiento; 64 pies de grado 0, 59 pies de grado 1, 40 pies de grado 2, 15 pies de grado 3 y 4 pies de grado 4.

En el siguiente año de estudio, que corresponde al periodo de 2019, se escogió una parcela dentro de cada cuadrícula que se había analizado en el año anterior. Estas parcelas fueron las definitivas para planificar el estudio.

Una de las características más importantes en la elección de las parcelas fue la representación de todos los niveles de afectación, desde poblaciones sanas a poblaciones con presencia elevada de árboles en estado de decaimiento grave o muy grave. Es por ello que se han elegido dos parcelas correspondientes a cada nivel de afectación. También se ha tenido en cuenta la afectación de *Xylella fastidiosa* y la distribución de los positivos.

De acuerdo con estas premisas se seleccionaron 8 zonas para establecer las parcelas de control: 4 en el municipio de Ciutadella, 2 en Alaior, 1 en Maó y 1 en Sant Lluís. Cuatro de ellas afectadas por el viento, 6 con positivos en *Xylella fastidiosa* y dos parcelas por cada nivel de afectación.

Tabla 3. Cuadrículas de control preseleccionadas.

| Punto | Término Municipal | Nivel de afectación | Positivos <i>Xylella fastidiosa</i> | Afectación viento | Presencia de vegetación arbustiva |
|-------|-------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| 4 | Sant Lluís | 0 | Sí | No | No |
| 135 | Ciutadella | 0 | Sí | Sí | Sí |
| 63 | Maó | 1 | Sí | No | No |
| 136 | Ciutadella | 1 | Sí | No | Sí |
| 34 | Alaior | 2 | Sí | No | Sí |
| 174 | Ciutadella | 2 | Sí | Sí | Sí |
| 70 | Alaior | 3 | No | Sí | Sí |
| 121 | Ciutadella | 3 | No | Sí | Sí |

En cuanto a las dimensiones de las parcelas, estas van a variar dependiendo de la distribución de las masas de acebuchales. Inicialmente se previó un número mínimo de 20 árboles por parcela.

El objetivo se centró en la elección de parcelas de trabajo sobre las que se realizó una serie de actuaciones para observar la evolución del acebuchal, así como realizar un análisis de riesgo.

Inicialmente se estudiaron las cuadrículas (1x1 km) en las que se establecieron las parcelas de control, teniendo en cuenta el número total de muestras tomadas dentro de esa cuadrícula, los positivos detectados, proximidad a zonas agrícolas, presencia de vector, y estado fitosanitario de las especies vegetales cercanas a las masas de acebuchal. Es importante conocer el entorno de las masas que se pretenden estudiar y detectar la posible transmisión de la enfermedad de las zonas agrícolas (donde se ha detectado mayor presencia de vector) a las masas forestales. Este primer análisis se hizo simultáneamente con el estudio de las parcelas de control.

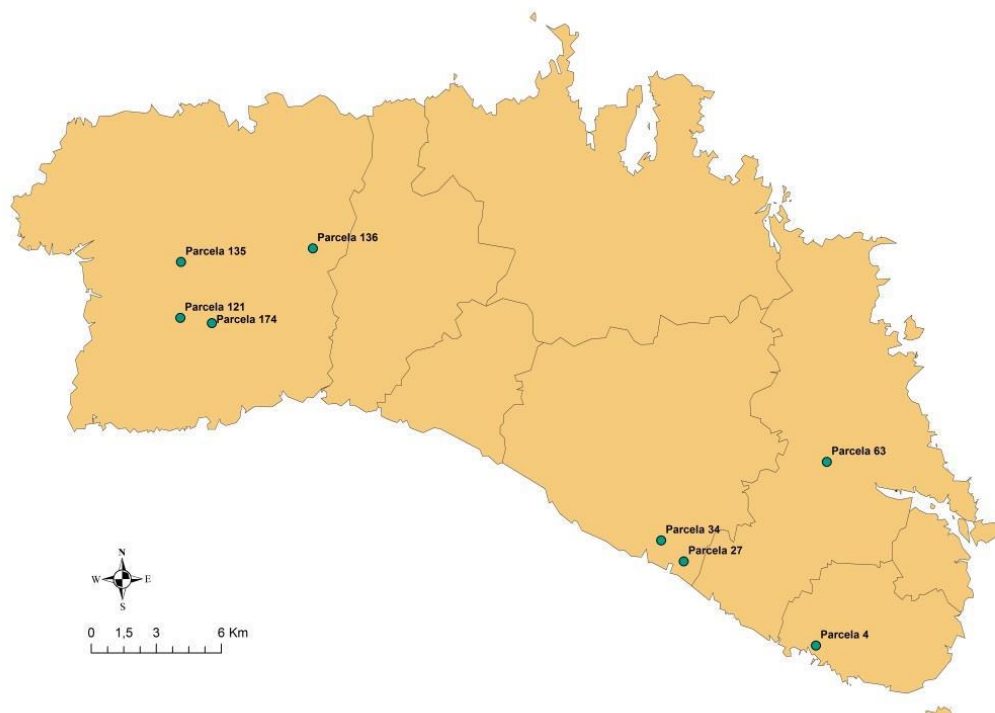


Figura 4. Localización de las parcelas de control.

