



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Titulación: **Grado en Ciencias Ambientales**

Título:

Comportamiento del lepidóptero *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) en el boj *Buxus sempervirens* L. en el extremo noreste del altiplano de La Calma y en el hayedo próximo al collado de Collformic en el Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny.

Behavior of the lepidopteran *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) in the boxwood *Buxus sempervirens* L. in the extreme northeast of the La Calma plateau and in the beech forest near the Collformic pass in the Montseny Natural Park and Biosphere Reserve.

Autora:

Alba Romero del Moral

Co-Directores:

Gemma Pascual Fabrellas

Daniel Guinart Sureda

Ponente:

Juan J. Barriuso Vargas

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR 2023

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi directora y coordinadora general del seguimiento, Gemma Pascual Fabrellas, por haberme dedicado su valioso y escaso tiempo a tutorizar y enfocar el proyecto de la mejor manera posible. Me ha sabido guiar en todo momento y agradezco toda su ayuda profesional así como su cercano apoyo.

Querría expresar mi reconocimiento y agradecimiento a la dirección del P.N.-R.B. del Montseny por haberme permitido la oportunidad de realizar este Trabajo Final de Grado así como a todas aquellas personas y entidades que en mayor o menor medida han contribuido en la realización de este proyecto.

Dar gracias también al técnico del parque responsable del seguimiento, Juan Carles Ferriz Vila, por su colaboración durante el trabajo de campo, tarea imprescindible para el desarrollo de este trabajo. Mi más sincero agradecimiento a Luis López López, guarda y cartógrafo del parque, por su gran involucración en el proyecto, así como por brindarme su ayuda y entera disponibilidad para la ejecución correcta del trabajo y por enseñarme a cartografiar. Sin él todo hubiera sido más dificultoso.

Agradecer a mi ponente Juan Barriuso Vargas, por todos sus conocimientos y esfuerzos prestados en la efectuación de la parte estadística, por sus sugerencias e indicaciones para la realización de un correcto TFG y por todos sus ánimos y confianzas depositadas en mi persona.

Por último, dedicar este gran proyecto a todas aquellas personas que me han apoyado y animado durante estos meses de inmersión. Eternamente agradecida por alentar esa motivación en mis proyectos personales y lo que en un futuro puede ser el inicio de una nueva etapa como ambientóloga.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	9
ABSTRACT AND KEYWORDS.....	10
ACRÓNIMOS UTILIZADOS.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Justificación y antecedentes.....	12
1.2. El boj, <i>Buxus sempervirens</i> L.	13
1.3. La mariposa del boj, <i>Cydalima perspectalis</i> (Walker, 1859).....	15
1.3.1. Taxonomía.....	15
1.3.2. Origen y distribución de la plaga.....	15
1.3.3. Descripción morfológica y ciclo biológico.....	17
1.4. Síntomas y daños.....	19
1.4.1. Impactos.....	20
1.5. Medidas de control.....	21
1.5.1. Métodos de detección.....	21
1.5.2. Medidas de control de la plaga.....	22
1.6. Descripción del área de estudio: el Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny.....	25
1.6.1. Marco legislativo.....	26
1.7. Climatología.....	26
1.7.1. Análisis climatológico en otras zonas de afectación: Cataluña y resto de Europa.....	26
1.7.2. Proyecciones futuras en condiciones de cambio climático.....	29
1.8. <i>Cydalima</i> en otras partes de España: evolución de la plaga.....	30
2. OBJETIVOS.....	36
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	37
3.1. Determinación del área de estudio.....	37

3.1.1. Climatología.....	41
3.2. Aplicación del método de manejo de la plaga	43
3.2.1. Frecuencia de revisión de trampas	44
3.2.2. Registro de los datos obtenidos.....	44
3.3. Trabajo de campo. Geolocalización del <i>Buxus sempervirens</i>	44
3.4. Métodos estadísticos.....	46
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. Análisis gráfico según las capturas recogidas en el intervalo 2019-2022 ...	48
4.2. Climatología.....	57
4.2.1. Climatología y <i>Cydalima</i> : Temperaturas y precipitaciones.....	60
4.3. Análisis estadístico de los individuos capturados.....	65
4.3.1. Análisis Estación - N° individuos capturados.....	65
4.3.2. Análisis Trampas - N° individuos capturados.....	67
4.3.3. Análisis Semanas - N° individuos capturados.....	68
4.3.4. Análisis Años - N° individuos capturados.....	74
4.4. Análisis gráfico según el hábitat	76
4.5. Estudio del vigor y de la capacidad de regeneración del boj.....	78
4.5.1. Características morfológicas.....	79
4.5.2. Análisis del estado de conservación de los bojés.....	79
4.5.3. Análisis de los rebrotes.....	82
5. CONCLUSIONES.....	84
6. BIBLIOGRAFÍA	86
7. ANEXOS	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Boj adulto verde sin afectación.....	13
Figura 2. Mapa de distribución del <i>B. sempervirens</i>	14
Figura 3. Oruga de <i>Cydalima</i> sobre una hoja de boj, 2019.....	16
Figura 4. Etapas del ciclo biológico de <i>Cydalima</i>	17
Figura 5. Diferencia de coloración de la mariposa del boj.....	18
Figura 6. Ciclo biológico de <i>Cydalima</i>	19
Figura 7. Boj completamente defoliado a causa de <i>Cydalima</i> en el PN-RB del Montseny (noviembre 2022).....	19
Figura 8. Cartografía de los hábitats de Cataluña (CH50) donde el boj está presente, abundante y dominante.....	20
Figuras 9, 10, 11 y 12: Categorización del grado de defoliación del boj en diferentes parcelas de muestreo del P.N del Montseny.....	22
Figura 13. Planificación anual para la estrategia de control de <i>C. perspectalis</i>	24
Figura 14. Mapa de situación general del Parque Natural del Montseny.....	25
Figura 15. Sincronización espacial entre la distribución de <i>B. sempervirens</i> (gris oscuro) y <i>C. perspectalis</i> (gris claro) según la idoneidad climática de <i>C. perspectalis</i> ..	27
Figura 16. Mapa de la idoneidad climática en el área de invasión según el modelo ClimEu.....	28
Figura 17. Modelo de idoneidad climática de <i>C. perspectalis</i> en Cataluña en la actualidad y en proyecciones futuras según un escenario de cambio climático moderado (RCP4.5) y un escenario de cambio severo (RCP8.5).....	29
Figura 18. Afectación de <i>C. perspectalis</i> en Cataluña en el periodo 2018-2022.....	33
Figura 19. Afectación de <i>C. perspectalis</i> en Cataluña en el intervalo 2018-2022.....	34
Figura 20. Localización de las dos estaciones de seguimiento.....	37
Figura 21. El Pla de la Calma, a 1.185 metros, muestreo de los ejemplares de boj (16/11/2022).....	38
Figura 22. Fageda de la Cortada en mayo de 2019.....	38
Figura 23. Foto aérea del muestreo de la estación 1.....	39
Figura 24. Foto aérea del muestreo de la estación 2.....	39
Figura 25. Medición de la altura de un ejemplar de boj en la trampa 4 en E2.....	40

Figura 26. Mapa de situación de las estaciones de seguimiento y las estaciones meteorológicas.....	42
Figuras 27. Estación meteorológica de La Morera y de Tagamanent.....	43
Figura 28. Área de distribución del boj en el P.N.-R.B. Montseny.....	45
Figura 29. Fenología de <i>Cydalima perspectalis</i> en el intervalo 2019-2022 en E1.....	49
Figura 30. Fenología de <i>Cydalima perspectalis</i> en el intervalo 2019-2022 en E2.....	50
Figura 31. Fenología de <i>Cydalima</i> por estaciones de trampeo año 2019.....	51
Figura 32. Fenología de <i>Cydalima</i> por estaciones de trampeo año 2020.....	52
Figura 33. Fenología de <i>Cydalima</i> por estaciones de trampeo año 2021.....	53
Figura 34. Fenología de <i>Cydalima</i> por estaciones de trampeo año 2022.....	54
Figura 35. Boj muerto completamente defoliado.....	55
Figura 36. Número total de capturas por años en la estación de Collformic.....	55
Figura 37. Número total de capturas por años en la estación del Pla de la Calma.....	56
Figura 38. Registros de temperatura media y precipitación mensual en la estación meteorológica de La Morera. Periodo 2019-2022.....	58
Figura 39. Registros de temperatura media y precipitación mensual en la estación meteorológica de Tagamanent. Periodo 2019-2022.....	59
Figura 40. Capturas de <i>Cydalima perspectalis</i> en función de la temperatura media diaria mensual de abril a noviembre del año 2019. E1 y E2.....	60
Figura 41. Capturas de <i>Cydalima perspectalis</i> en función de la temperatura media diaria mensual de junio a octubre del año 2020. E1 y E2.....	61
Figura 42. Capturas de <i>Cydalima perspectalis</i> en función de la temperatura media diaria mensual de mayo a noviembre del año 2021. E1 y E2.....	61
Figura 43. Capturas de <i>Cydalima perspectalis</i> en función de la temperatura media diaria mensual de mayo a noviembre del año 2022. E1 y E2.....	62
Figura 44. Capturas de <i>Cydalima perspectalis</i> en función de las precipitaciones diarias mensuales de abril a noviembre del año 2019. E1 y E2.....	62
Figura 45. Capturas de <i>Cydalima perspectalis</i> en función de las precipitaciones diarias mensuales de abril a noviembre del año 2020. E1 y E2.....	63
Figura 46. Capturas de <i>Cydalima perspectalis</i> en función de las precipitaciones diarias mensuales de mayo a noviembre del año 2021. E1 y E2.....	63

Figura 47. Capturas de <i>Cydalima perspectalis</i> en función de las precipitaciones diarias mensuales de mayo a noviembre del año 2022. E1 y E2.....	64
Figura 48. Cartografía de los boj es muestreados categorizados por su grado de afectación por <i>Cydalima</i>	76
Figura 49. Categorización de los boj es muestreados.....	77
Figura 50. Variación de la afectación por <i>Cydalima</i> en las áreas muestreadas 2019-2022.....	77
Figura 51. Corteza comida de un individuo de <i>Buxus spp.</i>	81
Figura 52. Boj de nivel 2 con pequeños rebrotes en zonas próximas del tronco y con alguna rama muerta.....	81
Figura 53. Resto de nido de <i>Cydalima</i> en E2.....	81
Figura 54. Hojas de boj mordisqueadas en E2.....	81
Figura 55. Plántula adulta trampa 1 E2.....	82
Figura 56. El técnico Juan Carles midiendo el radio de acotación en la T2 E2.....	82
Figura 57. N° medio de rebrotes de los boj seleccionados categorizados cuantitativamente.....	83
Figura 58. Ejemplo de rebrote monoramificado de 5-10 cm.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica.....	15
Tabla 2. Estimación de la superficie afectada de boj por <i>Cydalima</i> . Generalitat de Catalunya.....	35
Tabla 3. Estaciones de muestreo en el estudio.....	39
Tabla 4. Pautas de reconocimiento del estado del boj.....	41
Tabla 5. Coordenadas de las estaciones de seguimiento.....	42
Tabla 6. Valores de precipitación total de ambas estaciones en el intervalo de años 2019 - 2022.....	65
Tabla 7. Test ANOVA N° individuos capturados – Estación 1 de 2019-2022.....	65
Tabla 8. Separación de medias de los subconjuntos “capturas_E1” (test DMS).....	66
Tabla 9. Test ANOVA N° individuos capturados – Estación 2 de 2019-2022.....	66
Tabla 10. Separación de medias de los subconjuntos “capturas_E2” (test DMS).....	67
Tabla 11. Test ANOVA N° individuos capturados – Trampas E1.....	67
Tabla 12. Test ANOVA N° individuos capturados – Trampas E2.....	68
Tabla 13. Test ANOVA N° individuos capturados – Semanas año 2019.....	68
Tabla 14. Separación de medias de los subconjuntos “semanas_2019” (test DMS).....	69
Tabla 15. Test ANOVA N° individuos capturados – Semanas año 2020.....	70
Tabla 16. Separación de medias de los subconjuntos “semanas_2020” (test DMS)	70
Tabla 17. Test ANOVA N° individuos capturados – Semanas año 2021.....	71
Tabla 18. Separación de medias de los subconjuntos “semanas_2021” (test DMS)	72
Tabla 19. Test ANOVA N° individuos capturados – Semanas año 2022.....	73
Tabla 20. Separación de medias de los subconjuntos “semanas_2022” (test DMS)	73
Tabla 21. Test ANOVA N° individuos capturados totales – Años.....	75

Tabla 22. Separación de medias de los subconjuntos “capturas totales_años” (test DMS	79
Tabla 23. Valores medios y desviación estándar de los parámetros medidos en los ejemplares de boj durante el estudio del vigor y de la capacidad de regeneración del arbusto en las dos estaciones de seguimiento.....	82
Tabla 24. N° de rebrotes medios medidos en aquellas zonas de trampeo cuyos ejemplares tuvieron rebrotes.....	82

RESUMEN

La mariposa del boj (*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)) es una especie exótica invasora perteneciente a la familia Crambidae, que desde su introducción de forma accidental en Europa se ha ido dispersando de manera muy rápida causando una afectación importante en el boj (*Buxus sempervirens* L.). Las consecutivas y severas defoliaciones provocadas, han dejado a los bojedales en una situación crítica, tanto en hábitats naturales como en parques y jardines. Aunque se tiene constancia de la presencia de *C. perspectalis* en Cataluña desde 2014, no fue hasta 2017 cuando se comenzó a notar el impacto significativo que esta especie produce en los ecosistemas naturales. Es por ello que se ha decidido enfocar esta problemática en el Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny.

Por tal de contribuir a mejorar el conocimiento ecológico de la mariposa del boj en el Parque Natural, se ha estudiado el estado de los bojes para así poder determinar el grado de afectación que tienen y estimar la capacidad de supervivencia y regeneración que presentan, así como su vigor. A su vez, a partir de la cartografía de la distribución del boj y su grado de afectación en el 2019, realizada por el botánico Gerard Pié, se ha elaborado un mapa con el fin de realizar la comparativa del estado fitosanitario del arbusto desde el año 2019 al 2022 en los hábitats del Parque. Además, se ha realizado un análisis de la cuantía de individuos machos que se han capturado durante los años que se lleva de seguimiento (2019-2022) para examinar la evolución de la plaga a lo largo de estos 4 años en el Parque y asociarlo a su vez al comportamiento climático en las dos estaciones de seguimiento: el Pla de la Calma y el hayedo próximo al collado de Collformic.

Los resultados obtenidos muestran que, por un lado, la mayoría de los bojes estudiados presentan un empeoramiento del estado fitosanitario llegando en algunos ejemplares a la defoliación casi total. No obstante, la capacidad de regeneración del arbusto es exitosa y esperanzadora tanto en el número de rebrotes como en la distribución que presentan en la planta, provocando su concentración en la base del boj. Por otro lado, en cuanto a la evolución de las capturas (2019-2022) se ha observado un acusado decrecimiento del número de individuos, posiblemente atendido al desgaste de la plaga sobre el arbusto causando escasez de alimento, y condicionado también por las altas temperaturas que acontecieron en 2022. En definitiva, las medias de las capturas presentan diferencias significativas entre estaciones y entre años debido a la dinámica de la plaga de un año para otro y ante otros factores como es la diferencia de hábitat de ambas estaciones o el condicionante climático.

PALABRAS CLAVE

Afectación, mariposa, boj, capturas, muestreo, Cataluña, idoneidad climática.

ABSTRACT

The boxwood butterfly (*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)) is an invasive exotic species belonging to the Crambidae family, which since its accidental introduction in Europe has been dispersing very quickly, causing significant damage to boxwood (*Buxus sempervirens* L.), causing severe and consecutive defoliation that have left the boxwoods in a critical situation, as in natural habitats and in parks and gardens. Although there is evidence of the presence of *C. perspectalis* in Catalonia since 2014, it was not until 2017 when the significant impact this species produces on natural ecosystems began to be noticed. That is why it has been decided to focus on this problem in the Montseny Natural Park and Biosphere Reserve.

In order to contribute to improving the ecological knowledge of the boxwood butterfly in the Natural Park, the state of the boxwoods has been studied in order to determine the extent of affectation they have and to estimate their survival and regeneration capacity, as well as its vigour. In turn of, based on the cartography of the boxwood distribution and its extent of affectation in 2019, carried out by the botanist Gerard Pié, a map has been prepared in order to compare the phytosanitary status of the shrub, since the year 2019 to 2022 in the Park's habitats. In addition, an analysis of the amount of male individuals which have been captured during the years monitored (2019-2022) has been carried out to examine the evolution of the pest throughout these 4 years in the Park and associate it with the climatic behavior in the two monitoring stations: Pla de la Calma and the beech forest near the Collformic pass.

The results obtained show that, on the one hand, most of the boxwoods studied present a worsening of the phytosanitary state, reaching almost total defoliation in some specimens. However, the regenerative capacity of the bush is successful and encouraging, both in the number of regrowths and in the distribution they present on the plant, causing their concentration at the base of the boxwood. On the other hand, in terms of the evolution of the catches (2019-2022), a marked decrease in the number of individuals has been observed, possibly due to the exhaustion of the pest on the bush, causing a shortage of food, and also conditioned by high temperatures which happened in 2022. In short, the catch averages present significant differences between stations as well as with years due to the dynamics of the pest from one year to the next and because of other factors such as the difference in habitat of both stations or climatic conditions.

KEYWORDS

Affectation, butterfly, boxwood, captures, sampling, Catalonia, climatic suitability.

ACRÓNIMOS UTILIZADOS

CAR: Cuerpo de Agentes Rurales

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho

DARP: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació

EEl: Especies Exóticas Invasoras

EPPO: Organización Europea y Mediterránea para la Protección Vegetal

ICGC: Instituto Cartográfico de Cataluña

MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

PN-RB: Parque Natural y Reserva de la Biosfera

SENP: Programa de Gestión Ambiental Estratégica

SGF: Sistema de Gestión Forestal

SIG: Sistema de Información Geográfica

SSV: Servicio Sanidad Vegetal

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación y antecedentes

El boj común (*Buxus sempervirens* L. (1753)) es un arbusto de hoja perenne que forma matorrales en la media montaña (400-1700 m). Crecen en suelos calcáreos en zonas de matas, colinas y otros terrenos secos y rocosos propios del clima mediterráneo en Europa y Asia menor. En la Península Ibérica se distribuyen fundamentalmente por el cuadrante nororiental, pero también se extienden por las sierras mediterráneas de la mitad oriental ibérica hasta las béticas, con unas pocas localidades en la Cordillera Cantábrica. No obstante, también es usual reconocerlo en el ambiente urbano donde se cultiva con frecuencia en el ámbito ornamental en jardinería, sobre todo para formar setos.

Al margen de las patologías, las plagas que le afectan más habitualmente en nuestra zona son insectos chupadores y ácaros tetránquidos que, generalmente, no revisten especial gravedad. Sin embargo, desde hace unos años se está teniendo también en cuenta a un nuevo lepidóptero defoliador de origen asiático que lleva presente en Europa desde 2007 causando ya daños de importancia en las zonas donde se ha detectado: *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), popularmente conocida como oruga o mariposa del boj.

Las invasiones biológicas constituyen una seria amenaza para la conservación de la biodiversidad y del funcionamiento de los ecosistemas. La magnitud de esta amenaza seguirá creciendo mientras el comercio internacional y el turismo sigan aumentando y mientras el clima y los usos del suelo continúen cambiando (Hulme, 2009, Vilà & Ibáñez, 2011). En Europa, la tasa de establecimiento de especies exóticas casi se ha duplicado en las últimas décadas, pasando de una media de 10,9 especies por año en el período 1950-1974, a unas 19,6 especies por año en 2000-2008. Actualmente, unas 12.000 especies presentes en la Unión Europea y en otros países europeos son exóticas, de las que se calcula que aproximadamente entre el 10 y el 15% se comportan como invasoras. La mayoría de los nuevos insectos invasores son originarios de Asia (Rocas 2010), con una proporción cada vez mayor de especies fitófagas probablemente relacionado con los cambios recientes en las prácticas comerciales, especialmente en el aumento de magnitud en el movimiento de plantas vivas a escala mundial (Liebhold et al., 2012; Eschen et al., 2014; Essl et al., 2015).

Las especies exóticas invasoras (EEI) es la segunda causa de pérdida de biodiversidad. Por lo que respecta a Cataluña, es una de las áreas con mayor concentración de especies exóticas de España y de Europa (Gassó et al., 2009) debido a su localización, población y diversidad de hábitats y actividades. Además, el elevado grado de antropización del paisaje, la gran densidad de población, los intercambios de personas y mercancías y el acogedor clima mediterráneo facilitan la entrada y el establecimiento de estas especies en nuestro territorio.

Actualmente en Cataluña, según el Proyecto Exocat, hay citadas un total de 1.678 especies exóticas, de las cuales un total de 198 (el 12%) tienen un comportamiento invasor que provoca impactos considerables en los ecosistemas naturales, a otras especies o en las actividades humanas y económicas. Del total de especies invasoras, un 4% son del orden de los lepidópteros (8 especies).

Los motivos que han llevado a la realización de este trabajo radican en el conocimiento de la entrada de esta nueva plaga a la península y de su situación actual en el Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny, cuyo impacto está provocando severos daños en los bojedales de este espacio protegido.

A su vez, se aspira a que contribuya en los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030:

- Acción por el clima (13)
- Vida de ecosistemas (15)

1.2. El boj, *Buxus sempervirens* L.

Buxus sempervirens, comúnmente conocido como boj (Figura 1), es una planta de la familia de las Buxáceas. Son arbustos perennifolios que pueden tener un porte arbóreo alcanzando los 8-10 m de altura. Casi nunca llegan a desarrollarse por completo y queda como un arbusto con muchas hojas de ramas opuestas. Especie nativa del sur de Europa, Asia Occidental y norte de África (Figura 2), utilizada durante siglos como planta ornamental.



Figura 1. Boj adulto verde sin afectación. Autora: Alba Romero.



Figura 2. Mapa de distribución del *B. sempervirens*. Fuente: Caudullo et al. 2017

El boj se caracteriza por su denso follaje, siempre verde. Su hábitat natural reside en valles fluviales y laderas umbrosas y rocosas, sobre todo en sustratos alcalinos, calcáreos y poco ricos en nitrógeno, colonizando pedreras como sotobosque o acompañante de hayedos, pinares, robledales, quejigares y encinares. Crece casi desde el nivel del mar hasta casi los 2000 m, formando rodales o bosquetes, o bien asociado a otras plantas actuando como planta nodriza.

El uso intensivo de su madera hace que no sea fácil encontrar ejemplares grandes. Es un arbusto monoico, muy ramificado y de lento crecimiento. Las hojas son simples, ovaladas y los brotes tiernos son peludos. Florece desde enero hasta marzo y fructifica en mayo y junio, el fruto es una cápsula de forma coriácea que contiene 6 semillas en su interior. Es una especie muy resistente a las condiciones hídricas, lumínicas y de temperatura. En la corteza de tallos y raíces, así como en las hojas, contiene un alcaloide tóxico llamado buxina, muy poco soluble en agua (Danés, 2020).

En medicina, las hojas, la corteza de los tallos y las raíces se usan para bajar la fiebre (antipirético), quitar el estreñimiento (purgante) o frenar la caída del cabello (antialopécico). En cuanto a la alimentación, se usa como sustituto del lúpulo para aromatizar la cerveza. No obstante, es una planta bastante tóxica en todas sus partes y su ingestión puede provocar serias intoxicaciones e incluso la muerte. La planta contiene ácido nítrico y en algunas zonas del sur de Francia se abonan las viñas con sus hojas. Además su madera es muy valorada. Es dura, densa, fina, homogénea, fácil de tornear, pulir y teñir, y sirve para fabricar pequeños objetos como cubiertos, mangos, botones, fichas e instrumentos musicales de viento como flautas, clarinetes y algunas piezas para las gaitas.

El boj aparece en los catálogos de flora amenazada, protegida o de aprovechamiento regulado de las comunidades de Andalucía, Murcia, País Vasco y Valencia. En Francia, Bélgica y los Países Bajos hay varios bojes catalogados como árboles singulares. En España tienen portes más masivos en Pirineos. En cuanto al *B. balearica*, se encuentra

en el listado andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección y en la Lista Roja nivel NT (casi amenazado).

1.3. La mariposa del boj, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)

1.3.1. Taxonomía

Cydalima perspectalis, la mariposa del boj, es un lepidóptero de la familia Crambidae, descrito por primera vez por Walker en 1859. En la siguiente tabla, se describe la clasificación taxonómica de la mariposa del boj.

Tabla 1. Clasificación taxonómica

Reino	Animalia
Clase	Insecta
Orden	Lepidoptera
Familia	Crambidae
Subfamilia	Spilomelinae
Género	<i>Cydalima</i>
Especie	<i>C.perspectalis</i> (Walker, 1859)
Nombre Común	Mariposa del boj, polilla del boj u oruga del boj

1.3.2. Origen y distribución de la plaga

La mariposa del boj es una especie originaria de las regiones subtropicales húmedas de China, Japón y Corea. Llegó a Europa en 2007, donde se detectó por primera vez en el suroeste de Alemania en la ciudad de Weil am Rhein, donde hace frontera Alemania, Suiza y Francia. Todo parece indicar que fue introducida de forma accidental, transportada involuntariamente en medio de plantas ornamentales del género *Buxus* (Krüger, 2008; Käppeli, 2008; Muss et al., 2009; Sigg, 2009). Ese mismo año se incluye en la lista de alerta de la EPPO (Organización Europea y Mediterránea para la Protección Vegetal). A partir de aquí se va extendiendo por los países vecinos del centro y sur de Europa, puesto que es una especie con una alta capacidad invasiva. Las condiciones climáticas y ecológicas de Europa han favorecido su expansión; además, este proceso se ha visto acelerado debido al constante transporte de mercancías y a la globalización.

La primera noticia de su llegada a la Península Ibérica fue en la localidad de Entrambasaguas (Cantabria) en septiembre de 2013. En julio de 2014 se detectó por

primera vez en Cataluña, concretamente en la población de Besalú (Garrotxa) (Bassols & Oliveras, 2014) y en las Islas Baleares en 2018 en Mallorca afectando a la especie *Buxus balearica*. Se desconoce cuál es su distribución actual, pues tiene una alta capacidad invasora y en fase de polilla puede volar varios kilómetros y poner los huevos. Lo que sí se conoce por el momento es que actualmente la mariposa continúa dispersándose por las comarcas limítrofes de la Garrotxa: Pla de l'Estany, Ripollès, Osona, Gironès, La Selva y Moianès, hasta llegar al Pirineo de Lleida. Las comarcas con mayor extensión y grado de afectación son: Osona, Garrotxa, Ripollès, Berguedà y Moianès. También se ha detectado su presencia en otros lugares como: las comarcas del Camp de Tarragona, Vallès Oriental, Barcelona ciudad, sierra de Collserola o Vall d'Aran, encontrándolas incluso en Els Ports de Tortosa. Gracias a los agentes rurales de Cataluña, se conoce que la plaga sigue avanzando en la comarca del Solsonés, donde el grado de afectación avanza en dirección oeste suroeste (Generalitat de Catalunya Departament d' Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, 2023).

Su impacto tanto en formaciones naturales, como en zonas verdes está siendo intenso y rápido por varias razones:

- Voracidad de sus larvas (Figura 3)
- Alta capacidad de reproducción: realiza sucesivas puestas durante su fase de mariposa (entre junio y octubre) alcanzando incluso las 2-3 generaciones al año (según la zona climática).
- Falta de depredadores naturales.
- Alta movilidad.



Figura 3. Oruga de *Cydalima* sobre una hoja de boj, 2019. Fotografía: Gemma Pascual.

Este insecto invasor, se debe considerar una plaga de primer orden. Pese a esto, aún existe mucho desconocimiento sobre su expansión actual y potencial, la intensidad de su afectación, sobre cómo ha variado su ciclo de vida en Cataluña, el impacto que el debilitamiento y/o mortalidad de los bojes puede acabar teniendo en las otras especies de animales y plantas de estos ecosistemas o de si aparecerán enemigos naturales que ayuden a controlar la plaga, entre otros.

1.3.3. Descripción morfológica y ciclo biológico

La oruga del boj es una especie polivoltina, es decir, puede incluir dos, tres o más generaciones por año dependiendo principalmente de las condiciones climáticas de la zona donde esté viviendo. Las larvas de este lepidóptero son monófagas, es decir, sólo se alimentan de especies del género *Buxus* (Leuthardt & Baur, 2012). Su capacidad para desarrollarse en diferentes huéspedes que no sean boj es ha descartado. Puede atacar por igual a los individuos que se encuentran en los bosques como los que son utilizados en jardinería.

El ciclo biológico de *C. perspectalis* (Figura 4) depende de la temperatura y de las horas de sol. Este insecto pasa por 4 fases bien diferenciadas, la hembra adulta realiza la puesta en el reverso de las hojas, en grupos de 5 a 20 huevos, los cuales miden entre 0,8 y 1 mm. Según datos de técnicos de Cataluña, una hembra puede poner hasta 900 huevos (Conselleria Medi Ambient Agricultura y Pesca. Govern de Catalunya, 2017). Las larvas recién emergidas del huevo son de color amarillo y de aspecto brillante y a medida que evolucionan se van volviendo de color verde. En su estadio más desarrollado las orugas tienen unos 35-40 mm y son de color verdoso. Generan una seda que une las hojas entre sí, creando una maraña protectora donde pueden desarrollarse con tranquilidad. Una vez finalizado su desarrollo, las orugas se transforman en crisálidas. Entre 10 y 15 días más tarde emergen las mariposas adultas, listas para dispersarse y reproducirse. En invierno, cuando las orugas están en los primeros estadios larvarios, se produce una diapausa inducida por una duración del día inferior a 13,5 h de luz y pasan el invierno protegidas entre dos hojas de boj recubiertas por hilos de seda. Al llegar la primavera, con una duración del día superior a 13,5 h y una temperatura por encima de los 10,1°C (Maruyama y Shinkaji, 1987), las orugas se activan y reprenen el ciclo.



Figura 4. Etapas del ciclo biológico de *Cydalima*. Fotografías de Olivet L. & Senmarti J. (2021). Comisi3n de Sanidad Vegetal. AEPJP.

En la parte dorsal presentan unas líneas finas blancas dorso-laterales en posición longitudinal y una franja en medio de color oscuro rodeada por un color más claro. En el momento de máximo crecimiento, la longitud de las orugas puede ser de hasta 40 mm.

El adulto (la mariposa) puede presentar tres formas con coloraciones diferentes: la forma más común de *C. perspectalis* presenta alas blancas con un margen oscuro, de color marrón o casi negro (Figura 5 izquierda). También existe una segunda forma (Figura 5 en medio) que presenta una banda marrón en el margen inferior del ala anterior. Por último, una tercera forma melánica (Figura 5 derecha) con una característica mancha discal blanca en el ala anterior, siendo las alas marrones (Bassols y Oliveras 2014; Otero et al. 2014).

