



8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

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

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



Valoración de la flora de Pinares y Encinares de Mallorca

CERRATO. M. D.¹, CARDONA AMETLLER. C.^{1,2}, SANTANA MORRO, J. A.³, GIL VIVES. L.¹

¹ Interdisciplinary Ecology Group, Department of Biology, University of the Balearic Islands, Edifici Guillem Colom. Ctra Valldemossa, Km 7,5. E-07122, Palma, Balearic Islands, Spain.

² Centre Forestal de les Illes Balears (CEFOR-Menut). Institut Balear de la Natura. C/ Gremi de Corredors, 10 (Polígono Son Rossinyol) - 07009 Palma.

³ Consejería de Medio Ambiente y Territorio. Dirección General de Espacios Naturales y Biodiversidad. Servicio de Gestión Forestal y Protección del Suelo. C/ Gremi de Corredors, 10 (Polígono Son Rossinyol) - 07009 Palma.

Resumen

Los bosques mediterráneos suponen ecosistemas de gran importancia por los servicios ecosistémicos que aportan, y por su valor cultural y económico. En el caso de Baleares la gestión forestal hace especial hincapié en dos taxones, la encina (*Quercus ilex* L.) y el pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.), de los cuales sus correspondientes formaciones forestales, pinares y encinares, han sido profusamente objeto de comparación. En este sentido, el presente trabajo se propone determinar la flora que habita ambos ambientes forestales, con el objetivo de establecer semejanzas y diferencias entre ellos. Se inventariaron parcelas de cada ambiente forestal, de 1 hectárea de superficie y durante un año, en 3 zonas diferentes de Mallorca. De cada inventario se registraron todos los taxones de plantas vasculares, y se analizó la semejanza en base a la similaridad en la presencia/ausencia de taxones, así como características de las especies presentes en cada parcela. Los resultados permiten agrupar las parcelas de los encinares frente a los pinares, por la mayor diversidad y el perfil más heterogéneo y heliófilo de este último. Una cierta variabilidad general puede ser observada, y asociada al bioclima y las características propias de cada zona.

Palabras clave

Quercus ilex, *Pinus halepensis*, diversidad, pinares, encinares

1. Introducción

El pino carrasco o “pi blanc” (*Pinus halepensis* Mill.) es una conífera de porte arbóreo de la familia Pinaceae, localizado eminentemente en zonas próximas al litoral y sobre laderas de elevada exposición en la cuenca mediterránea (Castroviejo, 1986-2021). En el caso de las Islas Baleares, estudios palinológicos indican su presencia de forma previa a la llegada del hombre (Burjachs et al., 1994), siendo así considerado un taxón autóctono de las islas. Asimismo, Llorens et al. (2021) detallan su carácter permanente en taludes de litorales de ombrotípico seco junto a *Juniperus phoenicea* L. subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman (*Junipero turbinatae* – *Pinetum halepensis* prov.). Existe cierta discusión en cuanto a su posición en ambientes dunares, aunque en ombrotípico seco y semiárido, tras los sabinares, tiene un carácter permanente (Llorens et al., 2021). También se encuentra integrado en otras comunidades vegetales donde su presencia marca una etapa de transición hacia comunidades estables (*Cneoro tricocci-Ceratonietum siliquae*). Este carácter secundario puede llegar a ser permanente salvo que, por cuestiones climáticas, potencialmente pueda desarrollarse la encina (*Quercus ilex* L.). Independientemente de si dichos pinares son primarios o secundarios, éstos destacan por la importante cantidad de luz solar que es capaz de alcanzar el sotobosque. Ello favorece el desarrollo de un número sustancial de taxones diferentes.

Con relación a la ecología de la especie, ésta se caracteriza por una elevada capacidad reproductiva (sexual), y por una capacidad de colonización y de crecimiento relativamente rápido. La polinización es anemófila. La floración se inicia a partir de los 6-7 años de vida (Climent et al. 2008), permitiendo

formar numerosos estróbilos que contienen a su vez numerosas semillas. Éstas se dispersan por viento gracias a la estructura alada que las acompaña, permitiendo alcanzar fácilmente nuevos territorios. La germinación de la especie es relativamente rápida, siendo flexible en sus requerimientos. El crecimiento es rápido y aunque se han indicado mecanismos de alelopatía (Santonja et al. 2019), supone también una especie relevante para la germinación de otros taxones menos heliófilos.