Una de las primeras acciones a realizar dentro de las parcelas de control fue la comprobación, mediante analítica de laboratorio, de la existencia real de emplomado, verticilosis, repilo y/o cualquier otro patógeno observado. Conociendo la afectación en campo de *Xylella fastidiosa* también se realizaron analíticas para detectar o descartar su presencia en estos árboles. Uno de los objetivos principales con estas analíticas fue comprobar la existencia real o no de estos patógenos ya que las sintomatologías de varios de ellos pueden ser las mismas.

Durante el año 2019 también se recogieron y analizaron muestras para *Xylella* de los 20 pies de acebuche de cada parcela durante dos épocas, junio y noviembre. El total de muestras analizadas fue de 320 (20 pies x 8 parcelas x 2 muestreos).

Una vez obtenidos los resultados se valoró la posibilidad que en alguna de las parcelas de control se realizasen tratamientos fitosanitarios contra los patógenos presentes y se decidió actuar contra el vector de *Xylella*.

Otro de los trabajos a realizar fueron tratamientos culturales dentro de estas parcelas de estudio. Dentro de estos podemos destacar los siguientes:

- Podas que permitan la aireación de la masa
- Podas de rejuvenecimiento
- Eliminación de partes secas del acebuche
- Eliminación de pies menores que dificulten el crecimiento
- Eliminación de plantas sobre la masa de acebuche

En los meses de mayo y junio se realizaron desbroces sobre la vegetación herbácea y/o arbustiva y podas bajas sobre los pies incluidos dentro de las parcelas del estudio. El objetivo de

dichos trabajos fue la eliminación de competencia y el saneamiento de los pies incluidos en el estudio para eliminar factores de decaimiento que no fueran provocados por posibles patógenos.

También este mismo año 2019, se realizaron dos vuelos de dron en las parcelas de estudio para poder obtener fotografías aéreas con alta resolución y poder comparar visualmente el estado de la masa antes y después de los tratamientos culturales.

Finalmente, se hicieron dos prospecciones del vector (julio y septiembre) en diferentes estados de su ciclo, así como capturas de adultos, mediante manguero y aspiración, para determinar la presencia de bacteria en el interior de los insectos.

Para los años 2020 y 2021 se han recogido y analizado muestras mensuales de los 20 pies de cada parcela y los muestreos de los rebrotes generados (después de la ejecución de las podas bajas) para los pies que en algún momento han resultado positivos a la bacteria

A finales de mayo de 2020 y 2021 se volvieron a realizar desbroces sobre las parcelas del estudio, pero a diferencia de 2019 los trabajos de desbroces y podas bajas no se realizaron en todas las parcelas. Los trabajos se ejecutaron sobre las parcelas 4, 121, 34 y 135. Además, en octubre de 2020 se realizaron desbroces en las parcelas 4, 121, 34, 135 y 174 y en diciembre de 2021 en las parcelas 4, 121, 34, 135 y 174.

El objetivo de estos trabajos fue poder realizar en un futuro una comparativa entre las parcelas con desbroces y las parcelas sin ellos y poder observar cómo evoluciona el estado de la masa en función a los mismos.

Durante 2020 se ejecutaron dos tratamientos fitosanitarios para poder realizar en un futuro una comparativa entre las parcelas con tratamientos y las parcelas sin ellos y poder observar cómo evoluciona el estado de la masa en función a los mismos. Los tratamientos fueron realizados en dos épocas (julio y octubre) sobre las mismas parcelas: 136, 063, 135, 34 y 121 y se volvió a repetir en dichas parcelas durante julio de 2021.

Para los vectores, se realizaron capturas mediante mangas entomológicas para conocer las especies y el porcentaje de insectos vectores transmisores de la bacteria. Los resultados fueron analizados en el LOSVIB. En el año 2020 se realizaron tres capturas de vectores conjuntamente con El Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), la primera en junio sobre las 8 parcelas del estudio, la segunda en julio sobre 3 parcelas (34, 135, 136) y la tercera en noviembre sobre las 8 parcelas. En 2021 se realizaron dos capturas de vectores sobre las 8 parcelas en junio y octubre.

4. Resultados

A continuación, podemos observar el mapa que representa los grados de decaimiento colectivo de la masa forestal de acebuche de la isla de Menorca:

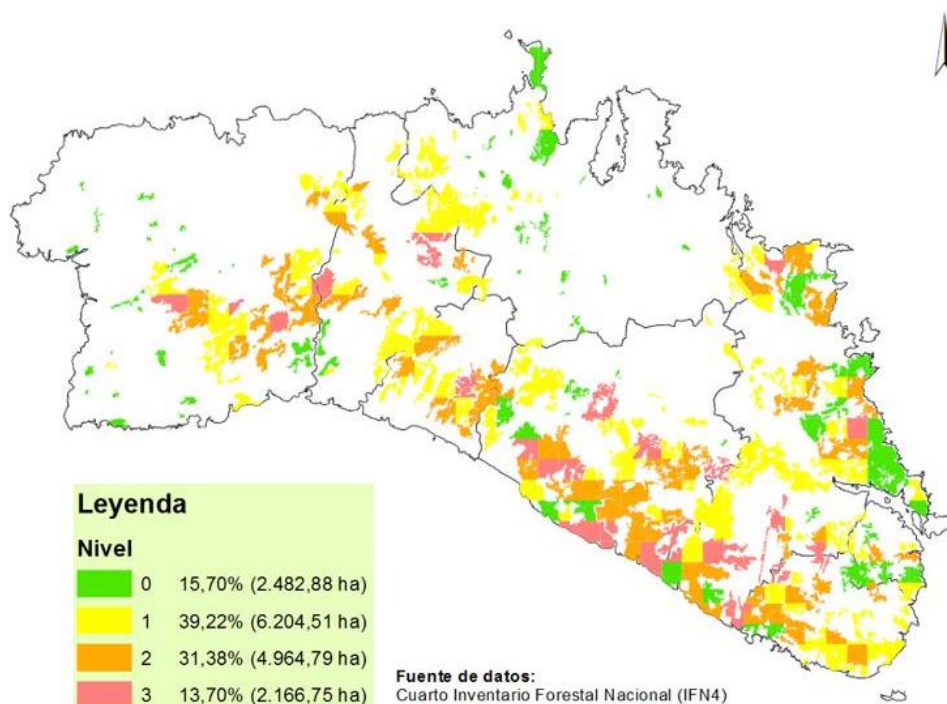


Figura 5. Grados de decaimiento colectivo.

Del mapa anterior se puede concluir que más del 55% de la superficie de acebuchal se encuentra en un nivel de afectación inicial sano o con síntomas leves de afectación. Más de un 44% de la masa se encuentra en un nivel de afectación avanzado. El 31,38% con un nivel de afectación grave que muestra presencia de daños muy frecuentes y más de la mitad de los árboles con daños severos. Tan solo el 13,70% de la superficie estudiada de acebuchal muestra un nivel de afectación muy grave con más del 75% con daños severos.

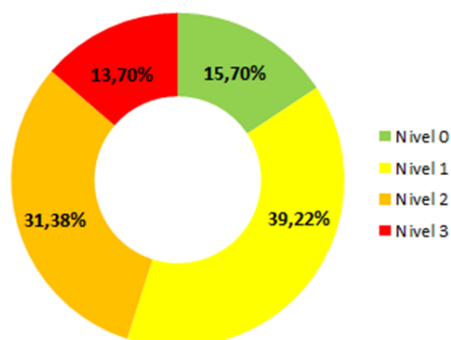


Figura 6. Niveles de afectación detectados.

Durante 2018, antes de establecer las parcelas de control, se observaron un total de 910 árboles repartidos en 182 puntos, de los cuales un 27,36% tienen un grado de decaimiento 0, con grado 1 el 34,29%, grado 2 el 24,84%, grado 3 el 10,88% y grado 4 el 2,64%. Cabe resaltar que no se ha observado ningún árbol en grado 5 (muerto). Los resultados mencionados se exponen en la siguiente tabla y gráfico.

Tabla 4. Grados de decaimiento de los árboles inspeccionados.

| Grado de decaimiento | Sintomatología | Nº de árboles | % |
|----------------------|--|---------------|-------|
| 0 | Árbol sin daños. Sano. | 249 | 27,36 |
| 1 | El árbol presenta decaimiento leve (afección en menos del 25% de la copa, una o dos ramas). | 312 | 34,29 |
| 2 | El árbol presenta decaimiento moderado (afección entre el 25% y 50% de la copa, más de dos ramas). | 226 | 24,84 |
| 3 | El árbol presenta decaimiento grave (afección en más del 50% de la copa). | 99 | 10,88 |
| 4 | El árbol presenta decaimiento muy grave (afección total de la copa). | 24 | 2,64 |
| 5 | Árbol muerto. | 0 | 0 |

A continuación, se realiza un análisis pormenorizado de los resultados obtenidos en cada uno de los grados de decaimiento.

Referente al grado de decaimiento 0 se contabilizaron casi un 30% de árboles sin daños, todos ellos presentan escasa o nula defoliación y el porcentaje de ramas secas también es bajo o nulo por lo que se les ha dado un grado de decaimiento 0. Si bien se han considerado árboles sin daños, hay que tener en cuenta que en aproximadamente la mitad se observó sintomatología de afectación por el hongo *Verticillium dahliae* y una cuarta parte de este grupo, con sintomatología de afectación por el hongo *Pseudocercospora cladosporioides*. En menor medida se observó negrilla, arañuelo, algodoncillo, cochinilla y daños causados por defoliadores. Otro dato importante de este grupo de árboles es que prácticamente no tienen afección por el viento, tan solo en un 13% se observó afección por este agente meteorológico.

En cuanto a los árboles que presentaron un grado de decaimiento leve, grado 1, son aproximadamente el 35%. Este grupo de árboles presenta una defoliación superior, llegando a alcanzar valores de hasta un 20% y un porcentaje de ramas secas del 25%. En cuanto a la sintomatología observada indicar que más del 67% presentaron síntomas causados por el hongo *Verticillium dahliae*, y más de un 46% síntomas causados por el hongo *Pseudocercospora cladosporioides* y como en el grupo anterior en menor medida se observó negrilla, arañuelo, algodoncillo, cochinilla y daños causados por insectos defoliadores. Otro dato importante de este grupo de árboles es que la afección por el viento aumenta superando el 32%.