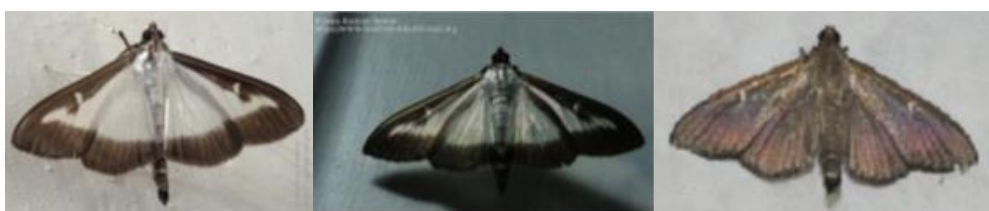


Figura 5. Diferencia de coloración de la mariposa del boj. Fuente: Pla d'acció contra la papallona del boix (*C. perspectalis*). Departament d' Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació.

El dimorfismo sexual es poco marcado y la envergadura va de los 2,6 cm a los 4 cm, con antenas filiformes algo inferiores a la longitud de las alas y tironeadas hacia atrás cuando está en reposo. El vuelo de los adultos se produce generalmente entre finales de mayo y principios de junio y puede cubrir largas distancias, hasta 4 km por año (Brua, 2013).

Marzo, abril y mayo son los meses de máxima afectación de los bojés (Figura 6), ya que las orugas recién salidas de la diapausa se encuentran muy activas siendo su voracidad máxima llegando a provocar la defoliación extrema en las plantas. Los bojés son arbustos muy resistentes con capacidad de rebrotar. Pese a ello las continuas defoliaciones de los bojedales y el debilitamiento repetido que van sufriendo estas plantas puede incluso provocarles la muerte. Además, cuando la oruga agota sus reservas foliares, puede llegar a alimentarse de la corteza provocando el secado del árbol y causando su muerte.

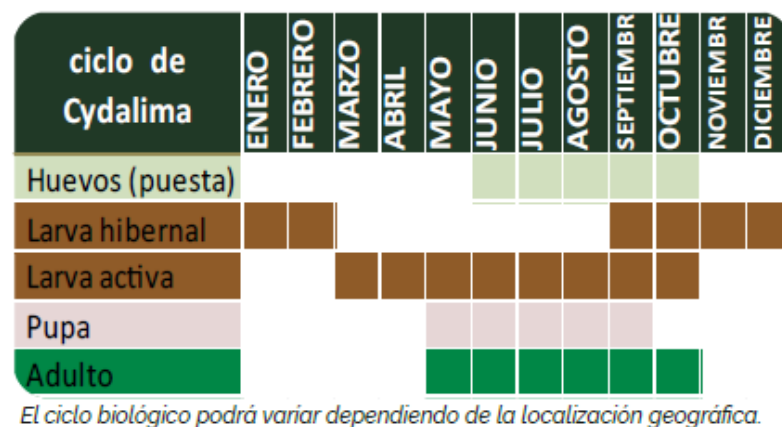


Figura 6. Ciclo biológico de *Cydalima*. Comisión de Sanidad Vegetal. AEPJP.

1.4. Síntomas y daños

La mariposa del boj es una especie monófaga, su único huésped detectado en Cataluña es el boj. Los bojes afectados presentan una fuerte defoliación debido a la alimentación de las orugas, que puede llegar a suponer el secado y pérdida total del área foliar de las plantas propiciando su muerte cuando se producen defoliaciones repetitivas limitando la fotosíntesis (Figura 7). En estados avanzados de infestación, las orugas, al no disponer de hojas se alimentan de la corteza de los bojes, lo cual puede provocar incluso un daño todavía más grave, ya que puede llevar al secado y a la muerte de la planta (Bella, 2013). Afecta tanto a plantas cultivadas de boj como a las que crecen de forma espontánea. Su establecimiento sobre estas últimas puede tener, obviamente, consecuencias muy negativas para estos particulares ecosistemas forestales. En este sentido por ejemplo, en un período de sólo dos años (2010-2012), la mariposa del boj devastó en Suiza amplias áreas de *B. sempervirens* en zonas boscosas de la región de Basilea. Para 2017, la presencia de boj vivo tras soportar una segunda defoliación total es prácticamente inexistente (CABI, 2014).



Figura 7. Boj completamente defoliado a causa de *Cydalima* en el PN-RB Montseny (noviembre 2022). Fotografía: Alba Romero

1.4.1. Impactos

Al ser una especie invasora no cuenta con muchos depredadores y esto le permite defoliar todo el boj que tiene a su alcance, además, las orugas contienen varios de los alcaloides tóxicos presentes en los bojes (buxina) (Leuthardt et al., 2013).

La pérdida de boj tiene consecuencias culturales, económicas y ecológicas. A escala de paisaje, los bojes representan un elemento clave de diferentes hábitats mediterráneos, tanto como especie de sotobosque como especie dominante en matorrales (Figura 8). En Cataluña, los bojes abundan en el 30% de la superficie forestal (Carreras, 2004; Danés et al., 2020).

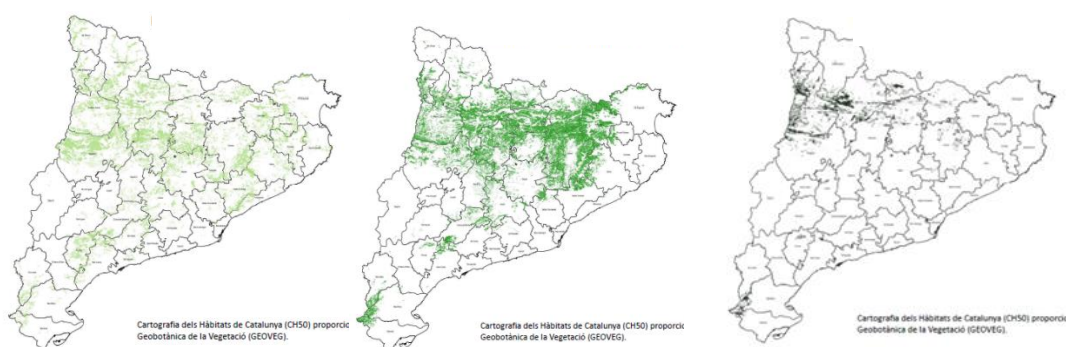


Figura 8. Cartografía de los hábitats de Cataluña (CH50) donde el boj está presente (izq.), abundante (central) y dominante (dcha.). Fuente: Grupo de Geobotánica de la Vegetación (GEOVEG)

Las consecuencias ecológicas que tiene la defoliación del boj son principalmente:

- Desaparición de la función ecológica del boj. No desaparecerá como especie pero sí como función ecológica.
- Impacto en la biodiversidad: 132 hongos, 12 cromistas (algas), 98 invertebrados y 44 líquenes crecen en el boj en Europa y Caúcaso. De entre todos ellos, 43 hongos (32,5%), 3 cromistas (25%) y 18 invertebrados (18,4%) sólo habitan en el boj (Kenis, 2021).
- Riesgo de incendio: Los bojes quedan secos debido a la defoliación que les provoca la oruga. La presencia de un volumen muy grande de materia seca incrementa el riesgo de incendio.
- Erosión: La eliminación del sotobosque provoca que cuando haya lluvias, el agua no se infiltre y ocasione una mayor erosión superficial.
- Alteración ecosistema: La muerte de los bojes provoca una alteración en la dinámica de la comunidad y en la sucesión ecológica debido a la modificación de la cubierta del suelo y a la reducción de la competencia interespecífica por el

consumo de agua en el suelo, provocando una alteración importante del ecosistema forestal. Las consecuencias de la desaparición del boj dependerán de la forma en que sus nichos ecológicos sean ocupados por las otras especies.

Asimismo, la desaparición del boj también acarreará impactos sociales ya que desde la antigüedad el boj ha jugado un papel cultural y religioso importante. Por ejemplo:

- Domingo de palma
- Poda artística de madera: fabricación de objetos valiosos como instrumentos musicales y matemáticos, objetos cotidianos, etc.
- Otros: medicinas, miel, colchones ramos...

1.5. Medidas de control

Durante el año 2019 la Generalitat de Catalunya puso en marcha un protocolo, con la colaboración del Cuerpo de Agentes Rurales de Cataluña, para conocer la distribución de la plaga en el territorio catalán. Esto supone un primer punto de partida para iniciar las medidas de control de la plaga. Para profundizar más sobre ello, consultar el ANEXO 1 sobre *El Plan de Acción contra la mariposa del boj* desarrollado por la Generalitat de Catalunya.

1.5.1. Métodos de detección

Los síntomas de presencia de *C. perspectalis* son muy característicos. El principal método de detección de la infestación de la plaga es el visual a través del reconocimiento de signos: presencia de puestas, orugas o individuos adultos.

Para comprobar el estado de conservación del boj se recurre al Protocolo 2 de la Red de Vigilancia de la Generalitat de Catalunya, la cual clasifica en 4 categorías el estado del boj dependiendo del grado de defoliación y de la presencia o no de larvas:

1. **Sin daño.** Boj verde o rojo con hoja y sin presencia de orugas (Figura 9)
2. **Indicios de afectación:** Boj verde o rojo con hoja y con presencia de orugas o boj con las hojas secas o sin hojas en una tercera parte o menos de su masa foliar con presencia de orugas. (Figura 10)
3. **Afectación severa:** La afectación ya es mayoritaria. Boj con hojas secas o sin hojas en más de un tercio de su masa foliar pero sin llegar a la defoliación total y con presencia de orugas. (Figura 11)
4. **Totalmente defoliado:** El boj no presenta ningún rebrote, normalmente la corteza está comida y algunos presentan partes muertas. Boj totalmente seco con hojas secas o bien sin ninguna hoja. (Figura 12)



Figuras 9, 10, 11 y 12: Categorización del grado de defoliación del boj en diferentes parcelas de muestreo del P.N del Montseny (noviembre 2022). Fotografías: Alba Romero

1.5.2. Medidas de control de la plaga

En el ámbito de la jardinería, plantales, áreas verdes y urbanas, el objetivo en zonas infestadas es el control de la plaga para impedir su propagación a otras áreas. En el caso del medio natural, es mucho más complicado ya que por un lado no se puede efectuar un control químico, y la introducción de parasitoides u otras especies de control puede afectar negativamente a otras especies de fauna autóctona, por lo que hay que tener un seguimiento muy preciso y riguroso de los resultados de dichas prácticas.

Los posibles tratamientos y métodos de control se exponen a continuación:

- Monitorización de la plaga. Una vez detectada la plaga se debe conocer la evolución local de la población y elaborar un calendario de actuaciones, a la vez de reducir el nivel de plaga. La monitorización se debe realizar evaluando la incidencia de la plaga, clases de abundancia y umbrales de plaga. (Artime et al. 2021)

- Para los adultos mediante la planificación de la instalación de una red de trampas de captura.
- Se debe continuar observando la cantidad de larvas o daños producidos por éstas (hojas dañadas) mediante la observación directa.
- Control mecánico. La poda de invierno, para eliminar la larva invernante o larva joven. La retirada manual de las orugas fácilmente detectables por la observación de sus nidos, puede ser muy útil en los niveles iniciales de afectación. (Artime et al. 2021)
- Control microbiológico. *Bacillus thuringiensis* (Bt) variedad *kurstaki* 9,74% (16x10⁶ U.I./G) [SC] P/V. se aplica habitualmente en boj es ornamentales para controlar las larvas jóvenes antes de su fase de hibernación. No obstante, está restringido a zonas forestales ya que su incidencia no es selectiva afectando a otras especies (Artime et al. 2021). En Suiza se utiliza como principal método de control en el boj cultivado.
- Tratamiento con piretrinas naturales autorizadas. El insecticida se aplica a través de un pulverizador sobre el área foliar. La persistencia es baja pero dependiendo del formulado puede alargarse hasta unos 12 días. Hay que tener en cuenta que es un producto de amplio espectro y que puede afectar a la fauna auxiliar existente.
- Tratamiento con piretroides. El sistema de aplicación es el mismo que con los productos anteriores, se trata de productos de síntesis química, con un buen efecto de choque y unos 14 días de persistencia. Es importante considerar que se trata de un producto de amplio alcance que podría tener impacto en la fauna auxiliar que ya se encuentra presente.
- Tratamiento con especies del género *Trichogramma spp.* Se trata de un himenóptero parasitoide de los huevos y existen específicos para huevos de lepidópteros (Ej: *Trichogramma achaeae*). Se debe dejar la tarjeta que contiene las pupas colgada de las ramas del boj, donde se sospecha que está presente la plaga y donde todavía hay hojas de boj donde las hembras puedan poner los huevos (Artola y las Heras, 2018). Las tarjetas deben verificarse semanalmente para reponerlas.
- Tratamiento mediante la liberación de nematodos entomopatógenos. Ej: *Steinernema carpocapsae*. Es útil frente a la plaga (Wan et al. 2014), si bien la duración de sus efectos es menor que la de Bt. Afecta a las orugas de otras especies de lepidópteros.
- Confusión sexual. Método que requiere de la realización de un tratamiento fitosanitario previo que habrá que tener en cuenta en caso de emplear control biológico. La materia activa es Z-11hexadecenal 7% (CS) P/P, viene en forma de gel (en saquitos de plástico y aluminio) y se aplica directamente sobre el boj antes

del comienzo de cada vuelo. Se recomienda al menos dos aplicaciones al año, una antes de la primera generación de adultos (abril) y otra de la segunda (julio) aproximadamente. Estas fechas pueden sufrir grandes variaciones según la localidad, por lo que hay que apoyarse en el monitoreo de la plaga para realizar las aplicaciones. (Artime et al. 2021)

- Volatilización de productos químicos de síntesis. Lo ideal sería no tener que recurrir a productos químicos; pero hay que valorarlo tan solo en caso de parques y jardines urbanos de ejemplares singulares por edad o pertenencia a jardines históricos. Esta es la alternativa extrema, en caso de que el resto de los métodos combinados, en la estrategia más adecuada para cada caso, no funcione. (Artime et al. 2021)

Se debe comprobar que el producto a aplicar este dado de alta en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA):

<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/fitos.asp> (consultado marzo 2023)

En la Figura 13 se refleja la planificación anual para la estrategia de control de *Cydalima*. El momento de aplicación varía en función del método a utilizar:

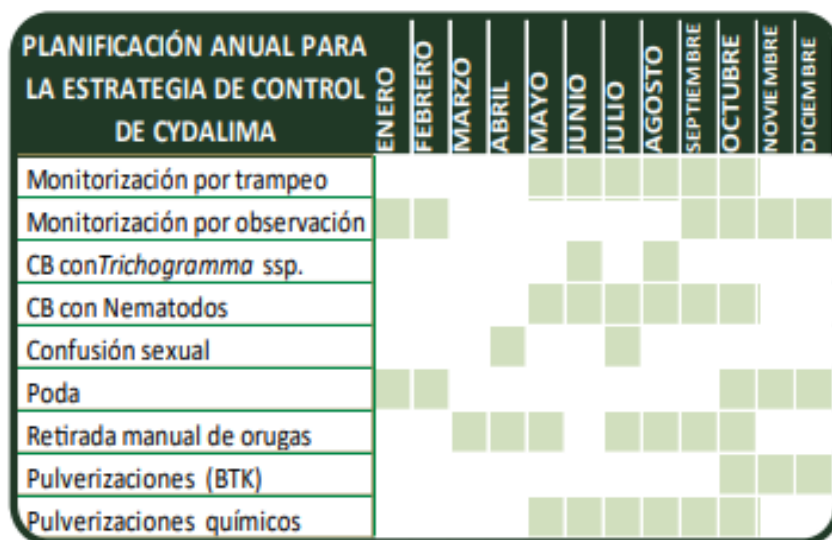


Figura 13. Planificación anual para la estrategia de control de *C. perspectalis*. Fuente: Artime et al. 2021

1.6. Descripción del área de estudio: el Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny

El PN-RB Montseny se sitúa entre las provincias de Barcelona y de Girona (Figura 14), se extiende por tres comarcas (Selva, Osona y Vallès Oriental) y dieciocho municipios, con una superficie protegida de 31.063,9 hectáreas. Además de los elementos geográficos que delimitan su emplazamiento (la Depresión Prelitoral, al sur y al este; el valle del río Congost, en el oeste; la depresión de la llanura de Vic, al noroeste; las rieras Mayor y de Arbúcies, al norte; y el río Tordera al noreste). El ámbito del parque está delimitado, también, por algunas grandes infraestructuras de comunicación como la autopista A-7 internacional Barcelona-La Jonquera, y la carretera C-35 entre Granollers y Hostalric, ambas situadas al sur y en el oeste; y el Eje Transversal (C-25) al norte que une Lleida y Girona.

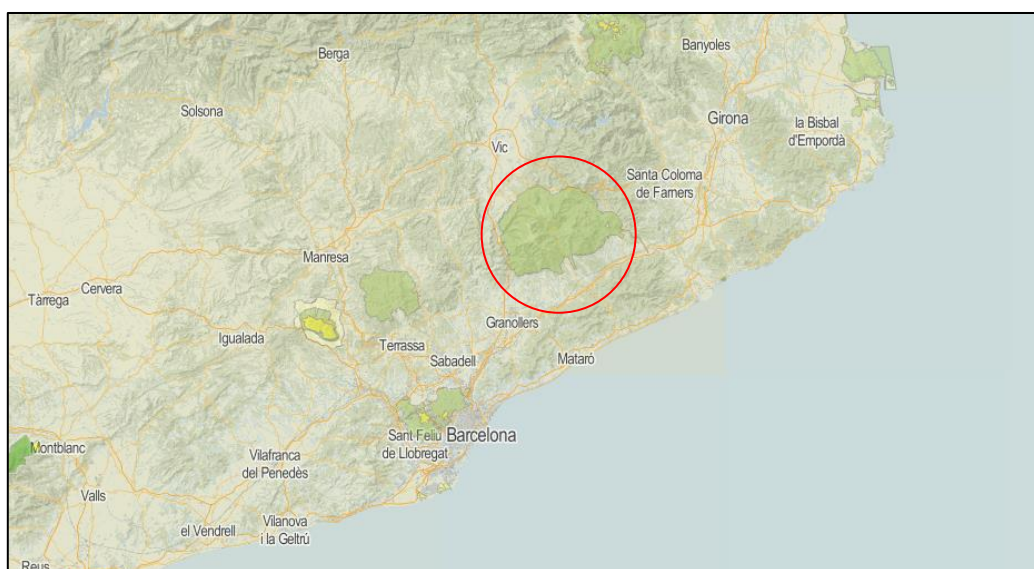


Figura 14. Mapa de situación general del Parque Natural del Montseny (rojo). Fuente: Visor Mapa Espacios Naturales Protegidos de Cataluña. Generalitat de Catalunya

El Montseny es el macizo de mayores dimensiones (unos 400 km² de superficie) y altitud de la Cordillera Prelitoral Catalana, formado por tres unidades montañosas que rodean el alto valle de la Tordera: el Turó de l'Home (1.706 m) y les Agudes (1.705 m), el Matagalls (1.697 m) y el Pla de la Calma (Puig Drau, 1.260 m). Un gradiente altitudinal acusado (en sólo 10 km de distancia horizontal, la cota sube de 100 a 1.700 m), la proximidad al mar (a 20 km en línea recta) y la orientación de sus vertientes explican la gran diversidad de climas y paisajes existentes representativos de la Europa occidental y que desde el Neolítico han sido moldeados por la acción humana. Encinares, alcornocales y pinares mediterráneos dejan paso, a mayor altitud, a bosques caducifolios de robledales y hayedos, y en las partes culminantes especies boreoalpinas (Bolòs, 1983; Vilar et al., 2004). Esta diversidad de hábitats acoge una gran riqueza de taxones florísticos y faunísticos que incluye entre ellos el boj (*Buxus sempervirens*) y que es necesario conservar.

1.6.1. Marco legislativo

Para ubicarnos dentro del aspecto legislativo del Parque, en la década de los setenta, la Diputación de Barcelona y la Diputación de Girona promovieron un plan especial urbanístico de protección del macizo del Montseny, que fue aprobado el 26 de julio de 1977 para el sector barcelonés y el 26 de enero de 1978 para el ámbito gerundense. Ese mismo año recibió también el reconocimiento internacional con su declaración como Reserva de la Biosfera, dentro del Programa MaB («Hombre y biosfera») de la UNESCO. Con la aprobación del Plan especial, se dotaba al macizo del Montseny de un instrumento de protección con una extensión de unas treinta mil hectáreas.

Pero no fue hasta 1987 con el Decreto 105/1987 de 20 de febrero, cuando se declaró Parque Natural el macizo del Montseny (aunque solo abarcó la parte central del macizo). Recientemente se realizó la actualización legislativa con el Decreto 127/2021 del 1 de junio sobre el Parque Natural del Montseny y sobre los espacios del PEIN el Montseny y Cingles de Bertí. Se amplían las áreas de protección con un carácter medioambiental más restrictivo.

1.7. Climatología

1.7.1. Análisis climatológico en otras zonas de afectación: Cataluña y resto de Europa

C. perspectalis está presente de forma continuada en Cataluña desde 2014, lo que indica que se han superado las fases de llegada y establecimiento. Sin embargo, la especie no se encuentra en pseudo-equilibrio con el ambiente invadido, por lo que aún se desconocen los procesos de interacción con nuevos competidores y especies depredadoras. La idoneidad climática contribuyó más al modelo de impacto (SeverCat), por lo que este puede ser un factor determinante para la severidad de la defoliación, es decir, la especie podría extenderse a diferentes localidades, pero el daño a los bojés sería grave solo donde hay una mayor idoneidad climática (Figura 15). (Canelles et al. 2019).

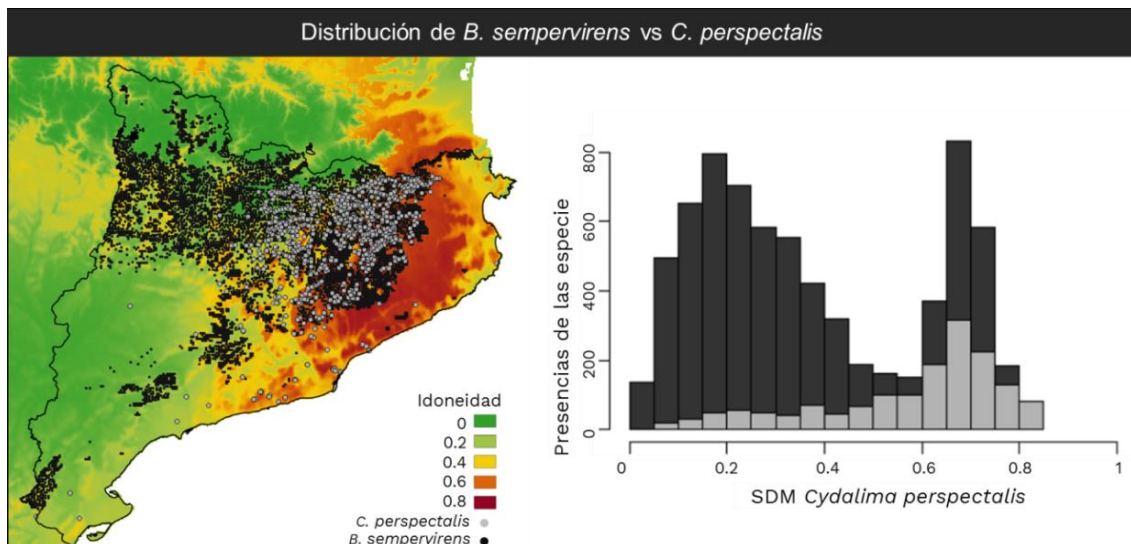


Figura 15. Sincronización espacial entre la distribución de *B. sempervirens* (gris oscuro) y *C. perspectalis* (gris claro) según la idoneidad climática de *C. perspectalis* (escala de colores en el panel izquierdo; eje de las X en el panel derecho). Fuente: Canelles et al. 2020

Extrapolando estas condiciones climáticas al resto del continente encontramos que éstas variables definieron el área de alta idoneidad para *C. perspectalis* en Europa (Figura 16). La escala de color indica el índice de idoneidad climática mientras que los puntos grises indican las observaciones de *C. perspectalis*. Los países de Europa central, incluido el Reino Unido, fueron las principales áreas adecuadas para la especie. Se observó una disminución de la idoneidad al aumentar la continentalidad siendo más idóneas las áreas cercanas al mar (el patrón se observa en los mares del Mediterráneo, Cantábrico, el mar Negro, el mar Báltico y el del Norte). Las principales cadenas montañosas como los Alpes, los Pirineos, los Balcanes y los Cárpatos aparecieron como áreas poco adecuadas para la especie, ya que a cotas más altas las temperaturas son más frías y provocarían la muerte de las orugas. El modelo ClimEu coincidió perfectamente con las ocurrencias en Europa y estimó que el nicho de *C. perspectalis* puede ser ligeramente más ancho que el nicho realizado, indicando que la especie todavía tiene espacio para expandirse. (Canelles et al. 2019).

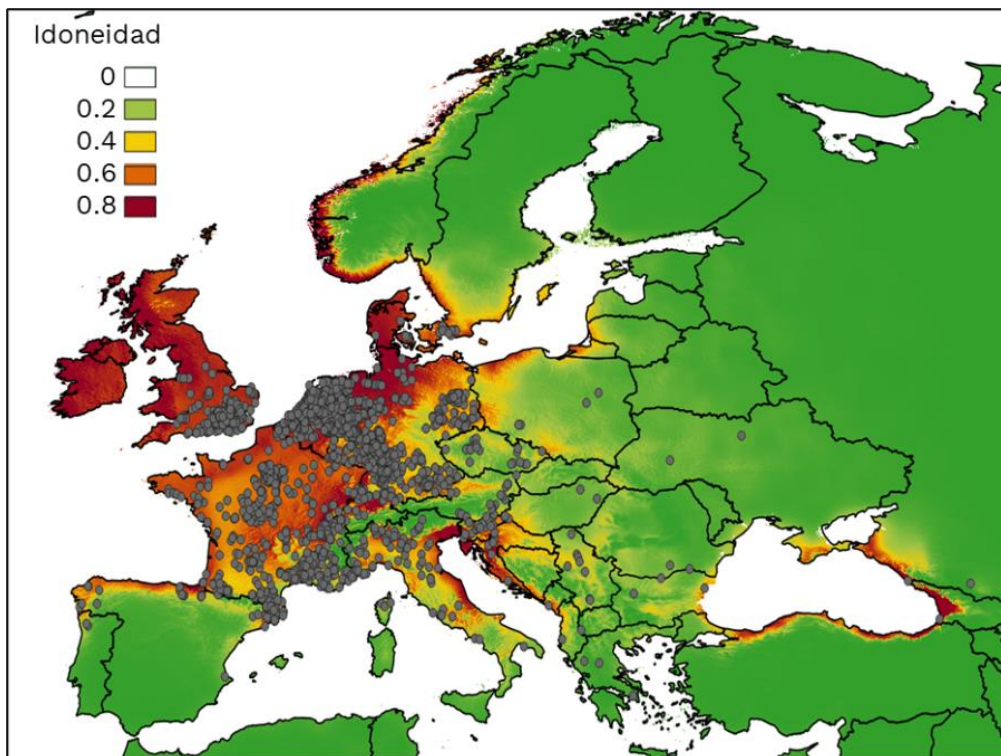


Figura 16. Mapa de la idoneidad climática en el área de invasión según el modelo ClimEu. Fuente: Canelles et al. 2020.

El momento de la emergencia y el tiempo de desarrollo de los adultos dependen de la altitud, la latitud y las condiciones ambientales. Estos resultados corroboran hallazgos de una gran cantidad de trabajos previos (López y Eizaguirre, 2019). Los machos emergen antes que las hembras para lograr el máximo éxito reproductivo (Wiklund y Fagerström, 1977). Este hallazgo confirma que el tiempo de desarrollo y el número de generaciones están asociados con la temperatura del ambiente y las condiciones climáticas.

Según el biólogo suizo y miembro de la ONG CABI, Marc Kenis en el seminario *Noves dades sobre la situació actual de la papallona del boix (Cydalima perspectalis) a Catalunya*. (2021), se ha observado que en partes frías de Europa, *Cydalima* no completaba las dos generaciones por año en el año 2015 (para que la especie provoque un daño severo sobre las poblaciones de boj necesita dos generaciones completas). No obstante, ya en el periodo de 2020 se notificaba un adelanto de la segunda generación de 2-3 semanas debido al calor y a la mejora de las condiciones climatológicas.

Cydalima perspectalis tiene tres generaciones anuales en los bosques de Hircania (Irán) (dos generaciones completas y una tercera parcial; todas las larvas de la tercera generación pasan el invierno), mientras que completa de 3 a 5 generaciones por año en el área de origen (Niu et al., 2008; Wang et al., 2008; She y Feng, 2006; Sun et al., 2009). En Europa ocurren 2 generaciones por año como sucede por ejemplo en Suiza (Nacambo et al., 2014). No está claro cuántas generaciones podría producir esta polilla en los diversos climas que se encuentran en Europa ya que se cree que en Georgia

pueden ocurrir hasta cuatro generaciones por año matando bosques de boj históricos en tan solo 2 años (Gninenko et al., 2014).

1.7.2. Proyecciones futuras en condiciones de cambio climático

Las proyecciones de idoneidad climática de *C. perspectalis* en el futuro mostraron que el área de máxima acondicionamiento es reducida en condiciones de cambio climático en Cataluña (Figura 17). La idoneidad climática alta queda concentrada en las provincias de Girona y Barcelona. Este efecto es más evidente en condiciones de cambio climático severo (RCP8.5) que en condiciones de cambio climático moderado (RCP4.5).