A nivel cultural el pino ha sido una fuente importante de recursos, siendo explotado tradicionalmente para su aplicación en diversos usos que han sido abandonados por el abandono generalizado del campo (Berbiela, 2015). Ello ha causado que en las últimas décadas se haya derivado hacia una perspectiva negativa de estas formaciones forestales, con afirmaciones poco contrastadas o ambiguas siendo ejemplos particulares aquellos ofrecidos en libros de texto en el ámbito educativo (Sureda-Negre et al., 2011). Una de las afirmaciones esgrimidas atiende a la disminución de la diversidad debido a la presencia del pino y a su comparación desfavorable y ambigua con la diversidad hallada en encinares.

La encina o “alzina” (*Quercus ilex* L.) es un árbol de la familia Fagaceae cuya presencia se da desde el ombrotípico húmedo hasta el seco con formaciones importantes en la Serra de Tramuntana y en algunas zonas de es Plà de Mallorca. De forma más dispersa y menos abundante también se halla en zonas de mayor aridez donde su presencia es posible por compensación edafohigrófila. Se han indicado dos subespecies (*Q. ilex* subsp. *ilex* y *Q. ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.), cuya distinción en Baleares es compleja. Aun así, estas dos subespecies se han asignado en el caso de Mallorca a dos tipos generales de encinar (Llorens et al., 2021). Por un lado, los encinares mésicos de *Q. ilex* subsp. *ilex* (*Cyclamini balearicae-Quercetum ilicis*) y por otro los más xéricos de *Q. ilex* subsp. *ballota* (*Clematidi balearicae-Quercetum rotundifoliae*). En ambos casos se las consideran la comunidad clímax climática desde el ombrotípico húmedo en el primer caso y hasta el seco en el segundo, salvo pocas excepciones donde el tipo de sustrato favorece la permanencia de otras comunidades. Las características generales de su sotobosque varían de acuerdo a diversos factores, siendo desde bosques umbrófilos de escasa diversidad, hasta formaciones con un sotobosque que puede llegar a alcanzar cierta diversidad y densidad.

La especie se caracteriza por presentar un periodo juvenil prolongado, produciendo frutos a partir de los 8-10 años de vida y alcanzando una producción importante y sostenida a los 15-30 años (Valero-Galván, 2012). La polinización es anemófila. Los frutos son aquenios (glandes o bellotas) cuya dispersión se da por barocoria, germinando de forma considerable. El crecimiento es lento, aunque los individuos adultos se caracterizan por alcanzar considerable longevidad y tamaño, generando un sotobosque generalmente umbrófilo.

Culturalmente la encina y los encinares han sido sujetos a una explotación que en el caso de Mallorca se ha basado eminentemente en la extracción de madera y el uso de bellotas para ganado. Antiguamente la explotación de su madera estaba más extendida, especialmente en la serra de Tramuntana, para sostener la producción de carbón vegetal por parte de los carboneros y para alimentar los fuegos que usaban los “calciners” para la elaboración de cal viva (Marcè, 1988). Actualmente dicha explotación forestal es más limitada, ajustándose a extracciones locales y a acciones de gestión. Por otro lado, el uso de las bellotas aún se utiliza hoy en día principalmente para ganado porcino en la comarca de es Plà. Ambos usos se han indicado como unos de los causantes históricos y actuales de la escasa diversidad de muchos encinares mallorquines (Llorens et al., 2021).

2. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es determinar la flora que vive en los pinares y encinares de Mallorca. A partir de ello podremos establecer semejanzas y diferencias entre ambos hábitats, con el fin de mejorar la gestión de estos ambientes forestales.