Casi el 25% de los árboles presentaron un decaimiento moderado por lo que se les otorgó un valor de 2. En este caso las defoliaciones pueden alcanzar hasta el 30% y el porcentaje de ramas secas en algunos casos llega al 50%. Dentro de este grupo, como en los casos anteriores, el hongo *Verticillium dahliae* afecta a más del 73% de los árboles y el hongo *Pseudocercospora cladosporioides* al 60%. Cabe remarcar que el 28% estaban afectados por algún lepidóptero. En cuanto a la afectación por el viento es del casi 55%.

En cuanto a los árboles que presentan un decaimiento grave, es decir un valor de 3, fueron prácticamente el 11%. Las defoliaciones prácticamente se mantienen con los valores del grupo anterior pero el porcentaje de ramas secas aumenta llegando a alcanzar valores del 75%. En este caso la afectación por verticilo es del 76% y la afectación por el hongo *Pseudocercospora cladosporioides* del 68%. Cabe destacar que el 52% de los árboles estaban afectados por el viento.

Y para los casos de árbol con decaimiento muy grave, grado 4, presentaron defoliaciones y porcentaje de ramas secas muy severas llegando a alcanzar el 90%. Más del 70% de los arboles

estaban afectados por el hongo *Verticillium dahliae* y el 50% por el hongo *Pseudocercospora cladosporioides*. La afección del viento en este nivel alcanzó al 45% de los árboles.

Otro dato a destacar es que en todos los grados de afectación la presencia de decoloración en las hojas o manchas superó en 60% de los árboles. Otro de los aspectos estudiados es la presencia de plantas sobre el acebuche que puedan impedir el correcto desarrollo del mismo. Los datos obtenidos referentes a este aspecto son muy parecidos indistintamente del grado de decaimiento del árbol observado. Prácticamente la mitad de los árboles observados tuvieron presencia de *Pistacia lentiscus* y el 25% de *Smilax aspera*, y en menor medida se ha encontrado presencia de *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea angustifolia* y plantas del género *Rubia*, *Ampelodesmos* y *Cistus* que dificulta el crecimiento al acebuche.

Los resultados de los 182 árboles analizados para *Xylella fastidiosa* según el grado de decaimiento se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 5. Resultados de las muestras analizadas para *Xylella fastidiosa*.

| Nº Árboles | Grado decaimiento | Nº Positivos | Nº Negativos | % Positivos | % Negativos | Nº Árboles |
|------------|-------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|
| 64 | 0 | 5 | 60 | 7,81% | 93,75% | 64 |
| 59 | 1 | 6 | 53 | 10,17% | 89,83% | 59 |
| 40 | 2 | 7 | 33 | 17,50% | 82,50% | 40 |
| 15 | 3 | 5 | 10 | 33,33% | 66,67% | 15 |
| 4 | 4 | 2 | 2 | 50,00% | 50,00% | 4 |

De los 182 árboles analizados dieron positivo en *Xylella fastidiosa* 25 árboles, esto supuso un 13,73%. Tal y como se puede observar en la tabla anterior el 50% de los árboles con grado de decaimiento 4 (el árbol presenta decaimiento muy grave, afección total de la copa) están afectados por *Xylella fastidiosa*, al igual que el 33,33% de los árboles con grado de decaimiento 3 (el árbol presenta decaimiento grave, afección en más del 50% de la copa).

Los árboles con grados de decaimiento 0, 1 y 2 presentaron porcentajes de positivos en *Xylella fastidiosa* menores (7,81%, 10,17% y 17,50% respectivamente), por lo tanto, se puede afirmar que a mayor grado de decaimiento individual de los árboles mayor es la afección por *Xylella fastidiosa*.

Si analizamos los resultados según el nivel de afectación se puede observar que no se ha analizado ningún árbol que estuviera en una parcela con nivel de afectación 4 (más del 75 % de los árboles están dañados, con decaimiento de grado 4 y 5) y que sin duda el porcentaje de positivos más alto se han dado en parcelas con niveles de afectación 3 (presencia de daños muy frecuente, más del 50 % de los árboles están dañados, con decaimiento de grado 2, 3 y 4).

A la vista de estos resultados se puede afirmar que el porcentaje de positivos en *Xylella fastidiosa* es mayor cuanto mayor es el nivel de afección de la parcela.

Con estos resultados la conclusión que se puede sacar es que los porcentajes más altos de positivos en *Xylella fastidiosa* se han dado en árboles con grados de decaimiento muy graves y niveles de afección de las parcelas con presencia de daños muy fuertes.