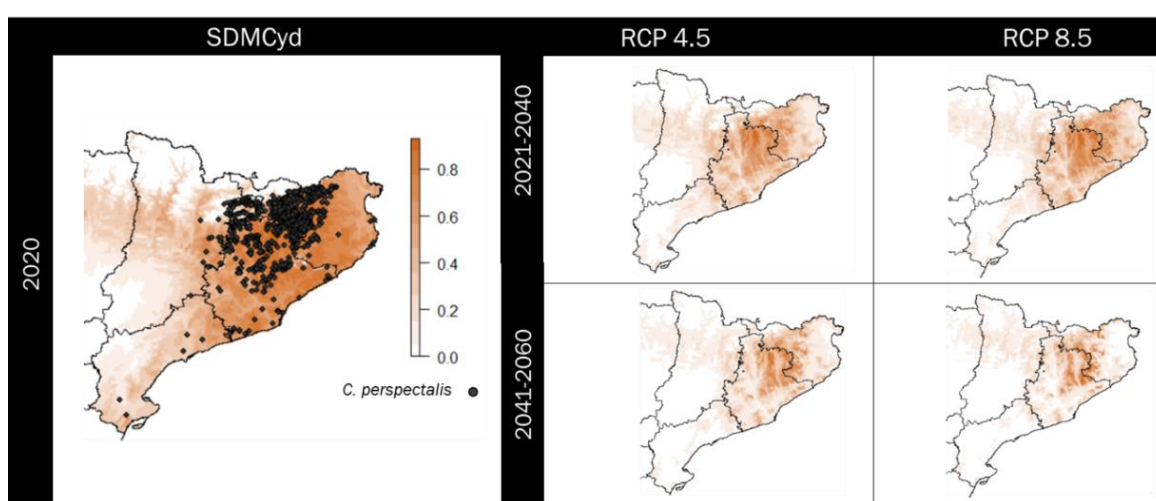


Figura 17. Modelo de idoneidad climática de *C. perspectalis* en Cataluña en la actualidad y en proyecciones futuras según un escenario de cambio climático moderado (RCP4.5) y un escenario de cambio severo (RCP8.5). Fuente: Canelles, Bassols et al. 2020

Según el estudio de Canelles et al. 2019, aseguran que:

“Las proyecciones de la idoneidad climática de *C. perspectalis* anticiparon una regresión del área favorable en el futuro. Esta pérdida de nicho climático fue más notable en proyecciones climáticas más severas (mayor regresión de distribución en condiciones RCP 8.5 que en RCP 4.5). Este resultado puede parecer contradictorio a primera vista ya que el aumento de las temperaturas suele estar asociado a un aumento de las condiciones adecuadas para *C. perspectalis* que implica un posible desplazamiento de la especie hacia zonas de mayor elevación. Probablemente, la polilla puede tener mejores condiciones para su desarrollo durante un mayor tiempo, lo que implica más generaciones viables por año y un posterior impacto más severo en el boj, como ocurre con otras especies de plagas (Robinet et al., 2007).”

Sin embargo, Myers et al. (2013), postularon que el cambio climático que conduce a temperaturas más cálidas puede reducir la frecuencia de los brotes de lepidópteros en los bosques. En el caso de *C. perspectalis*, se demostró que las condiciones climáticas templadas, incluidas las precipitaciones abundantes con baja estacionalidad y un rango diario de temperatura reducido, son las condiciones climáticas óptimas para la especie. Por lo tanto, un futuro marcado por el cambio climático, en el que aumentará la sequía, la estacionalidad de las precipitaciones y la temperatura, marcará un detrimento de *C. perspectalis*.

La idoneidad climática se describió como una variable importante en el impacto severo de *C. perspectalis*. Los resultados sugieren que la idoneidad climática está sujeta a un efecto de continentalidad (menos idoneidad tierra adentro) y no coexiste con la distribución del boj. Por lo tanto, los bojes situados en áreas con condiciones climáticas menos favorables para el insecto (es decir, tierra adentro y elevada altitud) estarían a salvo de una defoliación severa. Además, se prevé que el cambio climático mitigue el impacto de las plagas en algunas regiones, como sucede con otras plagas forestales (Ims et al., 2008; Johnson et al. 2010).

Finalmente, es necesario cuestionar cuál será el futuro de *C. perspectalis* en las áreas invadidas. Cuando *C. perspectalis* impacta los bojes, su viabilidad podría verse comprometida debido a la escasez de alimentos a la vez que sufrir las consecuencias de una reducción de área climáticamente idónea. Esto podría conducir a una disminución fatal en la población del insecto o a una relación cíclica entre la defoliación-rebote del boj y la dinámica de la población del insecto.

Comprender las fases de invasión en el área de afectación es fundamental para diferenciar los procesos de dispersión e impacto. Encontramos que un alto efecto climático impacta marcadamente el proceso, lo que indica que en algunas áreas donde la especie podría diseminarse, su impacto puede verse mitigado debido a la presencia de condiciones climáticas inadecuadas. Esta información es valiosa al diseñar planes de manejo, pero quedan dudas sobre la capacidad de recuperación del boj después de la defoliación. (Canelles et al. 2019).

1.8. *Cydalima* en otras partes de España: evolución de la plaga

- Navarra: En 2015 se detectaron dos focos en Navarra: el primero por expansión desde la cornisa Cantábrica, que afectó a la cuenca del Bidasoa (vertiente cantábrica navarra); y el segundo, directamente en la cuenca de Pamplona, presumiblemente por importación de lotes de boj ornamental infestados. En 2018 la plaga ya había defoliado la totalidad de los escasos bojedales de la vertiente cantábrica de Navarra, mientras que el foco de la cuenca de Pamplona se había mantenido dentro de la ciudad. Un año después se registraron defoliaciones del 100% en muchos de los bojedales entre Pamplona y el límite con el País Vasco. Aunque fue en 2018 cuando

se empezaron a detectar pequeñas cantidades de mariposas en el Pirineo navarro y aragonés (mediante trampeo con feromonas), la velocidad de avance de las defoliaciones fue más lento. El Gobierno de Navarra ha encargado a la guardería de medio ambiente una recogida de semillas de bojedaes vulnerables al cambio climático enmarcados en el proyecto Life Nadapta. Si se completa ese banco de semillas, puede asegurar una reserva de semillas de gran diversidad y valor genético, en caso de una evolución muy negativa de la plaga en estos bojedaes tan vulnerables (Santesteban et al. 2021).

- Islas Baleares: En el archipiélago balear se localiza el *Buxus balearica*. Lam., especie endémica del mediterráneo occidental presente únicamente en España (Baleares y Andalucía), Argelia y Marruecos. Se trata de una especie que está incluida dentro del Catálogo Balear de Especies Protegidas en la categoría “Especial Protección”. Esta especie ha disminuido drásticamente su distribución a causa del cambio climático y la actividad humana (Lázaro y Traveset, 2006). Las primeras detecciones de *Cydalima* fueron en la Sierra de Tramontana y en la isla de Cabrera, territorio donde ocupa principalmente su ámbito natural. En 2021 el Servicio de Sanidad Forestal de Baleares se encargó de realizar la valoración de nivel de presencia y nivel de daños de acuerdo con la clasificación de la Generalitat de Catalunya. Obtuvieron unos resultados bastante buenos en los que en general los daños por *Cydalima* eran de baja intensidad en todas las localizaciones (nivel 1) a excepción de algún boj concreto (nivel 2). Respecto a la presencia del insecto, bajo en todas las localizaciones a excepción de las zonas de torrentes debido a la mayor idoneidad de las condiciones climáticas (alto nivel de humedad y temperaturas suaves) en los que se categorizaban los bojes como nivel 3.
- Aragón: En el área pirenaica, prepirenaica y en el Maestrazgo turolense, el boj es una especie fundamental en todo tipo de formaciones vegetales leñosas y cumple un importante papel como creador y protector de suelo, entre otras funciones ecosistémicas. Los registros indican a priori la progresión desde las poblaciones asentadas en el Prepireneo de Navarra, que se ve favorecida por los vientos dominantes de componente oeste. La Depresión Intrapirenaica (Canal de Berdún) parece actuar como corredor oeste-este y eje de dispersión. La detección de un imago en el alto Pirineo central muy cerca de la frontera francesa (Somport) puede indicar que la especie también esté progresando desde los núcleos densos y bien establecidos del Pirineo francés, en los valles de Aspe y Ossau, a pesar de lo elevado de las crestas fronterizas. En este caso, el trasiego turístico y de mercancías puede estar facilitando el salto desde la vertiente gala. La mayor densidad de adultos y fechas más tempranas detectadas en el norte de Zaragoza, según los datos analizados hasta 2020, puede indicar una colonización más temprana o más intensa de las áreas lindantes con Navarra del Prepireneo, frente a las menores densidades registradas a priori en el límite provincial altopirenaico (valle de Ansó). Esto sugiere una expansión progresiva con preferencia por las bojedaes submediterráneas, en altitudes

entre 600 y 1.000 m, al menos en la primera fase de la colonización. (Hernández, Lois et al. 2020)

- Resto de Cataluña: La superficie total de boj en Cataluña es de 1.106.956 ha, de las que 538.058 ha (48%) que comprende son de mayor abundancia y dominancia del boj. Según los estudios realizados en 2022 por los agentes rurales del Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural de la Generalitat de Cataluña, la plaga durante el año 2022 continuó con la tendencia de propagación en dirección predominante suroeste desde el foco inicial (Garrotxa), aunque con una velocidad de propagación significativamente inferior, y sin sobrepasar los límites de las comarcas ya afectadas al frente de adelantamiento. En los siguientes mapas de Cataluña se visualiza la evolución de la plaga en el intervalo 2018-2022 (Figura 18).

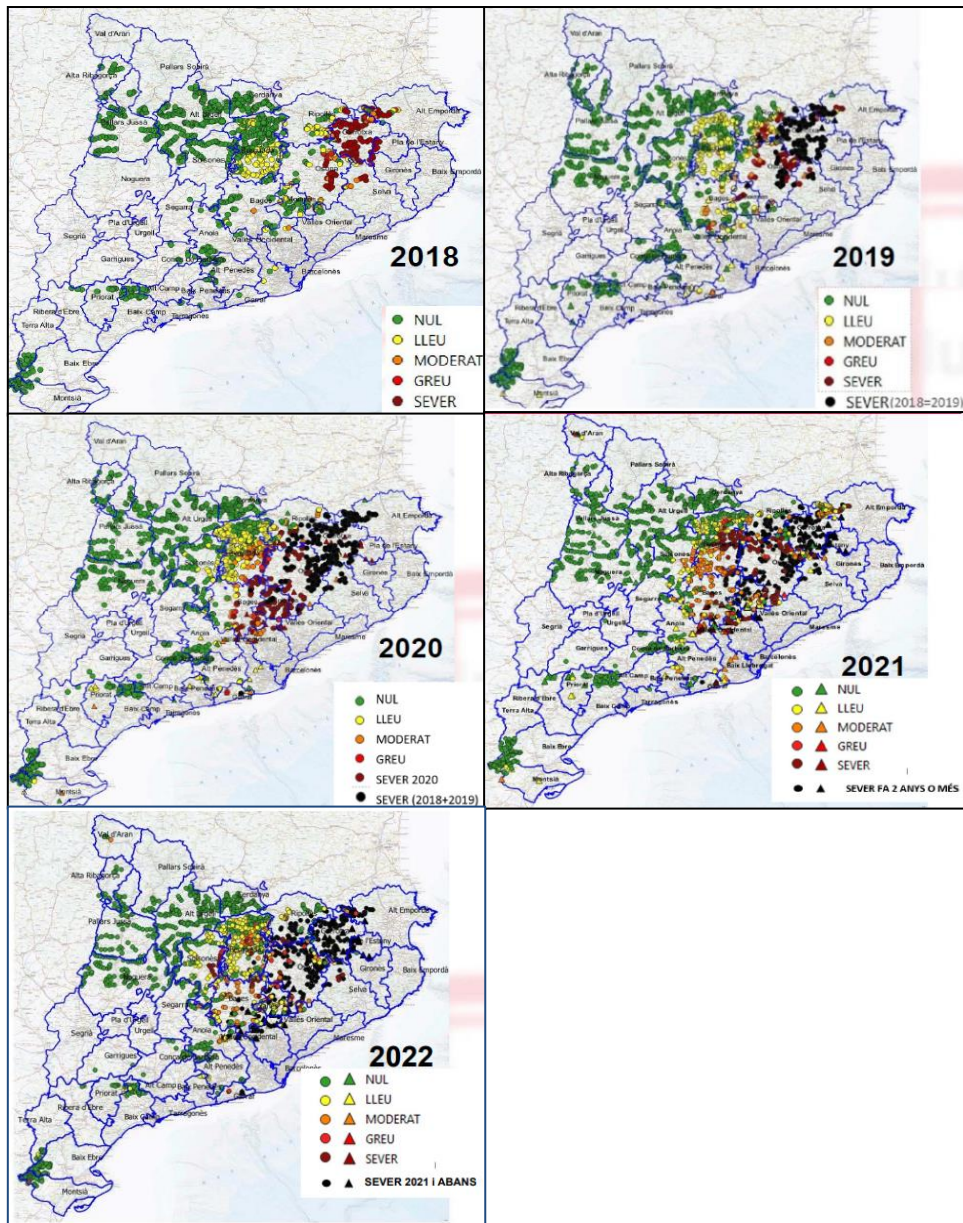


Figura 18. Afectación de *Cydalima perspectalis* en Cataluña en el periodo 2018-2022. Fuente: Departament d' Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural. Generalitat de Catalunya.

En las gráficas siguientes (Figura 19) se traduce en números el territorio de afectación de Cataluña. Se ve reflejado un notable empeoramiento del estado del boj en los 5 años de análisis. Se pasa de tener un 71% de los individuos muestreados con una categoría de afectación nula, y un 12% como severa en 2018, a obtener un empeoramiento fitosanitario en 2021 en el que tan sólo el 45% de los ejemplares se mantienen intactos de la plaga con un ascenso en un 33% de la severidad de daño. El año 2022 se mantiene parecido al anterior con una ligera mejoría en el estado de los bojes. La cantidad de bojes en estado severo y moderado desciende dos puntos con respecto a 2021 y pasa a haber más individuos en estado leve, manteniendo el mismo porcentaje en el estado nulo. No obstante, los datos continúan siendo preocupantes con unos niveles de afectación muy altos y generales.

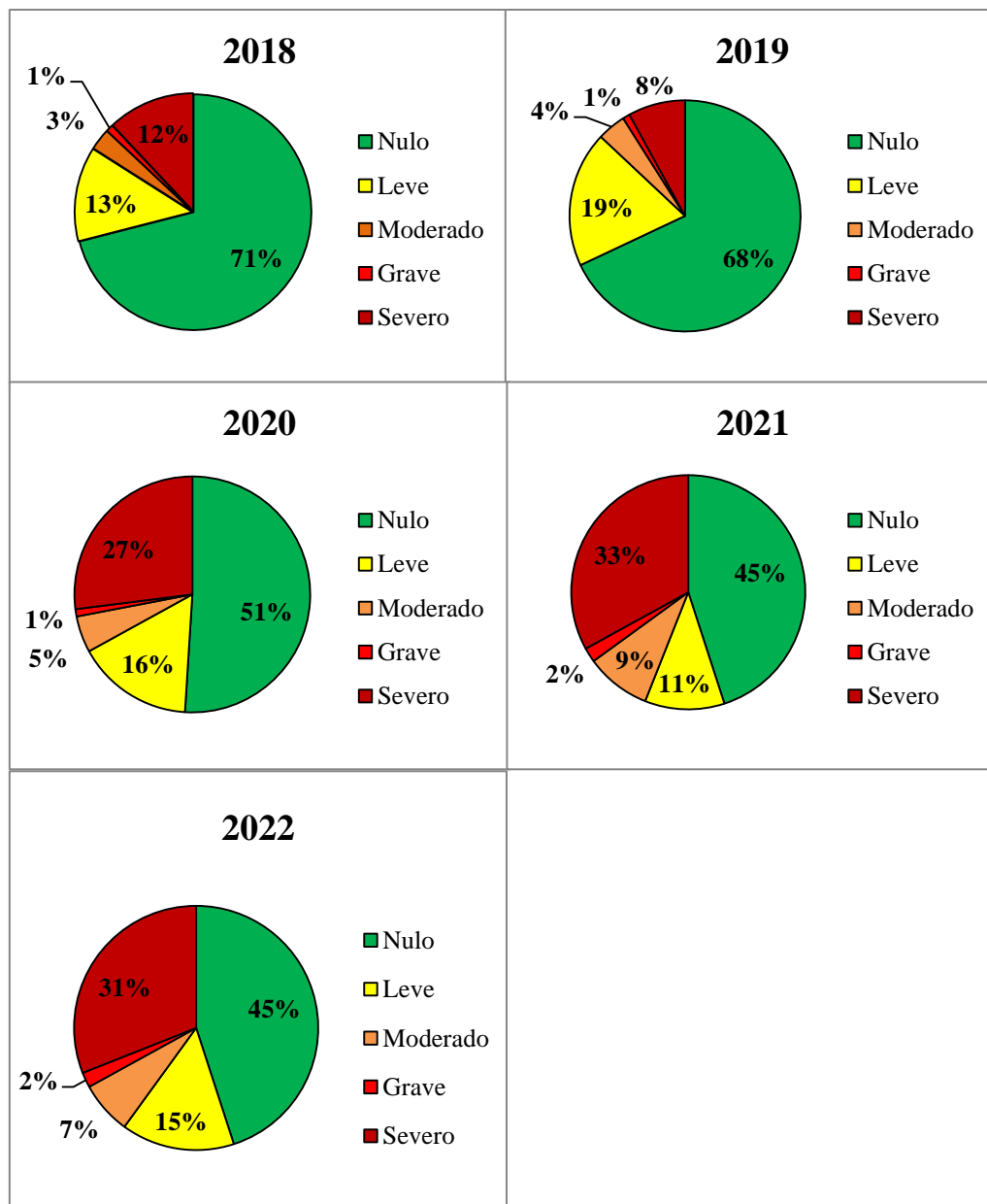


Figura 19. Afectación de *Cydalima perspectalis* en Cataluña en el intervalo 2018-2022.
Fuente: Departament d' Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural. Generalitat de Catalunya

Además, se ha considerado numéricamente las hectáreas (ha) de superficie de boj atacadas por *Cydalima* cada año (Tabla 2). Se puede ver que el nivel de afectación es cada vez más alto cada año. En tan sólo 5 años, se ha aumentado un 21% de territorio afectado alcanzando casi una quinta parte de la superficie total de boj en Cataluña (17%).

Tabla 2. Estimación de la superficie afectada de boj por *Cydalima*. Generalitat de Catalunya

	ha afectadas	Porcentaje (%)	
2018	67.639	12	
2019	109.914	20	↓ +8%
2020	151.779	28	↓ +8%
2021	169.463	31	↓ +3%
2022	180.822	33	↓ +2%

Fuente: Departament d' Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural. Generalitat de Catalunya

2. OBJETIVOS

El objetivo principal es caracterizar y analizar cuantitativa y cualitativamente la evolución de las poblaciones de *C. perspectalis* en el Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny a través del análisis de la serie de datos disponible entre 2019-2022 en las dos estaciones de seguimiento:

- El altiplano de La Calma
- Hayedo de Collformic

Los objetivos específicos incluyen:

- Conocer la distribución y densidad poblacional de la especie
- Caracterizar el hábitat de las estaciones de muestreo
- Determinar sus preferencias bióticas y abióticas
- Valorar cómo afecta al resto del ecosistema del Parque mediante el análisis comparativo del estudio: “La cartografía digital de la distribución del boj en el Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny” efectuada por el botánico Gerard Pié, con la distribución actual de 2022 atendiendo al nivel de afectación efectuada por *Cydalima*.
- Evaluación del esfuerzo de realización del seguimiento

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Determinación del área de estudio

El estudio está comprendido en la parte oeste-central del parque, en la zona del Pla de la Calma, a 1.200 metros y Collformic, a 1.140 metros (Figura 20).

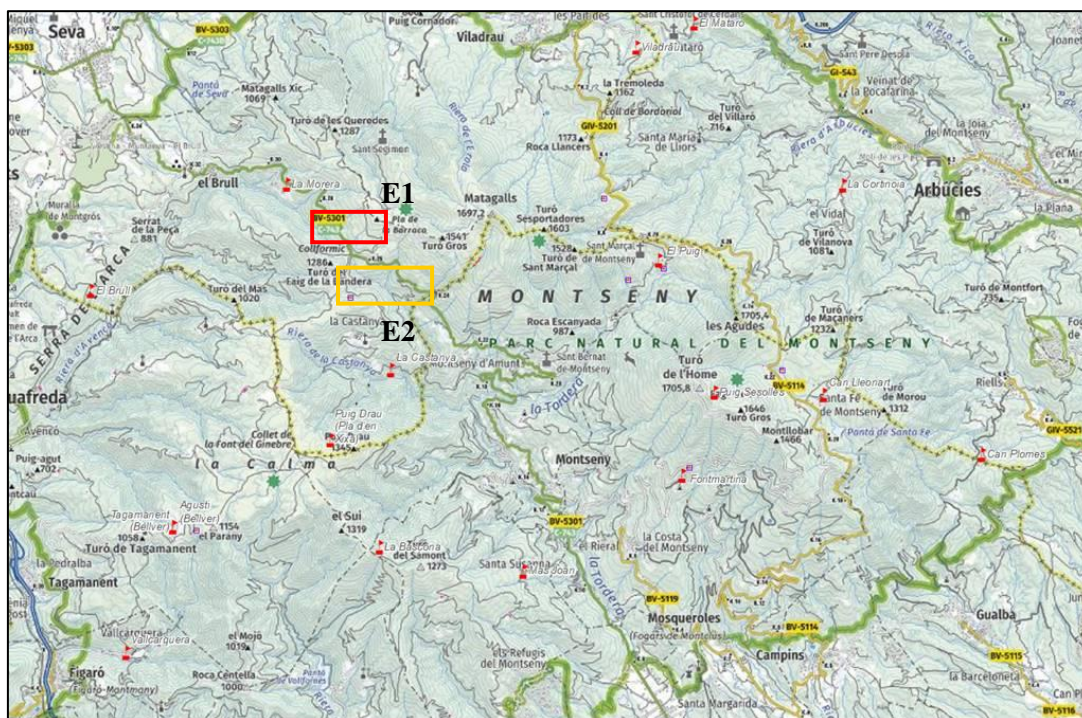


Figura 20. Localización de las dos estaciones de seguimiento. E1 estación de Collformic y E2 estación del Pla de la Calma. Fuente: elaboración propia en base a la base topográfica 1:50.000. ICGC

El Pla de la Calma (Figura 21) es un extenso submacizo situado a poniente del Montseny. Sus valles oscuros y escondidos y la plana que lo culmina le dan una peculiar singularidad. Los sectores elevados del Pla de la Calma, situados entre 800 y 1.300 m de altitud, forman una altiplanicie basculada hacia el SW, restos de una antigua superficie de erosión labrada sobre el antiguo macizo paleozoico. La litología dominante son las pizarras micacíticas de edad paleozoica, fuertemente plegadas y muy erosionables, junto con su variante metamorfica (filitas y cornubianitas).

La pluviometría media anual en el Pla de la Calma se sitúa en torno a 850-950 mm y la temperatura media anual entre 9 y 10°C, frente a los 1.000-1.100 mm y 7-8°C del sector oriental (Turó de l'Home-Matagalls). La mayor parte del Montseny y extremo sur del Pla de la Calma registra un régimen pluviométrico estacional de influencia litoral con déficit hídrico en verano, sin embargo en el extremo norte del Pla de la Calma ya es perceptible cierta continentalidad con déficit hídrico en invierno (Salvà et al. 2012).



Figura 21. El Pla de la Calma, a 1.185 metros, muestreo de los ejemplares de boj (16/11/2022). Fotografía: Alba Romero

La otra estación, la Fageda de la Cortada (Figura 22) es un bosque de hayas (*Fagus sylvatica*) situado a 1.140 m del nivel del mar, cerca de Collformic (que conecta los submacizos del Pla de la Calma y Matagalls). Se encuentra en una zona de transición entre un hayedo en la umbría y los prados pastados característicos del Pla de la Calma. La mitad de la parcela está compuesta por matorral de enebro (*Juniperus communis*) y boj (*Buxus sempervirens*), acompañado por algunas encinas (*Quercus ilex*), mientras que la otra mitad está dominada por el hayedo con sotobosque de boj.



Figura 22. Fageda de la Cortada en mayo 2019. Fotografía: Gemma Pascual

Las dos estaciones de muestreo portan las trampas de feromonas sexuales hembra de *Cydalima perspectalis*. Ambas estaciones tienen un componente climático distinto, por lo que en cada estación se ha decidido colocar una serie de 4 trampas con una distancia de 100 metros entre ellas con el fin de realizar el conteo y el análisis de la presencia de la mariposa atendiendo a la ubicación geoestratégica de estudio. La estación 1 (Figura 23) se encuentra en el hayedo de la Fageda de la Cortada, en Collformic, con las

trampas distribuidas de forma lineal, mientras que la estación 2 (Figura 24) en el altiplano del Pla de La Calma con las trampas distribuidas en cuadrado (Tabla 3).

Tabla 3. Estaciones de muestreo en el estudio

Estaciones de muestreo			Coordenadas ETRS 89 Huso 31		Sistema de trampeo
	Código de la estación de seguimiento	Nombre	X	Y	
Estación 1	13-XV-Cp	Fageda de la Cortada (Collformic)	445560	4627919 (aprox.)	Lineal
Estación 2	14-XV-Cp	Pla de la Calma	445452	4626850	Cuadrangular



Figura 23. Foto aérea del muestreo de la estación 1



Figura 24. Foto aérea del muestreo de la estación 2

Fuente: Juan Carles Ferriz Vila

Para el análisis de la situación de la afectación del boj en las estaciones de estudio se procede a realizar un muestreo del área de trampeo mediante un muestreo circular tomando un valor perimetral de 5 metros de radio desde la trampa (punto de referencia). El objetivo del muestreo consiste en analizar el estado de conservación, la altura del matorral, su número de pies, el perímetro del pie más grande y el conteo de los rebrotes, su tipología de longitud y posición en el arbusto. También identificamos la presencia de partes muertas en el arbusto y otras alteraciones como puede ser la afectación de la corteza y el vigor del arbusto. Escogemos este tipo de muestreo aleatorio ya que resulta más cómodo a la hora de la valoración y comprende una estimación más real de los datos obtenidos del trampeo de cada punto.

COLLFORMIC (Estación 1) 1.140 metros, orientación N 20°

En esta estación la presencia de *Cydalima* ha sido devastadora y las poblaciones de boj se han visto muy afectadas. Sin embargo, se ha visto rebrotar las poblaciones de boj localizadas en el hayedo de Collformic de manera bastante exitosa. Es por ello que el conteo de rebrotes en esta estación ha sido muy relevante para conocer la capacidad regeneradora del boj.

PLA DE LA CALMA (Estación 2) 1.185 metros, orientación SW 140°-220°

Los individuos de esta estación se encuentran sin apenas daños. En este caso realizaremos una evaluación del vigor y frondosidad del arbusto. Para ello se ha analizado: su estado de conservación, la altura del matorral (Figura 25), su número de pies, el perímetro del pie más grande, el diámetro y el volumen del arbusto (frondosidad). Para la determinación de éste último se procede a hacerlo mediante la medida DAP (Diámetro a la Altura del Pecho (método forestal de referencia estándar)), que se mide a 1,30 metros del suelo. Además, se ha determinado la capacidad de regeneración del área de estudio de la estación 2 mediante el conteo de plántulas germinadas dentro del área radial. El punto de referencia para acotar el radio es la trampa Funnel. Se ha estimado el carácter de la plántula fijando como límite de crecida 5 cm de diámetro del tronco y 30 cm de altura. Si dicho individuo lo supera, será valorado como boj pequeño y no como plántula.



Figura 25. Medición de la altura de un ejemplar de boj en la trampa 4 en E2. Imagen de Alba Romero

A continuación en la Tabla 4 se exponen los criterios de valoración que se han decidido analizar acerca del estado de conservación del boj y otros parámetros de identificación de los rebrotes o las partes muertas:

Tabla 4. Pautas de reconocimiento del estado del boj

<p><u>Estado de conservación:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 0. Sin daño 1. Indicios de afectación (=defoliación) 2. Afectación severa 3. Totalmente defoliado 	<p><u>Tipología de los rebrotes:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sésil (< 5 cm) 2. Monoramificados (entre 5 y 10 cm) 3. Monoramificados (> 10 cm) 4. Pluriramificados (más de una rama)
<p><u>Partes muertas:</u></p> <p>a) Tronco b) Tronco secundario c) Ramas</p>	

Estado de conservación: Se comprueba el estado del boj y se clasifica en 4 categorías dependiendo del grado de defoliación y de la presencia o no de larvas atendiendo al *Protocolo* antes mencionado (nombrado en el punto 1.5. en la pág. 21) con una pequeña modificación. Dado que está pensado realizarlo en invierno, se tiene en cuenta el factor de orugas “invernantes”. Por tanto, las categorías a utilizar son las siguientes:

0. **Sin daño.** Boj verde o rojizo con hoja y sin presencia de orugas invernantes
1. **Indicios de afectación.** Boj verde o rojizo con hoja y con presencia de orugas invernantes o boj con hojas secas o sin hojas en una tercera parte o menos de su masa foliar
2. **Afectación severa.** Boj con hojas secas o sin hojas en más de un tercio de su masa foliar pero sin llegar a la defoliación total y con presencia de orugas invernando
3. **Totalmente defoliado.** Boj totalmente seco con hojas secas o sin hojas

3.1.1. Climatología

- Selección de las estaciones meteorológicas

Atendiendo a las condiciones meteorológicas en relación al ciclo biológico de *Cydalima*, analizamos si hay existencia de una posible correlación entre las precipitaciones y las temperaturas medias por mes y el número de capturas. Se ha tenido como referencia la estación meteorológica más próxima a la estación de trampeo (Tabla 5) así como sus similitudes climatológicas en cuanto a orientación y altitud (Figura 26).

- Para la estación 1 de Collformic, situada a 1.140 metros sobre el nivel del mar, nos basamos en la estación de La Morera ubicada en el municipio el Brull, a 882 metros.
- Para la estación 2 del Pla de la Calma, localizada a 1.185 metros, se coge como referencia la estación meteorológica de Tagamanent (Bellver) a 1.030 metros de altitud.

Tabla 5. Coordenadas de las estaciones de seguimiento

Nombre	X	Y
La Morera	444392	4629149
Tagamanent	442041	4621988

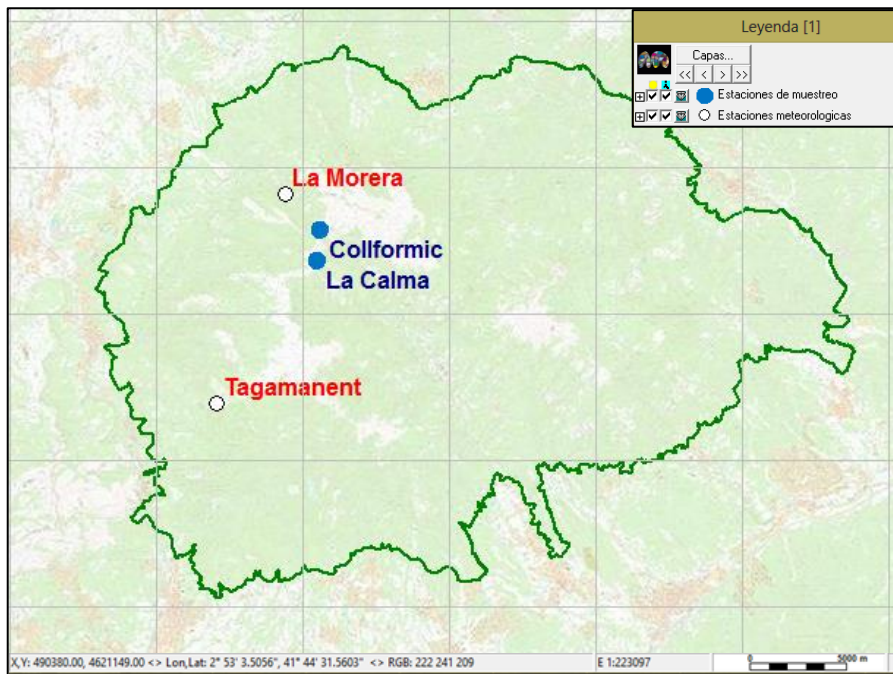


Figura 26. Mapa de situación de las estaciones de seguimiento y las estaciones meteorológicas.
Elaboración propia



Figura 27. Estación meteorológica de La Morera (izq.) y de Tagamanent (dcha). Fuente: P.N y R.B. del Montseny

3.2. Aplicación del método de manejo de la plaga

La temporada de trapeo se inicia el 15 de mayo y acaba el 15 de noviembre. Intervalo de los 2 ciclos vitales más agresivos, ya que durante las épocas frías del año la oruga se encuentra en estado de hibernación. Cada temporada se pueden llegar a contar de 800-1200 individuos por trampa (según año), vaciando éstas una vez por semana durante el episodio de trapeo. El seguimiento poblacional se realiza utilizando trampas de tipo Funnel con un difusor de feromonas sexuales (Pherobank). La duración de la feromona es de aproximadamente 45 días.