3. Metodología

Se hicieron inventarios durante un periodo de 12 meses (enero-diciembre de 2019) en 3 pinares y 3 encinares de la isla de Mallorca. Cada zona de estudio correspondía a una hectárea (10.000 m²) de cada uno de los tipos forestales y su estudio se llevó a cabo a través de visitas mensuales. Las zonas de estudio y sus características generales se detallan en la Tabla 1. Asimismo, se ofrecen mapas detallados de las zonas en el Anexo. La selección de las zonas estudiadas se llevó a cabo con el fin de cubrir todo el espectro bioclimático presente en la isla.

Tabla 1. Datos generales de los inventarios. Coordenadas UTM ETRS 89 Huso 31 del extremo Norte-Este de cada inventario.

Pinares	Coordenadas	Encinares	Coordenadas	Ombrotipo
Cala Pi	X: 484854.3 Y: 4356614.3	Sin representante	-	Semiárido
Comuna de Bunyola	X: 76438.87 Y: 4396339.96	Comuna de Bunyola	X: 76546.25 Y: 4395157.18	Subhúmedo
Sin representante	-	Planície (Camí des Correu)	X: 460145.4 Y: 4392130.2	Subhúmedo
Binifaldó	X: 91201.55 Y: 4410064.33	Binifaldó	X: 91811.21 Y: 4410416.65	Húmedo

Con relación a los encinares éstos abarcan desde el ombrotipo subhúmedo hasta el húmedo sin representación en el semiárido. En este ombrotipo sólo se localizan individuos aislados o bien formaciones boscosas de escasos individuos en situación edafohigrófila (lechos de torrentes). Los pinares, por otro lado, se hallan en todos los ombrotipos representados en Mallorca, desde el semiárido hasta el húmedo. De esta forma, dos parejas de tipos forestales se estudiaron en las mismas zonas y otra pareja en zonas diferentes (Tabla 1).

Con relación a los inventarios se determinaron todos los taxones observados (en caso necesario se recolectaron las muestras convenientes). Siempre que fue posible se determinó hasta el nivel de especie. Para ello se utilizó material de disección, lupa binocular para el análisis de las plantas, y se utilizaron diversas claves de identificación (Blanca et al., 2009; Boldò & Vigo, 1984-2001; Castroviejo, 1986-2021; Gil & Llorens, 2018; Pignatti, 1982). La nomenclatura utilizada fue la aceptada en Euro+Med (2006-2019), salvo alguna rara excepción.

Se recopilaron datos sobre la corología, forma vital, fenología y hábitat característico de cada taxón, a partir de diversas fuentes (Gil et al., 2018; Llorens et al., 2021).

Con el fin de analizar los inventarios llevados a cabo, se evaluó la disimilaridad entre inventarios a partir de la presencia/ausencia de especies mediante un análisis NMDs, usando para el cálculo de matriz de disimilaridad el índice de Jaccard. Los cálculos se llevaron a cabo usando los correspondientes comandos en el paquete estadístico BiodiversityR (Kindt & Coe, 2006), usando el software R versión 3.5.0. (R Core Team, 2018).

Se utilizaron los datos bibliográficos de cada taxón inventariado, para el cálculo del porcentaje representativo de cada hábitat, forma vital y distribución geográfica en cada inventario.

4. Resultados

Se han catalogado un total de 104 taxones diferentes (Tabla 2) en las 6 zonas inventariadas (cuyos detalles se sintetizan por inventario en las Tablas 2 y 3. Ello supone que en estos bosques analizados se halla representado apenas el 5,3% de la flora de las Baleares, o el 6,1% de la flora de Mallorca.

Los pinares muestran una riqueza específica mayor ($46,3 \pm 2,6$) que los encinares ($31,3 \pm 1,9$). Sólo el encinar de Bunyola, con 38 taxones, alcanza niveles de diversidad similares a los pinares. El número de géneros y de familias representados reflejan de forma más sutil las mismas diferencias mencionadas anteriormente.