A continuación, mostramos el mapa con la distribución de positivos del estudio:

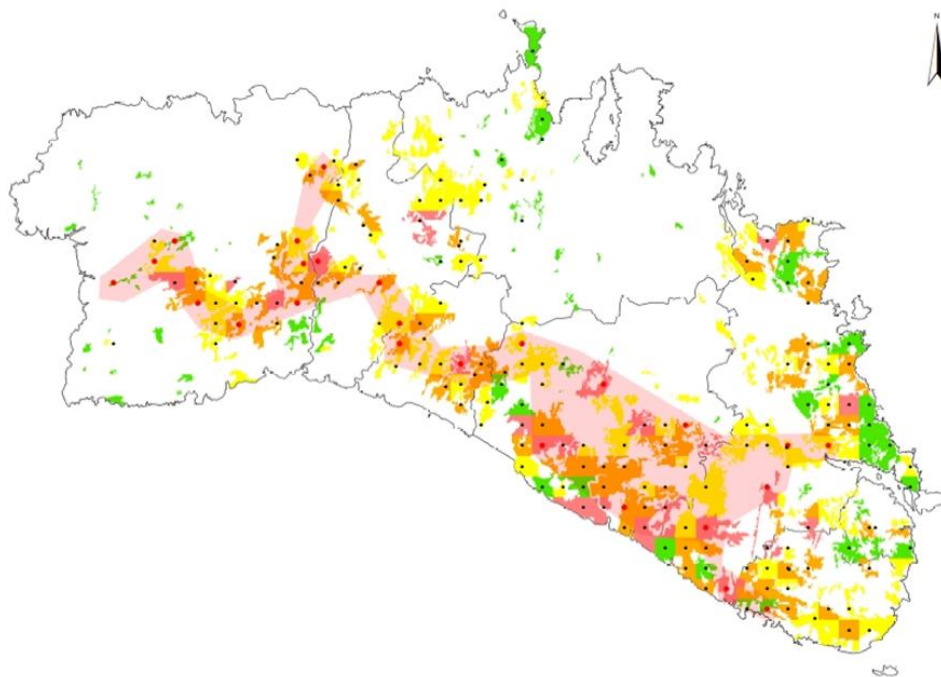


Figura 7. Distribución de los positivos detectados para *Xylella fastidiosa*.

Más del 60% de los árboles observados son árboles sin daños o presentan un grado de decaimiento leve. Este dato aparentemente puede que no coincida con la sensación de degradación general que se tiene sobre la masa de acebuche. Esto puede ser debido a que la impresión que puede dar la masa por los bordes de caminos y en ciertos puntos no se corresponde con lo finalmente observado en los puntos de control. Al analizar individualmente cada uno de los árboles y recorrer parte de la masa de acebuche andando, proporcionaron una información más fiable sobre el nivel de afectación de la masa que la simple observación visual desde el borde.

En cuanto al estado fitosanitario de la masa se observó sintomatología correspondiente a la presencia de hongos, insectos, bacterias y defoliadores. Los datos más destacables son los referentes a los hongos que provocan verticilosis y emplomado. Por lo que cabe indicar, que, de manera genérica, independientemente del grado de decaimiento o nivel de afección, más del 65% de los árboles estudiados estaban afectados visualmente por el hongo *Verticillium dahliae* y el 47% presentó sintomatología de estar afectados por el hongo *Pseudocercospora cladosporioides*. Otro dato interesante a destacar y ligado con lo anteriormente dicho, es que en todos los grados de afectación existía la presencia de decoloración o manchas en las hojas.

La presencia de *Pistacia lentiscus* se encontró prácticamente en la mitad de los árboles observados y de *Smilax aspera* en más del 25%. Este hecho dificulta el crecimiento al acebuche. En menor medida se encontró presencia de *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea angustifolia* y plantas del género *Rubia*, *Ampelodesmos* y *Cistus* que también provocarían un perjuicio en el desarrollo del acebuche por competencia directa por los recursos. Sin embargo, este factor se considera independiente del grado de decaimiento de la masa ya que el decaimiento se encuentra generalizado en ejemplares con invasión de otras especies vegetales y en ejemplares con competencia de menor grado o competencia inexistente.

La existencia de viento que pueda perjudicar el desarrollo del árbol es más notable a medida que el grado de decaimiento es mayor, llegando a alcanzar valores superiores al 50% de árboles afectados por viento para los grados de decaimiento 2 y 3. El viento es uno de los factores más indicativos del grado de decaimiento de los acebuches y del nivel de afectación de la masa forestal.

Un 13,73% de los árboles analizados para *Xylella fastidiosa* dio positivo a la bacteria. Los árboles más afectados son aquellos que presentaban un grado de decaimiento superior estando afectados el 50% de los árboles analizados con grado de decaimiento 4. Otro aspecto a resaltar es que el porcentaje mayor en positivos en *Xylella fastidiosa* se dio en parcelas con nivel de afectación 3, no habiéndose analizado ningún árbol en parcelas con nivel de afectación 4.

Con estos resultados la conclusión que se puede sacar es que los porcentajes más altos de positivos en *Xylella fastidiosa* se han dado en árboles con grados de decaimiento muy graves y niveles de afectación de las parcelas con presencia de daños muy fuertes. A la vista de estos resultados se puede afirmar que el porcentaje de positivos en *Xylella fastidiosa* es mayor cuanto mayor es el grado de decaimiento del árbol y mayor es el nivel de afectación de la parcela.

Según los datos obtenidos, el término municipal más afectado en positivos de *Xylella fastidiosa* es Ciutadella, que con tan solo un 13,55% de la superficie de acebuche concentra un 36% de los positivos en *Xylella fastidiosa*. Maó y Alaior, concentran más del 50% del total de la masa de acebuche y el porcentaje de afectación es menor.