En cada estación se colocan 4 trampas de feromonas. Tanto si se instalan de manera lineal (Figura 23) o cuadrangular (Figura 24) en el bojedal, es necesario que mantengan una separación de unos 100 metros entre ellas.

Si es posible, las trampas se colgarán a una altura de 1,70 metros desde el suelo y deben ir con etiquetas informando de que son parte de un seguimiento de carácter oficial y poniendo un teléfono de contacto. Es muy importante que las trampas queden alejadas de puntos de luz artificial y fuera de espacios en los que puedan sufrir desperfectos. Cada trampa porta un código específico y se georreferencia. Los datos de conteo de cada trampa se introducen en el portal ArcGIS Survey 123 para conocer y sincronizar los datos de todas las estaciones en el visor ArcGIS 123. De cara a poder comparar los resultados es importante que en el momento del cambio de feromonas todas las estaciones de control estén sincronizadas. Las trampas y los difusores de feromonas las proporciona el Servicio de Sanidad Vegetal del DARP. Es considerable mantener las feromonas a temperatura baja (nevera) antes de su utilización.

El calendario de trapeo que se ha realizado en el P.N. del Montseny desde la primera campaña de seguimiento hasta el último año que hay datos (intervalo del 2019-2022) se puede consultar en el ANEXO 2.

3.2.1. Frecuencia de revisión de trampas

Las trampas se revisan con una frecuencia semanal y siempre que sea posible, el mismo día de la semana. Sin embargo, excepcionalmente, en aquellas estaciones donde aún no ha llegado la mariposa, o que por el momento no se hayan observado daños en los bojés, para rebajar el esfuerzo de muestreo se podrá hacer una revisión quincenal mientras no haya capturas. A partir del momento en que se produzca la captura de algún individuo de esta especie invasora, la periodicidad de la revisión de las trampas pasará a ser semanal.

Es recomendable que esta revisión la haga siempre la misma persona. En cada revisión es necesario comprobar el correcto funcionamiento de la trampa y anotar cualquier incidencia relativa a su funcionamiento.

3.2.2. Registro de los datos obtenidos

Cada estación tiene una persona responsable que vela para que el seguimiento se realice según el protocolo establecido. Esta persona, en nuestro caso Juan Carles Ferriz Vila, actúa de enlace con la coordinadora del seguimiento del P.N. del Montseny, Gemma Pascual Fabrellas. Este protocolo es seguido por toda la red de parques de Cataluña, cuyo coordinador general es Emili Bassols.

En cada visita se hace un conteo de los machos capturados. En momentos de máxima explosión demográfica de la mariposa, la trampa puede quedar llena dificultando el conteo. En ese caso, no se cuentan in situ, si no que se recogen en una bolsa. Se pone la bolsa al congelador, y a la mañana siguiente se hace el contaje.

La persona responsable en cada estación de seguimiento anotará en el apartado de observaciones cualquier aspecto que considere relevante tanto para hacer la dinámica poblacional de la especie a lo largo del año, la presencia de orugas o la evolución de los daños sobre el bojedal, como las propuestas de mejora del presente protocolo para las próximas ediciones.

3.3. Trabajo de campo. Geolocalización del *Buxus sempervirens*

Para llevar a cabo la valoración de la afectación de *Cydalima* en el resto del territorio del Parque ha sido imprescindible trabajar con el programa cartográfico Miramon. Se trata de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y software de teledetección que permite la visualización, consulta, edición y análisis tanto de capas ráster (imágenes de teledetección, ortofotos, modelos digitales del terreno, mapas temáticos convencionales con estructura ráster, etc.) como de capas vectoriales (mapas temáticos o topográficos que contengan puntos, líneas o polígonos, etc.), o de servidores WxS, así como su creación. Gracias a este sistema se ha podido ejecutar la creación de mapas y el

procesamiento de la información obtenida. Asimismo, se ha trabajado también con la aplicación cartográfica para el móvil OruxMaps, la cual realiza la gestión de mapas offline y online mediante servicios WMS para dispositivos con sistema operativo Android. Su uso preferente en dispositivos móviles está orientado a excursionistas, ciclistas y navegantes deportivos y ha sido clave para la georreferenciación y geolocalización del boj en el parque natural.

La utilización de estas dos herramientas ha sido esencial para el análisis comparativo del estudio “La cartografía digital de la distribución del boj en el Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny” realizada en 2019 por el botánico Gerard Pié (Figura 28). Esta cartografía documenta el estado de afectación de los boj es por zonas por *Cydalima* basándose en el *Protocolo de seguimiento del grado de afectación de los boj es* de la Red de Vigilancia de *Cydalima* de la Generalitat.

Sirva dicho trabajo como soporte para identificar el grado de afectación actual del arbusto y compararla con la situación previa en 2019 en aquellas áreas estudiadas.

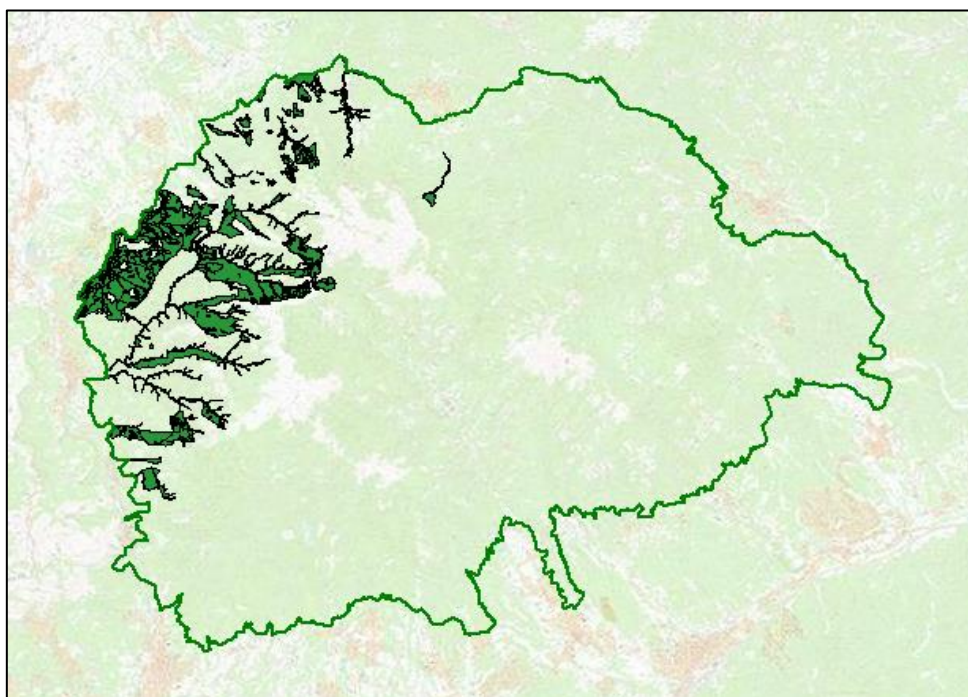


Figura 28. Área de distribución del boj en el P.N.-R.B. Montseny. Fuente: cartografía elaborada por Gerard Pié

El esfuerzo en la revisión del estado de los boj en aquellas áreas de distribución ha resultado bastante eficiente ya que se ha empleado como material complementario la cartografía de red de caminos (principales y secundarios) del Parque, realizado por el cartógrafo y guarda forestal del parque Luis López López. De manera estratégica para optimizar el tiempo, se ha aprovechado esta red de caminos y pistas forestales para transitar por aquellas áreas coincidentes con el arbusto. Posteriormente se ha tomado como punto georreferenciado aquel boj que se ubicase dentro del área de muestreo y

que se encontrara en una fase de afección que fuera representativa con el resto de individuos de la misma zona, incluyendo en la descripción de dicho punto el estado de afectación por *Cydalima* (situación de estado 0 a 3). Después se le ha adjuntado una foto del boj geolocalizado con el punto marcado en el mapa para ratificar la información recolectada durante el trabajo de campo. Los puntos están divididos en los 3 días de muestreo (14-15 y 16 de diciembre del 2022).

Con el fin de elaborar la cartografía digital de la presencia de boj en el Montseny se han seguido tres pasos:

1. Recopilación previa de la información acerca de la distribución del boj en el Montseny. Principalmente se ha rescatado la información de campo recogida en el estudio cartográfico de Pié (2019). También se ha recurrido a la cartografía de las pistas y senderos del parque para conocer la accesibilidad con el coche de las áreas de estudio
2. Trabajo de campo. Utilizando los mapas generados en la primera fase y con la ayuda del GPS se han marcado aquellas áreas con presencia de boj, recogiendo información de puntos y polígonos. Los puntos se han usado para marcar los boj muestreados y los polígonos señalan las áreas más o menos extensas en las que la especie está presente. En ambos casos, se ha recogido información del estado de afectación de *Cydalima perspectalis*.
3. Elaboración de la cartografía. Con la información recogida en el campo, se ha elaborado una base de datos con la información de los puntos y polígonos. El software usado es MiraMon y el datum usado, ETRS89. El resultado final es una base de datos con 2 capas:
 - Boj_pol_22: conjunto de polígonos con presencia de boj, categorizado en función de su nivel de afectación. Contiene un total de 24 polígonos, de los cuales: 5 se encuentran en la fase 0; 3 en la 1; 14 en la 2; y 2 en la 3 (de acuerdo al Protocolo 2 de la Red de Vigilancia de la Generalitat de Catalunya).
 - Boj_puntos: conjunto de puntos con presencia de boj. Contiene un total de 71 puntos.

3.4.Métodos estadísticos

Para el tratamiento estadístico de los datos recolectados se ha empleado el programa estadístico SPSS 15.0 para Windows mediante el cual se ha aplicado un análisis de varianza (ANOVA) del número de individuos capturados en la serie 2019-2022 (desde año que se tiene registro hasta el último año de datos).

Para ello se ha efectuado la prueba de homogeneidad de varianzas y comparación de medias al 95% de confianza teniendo en cuenta el grado de significación de los

individuos capturados relacionándolos con: los diferentes años, las semanas, las distintas trampas y las dos estaciones.

Se ha realizado la prueba de comparación de medias basándose en el test DMS (Mínima Diferencia Significativa). Se ha decidido escoger este test estadístico debido a que se tiene un tamaño de muestra grande y se quiere la mayor rigurosidad posible.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis gráfico según las capturas recogidas en el intervalo 2019-2022

A continuación se va a explicar la evolución de la plaga *Cydalima perspectalis* (Figuras 29 y 30) mediante la representación de la curva de vuelo durante los años que se ha tenido registro: desde el año 2019 hasta el 2022. Los valores están agrupados según el seguimiento: por semanas y estaciones (E1 corresponde a Collformic; E2 al Pla de la Calma).

El trampeo de *C. perspectalis* está diseñado durante las etapas del ciclo biológico donde la especie se encuentra en fase adulta en forma de mariposa. Sin embargo, la incidencia de *Cydalima* ya se hace presente durante la etapa de larva adulta. La nutrición de las orugas es la que causa la amenaza del arbusto, ya que es tan solo en esta fase biológica cuando se alimentan de las hojas de boj, etapa que encaja con los meses de marzo, abril y mayo (en la primera generación). Las mariposas adultas no provocan daños a la planta ya que no se alimentan de ella al carecer de tracto digestivo. No obstante, al haber más de una generación de *Cydalima* al año (desarrollado en las páginas siguientes), la presencia de larvas activas se mantiene en otros meses además de marzo y abril, como son en julio, agosto, septiembre y octubre (semanas 27-43). Ello muestra la práctica continuidad de la afectación y el desgaste sobre el arbusto en todo el año.

Aunque en los gráficos aparece en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre como número de capturas “0”, no significa que no haya incidencia de la plaga, sino que se encuentra en una fase larvaria distinta y que no está recogida en el trampeo. Estas orugas salieron de la diapausa a principios de marzo y a lo largo de doce semanas fueron completando su desarrollo larvario. Para interpretar correctamente el número de generaciones de adultos habidos a lo largo de estos 4 años de estudio, es necesario tener en cuenta que a lo largo de los años de seguimiento, se ha visto que la duración de una generación, es decir, desde que aparecen los adultos de una generación hasta que nacen los de la siguiente generación, es de entre 10 y 11 semanas, que es el mínimo para acumular suficientes grados-día para completar su desarrollo. Este hecho se plasma muy bien durante el año 2019 en la estación 1, cuyas dos generaciones se encuentran bastante marcadas con una separación de tiempo de 10 semanas. En prácticamente todos los gráficos se puede contemplar que es a partir de junio (semana 24) cuando se inicia la primera generación adultos, emergencia que concuerda con los datos de otros países en los que la mariposa también presenta dos generaciones; es el caso de Corea, Suiza o Alemania (Park 2008; Nacambo et al. 2014); Göttig & Herz. 2017). Esta generación permanece hasta más o menos agosto (semana 31) en la que la mariposa muere, cerrando así el ciclo de la primera generación. No obstante, durante la actividad de la mariposa adulta se realiza la puesta de huevos comenzando así un nuevo ciclo y el principio de una segunda generación. Es por ello que en otoño, durante los meses de septiembre y octubre (semana 35-43), si la generación anterior ha sido muy prolífica, se puede desencadenar una pequeña subida que coincide con el nacimiento de una segunda

generación de individuos adultos. Partiendo de esta premisa y basándonos en las figuras 30 y 31, 2020 responde muy bien ante este hecho. Así, cada pico corresponde a nacimientos de adultos, probablemente a diferentes lugares más o menos cercanos a las estaciones de Collformic y del Pla de la Calma, que se habrían desarrollado a diferentes ritmos en función de si la zona donde han podido crecer tuviera más o menos recursos tróficos y de si las temperaturas fueran más o menos favorables. Con el inicio del invierno, la mariposa comienza su etapa de hibernación durante los meses fríos en forma de oruga o larva joven. Esta fase comprende los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. No será a partir de marzo cuando la oruga retome su actividad comenzando así un nuevo ciclo.

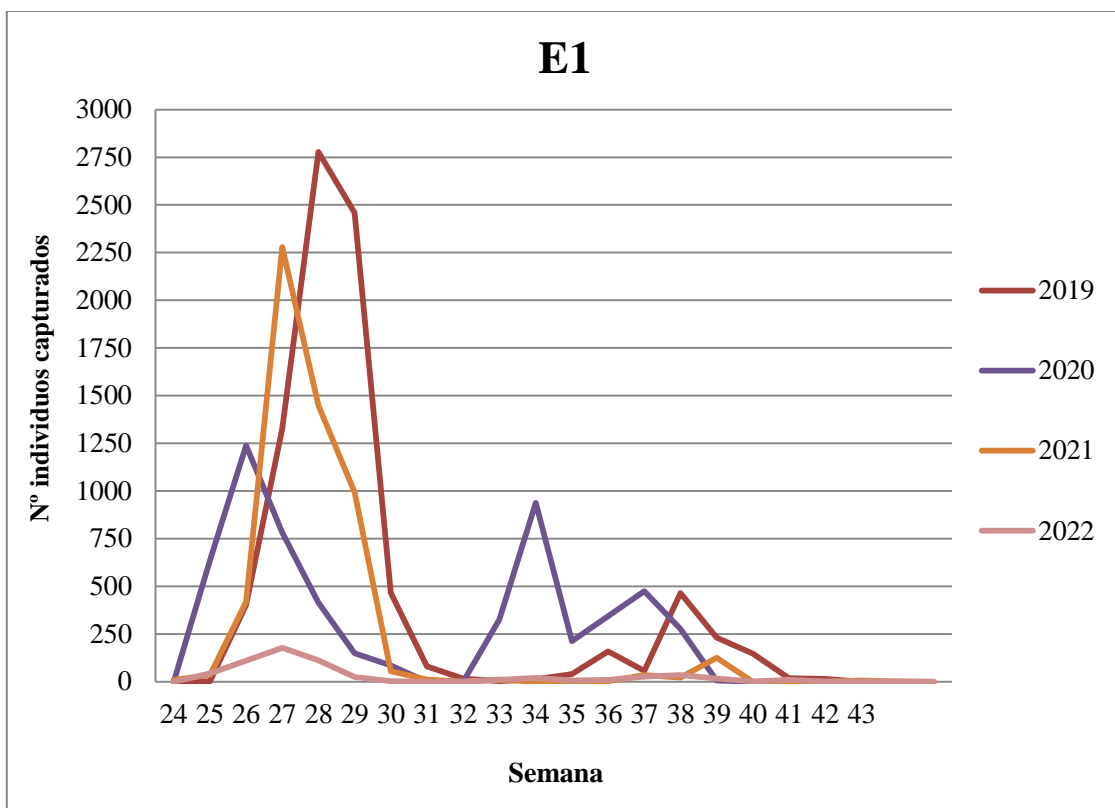


Figura 29. Fenología de *Cydalima perspectalis* en el intervalo 2019-2022 en E1

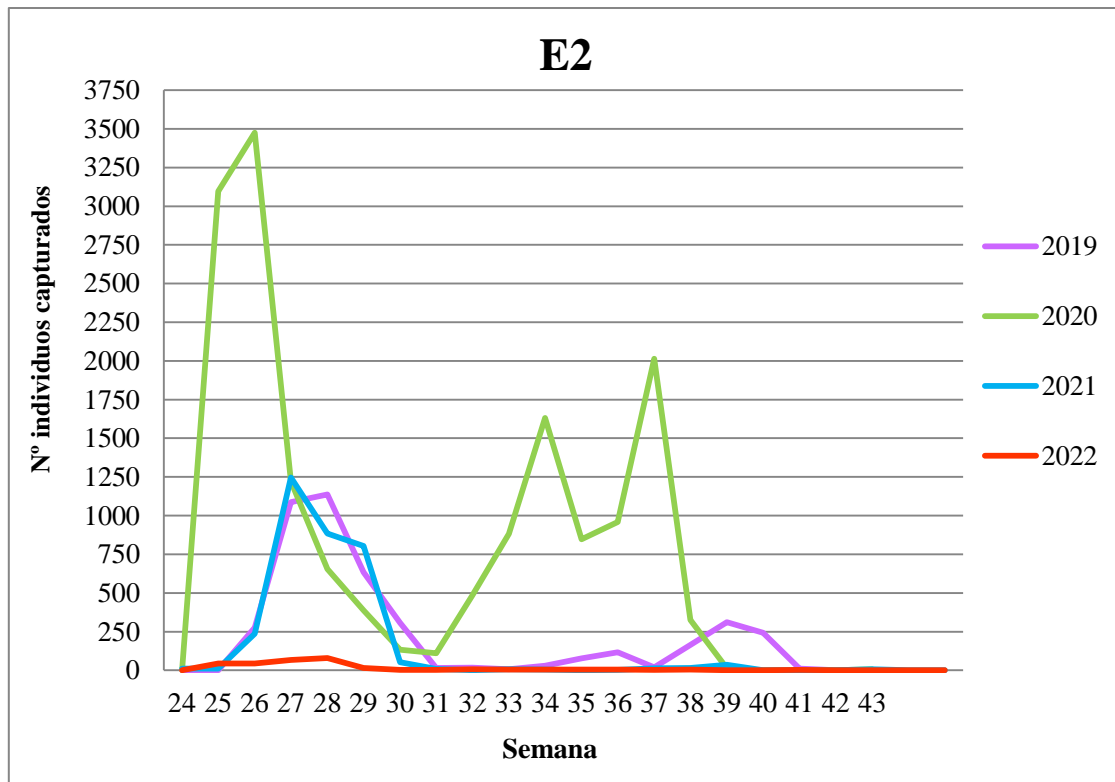


Figura 30. Fenología de *Cydalima perspectalis* en el intervalo 2019-2022 en E2

Atendiendo a las generaciones:

- El gran pico de actividad de las segundas generaciones se producen entre finales de agosto y principios de octubre (semanas 33-43) (Figuras 29 y 30). La mayor parte de las capturas es muy posible que sean de mariposas provenientes de otras zonas de la comarca o de otros lugares próximos con gran afectación (como puede ser del P.N. de la Garrotxa) que, al dispersarse para encontrar alimento, llegan a las zonas de estudio cayendo en las trampas de feromonas. La capacidad de vuelo de los adultos de *C. perspectalis* es elevada y pueden cubrir grandes distancias y extenderse rápidamente en pocos años (Leuthardt et al. 2010).
- La posibilidad de que en una región determinada como es el Montseny el número de generaciones varíe de un año a otro es factible, pero condicionada por el régimen de temperaturas anuales, que es variable, y el fotoperiodo, que es constante (Artola et al. 2018).
- La mayor defoliación en el boj es el resultado de la alimentación de las crías larvarias de la primera generación, mientras que las larvas producidas por la segunda generación se alimentan mucho menos, ya que muchas de ellas entran en diapausa; además, el boj puede estar ya devastado para esa época.

Si nos detenemos a evaluar la incidencia de la mariposa por años:

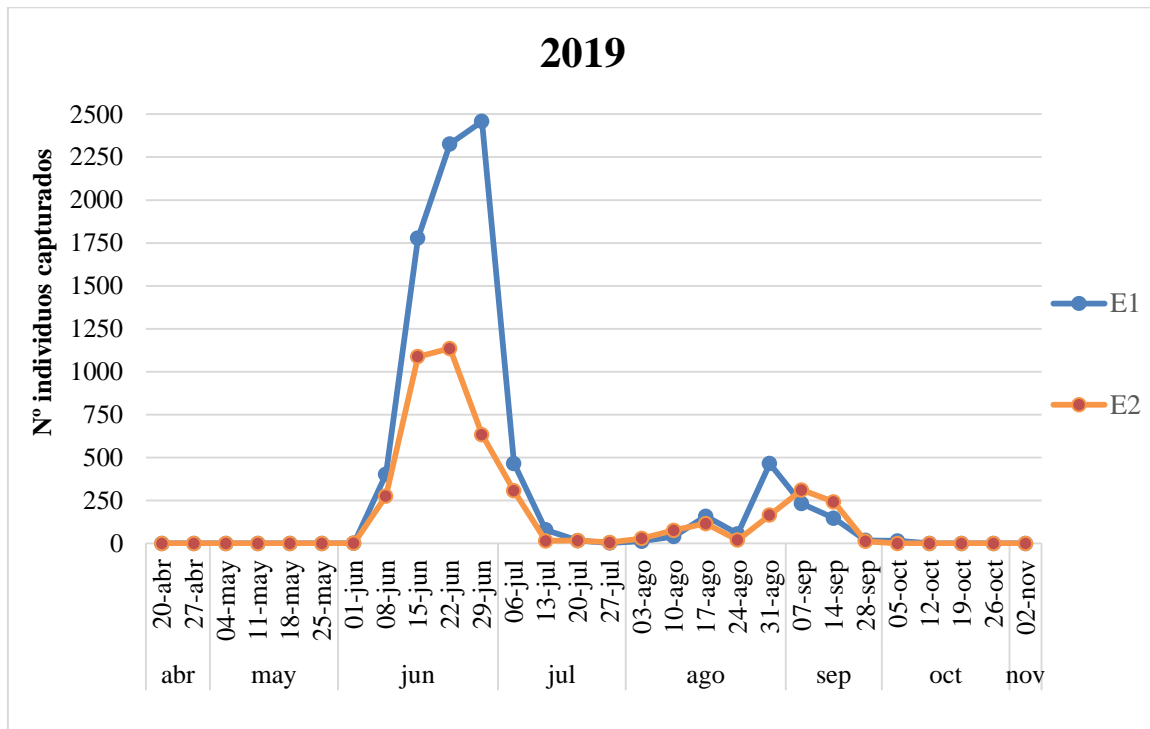


Figura 31. Fenología de *Cydalima* por estaciones de trampeo año 2019

La Figura 31 evidencia de manera muy clara que el punto de máxima abundancia de la plaga en 2019 corresponde con la etapa estival con una incuestionable cima en junio con un recuento total de 10.194 individuos recolectados, de los cuales casi un 70% (68,9%) fueron capturas de la estación de Collformic. Se puede presenciar la existencia de dos generaciones, siendo claramente mayor la primera.

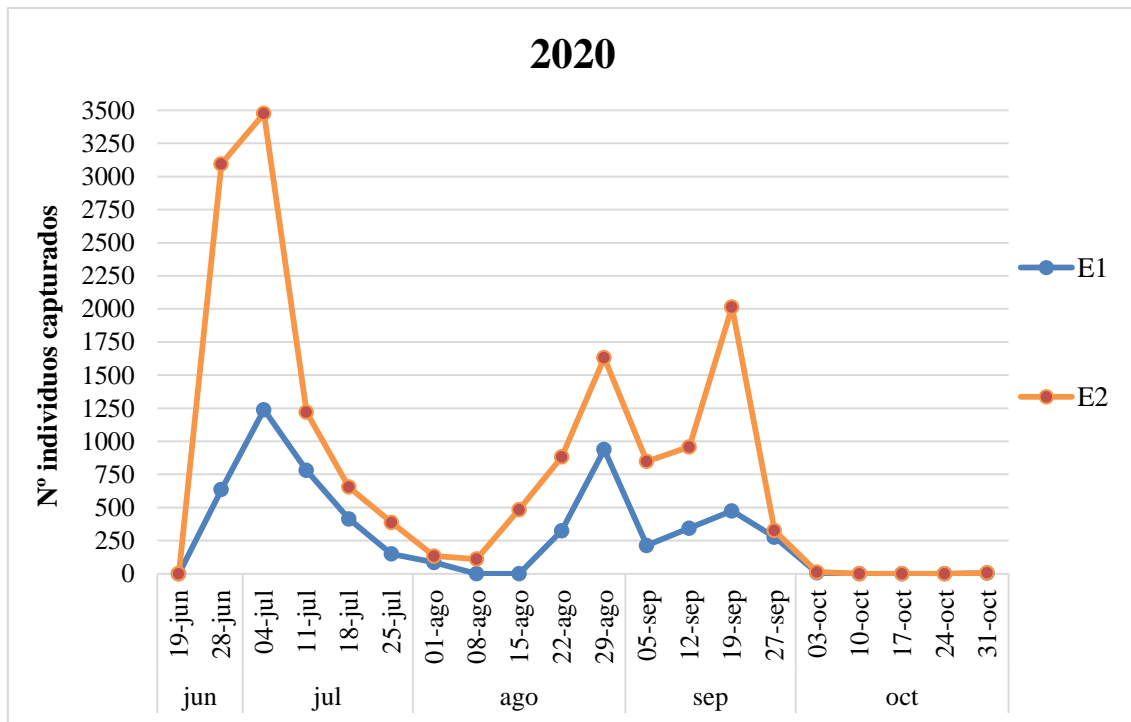


Figura 32. Fenología de *Cydalima* por estaciones de trampeo año 2020

En este año el periodo de muestreo empezó en junio y acabó en octubre debido a motivos del servicio. En la Figura 32 se visualiza de manera muy clara la presencia de dos generaciones, ambas dos siendo bastante abundantes en cuanto a número.

Este año en la estación 2 el número de recolectas fue mayor. No obstante este efecto pudo derivarse a que 2020 fue un año más propicio para la mariposa ya que fue más húmedo de lo normal (desarrollado en el apartado 4.3. *Climatología*). La copiosidad de capturas también se basó en la abundancia de alimento que había en E2, ya que, según los guardas del parque, los bojes de esa zona se notaban sin apenas afectación.

Tanto en la E1 como en la E2 se distinguen dos claras generaciones, casi igual de copiosas la primera que la segunda (2.583 individuos en la primera generación y 1.307 en la segunda de la estación 1 // 5.739 individuos en la primera generación y 4.147 en la segunda de la estación 2). A pesar de haber dos picos durante el segundo período de vuelo de la estación 2, corresponden los dos a una misma generación, ya que no hay tiempo suficiente para completar todo el ciclo desde huevo hasta adulto.

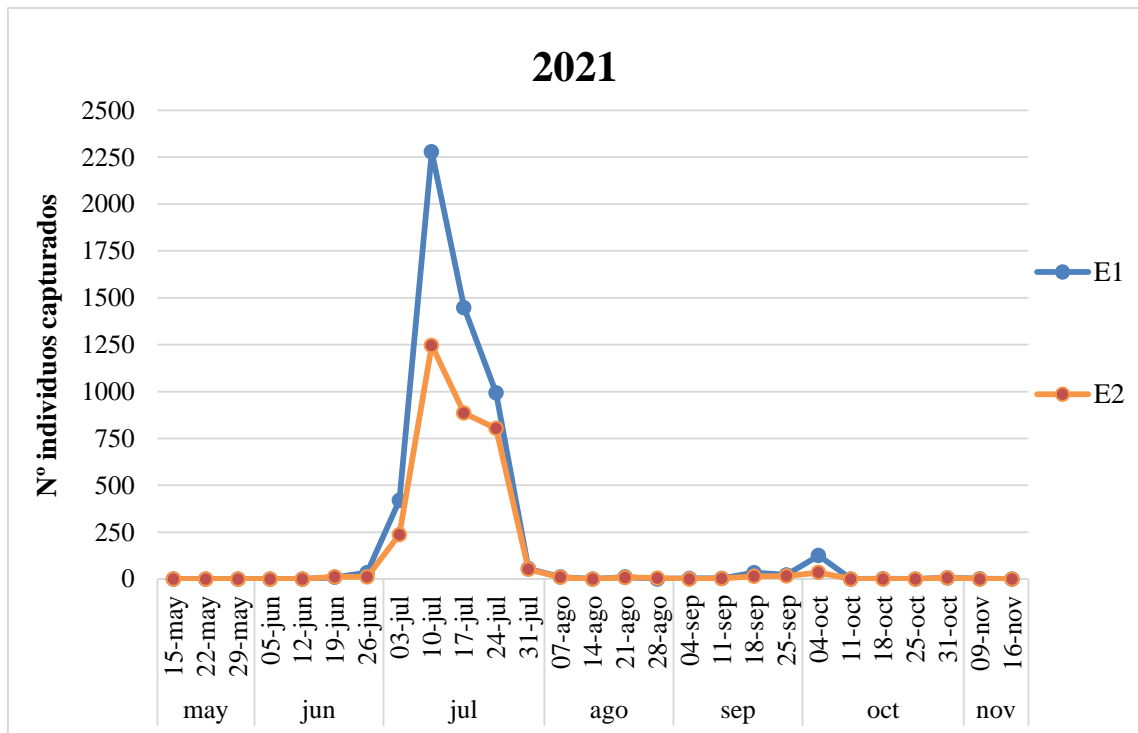


Figura 33. Fenología de *Cydalima* por estaciones de trampeo año 2021

En 2021(Figura 33) hay una clara evidencia de que solo existe una generación, con el punto álgido en julio con un número total de 8.418 individuos capturados en el conjunto de las dos estaciones. La estación de Collformic se mantiene con un mayor número de individuos capturados representando el 61,7% de todas las capturas en julio (5.195 individuos). No obstante, los valores en la E2 también permanecen altos (3.223 individuos).