Tabla 2. Número de taxones, familias y géneros en cada una de las áreas inventariadas. () Número de familias con un solo representante.*

Inventario	Nº taxones	Familias	Géneros	Especies	Subespecies	Variedades
Encinar Binifaldó	28	22 (18)	28	28	4	1
Encinar Bunyola	38	31 (25)	36	38	6	1
Encinar Planícia	28	22 (18)	26	28	2	1
Pinar Binifaldó	53	30 (19)	48	53	4	1
Pinar Bunyola	48	28 (19)	39	48	7	1
Pinar Cala Pi	38	26 (18)	36	38	7	0

El porcentaje relativo de los diferentes grupos de plantas superiores (Tabla 3) entre los dos hábitats tampoco muestra ningún patrón concreto según el tipo de bosque, siendo éste más dependiente de la zona de estudio.

Tabla 3. Porcentaje relativo de dicotiledóneas, monocotiledóneas, gimnospermas y helechos en cada una de las áreas inventariadas.

Inventario	Dicotiledóneas	Monocotiledóneas	Gimnospermas	Pteridofitos
Encinar Binifaldó	14 (50%)	11 (39,29%)	1 (3,57%)	2 (7,14%)
Encinar Bunyola	20 (52,63%)	12 (31,58%)	2 (5,26%)	4 (10,53%)
Encinar Planícia	16 (57,14%)	8 (28,57%)	2 (7,14%)	2 (7,14%)
Pinar Binifaldó	35 (66,04%)	16 (30,19%)	1 (1,89%)	1 (1,89%)
Pinar Bunyola	31 (64,58%)	11 (22,92%)	2 (4,17%)	4 (8,33%)
Pinar Cala Pi	27 (71,06%)	9 (23,68%)	2 (5,26%)	0 (0,00%)

La comparación de los diversos inventarios, en base a la presencia/ausencia de taxones, establece relaciones de semejanza entre los diversos inventarios como se dispone en la Figura 1. Las áreas estudiadas con mayor similaridad son las dos de Bunyola, seguidos por la pareja de encinares de Binifaldó y Planícia, y finalmente la pareja de pinares de Binifaldó y Cala Pi.

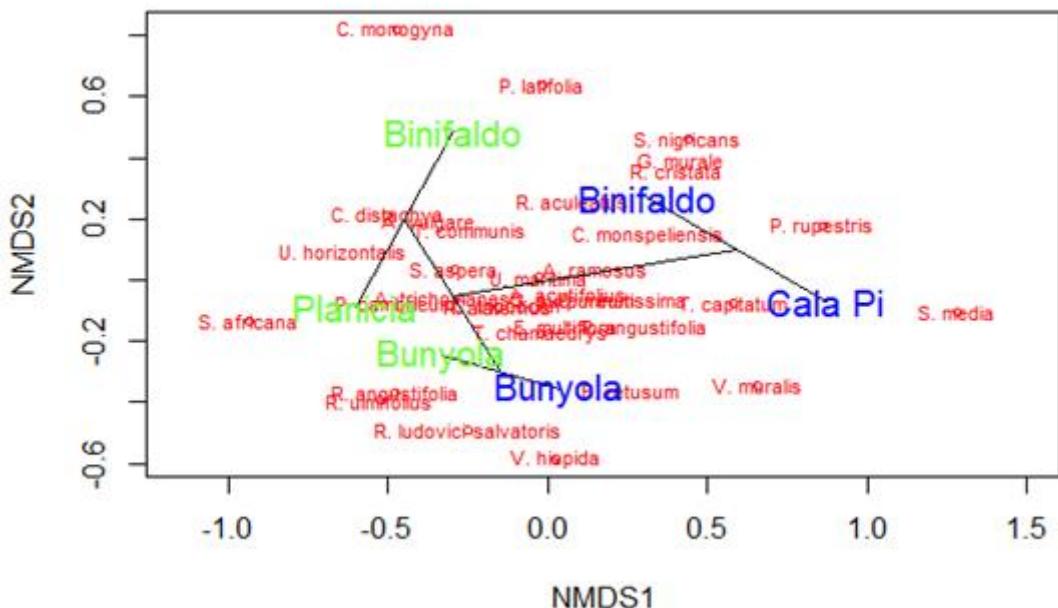


Figura 1. NMDs de los inventarios basada en la composición florística de los diversos inventarios considerada como la presencia/ausencia de taxones. Las líneas conectan los inventarios más semejantes en base a una matriz de disimilitud calculada a partir del índice de Jaccard. En verde inventarios de encinares y en azul, pinares.