A la vista de estos resultados, al encontrarnos en una zona demarcada, donde ya no es obligatorio el protocolo de erradicación y la presencia de la bacteria, así como su vector de dispersión, está constatada; es importante tener en cuenta que, en un futuro, *Xylella fastidiosa* podría ser una de las causas con peso específico en el decaimiento del acebuchal menorquín.

Se exponen a continuación los grados de decaimiento colectivo de los 20 árboles en las parcelas seleccionadas en comparación con el nivel de afectación de la cuadrícula:

Tabla 6. Cuadrículas de control preseleccionadas.

| Parcela | Municipio | Finca | Nivel de afectación (cuadrícula 1x1km) | Grado de decaimiento colectivo (parcelas de estudio) |
|---------|------------|----------------|--|--|
| 4 | Sant Lluís | Binisafuller | 0 | 2 |
| 27 | Alaior | Son Eloy | 3 | 3 |
| 34 | Alaior | Sant Vicent | 2 | 3 |
| 63 | Maó | La Florida | 1 | 2 |
| 121 | Ciutadella | Sant Joan Gran | 3 | 1 |

Como podemos observar en la tabla anterior, existe una diferencia entre los niveles de las cuadrículas y los grados de decaimiento de las parcelas de estudio donde están incluidas, debido principalmente a el tamaño de las cuadrículas (1x1km), en comparación a las parcelas y a la dificultad de encontrar parcelas con los mismos niveles que las cuadrículas por el tipo de propiedad existente en la isla (mayoritariamente privada). El tipo de estudio que se realiza implica la visita de estas parcelas con frecuencia y se valoró más la posibilidad de acceso que la similitud de niveles y grados de afectación.

Tal y como se puede observar en las siguientes figuras el porcentaje de positivos entre el primer muestreo y el segundo es muy parecido. Con carácter general podemos afirmar que una vez estudiados los resultados de las dos campañas de muestreo, aproximadamente el 15% de los árboles se encuentran afectados por la bacteria de *Xylella fastidiosa*.

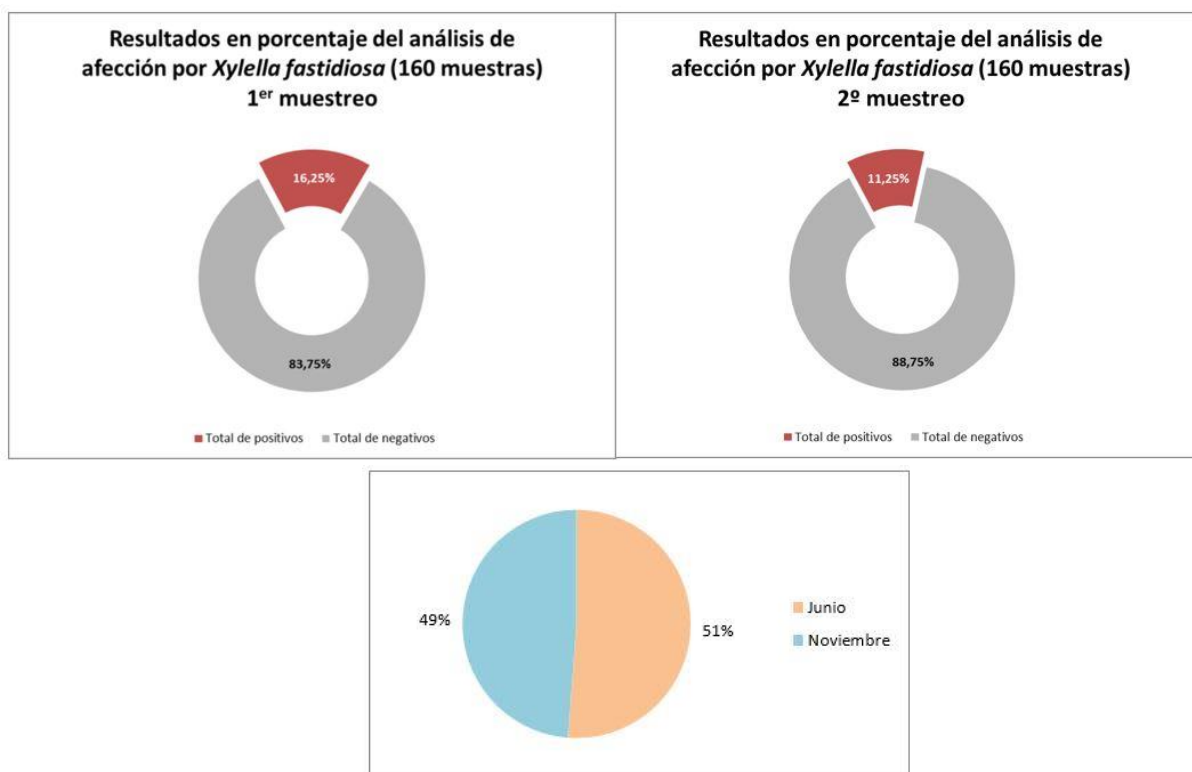


Figura 8. Positivos detectados respecto al número de muestras totales y positivos detectados por época de muestreo. En este caso no parece que la época de muestreo sea determinante en la afectación por *Xylella fastidiosa* ya que los resultados obtenidos en las dos análíticas son muy similares.