Durante este año la presencia de una única generación es indiscutible. Se puede tratar de un año muy destructivo y con menor cantidad de recurso de cara a la segunda generación que no ha proliferado. El deterioro del *Buxus sempervirens* se hace notar después de dos años consecutivos de graves daños.

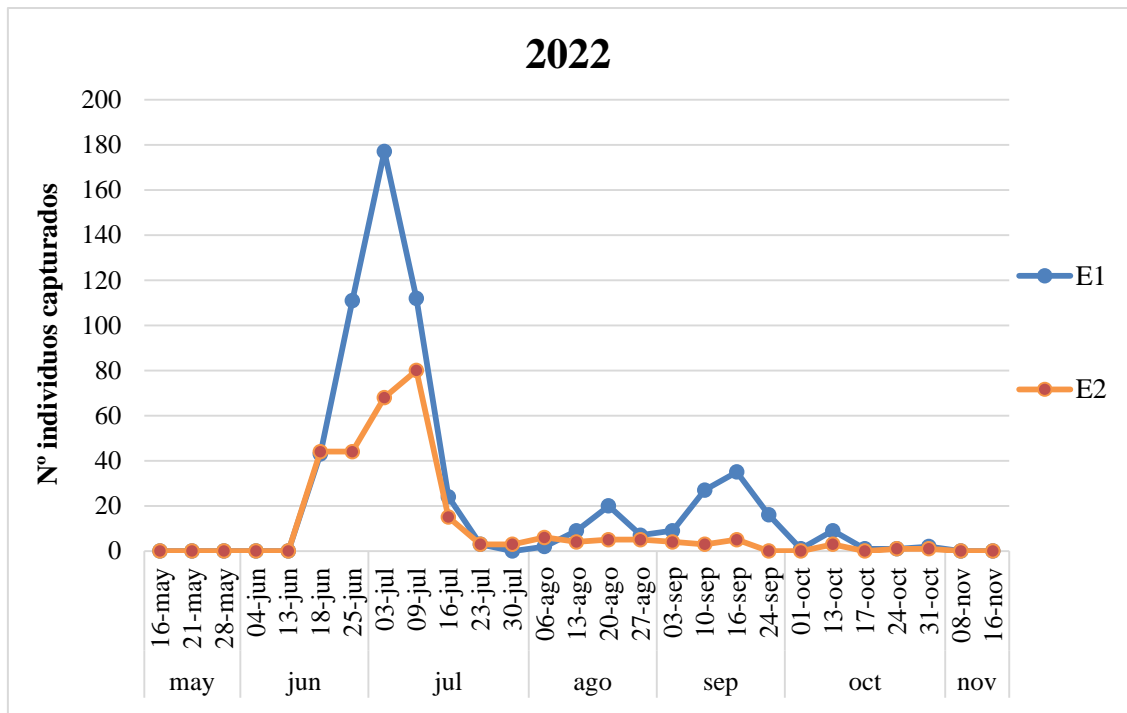


Figura 34. Fenología de *Cydalima* por estaciones de trampeo año 2022

En 2022 se observa un claro descenso del número de individuos recolectados (Figura 34). La afectación del boj por *Cydalima* ya es grave. A pesar de ello, se contemplan dos generaciones en la E1, siendo mucho más potente la primera a finales de junio - principios de julio.

La E1 se mantiene como estación con mayor número de capturas con un máximo de 316 individuos en julio (65% de las capturas de ese mes) y tan sólo 169 en la E2. Comparado con el resto de años, éste es en el que menos individuos se han recolectado. Por un lado es un aspecto positivo, ya que la cantidad de *Cydalima* es mucho menor, pero también implica un factor negativo en relación con el boj ya que se ve mucho más afectado por el desgaste de la plaga a lo largo de los años, alterando por lo tanto a las condiciones de supervivencia de la plaga (menos alimento).

Por otro lado, en la estación 1 de Collformic se presentan dos generaciones de mariposa a lo largo del año, una en julio y otra con una abundancia mucho menor en septiembre. Sin embargo en la estación 2 del Pla de la Calma se produce una generación muy continua. Ello se ve sucedido a que 2022 fue un año muy seco y caluroso. Los bojes que crecen en la estación del Pla de la Calma, se encuentran expuestos a la radiación directa al carecer de capas arbóreas superiores que las protejan del sol (tal y como sucede en la otra estación). Esta intolerancia térmica es resultado de que *Cydalima* decida desarrollarse en ambientes climáticamente más favorables y que en E2 no se haya notificado la presencia de una segunda generación como sí se ha dado en E1.

Si hacemos cómputo total de la cantidad de capturas totales por años y separados por estaciones:

- **E1:** 2019 es un año muy abundante de *Cydalima* con 8.679 individuos capturados totales, año que coincide con el primer registro de datos representando el 42% de las capturas totales en el cómputo de los 4 años. Los siguientes años, 2020 y 2021 son menos abundantes ya que el alimento empieza a escasear debido a las ingestiones de las anteriores generaciones, las cuales fueron bastante copiosas y destructivas. No obstante se mantienen con una cuantía bastante alta en cuanto a capturas (5.884 (28,5%) y 5.458 (26,5%) respectivamente). La presencia de individuos de *Cydalima* en el boj es obvia y su impacto se ve plasmado en la Figura 36 con un descenso brusco de su población en 2022 figurando tan sólo el 3% de las capturas totales en todo el intervalo de seguimiento. Todo ello como posible consecuencia de la ausencia de alimento. Se puede contemplar la presencia de algunos individuos de boj muertos (Figura 35). A ello se le adiciona la época de gran sequía que está sufriendo Cataluña estos últimos años, sobretudo en 2022 (desarrollado en los siguientes apartados).



Figura 35. Boj muerto completamente defoliado. Fuente: imagen propia. P.N. del Montseny (noviembre 2022)

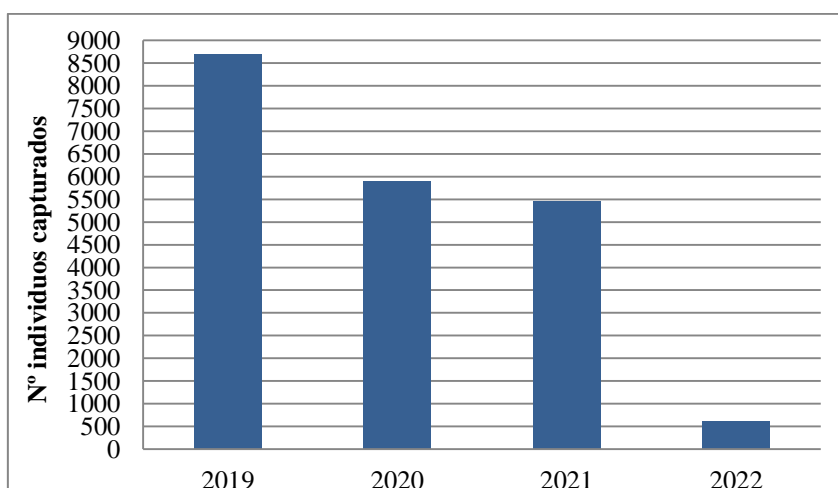


Figura 36. Número total de capturas por años en E1 (Collformic)

- **E2:** En cuanto a número de capturas la estación del Pla de la Calma sin embargo se comporta de manera distinta que en E1. El primer año de registro, 2019, posee unas cuantías muy bajas y desproporcionadas de *Cydalima* en comparación con la estación de Collformic (8.679 en E1 frente a 4.454 en E2). Ello se puede deber a que la plaga se ha concentrado en aquellas áreas donde apenas tenía problemas de asentamiento, es decir, en un hayedo donde la radiación solar apenas incide a las partes del sotobosque y donde las temperaturas son mucho más suaves. También puede estar condicionado a que la expansión de *Cydalima* en el Pla de la Calma aún no haya llegado a su máximo. Que de hecho sucede en 2020 explicando la subida de individuos tan exponencial que sufre la E2, pasando de 4.454 capturas en 2019 a 16.244 en 2020 (Figura 37). Estos valores duplican los valores de 2019 en E1, representando casi el 67% de las capturas recogidas en los 4 años en E2. La disponibilidad de alimento se ve muy reducida en la E1 y *Cydalima* se expande en busca de más comida asentándose en el Pla de la Calma (además de en Collformic). No obstante, la presencia e impacto de la plaga es tal que el boj es incapaz de rebrotar y mantenerse en situaciones originales, por lo que la escasez de alimento se ve reflejada con la caída en picado de las poblaciones, tanto en 2021 como en 2022, siendo los valores de este último año bastante bajos, con una cantidad de 3.343 en 2021 y 294 en 2022, simbolizando tan sólo en éste último año un 1,2% del cómputo total. La sequía reduce todavía más las capacidades de supervivencia de esta especie.

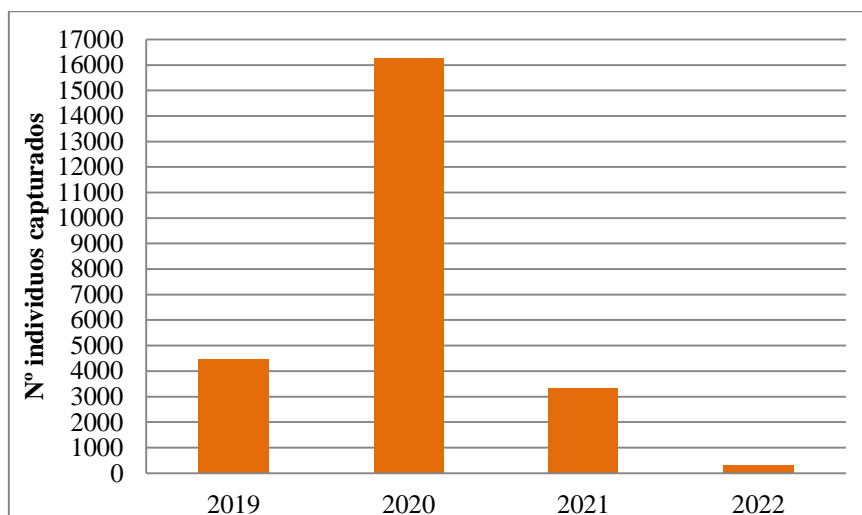


Figura 37. Número total de capturas por años en E2 (Pla de la Calma)

4.2. Climatología

Según Canelles et al. 2019, las zonas más propicias para la mariposa son aquellas con una cantidad de lluvia mayor a 90 mm durante el trimestre más seco, y que presentan una variación baja en la cantidad de precipitaciones a lo largo del año. Por otro lado, se ha observado que temperaturas suaves, con mínimas anuales entre -2 y 2°C , y una variación diurna de menos de 12°C , son factores que favorecen la presencia de esta especie. Modelos climáticos¹ utilizados han demostrado que las condiciones climáticas suaves, con baja variabilidad en la cantidad de precipitaciones y en las temperaturas diarias, son las más adecuadas para *C. perspectalis*. Otros estudios (Nacambo et al., 2014; Suppo et al., 2020) también han destacado la importancia de las condiciones climáticas durante la etapa larvaria de la especie para su éxito, como temperaturas suaves (mínimas alrededor de 0°C) y una estacionalidad baja en las precipitaciones. De esta forma, las temperaturas y las precipitaciones suaves influyen directamente en la actividad, crecimiento y fenología de los insectos.

En las estaciones meteorológicas de la Morera y Tagamanent durante el período 2019-2022, los datos registrados (Figuras 38 y 39) muestran que en prácticamente todos los años la temperatura media mensual es suave, sin alcanzar los 25°C medios en verano ni por debajo de 3°C en invierno en ambas estaciones meteorológicas. Los inviernos se mantienen fríos pero las heladas por debajo de 0°C son despreciables y no llega a existir un peligro importante como para provocar la muerte de las larvas invernantes. Ello también explica que el número de capturas se mantenga alto año tras año.

No obstante en cuanto a las precipitaciones trimestrales se notifica un claro descenso conforme van avanzando los años, en los que en algunos trimestres las precipitaciones no alcanzan los 90 mm como es en el caso del primer trimestre en 2019, el primero y el tercero en 2021 y el cuarto en 2022. Todas ellas en ambas estaciones. Si comparamos 2021 y 2022 con 2019 y 2020 se visualiza un periodo de sequía bastante importante que puede afectar directamente el desarrollo del lepidóptero.

¹. ClimEu: Modelo de idoneidad climática para la distribución de *C. perspectalis* calibrado en el área invadida, Europa, y utilizando información ponderada del área nativa, Asia. Este modelo fue proyectado con condiciones climáticas de futuro.

DistCat: Modelo de nicho ecológico de *C. perspectalis* en Cataluña que utiliza información climática proveniente de ClimEu así como otras como variables topográficas, de hábitat y de dispersión. Se construyó una versión de este modelo utilizando menos variables de entrada (DistCat-Reduced).

SeverCat: Modelo de impacto severo de *C. perspectalis* en Cataluña que utiliza información climática proveniente de ClimEu así como otras como variables topográficas, de hábitat y de dispersión. Se construyó una versión de este modelo utilizando menos variables de entrada (SeverCat-Reduced).

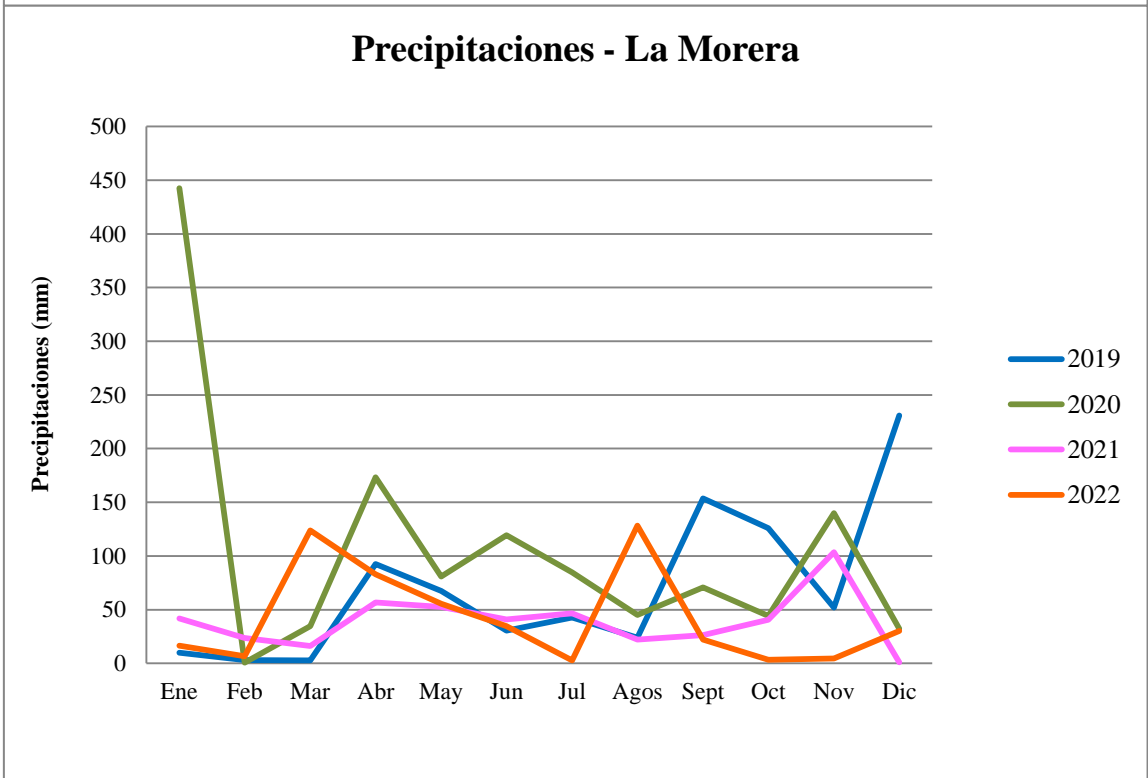
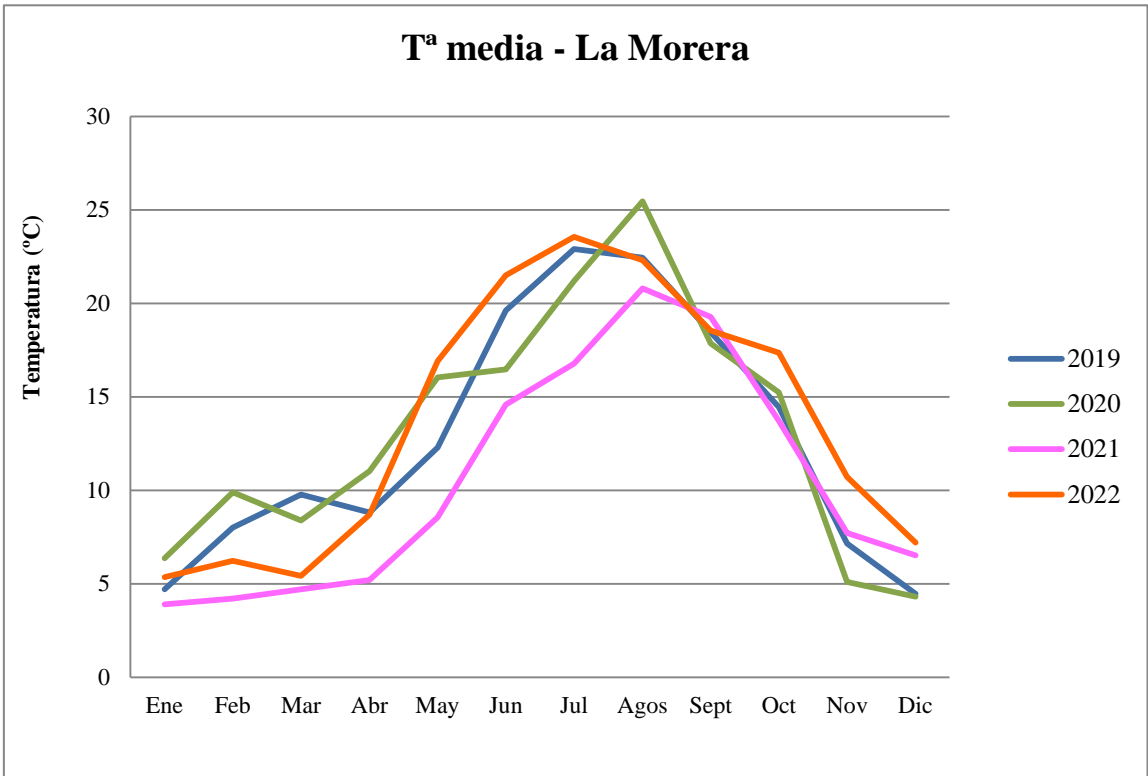


Figura 38. Registros de temperatura media y precipitación mensual en la estación meteorológica de La Morera. Periodo 2019-2022.

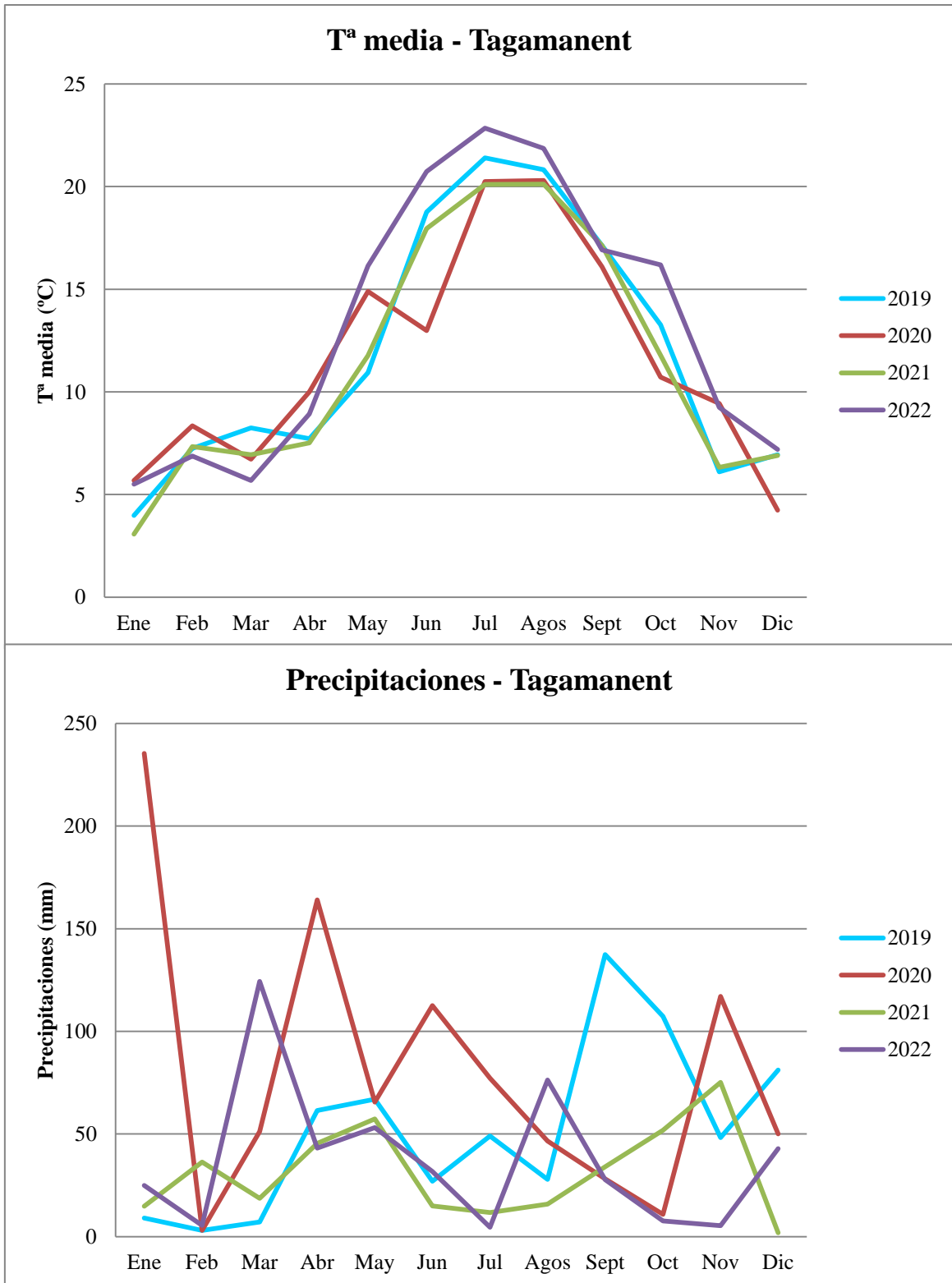


Figura 39. Registros de temperatura media y precipitación mensual en la estación meteorológica de Tagamanent. Periodo 2019-2022. Fuente: Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques del Servei Meteorològic de Catalunya (XEMA-SMC)

Para la visualización de los datos exactos, consultar ANEXO 3.

4.3.1. Climatología y *Cydalima*: Temperaturas y Precipitaciones

- Temperaturas

Observando los gráficos de las capturas mensuales asociadas con la temperatura media mensual (Figuras 40-43), encontramos una clara analogía entre ambas variables en prácticamente todos los gráficos. Se visualiza tanto en la estación 1 como en la 2 que la abundancia de mariposas del boj es directamente proporcional con las altas temperaturas, manteniendo el culmen de ambas variables en julio. Conforme van decayendo las temperaturas por la aproximación de las épocas más frías, también lo hacen las mariposas adultas aprovechando esta debilidad climatológica para realizar su periodo de hibernación en forma de orugas.

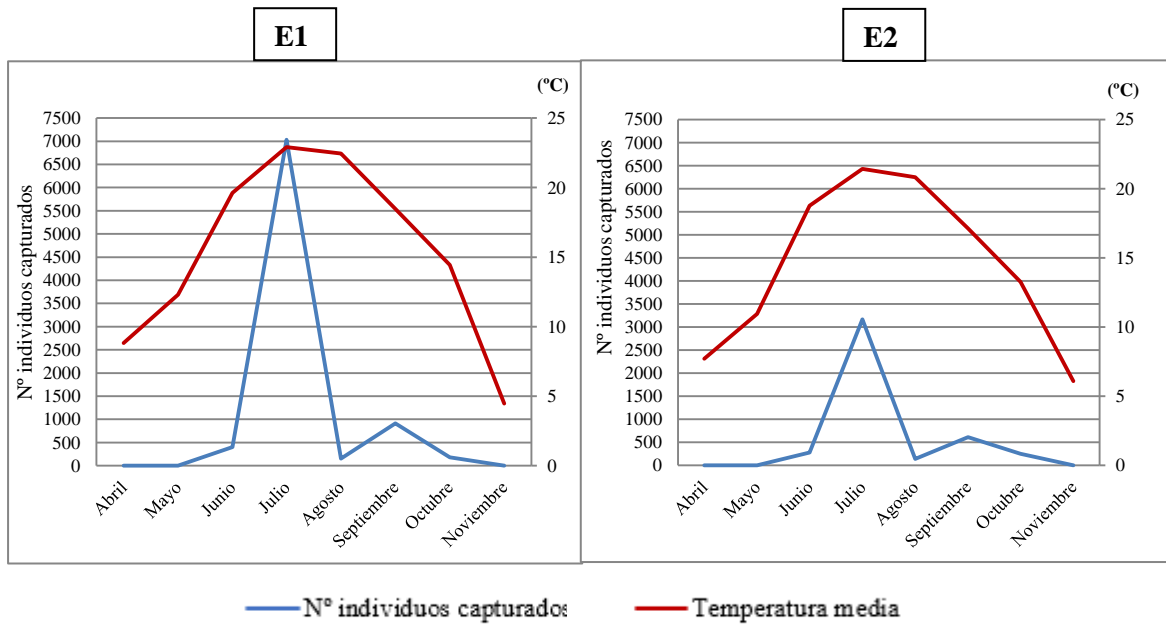


Figura 40. Capturas de *Cydalima perspectalis* en función de la temperatura media diaria mensual de abril a noviembre del año 2019. E1 (izq) y E2 (dcha).

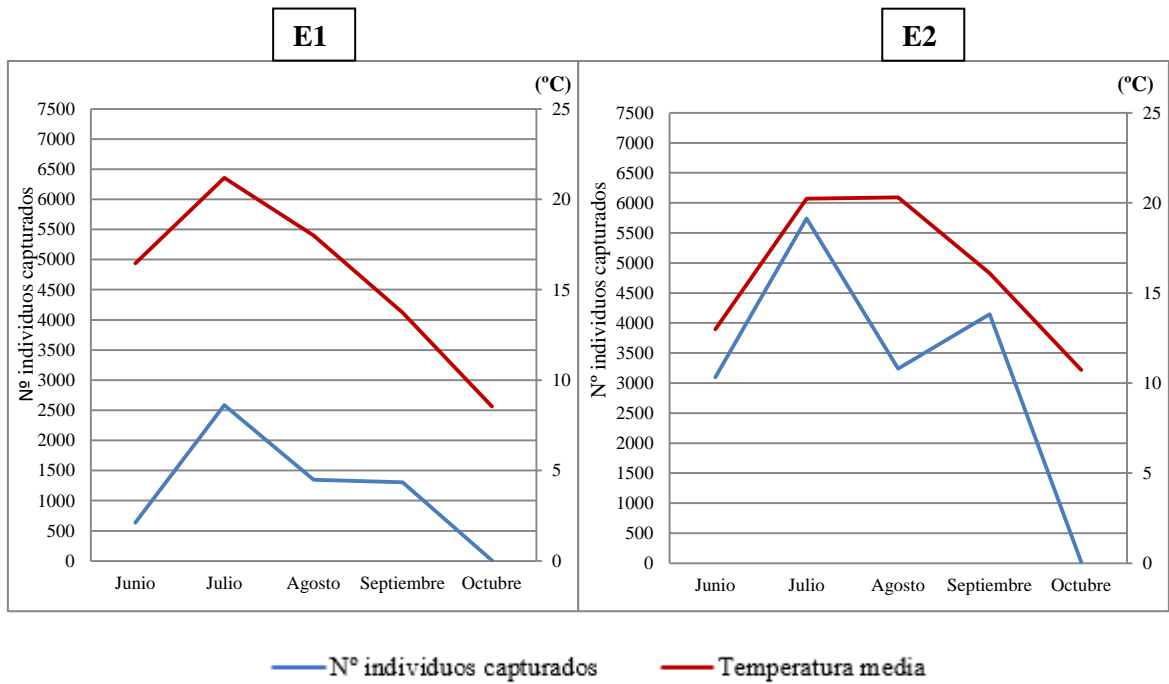


Figura 41. Capturas de *Cydalima perspectalis* en función de la temperatura media diaria mensual de junio a octubre del año 2020. E1 (izq) y E2 (dcha).