Analizando las diferentes formas vitales de las especies determinadas (Anexo, Figura 2), los fanerófitos, como era previsible, son el grupo dominante (37,3% del total de especies). Un 29,4 % son árboles y arbustos de medio o elevado porte y un 8,0% son lianas. El valor máximo se halla en el encinar de Planicia con un 46,4 % y el menor en Cala Pi con un 31,6 %.

Conviene destacar que los encinares muestran un mayor porcentaje de geófitos, especialmente los bulbosos (16,9%), y hemicriptófitos (19,2%) que los pinares (10,8% y 7,3% respectivamente); mientras que en los pinares se localizan más cantidad de caméfitos (22,1%) y terófitos (20,9%) que en los encinares (12,4% y 7,4%) respectivamente.

El espectro corológico (Anexo, Figura 3) muestra un marcado carácter mediterráneo de la flora observada (incluyendo especies tirrénicas y endémicas) alcanzando un promedio del 94,9% del total de taxones determinados. En todas las áreas se observan algunas especies de origen cosmopolita, a excepción de Planicia. Sólo en Binifaldo se hallaron especies paleotemperadas, ello implica que, en esta zona, la de clima más frío, hallan refugio, tanto en pinares como en encinares, especies que no consiguen prosperar a menor altitud.

Tabla 4. Distribución de los taxones en hábitats, sintaxonómicos (columna izquierda) y agrupados (columna derecha).

	Encinar Binifaldo	Encinar Planicia	Encinar Bunyola	Pinar Binifaldo	Pinar Cala Pi	Pinar Bunyola	Hábitat
Anomodontio- Polypodietae	3,57	10,71	5,26	1,89	0,00	6,25	V. acantilados y paredes
Thlapsieta- Rotundifoliae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08	
Asplenietea trichomanis	3,57	3,57	7,89	1,89	0,00	4,17	

<i>Parietarietea</i>	3,57	7,14	7,89	0,00	2,63	2,08	
<i>Polygono-Poetea annuae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63	0,00	V. ruderal
<i>Molinio-Arrhenathera</i>	0,00	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00	
<i>Stellarietea mediae</i>	10,71	0,00	2,63	1,89	13,16	6,25	
<i>Geranio-Cardaminetea</i>	3,57	0,00	2,63	0,00	2,63	2,08	
<i>Helianthemetea annuae</i>	3,57	0,00	2,63	13,21	13,16	10,42	V. pastizales naturales
<i>Lygeo-Stipetea</i>	7,14	3,57	10,53	3,77	10,53	8,33	
<i>Isoeto-Nanojuncetea</i>	3,57	0,00	0,00	1,89	0,00	0,00	V. heliófila de zonas húmedas
<i>Quercetea ilicis</i>	53,57	67,86	47,37	49,06	34,21	35,42	Bosques
<i>Rhamno-Prunetea</i>	3,57	0,00	2,63	0,00	0,00	0,00	Matorrales
<i>Rosmarinetea officinalis</i>	3,57	7,14	10,53	24,53	21,05	22,92	

Si analizamos la flora endémica presente, se han hallado 13 taxones endémicos (12,0% de la flora observada). No se han visto diferencias importantes según el tipo de bosque. Sí se ha observado que Bunyola es la zona con mayor presencia de endemismos y Binifaldó, la más pobre.

Respecto al espectro ecológico, en la Tabla 4 indicamos de forma detallada las diferentes clases sintaxonómicas, y en el Anexo Figura 4 se muestran condensados en grupos más generales para su fácil interpretación.