A continuación, se muestra una gráfica donde podremos observar el número de pies positivos detectados por parcela. Se consideran pies afectados aquellos que han dado positivo en alguno de los muestreos, considerándolos así independientemente de los resultados negativos en muestreos anteriores o posteriores.

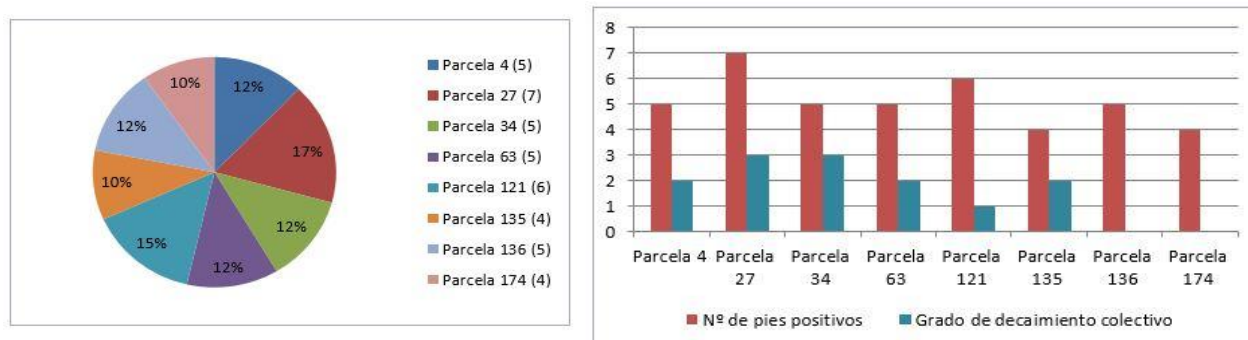


Figura 9. Positivos detectados respecto a la parcela de estudio y Pies positivos detectados respecto al grado de decaimiento colectivo de las parcelas.

Con los datos obtenidos de la recogida y análisis de muestras no se puede determinar que el grado de decaimiento colectivo, la ubicación de la parcela y el número de positivos detectados en la misma guarden una relación.

Se exponen a continuación los resultados obtenidos en los muestreos por los pies individuales de las parcelas:

Tabla 7: Número de pies positivos por grado de decaimiento.

| Parcela | Grado de decaimiento individual | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Nº de pies positivos | | | | | |
| Parcela 4 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Parcela 27 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| Parcela 34 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Parcela 63 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Parcela 121 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Parcela 135 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Parcela 136 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Parcela 174 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Grado | Nº de pies | Positivos | % de positivos |
|-------|------------|-----------|----------------|
| 0 | 89 | 21 | 23,6 |
| 1 | 35 | 8 | 22,9 |
| 2 | 18 | 6 | 33,3 |
| 3 | 10 | 3 | 30,0 |
| 4 | 7 | 2 | 28,6 |
| 5 | 1 | 1 | 100,0 |

Como podemos observar en los gráficos y tablas anteriores el porcentaje de pies positivos no mantiene una relación directamente proporcional al grado de decaimiento individual. Los porcentajes se mantienen relativamente constantes, que puede ser debido a la baja cantidad de muestras analizadas. Por ellos, para los años posteriores (2020 y 2021) se intensificaron los muestreos mensuales a las parcelas de control.

Los tratamientos culturales nos han permitido poder realizar los trabajos cómodamente, evitando de esta manera la posibilidad de que otros factores como la competencia pudiera influir en el decaimiento vegetativo de la masa, y con ello hemos podido obtener una comparativa de los trabajos realizados:



Figura 10. Estado inicial (antes de los tratamientos culturales).



Figura 11. Estado final (después de los tratamientos culturales).

A continuación, se muestran dos fotografías realizadas con dron donde se puede observar la diferencia antes y después de la ejecución de los trabajos:



Figura 12. Fotografía aérea antes de la ejecución de los trabajos culturales.



Figura 13. Fotografía aérea después de la ejecución de los trabajos culturales.

El vector transmisor de la bacteria *Xylella fastidiosa* es el insecto *Philaneus spumarius* (cigarra espumadora), de la familia de los Aphrophoridae. Tiene una distribución muy extensa puesto que la distribución original es la región paleártica y que pueden tolerar multitud de factores ambientales. Otro factor que aumenta su peligro de transmisión de la bacteria es la gran movilidad del vector mediante grandes saltos (hasta 100 veces superior a su longitud) y la cantidad de plantas “preferidas”. (EFSA, 2019)

Los datos obtenidos en el muestreo están actualmente siendo analizados.