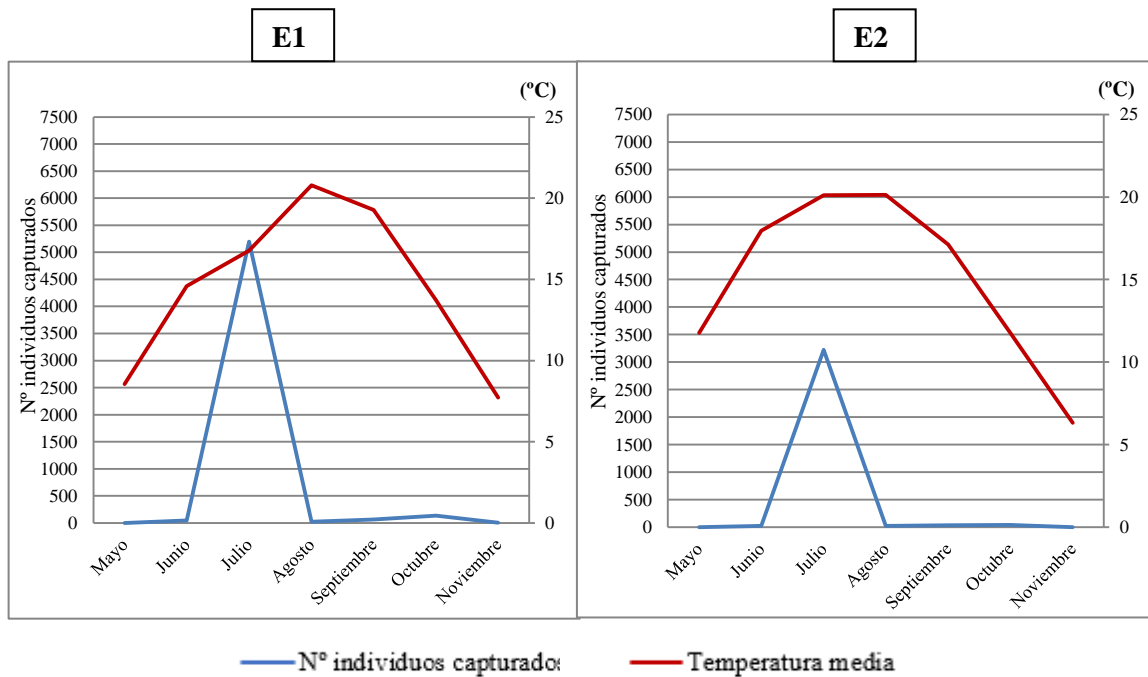


Figura 42. Capturas de *Cydalima perspectalis* en función de la temperatura media diaria mensual de mayo a noviembre del año 2021. E1 (izq) y E2 (dcha)

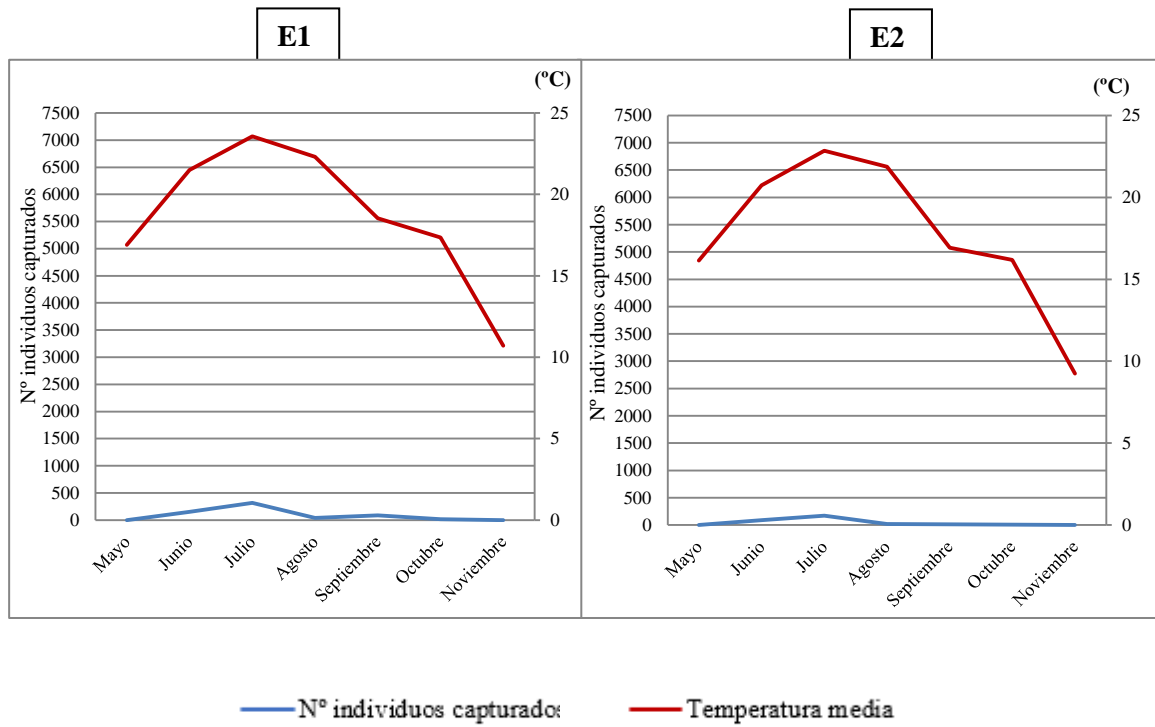


Figura 43. Capturas de *Cydalima perspectalis* en función de la temperatura media diaria mensual de mayo a noviembre del año 2022. E1 (izq) y E2 (dcha)

- Precipitaciones

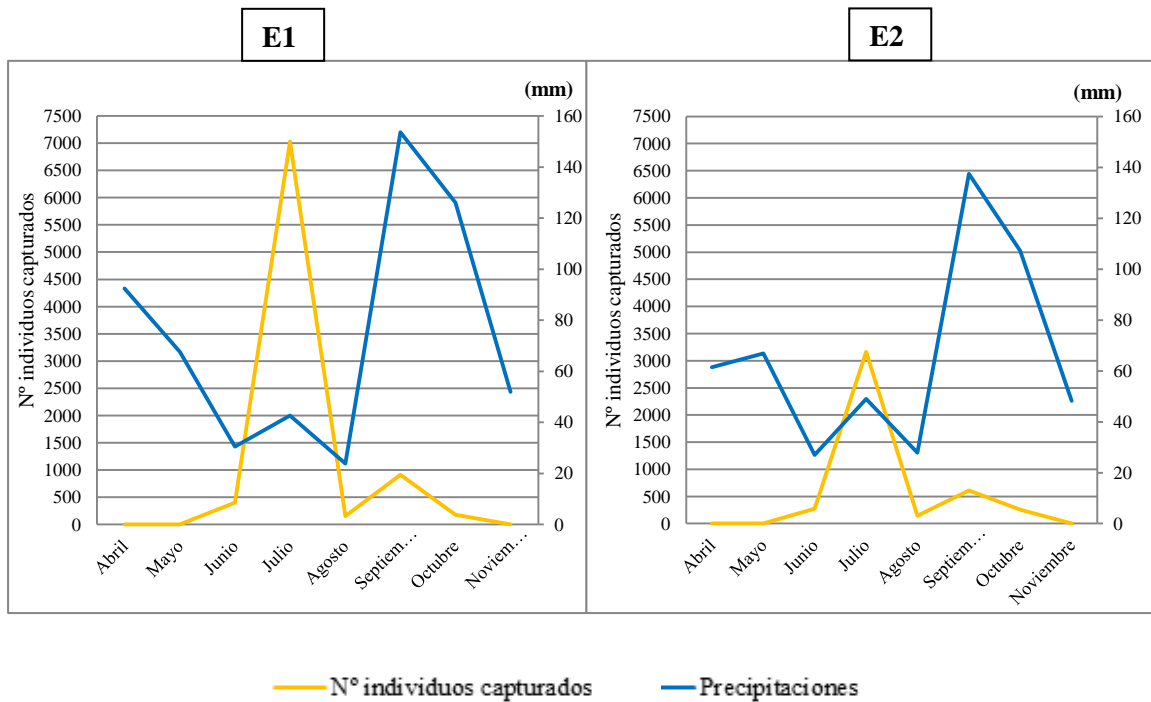


Figura 44. Capturas de *Cydalima perspectalis* en función de las precipitaciones diarias mensuales de abril a noviembre del año 2019. E1 (izq) y E2 (dcha)

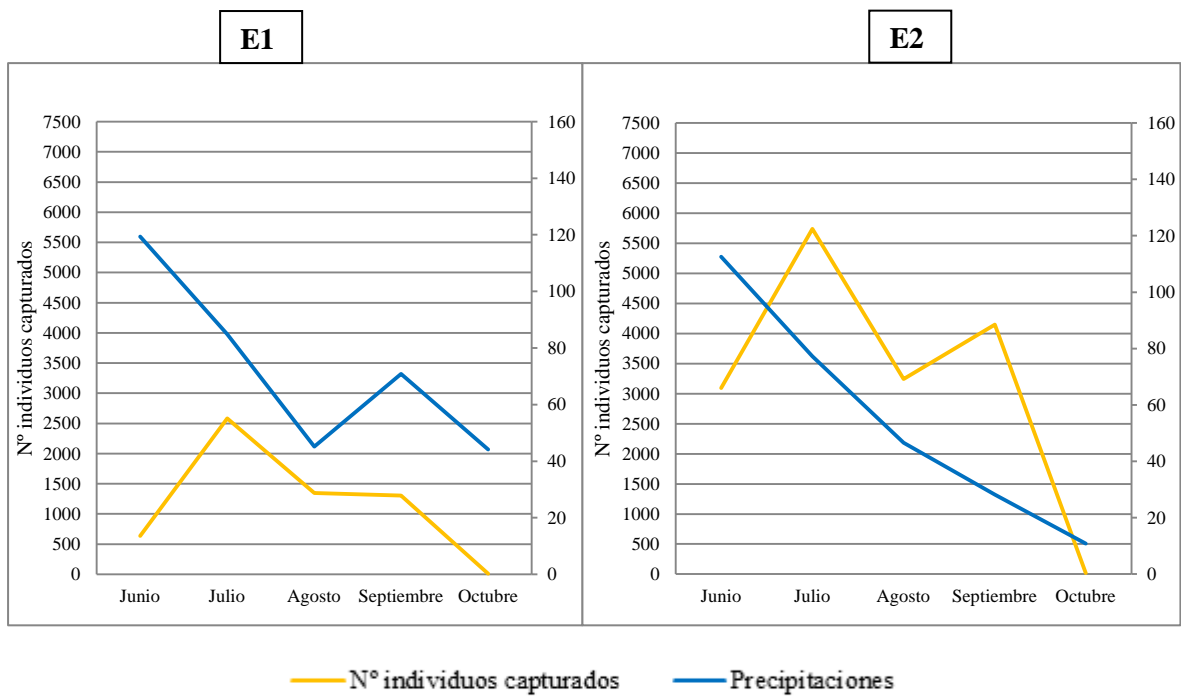


Figura 45. Capturas de *Cydalima perspectalis* en función de las precipitaciones diarias mensuales de abril a noviembre del año 2020. E1 (izq) y E2 (dcha)

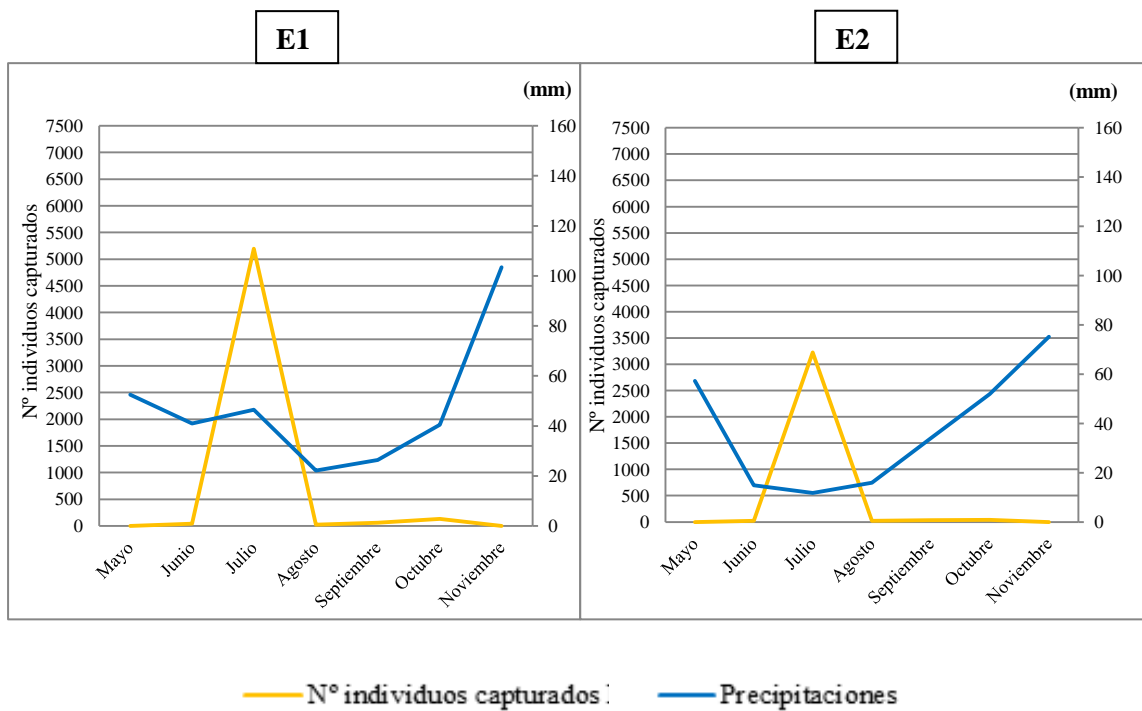


Figura 46. Capturas de *Cydalima perspectalis* en función de las precipitaciones diarias mensuales de mayo a noviembre del año 2021. E1 (izq) y E2 (dcha)

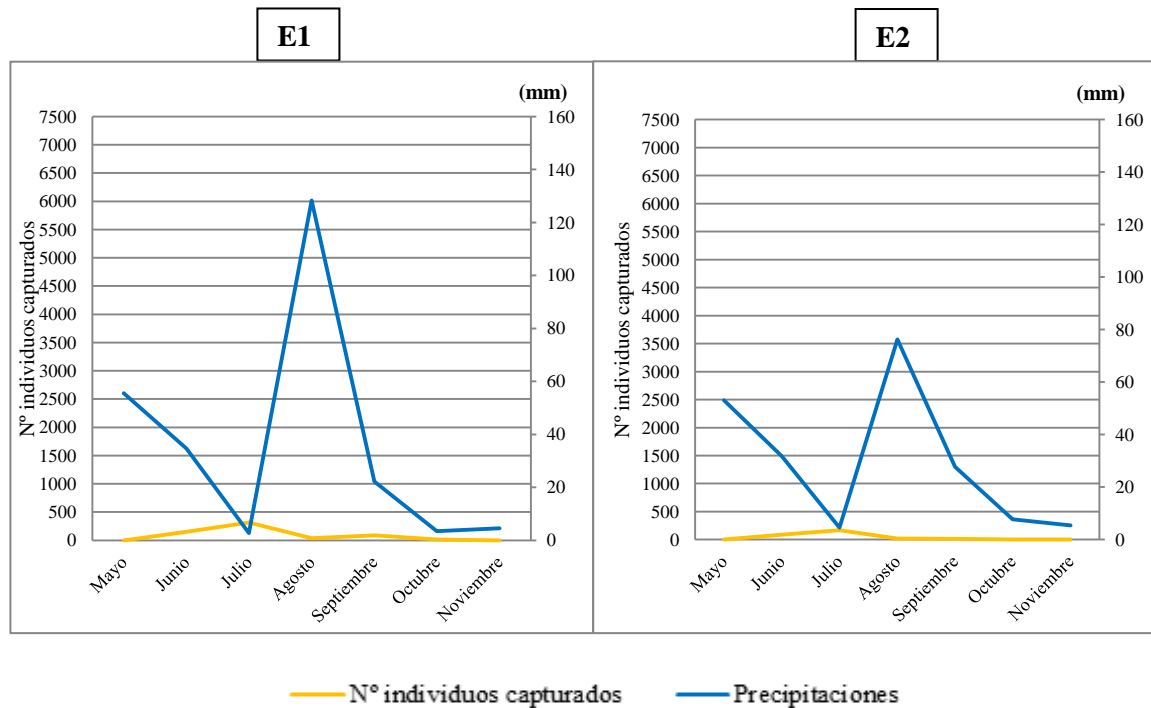


Figura 47. Capturas de *Cydalima perspectalis* en función de las precipitaciones diarias mensuales de mayo a noviembre del año 2022. E1 (izq) y E2 (dcha)

Se percibe que en los dos últimos años documentados (2021 y 2022) se registran unos valores de precipitación mucho menores que en los iniciales (2019 y 2020) llegando a unas cifras por debajo de la mitad. Los destacados valores de precipitación de 2020 (ver tabla 6) fueron como consecuencia de la borrasca Gloria que sufrió Cataluña a principios de ese año (15-25 de enero) dejando tras sí graves inundaciones. Los valores de precipitación de los dos últimos años son muy graves, la precipitación total en 2021 y 2022 en E1 representa casi la cantidad de precipitación caída en 2019. Estos últimos periodos, sobretudo en 2022, reflejan una severa sequía que arrastra a su vez un estrés hídrico en la vegetación evidenciando un agravante para la supervivencia de la especie invasora. Si observamos la lluvia caída en estos últimos 4 años se percibe que en tan sólo en un intervalo de dos años (2021 y 2022), la precipitación total anual se ha reducido en un 60% en E1 y un 48,3% en E2.

El cambio climático favorece a la mariposa en cuanto a la subida de temperaturas y aumenta el territorio de invasión a cotas más altas, sin embargo, si se sigue con la misma dinámica de estos dos últimos años en cuanto a la disponibilidad hídrica, la mariposa del boj va a verse repercutida de manera muy negativa.

Tabla 6. Valores de precipitación total de ambas estaciones en el intervalo de años 2019-2022

Precipitaciones totales (mm)	E1	E2
2019	835,1	1151,1
2020	1268,7	1264,1
2021	471,9	658,9
2022	512	653,7

4.3. Análisis estadístico de los individuos capturados

Los datos recolectados fueron analizados utilizando el software estadístico SPSS 15.0 para Windows. Se ha realizado un análisis de varianza (ANOVA) para el número de individuos capturados durante el período comprendido entre 2019 y 2022.

Se ha llevado a cabo una prueba de homogeneidad de varianzas y se han comparado las medias con un nivel de confianza del 95%, considerando la significación de los individuos capturados en relación con los años, semanas, diferentes trampas y estaciones. Se ha utilizado la prueba de comparación de medias DMS (Mínima Diferencia Significativa), debido al tamaño grande de la muestra y la necesidad de rigurosidad en el análisis.

Con los datos obtenidos, el esfuerzo realizado en campo y el tiempo disponible, se han podido sacar los siguientes resultados estadísticos realizando un estudio estadístico que ha consistido en un análisis de la varianza mediante test ANOVA.

4.3.1. Análisis Estación – N° individuos capturados

Para todas las comparaciones realizadas entre las estaciones en relación al número de ejemplares capturados en cada una de las trampas, se han obtenido los siguientes resultados (Tabla 7):

- E1

Tabla 7. Test ANOVA N° individuos capturados – Estación 1 de 2019-2022

ANOVA		
N° individuos capturados – Estación 1 de 2019-2022		
	gl	Sig.
Entre grupos	3	,000***
Dentro de grupos	384	
Total	387	

Este resultado de la Tabla 6 nos indica que el número de capturas por trampa en la estación 1 es muy significativa ($p < 0,05$). Realizando la separación de medias de la prueba DMS, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 8):

Tabla 8. Separación de medias de los subconjuntos “capturas_E1” (test DMS)

Año	2019 a
	2020 a
	2021 a
	2022 b

Se contempla una diferenciación de medias bastante leve en la que tan sólo el año 2022 se comporta distinto en cuanto al número de capturas recogidas se refiere. Dicho análisis se puede comprobar con los resultados obtenidos como se representan en la figura 36 de la página 55. En donde se puede ver que los ejemplares recolectados en 2022 son muchísimo menores en proporción a los valores de los anteriores años (razones explicadas anteriormente).

- E2

Tabla 9. Test ANOVA N° individuos capturados – Estación 2 de 2019-2022

ANOVA		
N° individuos capturados – Estación 2 de 2019-2022		
	gl	Sig.
Entre grupos	3	,000***
Dentro de grupos	384	
Total	387	

Según el resultado de la Tabla 9, nos indica que el número de capturas por trampa en la estación 2 es muy significativa ($p < 0,05$). Realizando la separación de medias de la prueba DMS, se observan los siguientes resultados (Tabla 10):

Tabla 10. Separación de medias de los subconjuntos “capturas_E2” (test DMS)

Año	2020 a
	2019 b
	2021 bc
	2022 c

No obstante, en la estación 2 (E2), el comportamiento entre los cuatro años es mucho más variable. Los años 2019 y 2021 tienen una semejanza de medias bastante parecida (Figura 37, página 56). Con 2022 y 2020 pasa lo contrario. El año 2020 posee unos valores muy cuantiosos de *Cydalima* por la posible causa de abundancia de alimento en el área de la estación de seguimiento y por ser un año más húmedo de lo normal debido a la borrasca Gloria y a las precipitaciones de junio (reflejado en la pág. 58 junto con la figura 38). Sin embargo, 2022 fue un año bastante cálido y seco que condicionó que las poblaciones de la mariposa cayeran en picado. Se redujeron las capturas en más de un 90% (16.244 ejemplares capturas en 2020 frente a 294 individuos en 2022), tal y como afirmaban anteriormente (página 29) Myers et al. 2013 en su artículo, los cuales avalaron el impacto negativo del cambio climático ante la supervivencia de la plaga, en la que aumentará la sequía y la estacionalidad de las precipitaciones y la temperatura, condiciones climáticas que perjudican al establecimiento de la plaga en zonas vulnerables ante el cambio climático como es el P.N. del Montseny.

4.3.2. Análisis Trampas – N° individuos capturados

Para las comparaciones realizadas entre las trampas en relación al número de ejemplares capturados en las dos estaciones, se han obtenido en la Tabla 11 los siguientes resultados :

- E1

Tabla 11. Test ANOVA N° individuos capturados – Trampas E1

ANOVA		
N° individuos capturados – Trampas E1		
	gl	Sig.
Entre grupos	3	,982 ns
Dentro de grupos	384	
Total	387	

No significativo sin diferenciación de medias ($p > 0,05$) con una significación de 0,982. La recolecta de los machos adultos entre las diferentes trampas se mantiene en general uniforme sin importantes oscilaciones de captación. La disposición de las trampas en la E1 es lineal en todo el hayedo con una homogeneidad del hábitat en toda el área de seguimiento.

- E2

Tabla 12. Test ANOVA N° individuos capturados – Trampas E2

ANOVA		
N° individuos capturados – Trampas E2		
	gl	Sig.
Entre grupos	3	,396 ns
Dentro de grupos	384	
Total	387	

No significativo sin diferenciación de medias ($p > 0,05$) con una significación de 0,396. La recolecta de los ejemplares adultos entre las diferentes trampas también se mantiene en general sin importantes variaciones de captación. A diferencia de la E1, la disposición de las trampas en la E2 es cuadrangular, no obstante, a pesar de tener otro método de disposición, se corrobora que la recogida es neutra y que se pueden aplicar ambas colocaciones con el mismo éxito.

4.3.3. Análisis Semanas – N° individuos capturados

Para las comparaciones realizadas entre las semanas en relación al número de ejemplares capturados durante los años de seguimiento, se han obtenido los siguientes resultados:

- 2019

Tabla 13. Test ANOVA N° individuos capturados – Semanas año 2019

ANOVA		
N° individuos capturados – Semanas año 2019		
	gl	Sig.
Entre grupos	23	,000***
Dentro de grupos	168	
Total	191	

El resultado de la Tabla 13, nos indica que el número de capturas por semanas en el año 2019 es muy significativa ($p < 0,05$). Realizando la separación de medias de la prueba DMS, se observan los siguientes resultados (Tabla 14):

Tabla 14. Separación de medias de los subconjuntos “semanas_2019” (test DMS)

Semana	28 a
	31 b
	29 b
	32 c
	30 c
	40 c
	41 c
	42 c
	38 c
	37 c
	33 c
	39 c
	36 c
	34 c
	43 c
	45 c
35 c	
27 c	

Comienza la captura a partir de la semana 27 que es cuando salen los individuos adultos de la pupa, siendo las semanas 24, 25 y 26 del seguimiento completamente nulas en cuanto a número de capturas. La explosión demográfica ocurre en la semana 28 ya que es cuando más individuos se capturan, período que coincide con el cambio de mes a julio, con una temperatura media de 22°C aproximadamente, época estival más cálida y propicia para el desarrollo de la especie. Al final del año, las semanas 44, 46 y 47 tampoco presentan individuos

capturados debido al final del ciclo de vida de la mariposa y el inicio del invierno.

- 2020

Tabla 15. Test ANOVA N° individuos capturados – Semanas año 2020

ANOVA		
N° individuos capturados – Semanas año 2020		
	gl	Sig.
Entre grupos	24	,000***
Dentro de grupos	175	
Total	199	

El resultado de la Tabla 15, señala que el número de capturas por semanas en el año 2020 es muy significativa ($p < 0,05$). Realizando la separación de medias de la prueba DMS, encontramos en la Tabla 16 lo siguiente:

Tabla 16. Separación de medias de los subconjuntos “semanas_2020” (test DMS)

Semana	26 a
	27 a
	35 b
	38 b
	28 bc
	37 cd
	34 cde
	29 cde
	36 cde
	39 de
	30 de
	33 de

	31 de
	32 e
	40 e
	44 e

No se empieza a capturar hasta la semana 26 del año (la última de junio), semana que coincide con la que más individuos captura ya que coincide con la emergencia de los imagos de la pupa y con la subida de temperaturas medias, en el que se pasa de tener un junio con unas temperaturas medias bastante suaves (12-16°C) a un julio mucho más caluroso con una temperatura media de 21°C, condiciones que favorecen la viabilidad de la especie. Se observa un símil de medias en las semanas 28 y 38, ésta última asociada con la emergencia de la segunda generación de adultos. Tal y como se ha comentado anteriormente, se corrobora que existe un intervalo aproximado de 10 semanas entre la salida de la primera y segunda generación, en la que está asociado un valor semejante de ejemplares capturados para ese periodo. Las últimas semanas de seguimiento, de la 41 a la 49, a excepción de la 44, no se realiza ninguna captura ya que se produce la muerte de los adultos residuales de la segunda generación cerrando el ciclo de vida de la mariposa en este año.

- 2021

Tabla 17. Test ANOVA N° individuos capturados – Semanas año 2021

ANOVA		
N° individuos capturados – Semanas año 2021		
	gl	Sig.
Entre grupos	23	<,001***
Dentro de grupos	168	
Total	191	

El resultado de la Tabla 17, muestra que el número de capturas por semanas en el año 2021 es muy significativa ($p < 0,05$). Realizando la separación de medias de la prueba DMS, observamos en la Tabla 18 lo siguiente:

Tabla 18. Separación de medias de los subconjuntos “semanas_2021” (test DMS)

Semana	27 a
	28 b
	29 c
	26 d
	39 e
	30 e
	37 e
	25 e
	38 e
	24 e
	31 e
	33 e
	43 e
	36 e
34 e	
35 e	
44 e	
41 e	

No se empieza a capturar hasta la semana 24 del año correspondiendo a la mitad del mes de junio por los mismos motivos que en los anteriores años. La semana 27 (segunda semana de julio) se mantiene encabezando la semana con mayor número de individuos recogidos debido a la idoneidad climática que se ha comentado en el apartado 1.7. *Climatología* en la página 26, con temperaturas

medias suaves (16-20°C (según estación)). La semana 32 se notifica como nula debido a que no se pudo realizar el recuento por motivos del servicio. No obstante, tanto la semana 40 como la 42 y 45 permanecen a su vez sin capturas debido a la muerte de los últimos individuos adultos.

- 2022

Tabla 19. Test ANOVA N° individuos capturados – Semanas año 2022

ANOVA		
N° individuos capturados – Semanas año 2022		
	gl	Sig.
Entre grupos	23	<,001***
Dentro de grupos	168	
Total	191	

El resultado de la Tabla 19, indica que el número de capturas por semanas en el año 2022 es muy significativa ($p < 0,05$). Realizando la separación de medias de la prueba DMS, los resultados quedan de la siguiente forma (Tabla 20):

Tabla 20. Separación de medias de los subconjuntos “semanas_2022” (test DMS)

Semana	27 a
	28 b
	26 b
	25 c
	38 cd
	29 cd
	37 d
	34 d
	39 d
	36 d

	33 d
	41 d
	35 d
	32 d
	30 d
	44 d
	31 d
	43 d
	42 d
	40 d

La semana 27 se mantiene, al igual que en 2021, con una mayor media numérica de individuos capturados, seguidos de las semanas 28 y 26, etapa coincidente con la emergencia de los individuos adultos. Existe una gran diferenciación de medias entre las semanas iniciales de captación y las semanas consecutivas de seguimiento. Conforme va transcurriendo el tiempo se produce la estabilización de capturas y por lo tanto, misma comparación de medias a excepción de la semana 38 (tercera semana de septiembre), que coincide con el nacimiento de la segunda generación de individuos adultos y tiene una media similar a la semana 29 (mediados de julio). Las semanas 23, 24, 45 y 46 permanecen nulas.

4.3.4. Análisis Años – N° individuos capturados

Con las comparaciones realizadas entre los años de seguimiento en relación al número de ejemplares capturados totales en ambas estaciones, se han obtenido los siguientes resultados:

Tabla 21. Test ANOVA N° individuos capturados totales – Años

ANOVA		
N° individuos capturados totales – Años E1		
	gl	Sig.
Entre grupos	3	,000***
Dentro de grupos	772	
Total	775	

El resultado de la Tabla 21, muestra que el número de capturas totales por años es muy significativa ($p < 0,05$). Realizando la separación de medias de la prueba DMS, los resultados quedan de la siguiente forma (Tabla 22):

Tabla 22. Separación de medias de los subconjuntos “capturas totales_años” (test DMS)

Año	2020 a
	2019 b
	2021 b
	2022 c

Atendiendo a la información disponible de las capturas recogidas en los cuatro años de análisis, se ha determinado estadísticamente que en el conjunto de las dos estaciones, el año 2020 ha sido el más cuantioso de *Cydalima*, probablemente por la gran cantidad de individuos que se recolectaron en la estación 2, además de lo abundante que también lo fue en E1 (aunque más lo fueron otros años). Los factores climatológicos (ver figuras 38 y 39 de las páginas 58 y 59) también afectaron ya que 2020 fue un año bastante húmedo y con unas temperaturas medias relativamente suaves, todo ello favoreció a que 2020 fuera un año bastante prolífico para la especie. Seguidamente están los años 2019 y 2021, a los cuales se le atribuye misma media debido a que fueron dos años con un comportamiento bastante similar en cuanto a capturas en ambas estaciones (en las figuras 29 y 30 (pág. 49 y 50) de las capturas por semanas de los cuatro años se manifiesta muy bien). Por último, con una media mucho más pequeña está 2022, que al igual que en las estadísticas anteriores de comparación “estaciones - n° individuos capturados” (Tabla 6, página 65), muestra una gran diferenciación respecto al resto de años debido a la escasez de ejemplares recogidos en el seguimiento.

Con los datos estadísticos obtenidos se puede concluir que:

- La disposición de las trampas no muestran un patrón concreto y se recolectan todas por igual en cada estación.
- A diferencia de las trampas, la ubicación de las estaciones de seguimiento sí que muestran diferencias bastante significativas debido a otros factores como la climatología o la estructura del bosque: sotobosque en E1 bajo la dominancia de las hayas, frente a los bojes situados en E2 en un altiplano abierto con apenas

- competencia y con una radiación directa que va directa a la planta favoreciendo las capacidades fotosintéticas y de recuperación frente a la plaga.
- En general se visualiza una coincidencia temporal de abundancia de capturas siendo en los 4 años de muestreo las semanas 26, 27 y 28 (representado en las figuras 29 y 30) las que mayor éxito de recogida obtienen ya que encajan con el afloramiento de la primera (y más copiosa) generación.
 - El año 2020 se mantiene como el período con más abundancia de *Cydalima*; frente al 2022 que se muestra como el año más escaso de individuos capturados.