Considerando los datos expresados en la Figura 4, se observa, como era de esperar, una elevada proporción de taxones propios de bosque en todos los inventarios, con una presencia más acusada en el caso de los encinares (56,3%) que en los pinares (39,6%), siendo en Planícia donde alcanza su valor máximo (67,9%).

Matorrales y pastizales muestran mayor presencia en inventarios de pinar (22,8% y 19,8% respectivamente) donde su presencia se incrementa en el orden Binifaldó < Bunyola < Cala Pi para pastizales y a la inversa para matorral. Los encinares, en cambio, tienden a valores más bajos (9,2% tanto para matorrales como para pastizales), siendo Planícia la zona con los valores mínimos.

El componente ruderal es dispar, siendo máximo en Cala Pi (18,4%) y el encinar de Binifaldó (14,3%), ausente en Planícia y con valores intermedios en los restantes inventarios (5,8%). Finalmente, en los inventarios de Binifaldó existe un pequeño componente (menor del 4%) de vegetación ligada a ambientes húmedos que está ausente en los restantes inventarios.

5. Discusión

Riqueza específica y generalidades de las zonas inventariadas

La biodiversidad entendida como el número de especies puede variar en base a las relaciones entre múltiples factores abióticos como son las características edáficas, climáticas (incluidas las microclimáticas) y la disponibilidad de luz. Por otro lado, también existen factores bióticos que pueden condicionar dicha biodiversidad eminentemente al competir por las características previamente mencionadas y alterarlas. De esta forma generalmente se considera que el número de taxones disminuye a medida que la vegetación tiende hacia las comunidades más maduras y en mayor equilibrio (comunidades más adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona) dentro de la sucesión ecológica (Margalef, 1957; Whittaker, 1965). Las zonas forestales son consideradas etapas avanzadas dentro de la sucesión ecológica, suponiendo allí donde se localizan la comunidad clímax climática o edafoclimática de la zona. De esta forma, los bajos valores de riqueza observados en los inventarios se ajustan a los esperables de un ambiente maduro como los detallados para ecosistemas forestales (Houssard et al., 1980).

Entre ambos tipos forestales existe asimismo una consistente diferencia en sus valores de biodiversidad. Los valores observados en los encinares son inferiores a los observados en pinares. En el caso de los pinares, dichas diferencias de riqueza pueden ser comprendidas por las características de mayor luminosidad y temperatura que alcanza su sotobosque (Zavala et al., 2000). Aun así, Bellot et al. (2004) indican que el sotobosque de un pinar depende en gran medida de su densidad, decreciendo las condiciones favorables a medida que se incrementa ésta. Esta dependencia de la densidad es una de las probables causas de la menor riqueza observada en el caso concreto de Cala Pi, donde además se conjuga la elevada densidad del pinar con la flora heliófila y xerófila característica de ambientes semiáridos (Gil & Llorens, 2004).

En el caso de los encinares la escasa luz que alcanza el sotobosque es, en gran medida, la responsable del escaso número de taxones observado, siendo un caso similar el indicado para *Quercus pubescens* en Houssard et al. (1980). Los encinares de Planicia y Binifaldó presentan la típica flora escasa y especializada esperable de las condiciones esciófilas de su sotobosque. Pero el encinar de Bunyola contrasta por su elevado número de taxones. Este hecho puede ser explicado por dos posibles razones:

1-La gestión forestal de los encinares de Mallorca. Ésta se viene haciendo como una “limpieza” de sotobosque priorizando sólo la presencia de árboles con una elevada densidad, de tal modo que las copas de un árbol a otro se hallan en contacto, motivo por el cual la luz no llega de forma adecuada (para las especies más heliófilas) al sotobosque. De este modo, los bosques así gestionados son sólo conjuntos de encinas, sin una verdadera estructura de bosque, sin sotobosque ni lianas, hecho que sí se observa en áreas donde esa gestión no tiene lugar, como en el encinar estudiado en Bunyola.

2-La presencia de herbívoros. La cantidad de cabras y ovejas presentes en cada área influye tanto sobre la presencia de sotobosque como sobre la capacidad de regeneración (rejuvenecimiento) del encinar.