Finalmente se representa en forma de tabla, un ejemplo de los resultados del muestreo anual de *Xylella fastidiosa* del año 2021 en la parcela 4 de control del estudio:

Tabla 8: Muestreos para *Xylella fastidiosa*.

| Parcela 4 | Nº de árbol | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Enero | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - |
| Febrero | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Marzo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + |
| Mayo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | + |
| Junio | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Julio | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Agosto | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Setiembre | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - |
| Octubre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Noviembre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diciembre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5. Conclusiones

A continuación, se exponen una serie de conclusiones que se han obtenido durante estos años de estudio, aunque por el momento se consideran muy iniciales:

- El nivel de afectación mediante muestreo sistemático no se consideró representativo de la cuadrícula (1x1km). Los niveles de afectación han sido valorados mediante la observación en el trabajo de campo (recorrer parte de la masa andando proporcionó una información más fiable sobre su estado) y el vuelo en helicóptero.
- La presencia de vegetación arbustiva no parece ser un factor demasiado influyente en el estado de la masa, ya que existen parcelas con grados de decaimiento altos con o sin ella.
- Los datos obtenidos durante los muestreos están actualmente siendo analizados para poder sacar conclusiones definitivas.
- La época de muestreo y las ubicaciones de las parcelas no han mostrado resultados con diferencias significativas.
- Los resultados de los análisis a *Verticillium dahliae* han sido todos negativos. Estos resultados están actualmente siendo analizados para poder concluir que este hongo no es un patógeno causante del decaimiento vegetativo de la masa.
- Los datos obtenidos hasta la fecha de la captura de vectores están siendo analizados.
- Algunos de los muestreos de rebrotes (producidos por la poda) han sido confirmados como positivos.
- La época de muestreo no se ha confirmado como un factor a tener en cuenta debido a que el porcentaje de positivos detectados en los diferentes muestreos no ha experimentado cambios significativos, en cambio realizar muestreos mensuales nos ha permitido observar los procesos de afectación de la masa, pudiendo confirmar de esta manera que en los meses de agosto y septiembre la sintomatología observada sobre los pies de acebuche es mayor.
- En 2022 se pretende avanzar en el estudio, realizando un análisis más avanzado de los datos actualmente obtenidos e incluyendo un nuevo mapa de niveles, un estudio de teledetección y un estudio climatológico, y de esta manera poder desarrollar conclusiones más precisas sobre el estado vegetativo de la superficie de acebuchal en la isla de Menorca y las posibles actuaciones para su conservación.

6. Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sentido agradecimiento a cada uno de los colaboradores que nos han ayudado y han hecho posible todos los trabajos y en especial a los siguientes técnicos e investigadores:

Diego Olmo (Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación)
Alicia Nieto (Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación)
David Borrás (Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación)
Miquel Llompart (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria)
Joan Sabaté (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria)
Amaya Contreras (Tragsa)
Marina Montesinos (Tragsa)
Marc mascaró (Tragsa)
Ana Pedrosa (Tragsa)
José Muñoz (Tragsa)
Daniel Portella (Tragsa)

7. Bibliografía

GOBIERNO DE LAS ISLAS BALEARES. Consejería de Medio Ambiente y Territorio. Servicio de Sanidad Forestal. Plan de acción para combatir el organismo nocivo *Xylella Fastidiosa* en las Islas Baleares. Ámbito forestal. <http://sanitatforestal.caib.es/>

GOBIERNO DE ESPAÑA, 2012. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal. IV inventario forestal nacional. <https://www.miteco.gob.es/>

GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1201 de la Comisión de 14 de agosto de 2020 sobre medidas para evitar la introducción y la propagación dentro de la Unión de *Xylella fastidiosa* (Wells et al.).

SYBREN VOS, MELANIE CAMILLERI, MAKRINA DIAKAKI, ELENA LÁZARO, STEPHEN PARNELL, MARTIJN SCHENK, GRITTA SCHRADER, ANTONIO VICENT. European Food safety authority (EFSA), 2019. Pest survey card on *Xylella fastidiosa*.

CHATTERJEE, S., ALMEIDA, R. P. P. I LINDOW, S. (2008). Living in two worlds: The plant and insect lifestyles of *Xylella fastidiosa*. *Ann. Rev. Phytopathol.* 46: 243-271.

DROSOPOULOS, S. I REMANE, R. (2000). Biogeographic studies on the spittlebug *Philaenus signatus* Melichar, 1896 species group Hemiptera: Aphrophoridae with the description of two new allopatric species. *Annales de la Société entomologique de France. Société entomologique de France*; pp. 269-277.

MIRANDA, M. A., A. MARQUÉS, T. SUREDA, A. AMORE, C. PAREDES-ESQUIVEL, M. LEZA, O. BEIDAS, D. OLMO, M. MORENTE, A. FERERES, AND A. JUAN. (2017). Seasonal pattern , hosts and abundance of the potential vectors of *Xylella fastidiosa* in Mallorca (Balearic Islands , Spain), pp. 53–54. In *Eur. Conf. Xylella Fastidiosa Find. Answers to a Glob. Probl.*

OLMO, D., NIETO, A., BORRÀS, D., MONTESINOS, M., ADROVER, F., URBANO, A., PASCUAL, A., MORALEJO, E., GARCÍA, J. D., BEIDAS, O., I JUAN, A. (2017). *X. fastidiosa* en las Islas Baleares.

A: BLANCA B. LANDA, ESTER MARCO-NOALES Y MARÍA MILAGROS LÓPEZ (COORDS.) 2017 *Enfermedades causadas por la bacteria Xylella fastidiosa*. Ed. Cajamar Caja Rural, 12: 319.

WEST, J. I LEES, D. R. (1988). Temperature and egg development in the spittlebug *Philaenus spumarius* L. Homoptera: Aphrophoridae. *Entomologist*, 107(1): 46-51.