4.4. Análisis gráfico según el hábitat

De acuerdo con los esfuerzos realizados en el trabajo de campo, se ha procedido a realizar la cartografía con la categorización de los bojes georreferenciados en el momento del muestreo (diciembre de 2022) en las áreas de distribución del arbusto cartografiadas por Pié (2019) (Figura 48).

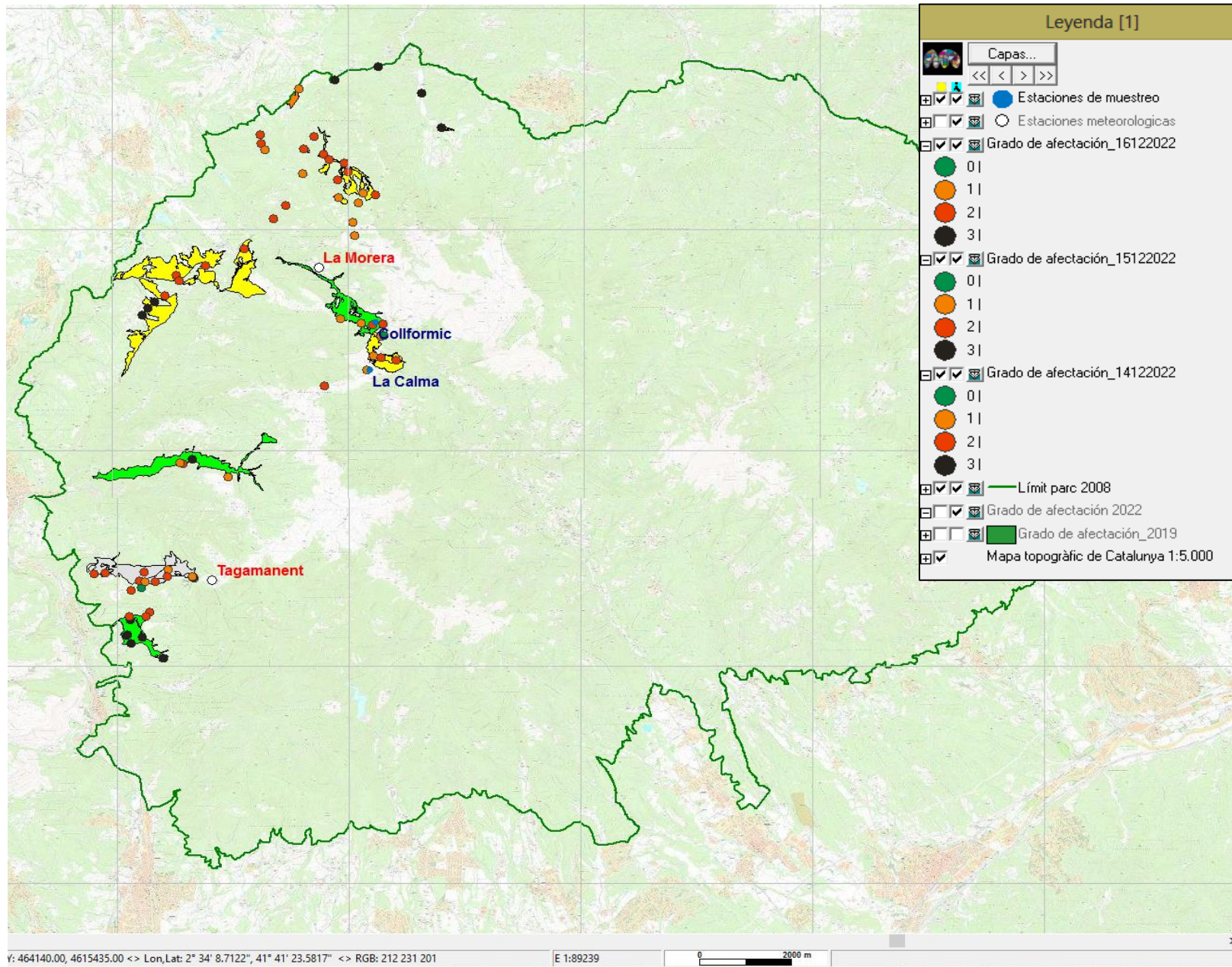


Figura 48. Trabajo cartográfico de la situación del *Buxus spp.* muestreado en el P.N.-R.B. del Montseny. Elaboración propia

Según los puntos fijados en el mapa (los cuales han sido seleccionados aleatoriamente en el campo), se observa en la figura 49 la siguiente situación de los bojés:

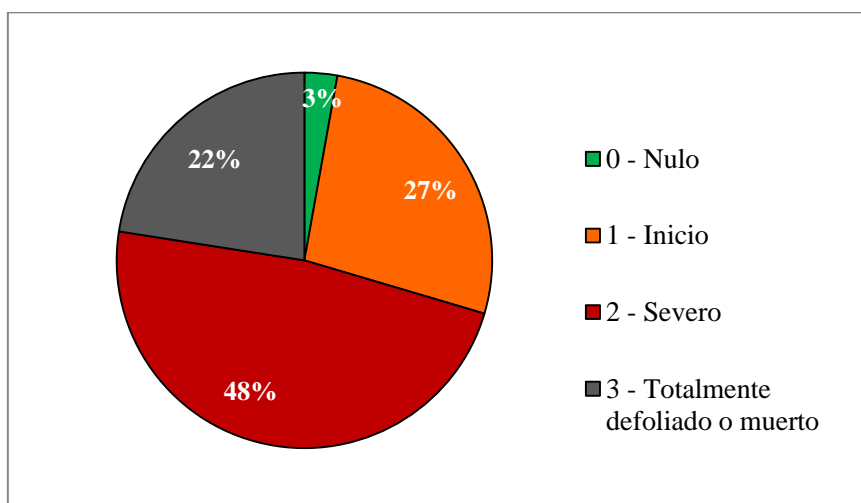


Figura 49. Categorización de los bojés muestreados

De los 71 bojés seleccionados, se ha observado la siguiente evolución desde 2019 a 2022 (Figura 50):

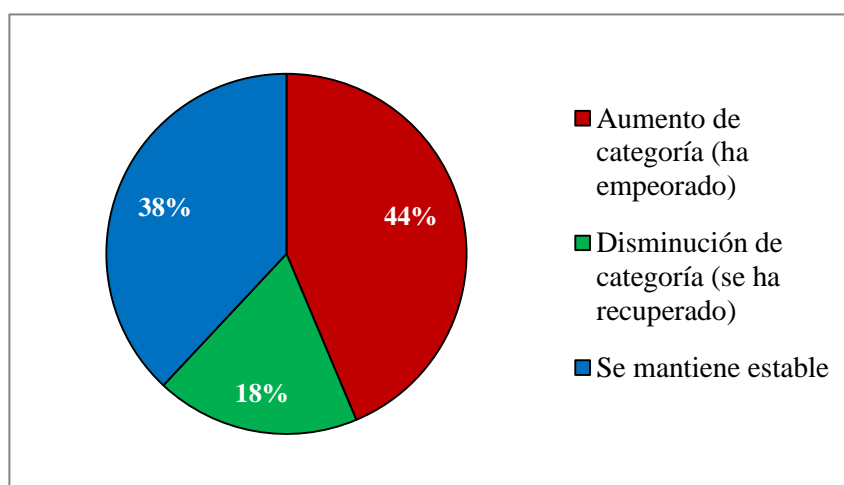


Figura 50. Variación de la afectación por *Cydalima* en las áreas muestreadas 2019-2022

De los 71 puntos evidenciados, destacar que un 19,7% corresponden a un hábitat de “pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*), con sotobosque de maquias o matorrales de encinar o carrascal (*Quercus ilex*)”, y un 24% a “encinares montañosos en terreno silíceo”. El resto de puntos analizados corresponden a otros tipos de hábitat varios en menor abundancia. No obstante, cabe recalcar que los puntos seleccionados han sido aleatorios sin tener en cuenta la diferenciación de hábitats. Los porcentajes de abundancia de hábitat son totalmente azarosos.

Canelles et al. 2019, apuntaron que los descriptores de hábitat y las variables topográficas no fueron relevantes en los modelos (ClimEU, DistCat y SeverCat) indicando que esta especie no es selectiva de hábitat, afirmando que no existe una correlación directa entre la distribución de la mariposa y el tipo de hábitat (excluyendo que se encuentra en zonas donde crece el boj). La distribución de *C. perspectalis* puede limitarse a la distribución de su planta huésped y la historia de dispersión (es decir, la distancia entre observaciones). La mariposa depende totalmente del boj como especie hospedante y no se desarrolla sobre otras plantas hospedantes. Por lo tanto, este factor biótico puede limitar la distribución de *C. perspectalis* pero al mismo tiempo acentúa el riesgo para el boj en el territorio.

4.5. Estudio del vigor y de la capacidad de regeneración del boj

La luz y las sustancias de reserva se consideran los principales factores limitantes para el crecimiento del sotobosque de los bosques templados. Además de regular la activación de las yemas, la disponibilidad de luz también parece impulsar el crecimiento de los rebrotes del sotobosque después de perturbaciones como es con la situación de *Cydalima*.

Según el estudio de Monfort-Bague et al. 2020, se demuestra que un número menor de rebrotes puede indicar que la inducción de éstos nuevos esté inhibida directamente por el tallo reservado, o indirectamente a través de la competencia por los recursos subterráneos almacenados, el agua y los nutrientes absorbidos por el sistema radicular.

Las plantas a menudo tienen que responder a un amplio espectro de impactos e intensidades, como los derivados de la sequía, el ramoneo, los incendios forestales intensos o la llegada de especies invasoras. La regulación de la activación de las yemas es un proceso complejo de señales hormonales y niveles de azúcar que responden a diversas condiciones ambientales y fisiológicas (Horvath et al. 2003; Schneider et al. 2019). Dado que la movilización de las reservas subterráneas para apoyar la activación de las yemas y el crecimiento de los rebrotes es energéticamente costosa (Vesk y Westoby 2004), un control fisiológico de la activación de las yemas después del daño parcial de las partes aéreas puede ahorrar recursos para un uso futuro en plantas de sotobosque.

Una relación directa entre la longitud de los nuevos rebrotes y el tamaño de la planta probablemente refleja el papel de la cantidad de carbohidratos no estructurales almacenados como fuente de carbono para mantener el crecimiento a corto plazo (Canadell y López-Soria 1998; Paula y Ojeda 2009). Ello se ve reflejado en los datos obtenidos de los muestreos de boj en las áreas de trampeo, en los que en general, se ve una relación directa entre longitud del rebrote, el número de rebrotes por planta, el perímetro del pie más grande y el tamaño-altitud de la planta. A pesar de ello no en todos los casos se cumple (individuos más arbustivos con mayor número de rebrotes y

más largos que en otros ejemplares con un porte mucho más alto pero con rebrotes más cortos), ya que puede verse afectado por otros factores como el nivel de afectación, la disponibilidad relativa de luz o la competencia intraespecífica que tenga alrededor de ella.

4.5.1. Características morfológicas

Para la caracterización morfológica (Tabla 23), se han tomado datos de la altura y el perímetro de todos los bojes seleccionados, y además, por separado, según la situación de afectación del boj, se ha medido la longitud de los rebrotes de la estación 1 y de la trampa 3 de la estación 2 (los bojes muestreados tenían un nivel de afectación 2 y presentaban rebrotes), así como el volumen del arbusto en la estación 2 debido a su excelente estado fitosanitario (nivel 0).

Para ver los datos completos del estudio biométrico de los ejemplares, consultar el ANEXO 4.

Tabla 23. Valores medios y desviación estándar de los parámetros medidos en los ejemplares de boj durante el estudio del vigor y de la capacidad de regeneración del arbusto en las dos estaciones de seguimiento

	E1			E2			
	Altura (m)	Perímetro medio* (cm)	Longitud media de los rebrotes (cm)	Altura (m)	Perímetro medio* (cm)	Longitud media de los rebrotes (cm)**	Volumen del arbusto (m ³)
Valor medio	2,13	10,55	10,57	2,30	12,02	8	30,22
Desviación estándar (S)	±0,48	±6,61	±1,58	±0,48	±1,99	±2,83	±23,55

*del pie más grande

**trampa 3 de E2

4.5.2. Análisis del estado de conservación de los bojes

La estación 1 es la más afectada con una categorización nivel 2 en prácticamente todos los individuos analizados, a excepción de algún ejemplar nivel 3 ya muerto o sin apenas regeneración. Las partes del boj que presentan más afectación son las ramas distales al tronco y los troncos secundarios, además de presentar la corteza comida en todas ellas (Figura 51). El porcentaje de masa vegetal comida por las orugas en ramas supera el 90% y prácticamente todos presentan alguna rama muerta. La presencia de plántulas en esta localización es completamente nula. La fuerte presión que ejerce *Cydalima*

imposibilita el crecimiento de la planta y por consecuente a reproducirse sexualmente. No obstante se visualiza una regeneración de tipo asexual en forma de rebrotes (Figura 52) en prácticamente todos los bojés a excepción de alguno muerto.

La parte más distal del tronco es la más afectada, las ramas más finas finalmente se secan como consecuencia de las sucesivas defoliaciones y porque muchas de ellas también se han comido la corteza. Esta constante defoliación hace que el área de brotación se concentre en la base del tronco. En cuanto a la evolución del estado de los bojés, si se toman los datos de biometría en conjunto, se observa un empeoramiento general, sin embargo, no todas las parcelas se han comportado de la misma manera. No se encontró relación directa entre el grado de afectación de los bojés y los hábitats estudiados en las estaciones; por tanto, parece que la afectación no está determinada por el tipo de bosque sino por la estructura. Los resultados están fuertemente influenciados por el año de muestreo.

Otro posible factor a tener en cuenta es la importante dominancia que tiene el haya (*Fagus sylvatica*) sobre el resto de especies y la escasa disponibilidad de luz que cede al sotobosque. En condiciones de sombra, la escasez de luz puede limitar el almacenamiento de recursos subterráneos, y por lo tanto, la capacidad de rebrote y el vigor después de una perturbación.

Según Canelles et al. (2019), se confirma que:

“Por otro lado, la cobertura forestal y el área basal media también se consideraron descriptores de hábitat, así como por su influencia en las condiciones microclimáticas (radiación directa, temperatura del bosque, etc.) que pueden afectar el desarrollo de los insectos. La distribución de *C. perspectalis* fue sensible a estos factores, presentando una mejor respuesta en áreas de alta cobertura forestal y área basal entre 20 y 30 m²/ha, y esto puede sugerir que *C. perspectalis* se desempeña mejor en boj del sotobosque que en áreas abiertas de arbustos. Sin embargo, tal relación debe cuestionarse específicamente porque sí hay observaciones de defoliación severa en ambos tipos de ambientes, como lo confirmaron Artola (2019) y Danés et al. (n.d).”

Dicha afirmación se corrobora en la estación 1 localizada en sotobosque de hayas debido a la mayor idoneidad climática (parámetros coincidentes con los nombrados en el artículo). Según el estudio de Teixidó (2016), el boj es más vigoroso en la solana que en la umbría, y esto puede estar relacionado con la mayor disponibilidad de luz.



Figura 51. Corteza comida de un individuo de *Buxus spp.*(izq.) Figura 52. Boj de nivel 2 con pequeños rebotes en zonas próximas del tronco y con alguna rama muerta (dcha).
Fotografía sacada en E1.

En el caso de la estación situada en el Pla de la Calma, la afección de la mariposa ha sido mínima y apenas se ha notificado en su vigor más tan sólo en pequeños restos de nido residuales del último ciclo biológico (Figura 53) y algunas hojas mordisqueadas en algún ejemplar (Figura 54). En general el porte de los boj es bastante sano y vigoroso. En la trampa 1 los arbustos se mantienen en el nivel 0 de conservación sin prácticamente signos de afectación de la polilla y con una frondosidad bastante exuberante. Se presentan signos de regeneración sexual en forma de plántulas (Figura 55). La trampa 2 sin embargo carece de especies de boj en el área acotada de muestreo (Figura 56) pero sí encontramos otras especies vegetales propias de zonas soleadas como el enebro (*Juniperus communis*), brezo (*Calluna vulgaris*), helecho (*Pteridium aquilinum*) y plántulas de encina (*Quercus ilex*). No obstante en la trampa 3 sí que se ha tenido que realizar el conteo de rebotes ya que los boj es se mostraban más alterados por la plaga, siendo categorizados como nivel 2. La causa de ello se desconoce, posiblemente por ser ejemplares más débiles y pequeños. Por último en la trampa 4 se observa una predominancia de boj es muy ramificados desde la base y con mucha dominancia en las ramas apicales. Boj es bastante sanos nivel 0.



Figura 53. Resto de nido de *Cydalima* en E2 (izq.) Figura 54. Hojas de boj mordisqueadas en E2 (dcha). Fotografías propias



Figura 55. Plántula adulta trampa 1 E2 (izq.) Figura 56. El técnico Juan Carles midiendo el radio de acotación en la T2 E2 (dcha). Fotografías propias.

4.5.3. Análisis de los rebrotes

- Número de rebrotes

Respecto al número de rebrotes presentes en los bojés muestreados en noviembre de 2022 (Tabla 24), en la estación 1, la trampa 2 es el que mayor número de rebrotes representa con una media de 459 rebrotes medios contados por ejemplar, seguida de ella, se encuentran las trampas 4, 1 y 3 respectivamente. En la trampa 3 de la E2 que también se ha realizado el conteo de 2 individuos de boj, presenta una media de 1526 rebrotes. Este valor tan alto se debe a que se trataban de ejemplares bastante evolucionados ante la perturbación.

Tabla 24. N° de rebrotes medios medidos en aquellas zonas de trampeo cuyos ejemplares tuvieran rebrotes

	E1	E2
1	182	-
2	459	-
3	175	1526
4	223	-

En la figura 57 observamos que el 34% de los rebrotes contados no alcanzan la centena (0-100); el 39% están en el intervalo de 100-300 y un 13% entre 300-500 con una regeneración intermedia. Un 10% pertenece a los ejemplares de boj con una regeneración bastante avanzada cuantificado con una cantidad de rebrotes mayor a 500. Por último, encontramos que tan sólo un 4% de los ejemplares analizados aleatoriamente en el muestreo se encuentran completamente defoliados o muertos.

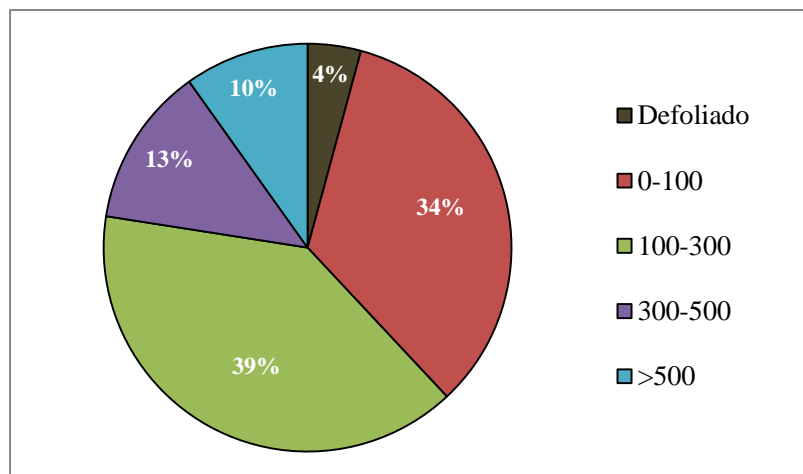


Figura 57. N° medio de rebrotes de los bojes seleccionados categorizados cuantitativamente

- Tipología de los rebrotes

La tipología de los rebrotes está protagonizada por un rebrote de tipo monoramificado de 5-10 cm de longitud (Figura 58) aunque también se han contado rebrotes monoramificados de más de 10 cm de largo. En cuanto a dónde rebrota el boj, se observa una reducción de la zona de rebrote en el tronco secundario y las ramas, mientras que hay un aumento de las zonas de rebrote situadas en la base del tronco y el tronco principal.



Figura 58. Ejemplo de rebrote monoramificado de 5-10 cm. Fuente: Alba Romero

Debido a la falta de repetición de datos en ambas estaciones y a una serie de complicaciones en el trabajo de campo como la falta de réplicas, no se ha podido realizar una estadística más profunda de los datos relacionados con el vigor y la capacidad de regeneración del boj.

5. CONCLUSIONES

Este estudio tiene una importancia relevante en cuanto a sostenibilidad, protección y conservación, puesto que se basa en preservar una especie autóctona como es el boj del ataque de una especie invasora. Aunque la mariposa del boj es una especie que provoca daños importantes en los bojes, en ningún momento se ha considerado su completa erradicación como una solución eficaz debido a la falta de medios técnicos, ambientales y económicos. No obstante, se evalúa si existe la posibilidad de un equilibrio en el futuro en el que se naturalice esta especie provocando un daño mucho menos preocupante.

En base a los resultados obtenidos en el trabajo de gabinete y lo que se ha podido visualizar en el terreno de campo, se concluye una situación de gran vulnerabilidad para el boj. La plaga se encuentra muy presente en todas las zonas del Parque muestreadas, en general con un grado de afectación medio-avanzado, según la zona. Con los resultados obtenidos tras comparar el trabajo de Pié con la situación actual del boj en el Parque, se ha observado un empeoramiento notable (44%) con respecto a 2019. Se ha comprobado que el arbusto es resistente ante una perturbación como es la llegada de *Cydalima perspectalis*, con una capacidad de regeneración y recuperación lenta. La capacidad reproductora de la planta se ha visto muy perjudicada ante las consecutivas defoliaciones de la mariposa, es por ello que la observación de la presencia de plántulas en E2 crea una situación esperanzadora ante la capacidad de la planta a reproducirse sexualmente y generar nuevos ejemplares. A pesar de ello, y de obtener unos datos prósperos que muestran una gran disminución de las poblaciones de *Cydalima*, es necesario seguir analizando cómo se comporta la dinámica plaga-huésped en los siguientes años. Si por una parte podría ocurrir una estabilización y convivencia relativamente menos perjudicial para el *Buxus spp.* o si por el contrario tan solo se trata de una pequeña tregua para el arbusto, cuya recuperación volvería a intensificar la presión de la plaga y reanudar a una situación todavía más grave de total defoliación y no recuperación del arbusto. Lo que sí se sabe es que la fenología de *Cydalima* en un año se ve muy condicionada por la precipitación, justificado muy bien en el año 2020, el cual fue más húmedo de lo normal y cuyas capturas en E2 fueron bastante elevadas y desproporcionadas con respecto al resto de años. Así mismo, además de la precipitación, los factores de temperatura y de recursos alimentarios influyen directamente al número de individuos de *Cydalima*.

Todavía es pronto para concluir cuál es el futuro que le depara al boj, pero es evidente que el impacto en los ecosistemas forestales y el impacto paisajístico que está provocando esta plaga son muy graves y perfectamente cuantificables. Otro impacto a considerar es el incremento de la aridez en las superficies que queden desprovistas de vegetación, incrementando la erosión especialmente en superficies con suelos pobres y escasez de vegetación secundaria. Se ha comprobado que el cambio climático perjudicará a la *Cydalima* debido al aumento de las temperaturas y la mayor

estacionalidad de las precipitaciones, por lo que su futuro comportamiento y asentamiento se mantiene incierto.

Por lo tanto, es fundamental tener información actualizada sobre la plaga, su ciclo biológico, evolución y expansión. Es necesario desarrollar un sistema de monitoreo amplio y adecuado para hacer frente a la gravedad de la plaga, con la participación de comunidades autónomas, organizaciones, universidades e institutos de investigación. Aunque hay grandes extensiones de boj en la Península Ibérica sin la presencia de *Cydalima*, es necesario investigar y desarrollar otras formas de abordar la plaga con medidas alternativas.

Se requieren políticas y acciones de gestión para abordar y prevenir el impacto de las especies invasoras en los ecosistemas y los bienes y servicios relacionados. Identificar la distribución potencial y la etapa de invasión de las especies es esencial para una estrategia adecuada de manejo y se debe desarrollar rápidamente un plan de acción, ya que la erradicación después de la etapa de establecimiento de la especie puede ser costosa y muchas veces no tiene éxito.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía referenciada:

- Alcalde, J. L., Alonso, Á., Andreu, J., Aragonés, D., Ayensa, G., Ballesteros, E., ... & Vivas, S. (2010). Invasiones biológicas.
- Álvarez E., Andreu J., Basnou C., Escobar A., Fuentes L., Martínez D., Melero Y., Pino J., Riera M. & Rotchés-Ribalta R. (2021). *Les espècies exòtiques a Catalunya*. Generalitat de Catalunya.
- Artime P., Barriuso J., Escuer L. & Olivet L. (2021). AEPJP. Gestión integrada de plagas. Oruga del boj.
- Artola, J. (2021). Seguiment de la biologia i la fenologia de la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*) al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa i zones properes. Generalitat de Catalunya.
- Artola, J., Bassols, E., Las Heras, S., & Arimany, M. (2018). Cicle biològic i fenologia de la papallona del boix, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) a la Garrotxa (Catalunya). *Bull. Soc. Cat. Lep*, 109, 65-85.
- Bella, S. (2013). The box tree moth *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) continues to spread in southern Europe: new records for Italy (Lepidoptera Pyraloidea Crambidae). *Redia*, 96, 51-55.
- Brua, C. (2013). The box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), exotic invasive species, details of its invasion dynamics in France and Europe, damage to box trees (*Buxus spp.*) and management strategies. In *3e Conférence sur l'entretien des Zones Non Agricoles, Toulouse, France, 15-17 octobre 2013* (pp. 365-377). Association Française de Protection des Plantes (AFPP).
- Canadell, J., & López-Soria, L. (1998). Las reservas de lignotuber apoyan el rebrote tras la poda de dos arbustos mediterráneos. *Ecología funcional*, 12 (1), 31-38.
- Canelles, Q., Bassols, E., Vayreda, J., & BROTONS, L. (2019). Predicciones de la distribución e impacto de la invasora polilla del boj (*Cydalima perspectalis*).
- Danés Calm A. (2020). Estudi de la capacitat de rebrotada del boix (*Buxus sempervirens*) afectat per la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*) a la comarca de la Garrotxa.
- Dlugosch, K. M., & Parker, I. M. (2008). Invading populations of an ornamental shrub show rapid life history evolution despite genetic bottlenecks. *Ecology letters*, 11(7), 701-709.
- Farahani, S., Salehi, M., Farashiani, M. E., Kazerani, F., Kouhjani-Gorji, M., Khaleghi Trujeni, S. N., ... & Talebi, A. A. (2021). Life cycle of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)(Lepidoptera: Crambidae), an invasive exotic pest in Hyrcanian forests of Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(2), 361-370.
- Generalitat de Catalunya. Departament d' Acció climàtica, Alimentació i Agenda rural (2021). DECRET 127/2021, 1 de juny, sobre el Parc Natural del Montseny i sobre els espais del PEIN Montseny i Cingles de Bertí.

- <http://www.nuevoderechourbanistico.es/wp-content/uploads/2021/06/Decreto-127-2021-Parque-Natural-Montseny.pdf>
- Generalitat de Catalunya. Departament d' Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (2023). Mapa d'afectació de *Cydalima perspectalis* a Catalunya. Situació 2022.
https://agricultura.gencat.cat/web/.content/ag_agricultura/ag02_sanitat_vegetal/ag02_02_plagues/documents/fitxers-binari/cydalima-perspectalis-mapa-afectacio-2022.pdf
 - Generalitat de Catalunya. Departament d' Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (2019). Pla de Acció contra la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*)
https://agricultura.gencat.cat/web/.content/ag_agricultura/ag02_sanitat_vegetal/ag02_02_plagues/documents/fitxers-binari/cydalima-perspectalis-papallona-boix-pla-accio.pdf
 - González-Moreno, P., Delgado, J. D., & Vilà, M. (2015). Una visión a escala de paisaje de las invasiones biológicas: Ecosistemas, 24(1), 84-92.
 - Henricot, B., Sierra, A. P., & Prior, C. (2000). A new blight disease on Buxus in the UK caused by the fungus *Cylindrocladium*. *Plant Pathology*, 49(6).
 - Hernández-Jiménez, A., Lois-Ortega, S., Garcés-Bericat, F., Castillo-Valenzuela, F. J., Baquero-Herce, A., Ariño-Lampérez, J., ... & Murria-Beltrán, E. PERSPECTALIS (WALKER, 1859)(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE, SPILOMENINAE).
 - Ims, R. A., Henden, J. A., & Killengreen, S. T. (2008). Collapsing population cycles. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(2), 79-86.
 - Jactel, H., Desprez-Loustau, M. L., Battisti, A., Brockerhoff, E., Santini, A., Stenlid, J., ... & Zalucki, M. P. (2020). Pathologists and entomologists must join forces against forest pest and pathogen invasions. *NeoBiota*, 58, 107-127.
 - Leuthardt, F. L., & Baur, B. (2013). Oviposition preference and larval development of the invasive moth *Cydalima perspectalis* on five European box-tree varieties. *Journal of Applied Entomology*, 137(6), 437-444.
 - López, C., & Eizaguirre, M. (2019). Diapause and biological cycle of *Cydalima perspectalis* (Walker) in the eastern Pyrenees. *Journal of Applied Entomology*, 143(10), 1096-1104.
 - Maruyama, T. y Shinkaji, N. (1987). Estudios sobre el ciclo de vida de la pirámide del boj, *Glyphodes perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). I. Emergencia estacional de adultos y velocidad de desarrollo. *Revista japonesa de entomología y zoología aplicadas*, 31 (3), 226-232.
 - Monfort-Bague, I.P., Vega-García, C., Jürguens, J. et al. (2020). Stem selection reduces the resprouting vigor of box-tree (*Buxus sempervirens* L.) understory in sub-Mediterranean pine forest. *Eur J Forest Res* 139, 947–958.
<https://doi.org/10.1007/s10342-020-01297-1>
 - Murillo Pérez, R., Ruiz de Escudero Fuentemilla, I., Bengoa Gorostiza, P., & Santesteban Insausti, X. Prospección de enemigos naturales de *Cydalima perspectalis* en los montes de Navarra. Memoria del proyecto OTRI 2021 907 095.