En Bunyola también hemos observado otras alteraciones de menor calado como, por ejemplo, la caída de árboles. Esto genera micro hábitats gracias a la mayor presencia de luz, permitiendo aumentar la riqueza específica, al menos de forma temporal y local, como también indican Debussche et al. (1996).

Otro factor que permite incrementar la biodiversidad es la presencia de micro hábitats en el propio bosque, por ejemplo, la cercanía de acantilados o la presencia de grandes rocas en el bosque. Ello permite que el bosque reciba taxones de forma subespontánea y continua en el tiempo (Guirado et al., 2006). En el caso de Bunyola esto se ve reflejado por la presencia de taxones ligados a ambientes rupícolas como *Hippocratea balearica* o *Hypericum balearicum*.

Características de la flora

El número de taxones ofrece una información cuantitativa de la biodiversidad propia de un territorio, o como es el caso, de los diversos ambientes forestales. Pero las características de las especies inventariadas permiten describir y ofrecer una información cualitativa de las zonas estudiadas. La similaridad entre inventarios basada en la presencia/ausencia de especies queda reflejada por la agrupación de los encinares de Planícia y Binifaldó, los pinares de Cala Pi y Binifaldó, y el pinar y encinar de Bunyola. Ello deja en evidencia que la similitud entre inventarios se debe a la suma de diversos factores. Barbier et al. (2008) indican que la composición de especies en ambientes forestales templados es consecuencia de las características ambientales imperantes, la historia natural de la zona y el conjunto de alteraciones provocadas por el hombre.

El espectro corológico muestra un marcado carácter mediterráneo. Los bosques, tanto de encinas como pinos, son hábitats donde la presencia de especies alóctonas es nula o muy escasa. Arianoutsou et al. (2013) menciona que los ambientes forestales de biomas mediterráneos son especialmente resistentes a especies invasoras o de orígenes biogeográficos ajenos. En el estudio realizado se corrobora esta afirmación. Respecto al resto de orígenes biogeográficos de la flora observada, se observa mayor correlación con el ombroclima del área que con el tipo de bosque. En el caso de la flora endémica también se le debe sumar el componente ecológico, al tratarse eminentemente de taxones ligados a ambientes rupícolas (aspecto aplicable a Bunyola y Planícia, que presentan mayor porcentaje de roca aflorante que el resto), uno de los hábitats más ricos en especies endémicas (Sáez et al., 2013).

Las afinidades de hábitats también fortalecen esta relación geográfica y bioclimática, siendo palpables en las parejas de Binifaldó donde existen taxones propios de vegetación ligados a ambientes húmedos (condiciones ambientales concretas) o a la disparidad del componente ruderal cuya presencia es probablemente una consecuencia asociada a la influencia antrópica diferencial entre zonas.

Aun así, el componente forestal ofrece cierta influencia, eminentemente, en la caracterización estructural, y consecuentemente la ecológica, del tipo de flora que habita uno y otro tipo de bosque.

Los encinares, por su esciofilia, presentan una flora con una abundancia relativa de taxones que presentan la fase de inactividad anual conservando los brotes bajo tierra (geófitos) o a ras de suelo (hemicriptófitos), lo cual se refleja, por ejemplo, en la presencia de taxones esciófilos especializados de encinares como *Cyclamen balearicum* o *Carex distachya*, que componen el escaso estrato herbáceo del encinar (Llorens et al., 2021). Este patrón cobra sentido considerando su carácter umbrófilo y permanente, cuya influencia en las formas de vida concuerda especialmente con las detalladas por Houssard et al. (1980) en cuanto al aumento de fanerófitos y perdida de terófitos.