- Myers, J. H., & Cory, J. S. (2013). Population cycles in forest Lepidoptera revisited. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 44, 565-592.
- Otero, R. P., Vázquez, J. P. M., & Vidal, M. (2014). *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera, Crambidae): una nueva amenaza para *Buxus spp.* en la Península Ibérica. *Archivos entomológicos*, (10), 225-228.
- Paula, S. y Ojeda, F. (2009). Consumo de almidón subterráneo después de una perturbación severa recurrente en tres especies de rebrotes del género *Erica*. *Botánica*, 87 (3), 253-259.
- Pyšek, P., & Richardson, D. M. (2010). Invasive species, environmental change and management, and health. *Annual review of environment and resources*, 35, 25-55.
- Sáez, L., Pié, G., & Carnicero, P. (2017). *Catàleg de la flora vascular del massís del Montseny: tres segles d'investigació botànica (1716-2016)*. Diputació de Barcelona.
- Salvà Catarineu, M., Nuet Badia, J., Romo, À., & Salvador Franch, F. (2012). Los hayedos marginales de La Calma (Montseny, cordillera prelitoral catalana). <https://digital.csic.es/handle/10261/64685>
- Seebens, H., Blackburn, T. M., Dyer, E. E., Genovesi, P., Hulme, P. E., Jeschke, J. M., ... & Essl, F. (2017). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature communications*, 8(1), 14435.
- Shaw, M. R., & Huddleston, T. (1991). *Classification and biology of braconid wasps* (Vol. 7, No. 11). Royal Entomological Society.
- Suppo, C., Bras, A., & Robinet, C. (2020). A temperature-and photoperiod-driven model reveals complex temporal population dynamics of the invasive box tree moth in Europe. *Ecological Modelling*, 432, 109229. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109229>
- Van der Straten, M. J., & Muus, T. S. (2010, May). The box tree pyralid, *Glyphodes perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), an invasive alien moth ruining box trees. *In Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting* (Vol. 21, pp. 107-111).
- Wan, H., Haye, T., Kenis, M., Nacambo, S., Xu, H., Zhang, F., & Li, H. (2014). Biology and natural enemies of *Cydalima perspectalis* in Asia: Is there biological control potential in Europe?. *Journal of Applied Entomology*, 138(10), 715-722.

Recursos electrónicos en Internet:

- Alertaforestal. Visualizado el 12/12/2022: <http://www.alertaforestal.com/es/alertas/orugaboj/>
- Arbolapp. *Buxus sempervirens*. Fecha de última consulta: 04/04/2023. Extraído de: <https://www.arbolapp.es/especies/ficha/buxus-sempervirens/>
- Artola J. (2021). Memoria Técnica. Seguiment de la biologia i la fenologia de la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*) al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa i zones properes. <https://parcsnaturals.gencat.cat/web/.content/Xarxa-de-parcs/garrotxa/coneix-nostre-feina/centre-documentacio/biblioteca-digital/fauna/invertebrats/lepidopters/papallona-boix/2021-artola.pdf>

- Exocat: base de datos de las especies invasoras en Cataluña. Extraído el 11/11/2022 de:
https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/patrimoni_natural/especies_exotiques_invasores/exocat-base-de-dades-de-les-especies-invasores-a-catalunya/
- Generalitat de Catalunya. Visor Mapa Espacios Naturales Protegidos de Cataluña. Accedido el 4/4/2023.
- Gobierno de Navarra. Departamento de Desarrollo Natural y Medio Ambiente. *Cydalima perspectalis* Walker 1859. Extraído el 15/03/2023 de:
<https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/79DB54F5-B89A-4633-BAC9-8F293BDA3475/453371/Cyladima2.pdf%20%C2%A0%C2%A0>
<https://agportal.sig.gencat.cat/portal/apps/webappviewer/index.html?id=08c02a5244ac425695679a224f8c372b>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Registro de productos fitosanitarios. Extraído en marzo de 2023:
<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/fitos.asp>
- RuralCat Generalitat Catalunya. Vídeo *Noves dades sobre la situació actual de la papallona del boix (Cydalima perspectalis) a Catalunya*. (2021).

7. ANEXOS

ANEXO 1. Plan de acción contra la mariposa del boj (*Cydalima perspectalis*).

Apartado 6. Acciones a llevar a cabo

Indicar que las acciones a llevar a cabo en el ámbito forestal, dada la dinámica poblacional de esta especie y la imposibilidad de contener su dispersión, se centrarán en hacer un seguimiento de su expansión en el territorio catalán y la realización de actuaciones de control puntuales con el fin de preservar algunos de los bojedales más importantes y ejemplares singulares de esta especie vegetal.

En cuanto al ámbito de viveros y parques y jardines la estrategia será la información y la prevención de la plaga.

6.1. Medidas preventivas

1. El SGF confeccionará unos mapas anuales de la distribución de la plaga y del grado de afectación del boj. Este año y de forma excepcional se elaborarán dos mapas: uno con los datos recogidos hasta el 25 de marzo de 2019 con el fin de obtener los daños y afectaciones durante el año 2018 y otro en el mes de octubre. Los datos utilizados para la elaboración del plano son recogidos por el Cuerpo de Agentes Rurales CAR, según el Protocolo de seguimiento establecido.
2. Se establecerán puntos de seguimiento de la mariposa del boj con la colocación de trampas de feromonas sexuales que permitan obtener la curva de vuelo en las distintas zonas ecoclimáticas. El SENP diseñará y coordinará esta red y se realizará de acuerdo al protocolo de vigilancia establecido.
3. Se realizarán actuaciones piloto tanto en determinados bojeos como en algunos ejemplares singulares de Cataluña. Se realizarán ensayos de diferentes métodos de control en determinadas parcelas para probar y evaluar los diferentes métodos de control (productos fitosanitarios, insectos útiles, nematodos, feromonas sexuales...)
4. Se promoverán tanto los estudios sobre la mariposa del boj y su control en Cataluña y su publicación y difusión. de los trabajos realizados para aumentar el grado de conocimiento de la especie y las medidas de control más efectivas para avanzar en el ámbito de investigación y experimentación y facilitar la difusión de los resultados.
5. En zonas afectadas, se informará a guardas, gestores del medio natural, técnicos de las ADVs y ADFs, y técnicos de parques y jardines sobre el riesgo de llegada de la plaga y se pedirá su colaboración al hora de prospectar para detectar la presencia de signos y síntomas de la plaga.

6. En zonas de riesgo de infestación (zonas libres de la plaga pero cercanas a zonas infestadas), se procederá a la instalación de trampas de feromonas sexuales para aumentar la capacidad de detección de *Cydalima perspectalis*.
7. En empresas proveedoras de material vegetal que trabajen con especies susceptibles localizadas en zonas libres de la plaga se instalarán trampas de feromonas sexuales para detectar cualquier entrada accidental. Las trampas serán revisadas por personal cualificado.
8. Se realizarán actuaciones para prevenir y disminuir la dispersión en jardines y espacios verdes públicos y privados dentro del ámbito urbano, en concreto desde el SSV se realizarán las siguientes actuaciones:
 - a. Envío de una carta a todos los ayuntamientos informándoles sobre la plaga y las medidas que pueden tomar con sus boj es. Se editará una guía dirigida a los técnicos de los ayuntamientos de parques y jardines y/o medio ambiente para que puedan informar al ciudadano de manera coordinada.
 - b. Publicación de un póster informativo que se enviará a los ayuntamientos para que lo expongan en los locales y centros del municipio, oficinas de información turística.
 - c. Publicación de un díptico informativo para los ciudadanos.
9. Respecto a las actuaciones en viveros, el boj es una especie vegetal que no está sometida a la normativa reguladora del pasaporte fitosanitario, ni tiene requisitos específicos de calidad de acuerdo con los reglamentos técnicos de control de la producción y comercialización de los materiales de reproducción de plantas ornamentales ni materiales forestales. Sin embargo, sí que la producción y comercialización del boj debe cumplir unos niveles de calidad, éstos serían básicamente estar exentos externamente de organismos nocivos, síntomas y defectos que afecten a su calidad con el objetivo de que el material vegetal de boj se comercialice disfrute de las máximas garantías fitosanitarias.

A este respecto desde el SSV con el objetivo de disminuir el riesgo de dispersión de la plaga a través de los viveros, sin que desaparezca el boj como planta ornamental o de uso forestal, se hará un comunicado a todas las empresas que comercialicen ésta especie informándoles de la problemática de la plaga de *Cydalima perspectalis* y de la obligatoriedad de todos los proveedores de material vegetal de acuerdo con el Decreto 131/2012, de conservar durante un período mínimo de tres años la documentación acreditativa del origen del material vegetal, productos vegetales u otros objetos, que haya adquirido para plantar, multiplicar o almacenar, así como su destino, a la vez que deben realizar, cuando sea necesario, exámenes y comprobaciones visuales o de cualquier otro tipo durante la temporada de cultivo, en el momento adecuado y de acuerdo con las directrices de la dirección general competente en materia de agricultura.

10. El SSV coordinará la información sobre esta plaga tanto a los agentes sociales implicados (asociaciones de viveristas, ayuntamientos, gremios de jardinería,...) como a la prensa.

6.2. Medidas en caso de confirmación de la plaga

En caso de confirmación del avistamiento de individuos adultos, buscando larvas de cualquier estadio y, en caso posible, puestas en la parte inferior de las hojas. Con esta información se delimitará la extensión de la infestación y se informará al SGF. En caso de identificar larvas del lepidóptero, podrá procederse a la aplicación de tratamientos fitosanitarios con los productos autorizados.

El DARP informará a los propietarios o responsables de la gestión de la zona de la presencia de la plaga y les sugerirá los tratamientos para impedir su proliferación. El DARP pone en disposición los correos electrónicos:

- ssv.daam@gencat.cat

En caso de existir viveros y/o centros de jardinería en el municipio, se realizará una inspección documental y fitosanitaria donde se comprobará el movimiento de planta de la especie *Buxus spp.* Se informará al titular sobre la obligatoriedad de información y actuación en caso de detección de la plaga en el centro.

6.3. Medidas de control de la plaga

En el ámbito de la jardinería, planteles, áreas verdes y urbanas el objetivo en zonas infestadas es el control de la plaga para impedir su propagación a otras áreas.

Los posibles tratamientos se exponen a continuación:

- Tratamiento insecticida en zonas boscosas con *Bacillus thuringensis* (Bt) variedad Kurstaki. Aplicación de Bt sobre los arbustos, con especial atención a la aplicación por la cara inferior de las hojas y sobre la totalidad del área foliar. Es importante no llevar a cabo la aplicación con previsión de lluvia por los 3, 4 días siguientes, ya que baja su eficiencia. Se estima que la duración de la efectividad del tratamiento es entre 5 y 7 días. Es recomendable realizar la aplicación entre 2 y 5 días después de ver las primeras orugas para incidir sobre el máximo de población posible.
- Tratamiento con piretrinas naturales autorizadas. El insecticida se aplica a través de un pulverizador sobre el área foliar. La persistencia es baja pero dependiendo del formulado puede alargarse hasta unos 12 días. Hay que tener en cuenta que es un producto de amplio espectro y que puede afectar a la fauna auxiliar existente.
- Tratamiento con piretroides. El sistema de aplicación es el mismo que por los productos anteriores, se trata de productos de síntesis química, con un buen efecto de choque y unos 14 días de persistencia. Hay que tener en cuenta que es un producto de amplio espectro y que puede afectar a la fauna auxiliar existente.

- Puede realizar la consulta en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios del MAPA:
<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/fitos.asp>
- Tratamiento con Trichogrammas. Se trata de un himenóptero parasitoid de los huevos y existen específicos para huevos de lepidópteros (Ej: *Trichogramma achaeae*). Se debe dejar la tarjeta que contiene las pupas colgada de las ramas del boj, donde se sospecha que está presente la plaga y donde todavía hay hojas de boj donde las hembras puedan poner los huevos (Artola y las Heras 2018). Las tarjetas deben verificarse semanalmente para reponerlas.
- Tratamiento con nematodos entomopatógenos. La liberación de nematodos entomopatógenos (Ej: *Steinernema carpocapsae*) es útil frente a la plaga (Wan et al. 2014), si bien la duración de sus efectos es menor que la de BT. Afecta a las orugas de otras especies de lepidópteros.
- Tratamiento mediante la técnica de la confusión sexual con difusores de feromona. Se ensayará sobre unas 10 ha. Este tratamiento sólo afecta a la mariposa del boj.

En base a consultas con especialistas en este tema, se propondrá el tratamiento fitosanitario más adecuado a corto plazo con carácter de excepcionalidad. En paralelo, establecerá experimentos para evaluar la efectividad y posibles efectos de los tratamientos disponibles y otros todavía en desarrollo. Estos tratamientos se comunicarán al sector por medio de la página web oficial del DARP y los avisos fitosanitarios.

7. **Plan de comunicación**

El plan de comunicación tiene como finalidad inicial informar a todos los agentes implicados sobre la prevención y lucha de la mariposa del boj en caso de la detección en Cataluña.

7.1. **Grupos implicados**

7.1.1 Sector de distribución y comercialización de plantas ornamentales

7.1.2 Sector productor de plantas vivas

7.1.3 Sector forestal

Propietarios de bosques y gestores forestales

7.1.4 Administraciones públicas

- a. Municipales (técnicos de los municipios de áreas verdes y parques y jardines)
- b. Supramunicipales (Diputación, Consejos Comarcales, ...)
- c. Turismo (Asociación de casas de turismo rural,...)

7.1.5 Ciudadanos

7.2 Información a comunicar a los distintos grupos implicados

- Biología de la mariposa del boj y aspectos técnicos
- Afectación y distribución de la plaga
- Medidas de prevención y lucha






7.3. Medios de comunicación

- Jornadas técnicas (PATT)
- Hojas informativas y fichas técnica de la plaga
- Póster informativo y díptico
- Avisos fitosanitarios del Servicio de Sanidad Vegetal
- Página web oficial del DARP
- Notas de prensa emitidas a través de la Oficina de prensa del DARP
- Carta informativa a los ayuntamientos y casas de turismo rural

ANEXO 2. Calendarios de trampeo. Periodo (2019-2022).

Sirva como ejemplo el año 2019.

Leyenda de los días señalados como relevantes durante la época de trampeo:

	Inicio de campaña. Colocación de trampas y feromonas.
	Cambio de feromonas
	Fin de campaña. Retirada de trampas y feromonas.
	Observaciones
	Día de toma de datos y vaciado de las trampas

CALENDARIO DE TRAMPEO 2019

Abril 2019						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13*	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

*E1

Mayo 2019						
L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18*	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

*Todas las trampas tienen agua dentro, se han vaciado

Junio 2019						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8*	9
10	11	12	13	14	15**	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

*E1

**E2

Julio 2019						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27*	28
29	30	31				

*E1

Agosto 2019						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3*	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

*E2

Septiembre 2019						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21*	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

*E1 y E2

Octubre 2019						
L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19*	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

* No se ha realizado por motivos del servicio

Noviembre 2019						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2*	3**
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

*E2; **E1

ANEXO 3. Registros de temperatura media y precipitación mensual en las estaciones meteorológicas de la Morera y Tagamanent. Periodo 2019-2022.

2019

LA MORERA

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Tª media (°C)	4,7	8	9,77	8,82	12,29	19,61	22,9	22,44	18,46	14,45	7,15	4,47
Precip. (mm)	9,8	3	2,9	92,4	67,6	30,5	42,6	23,9	153,6	126	52	230,8

TAGAMANENT

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Tª media (°C)	3,98	7,25	8,25	7,72	10,94	18,76	21,4	20,82	17,13	13,26	6,1	6,94
Precip. (mm)	9,1	3	7,2	61,5	66,9	27	49	27,9	137,4	107,3	48,3	81,2

2020

LA MORERA

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Tª media (°C)	6,36	9,89	8,39	11,02	16,04	16,46	21,2	25,45	17,86	15,23	5,1	4,3
Precip. (mm)	442,6	0,6	34,7	173,3	80,9	119,4	84,9	45,1	70,8	44,1	139,9	32,4

TAGAMANENT

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Tª media (°C)	5,68	8,35	6,72	10	14,89	12,98	20,24	20,30	16,10	10,72	9,43	4,24
Precip. (mm)	235,4	3,1	51,2	164	65,6	112,5	77,2	46,6	28,2	10,8	117	50

2021**LA MORERA**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Tª media (°C)	3,9	4,2	4,7	5,2	8,55	14,58	16,78	20,79	19,27	13,71	7,72	6,52
Precip. (mm)	41,9	23,7	16,3	56,6	52,5	40,9	46,5	22,2	26,4	40,5	103,4	1

TAGAMANENT

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Tª media (°C)	3,07	7,33	6,94	7,51	11,77	17,95	20,11	20,12	17,13	11,78	6,32	6,9
Precip. (mm)	14,8	36,3	18,7	45,4	57,3	14,9	11,7	15,9	34	51,9	75,2	1,9

2022**LA MORERA**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Tª media (°C)	5,35	6,22	5,42	8,69	16,91	21,5	23,56	22,31	18,54	17,35	10,71	7,2
Precip. (mm)	16,5	6,7	123,8	83,1	55,6	34,7	2,8	128,3	22,2	3,5	4,5	30,3

TAGAMANENT

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic
Tª media (°C)	5,51	6,87	5,68	8,93	16,14	20,73	22,84	21,86	16,92	16,19	9,25	7,2
Precip. (mm)	24,9	5,5	124,3	43,1	53,1	31,7	4,6	76,3	27,7	7,7	5,4	42,9

Fuente: Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques del Servei Meteorològic de Catalunya (XEMA-SMC)

ANEXO 4. Datos biométricos de los bojes estudiados en las estaciones de seguimiento

Estación: 1															
Trampa: 1															
Fecha: 16/11/2022															
Observador: Juan Carles F.V.; Gemma P.F.; Alba R.															
Coordenadas		Boj	Altura (m)	Perímetro del pie más grande* (cm)	Nº pies	Corteza comida	Partes muertas	Presencia de rebrotes	Tipología de los rebrotes	Dónde	Altura del máximo rebrote (m)	Longitud rebrote más grande (cm)	Estado de conservación**	Nº de rebrotes aprox.	Observaciones
x	y														
445709	4627896	0	1,96	17	1	Sí	Tronco secundario, ramas	Sí	2	Tronco principal	1,8	12	2	115	
445708	4627895	1	2,5	17,5	8	Sí	Tronco secundario, ramas	Sí	2	Tronco principal y ramas	2	12	2	111	
445701	4627897	2	1,43	20	4	Sí	Tronco secundario, ramas	Sí	3	Tronco principal y ramas	1,2	14	2	197	
445706	4627900	3	1,64	6	2	Sí	Tronco secundario, ramas	Sí	2	Tronco principal y ramas	0,96	10,5	2	74	1 pie está muerto (no recupera)
445714	4627885	4	3,33	31	1	Sí	Tronco secundario, ramas	Sí	3	Tronco principal y ramas	2,68	15	2	288	
445700	4627899	5	2,79	27,5	2	Sí	Tronco secundario, ramas	Sí	2	Tronco principal y ramas	1,79	10	2	159	

445705	4627892	6	3	17,5	4	SÍ	Tronco secundario, ramas	SÍ	3	Tronco principal y ramas	2,46	18	2	313	
445706	4627894	7	2,8	28,5	7	SÍ	Tronco secundario, ramas	SÍ	2	Tronco principal y ramas	2,3	8	2	251	1 pie está muerto (no recupera)
445706	4627891	8	2,53	15	2	SÍ	Tronco secundario, ramas	SÍ	2	Tronco principal y ramas	0,95	9	2	97	
445709	4627895	9	1,1	7,5	4	SÍ	Tronco secundario, ramas	SÍ	3	Tronco principal y ramas	0,77	11,5	2	261	
445711	4627894	10	1,3	5,5	1	SÍ	Tronco secundario, ramas	SÍ	2	Tronco principal y ramas	0,7	10	2	130	
<p>*Medido a 30 cm del suelo ** todas tipo b (sin larvas)</p>															

Estación: 1

Trampa: 2

Fecha: 18/11/2022

Observador: Juan Carles F.V.; Gemma P.F.; Alba R.

Coordenadas		Boj	Altura (m)	Perímetro del pie más grande* (cm)	Nº pies	Corteza comida	Partes muertas	Presencia de rebrotes	Tipología de los rebrotes	Dónde	Altura del máximo rebrote (m)	Longitud rebrote más grande (cm)	Estado de conservación**	Nº de rebrotes aprox.	Observaciones
x	y														
445615	4627921	0	4,9	23	1	Sí	Ramas	Sí	3	Tronco principal y ramas	4,9	15	2	691	
445616	4627921	1	3,4	15	1	Sí	Ramas	Sí	2	Tronco principal y ramas	3,1	16,5	2	353	
445616	4627921	2	0,9	7	2	Sí	Tronco secundario, ramas	Sí	1	Tronco principal	0,26	-	2	27	Rebrotes sésiles. Estado completamente defoliado con pequeños brotes en la base del tronco. 2 pies pero uno de ellos muerto
445617	4627899	3	1	4	1	Sí	Tronco secundario, ramas	NO	-	-	-	-	3	-	
445620	4627901	4	1,9	11	1	Sí	Ramas	Sí	1	Tronco principal y ramas	1,52	6	2	89	
445620	4627901	5	1,1	6	1	Sí	Ramas	Sí	2	Tronco principal	0,13	4	2	3	
445620	4627901	6	2,24	20	1	Sí	Tronco secundario,	Sí	2	Tronco principal	1,31	12	2	102	

							ramas			y ramas					
445618	4627901	7	2,6	3,2	1	SÍ	Ramas	SÍ	2	Tronco principal y ramas	2,4	9	2	127	
445617	4627904	8	3,3	8,5	2	SÍ	Ramas	SÍ	2	Tronco principal y ramas	2,6	7	2	94	
445622	4627901	9	3,8	40	1	SÍ	Ramas	SÍ	3	Tronco principal y ramas	3,4	13	2	886	
445615	4627910	10	3,25	14	1	SÍ	Ramas	SÍ	2	Tronco principal y ramas	3,1	10	2	429	
445611	4627900	11	3,2	18,3	1	SÍ	Ramas	SÍ	2	Tronco principal y ramas	2,1	23	2	190	
445614	4627908	12	3,8	19	3	SÍ	Ramas	SÍ	3	Tronco principal y ramas	2,8	15	2	560	
445618	4627915	13	4,1	18,6	7	SÍ	Ramas	SÍ	3	Tronco principal y ramas	3,6	11	2	1969	
445617	4627918	14	2,8	14	1	SÍ	Tronco secundario, ramas	SÍ	3	Tronco principal y ramas	2,4	13	2	1138	Muy ramificado
445625	4627911	15	3,2	14,6	44	SÍ	Tronco secundario, ramas	SÍ	2	Tronco principal y ramas	2,7	14	2	899	
445619	4627912	16	1,79	7,5	3	SÍ	Tronco secundario, ramas	SÍ	2	Tronco principal y ramas	1,43	7	2	198	
445619	4627912	17	2,35	8,5	1	SÍ	Tronco secundario, ramas	SÍ	2	Tronco principal y ramas	1,5	5,5	2	46	

Estación: 1

Trampa: 3

Fecha: 18/11/2022

Observador: Juan Carles F.V.; Gemma P.F.; Alba R.

Coordenadas		Boj	Altura (m)	Perímetro del pie más grande* (cm)	Nº pies	Corteza comida	Partes muertas	Presencia de rebrotes	Tipología de los rebrotes	Dónde	Altura del máximo rebrote (m)	Longitud rebrote más grande (cm)	Estado de conservación**	Nº de rebrotes aprox.	Observaciones
x	y														
445517	4627924	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Boj por debajo de los parámetros de medición. Tronco < 5 cm a 30 cm de la base del tronco
445514	4627922	1	1,23	7,2	1	Sí	Tronco y ramas	Sí	3	Tronco y ramas	0,93	17	2	69	
445514	4627922	2	2,6	10,8	1	Sí	Tronco y ramas	Sí	3	Tronco, tronco secundario y ramas	2,25	12	2	271	
445514	4627922	3	1,27	6,7	1	Sí	Tronco y ramas	Sí	3	Tronco y ramas	0,98	19	3	67	
445514	4627922	4	1,52	6,5	1	Sí	Tronco y ramas	Sí	2	Tronco, tronco secundario y ramas	1,3	5,5	2	71	1 pie ramificado en 5. 1 de ellos muerto
445514	4627922	5	1,9	9	5	Sí	Tronco y ramas	Sí	3	Tronco y ramas	1,1	10	2	21	2 de ellos solo vivos
445509	4627931	6	1,1	6,5	5	Sí	Tronco y ramas	Sí	3	Tronco, tronco	0,9	11	2	170	

										secundario y ramas					
445509	4627931	7	2,4	8,8	8	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco, tronco secundario y ramas	1,9	16	2	338	
445518	4627937	8	1,39	5,4	9	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco, tronco secundario y ramas	1	10	2	287	
445511	4627923	9	1,51	5,5	6	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco, tronco secundario y ramas	0,77	10	2	138	
445514	4627925	10	1,1	7,5	3	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco, tronco secundario y ramas	0,38	15	2	77	
445514	4627925	11	2,75	13,5	3	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco y ramas	1,98	12	2	201	
445514	4627925	12	2,15	8	1	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco y ramas	1,49	8	2	98	
445514	4627925	13	2,26	8	2	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco y ramas	1,17	7	2	82	
445514	4627925	14	1,75	12,5	1	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco y ramas	1,4	7	2	167	
445514	4627925	15	1,18	5,5	3	SÍ	Todo	NO	-	-	-	-	3	-	Muerto
445515	4627897	16	2,06	8,5	20	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco, tronco secundario y ramas	1,18	8	2	430	
445517	4627924	17	2,98	10,9	8	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco, tronco secundario	2,16	4,5	2	424	Algunas hojas comidas

										y ramas					
445517	4627924	18	2,75	7,3	2	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco, tronco secundario y ramas	1,3	9,3	2	111	
445517	4627924	19	2,83	9	9	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco, tronco secundario y ramas	1,96	11	2	216	
445517	4627924	20	1,73	5	2	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco, tronco secundario y ramas	1,5	14	2	87	

Estación: 1

Trampa: 4

Fecha: 01/03/2023

Observador: Juan Carles F.V. y Gemma P.F.

Coordenadas		Boj	Altura (m)	Perímetro del pie más grande* (cm)	Nº pies	Corteza comida	Partes muertas	Presencia de rebrotes	Tipología de los rebrotes	Dónde	Altura del máximo rebrote (m)	Longitud rebrote más grande (cm)	Estado de conservación**	Nº de rebrotes aprox.
x	y													
445416	4627936	1	1,7	3	2	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco y ramas	1,45	7,5	2	77
445413	4627935	2	0,66	1,5	1	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	1	Tronco y ramas	0,16	3	2	27
445412	4627934	3	0,75	1,9	2	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco, tronco secundario y ramas	0,65	6	2	103
445413	4627450	4	0,93	2	2	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco y ramas	0,8	8	2	147
445417	4627936	5	0,9	1,2	2	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco, tronco secundario y ramas	0,7	10	2	69
445417	4627936	6	1,65	1,8	4	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco y ramas	1,4	11	2	382
445415	4679296	7	1,1	2,8	1	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco, tronco secundario y ramas	0,9	6,5	2	276
445415	4679296	8	2	2,1	1	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco, tronco secundario y ramas	1,95	7	2	71
445418	4627935	9	2,4	3,1	4	SÍ	Tronco y	SÍ	2	Tronco,	2,3	7	2	320

							ramas			tronco secundario y ramas				
445418	4627935	10	1,93	3	4	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco, tronco secundario y ramas	1,65	6	2	268
445418	4627935	11	1,5	1,4	2	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco, tronco secundario y ramas	0,85	8,5	2	46
445418	4627935	12	2,1	3,6	2	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco y ramas	1,95	9	2	177
445418	4627935	13	0,5	1,8	2	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco y ramas	0,31	7	2	23
445415	4627933	14	4,9	6,5	15	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco y ramas	4,8	15	2	866
445423	4627938	15	1,45	2,2	4	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco y ramas	0,95	10	2	193
445423	4627938	16	1,6	2,9	3	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco y ramas	1,4	10	2	283
445423	4627938	17	1,9	3	4	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	2	Tronco, tronco secundario y ramas	1,75	7	2	495
445414	4627933	18	1,2	2	6	SÍ	Tronco y ramas	SÍ	3	Tronco, tronco secundario y ramas	0,9	10,5	2	182

Estación: 2										
Trampa: 1										
Fecha: 16/11/2022										
Observador: Juan Carles F.V.; Gemma P.F.; Alba R.										
Coordenadas		Boj	Altura (m)	Perímetro del pie más grande* (cm)	Nº pies	Partes muertas	Nº plántulas		Estado de conservación**	Volumen del arbusto (m)
x	y						Plántula joven	Plántula adulta		
445449	4626909	0	3,43	20	12	0	23	11	0	8,8
445446	4626906	1	3,3	16	18	0			0	10,2
445457	4626897	2	3,15	14,5	33	0			0	8,5
445457	4626902	3	2,5	15	29	0			0	5,6
445462	4626906	4	3,1	14	22	0			0	7,6
445460	4629908	5	2,6	14	25	0			0	8,2
445458	4629911	6	2,9	15	8	0			0	6,8
445459	4626912	7	1,87	6	9	0			0	4
							TOTAL			
							34			

Estación: 2

Trampa: 2

Fecha: 17/11/2022

Observador: Juan Carles F.V.; Alba R.

Coordenadas		Boj	Altura (m)	Perímetro del pie más grande (cm)	Nº pies	Partes muertas	Nº plántulas		Estado de conservación	Volumen del arbusto (m)	Observaciones
x	y						Plántula joven	Plántula adulta			
445512	4626823	N	-	-	-	-	-	-	-	-	Zona de muestreo ausente de boj pero con presencia de otras especies vegetales
		O	-	-	-	-			-		
			-	-	-	-			-		
		B	-	-	-	-			-		
		O	-	-	-	-			-		
		J	-	-	-	-			-		

Estación: 2

Trampa: 3

Fecha: 17/11/2022

Observador: Juan Carles F.V.; Alba R.

Coordenadas		Boj	Altura (m)	Perímetro del pie más grande* (cm)	Nº pies	Corteza comida	Partes muertas	Presencia de rebrotes	Tipología de los rebrotes	Dónde	Altura del máximo rebrote (m)	Longitud rebrote más grande (cm)	Estado de conservación **	Nº de rebrotes aprox.	Observaciones
x	y														
445422	4626785	0	1,7	9,3	19	Sí	Ramas	Sí	2	Tronco, tronco secundario y ramas	1,4	6	2	1707	Boj de rebrote
445420	4626785	1	2,2	12,5	5	Sí	Ramas	Sí	2	Tronco, tronco secundario y ramas	1,96	10	2	1345	Boj de rebrote

Estación: 2

Trampa: 4

Fecha: 17/11/2022

Observador: Juan Carles F.V.; Alba R.

Coordenadas		Boj	Altura (m)	Perímetro del pie más grande* (cm)	Nº pies	Partes muertas	Nº plántulas	Estado de conservación**	Volumen del arbusto (m)	Observaciones
x	y									
445385	4626863	0	2,9	14,5	10	0	NO	0	5	Bojes muy ramificados desde la base y con mucha dominancia en las ramas apicales. Muy arbustivo.
445384	4626866	1	2,7	16	11	0		0	5,8	
445381	4626865	2	1,9	7	15	0		0	2,1	
445379	4626864	3	2,7	10,5	44	0		0	6,1	
445381	4626864	4	1,15	10	1	0		0	2,8	
445384	4626866	5	1,3	7	4	0		0	4,8	
							TOTAL			
							0			