Los pinares, en cambio, permiten prosperar formas más exigentes en cuanto a la disponibilidad de luz como son caméfitos y terófitos. En el caso de los pinares destaca Cala Pi por su escasa diversidad y su elevada proporción de terófitos. Con relación a los terófitos éstos pueden ser explicados por el ombroclima semiárido donde alcanzan mayor abundancia y diversidad (Ribas & Gil, 2019; Gil & Llorens, 2004). Aun así, estas se dan de forma poco abundante, localizada y errática (obs. pers.), a menudo con poblaciones con un número de individuos muy escaso. Kazanis & Arianoutsou (2002) relacionan el aumento de terófitos en pinares de baja altitud con la disminución de nanofanerófitos. El carácter probablemente permanente de este pinar semiárido (Zavala et al., 2000), llevan a un número de taxones permanentes escaso (como correspondería a un ambiente maduro) con múltiples terófitos que provienen de los hábitats que se localizan en sus alrededores.

Los encinares, por la escasez de sotobosque, muestran una menor presencia de especies propias de pastizales y matorrales que los pinares. Contrariamente, en los encinares aumenta la proporción de especies rupícolas presentes, debido al mayor porcentaje de roca aflorante.

6. Conclusiones

El presente trabajo ha valorado la diversidad en 3 pinares y 3 encinares de diversas zonas de Mallorca considerando el número de taxones en una hectárea de cada tipo forestal. Existe una heterogeneidad dependiente de múltiples factores de difícil manejo, y los datos recopilados no han abordado la abundancia relativa de cada taxón. Considerando dichas limitaciones, los resultados obtenidos permiten hacer una caracterización general de sendos tipos forestales aseverando las siguientes observaciones finales:

1. La riqueza específica y las características de la flora varían en pinares y encinares en función de múltiples factores relacionados tanto con la densidad y el tipo forestal, como con las características de la zona y su bioclimatología.
2. La riqueza específica, entendida como el número de taxones presentes, tanto en pinares como en encinares es baja, pero, en general, se observa una mayor riqueza en los pinares.
3. Los encinares se caracterizan por presentar una flora más especializada, con un estrato arbustivo y herbáceo muy pobre dominado por unos pocos taxones esciófilos. Ello acentúa eminentemente el carácter fanerofítico (arbóreo) del encinar.
4. Los pinares, en cambio, presentan una flora más heterogénea y heliófila. En ellos, el número de especies fanerofíticas es mayor, si bien su porcentaje relativo es menor que el de los encinares, debido a la presencia de otros taxones propios de matorrales y pastizales.
5. La gestión actual de los bosques de Mallorca, en especial de los encinares de la Serra, y la elevada presión de herbivoría que sufren, perjudica la presencia de un bosque estructurado, en el cual debería haber un estrato arbustivo (tanto arbustos como lianas) y herbáceo más diverso.

7. Agradecimientos

Agradecemos al Sr. Sebastià Perelló Suau por su asistencia y ayuda durante las labores de inventariado en la comuna de Bunyola, así como la aportación de su conocimiento para la selección de las zonas de estudio en dicha área.

8. Bibliografía

- Arianoutsou, M.; Delipetrou P.; Vilà, M.; Dimitrakopoulos, P. G.; Celesti-Grapow, L.; Wardell-Johnson, G.; Rundel, P. W.; 2013. Comparative patterns of plant invasions in the Mediterranean Biome. *PLoS one*, 8(11), e79174.
- Barbier, S.; Gosselin, F.; Balandier, P.; 2008. Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved—a critical review for temperate and boreal forests. *For. Ecol. Manag.*, 254(1), 1-15.
- Blanca G.; Cabezudo B.; Cueto M.; Fernández López C.; Morales Torres C.; 2009. Flora Vascular de Andalucía Oriental. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 4 vols. Sevilla.

Bellot, J.; Maestre, F. T.; Chirino, E.; Hernández, N.; de Urbina, J. O.; 2004. Afforestation with *Pinus halepensis* reduces native shrub performance in a Mediterranean semiarid area. *Acta oecol*, 25(1-2), 7-15.

Berbiela, L.; 2015. La puesta en valor de los pinos y los pinares de Mallorca: una necesidad ambiental y un reto social. SHNB. 467-485.

Bolòs, O. & Vigo, J.; 1984-2001. Flora dels Països Catalans. (tots els vol.). Ed. Barcino. Barcelona.

Burjachs, F.; Pérez-Obiol, R.; Roure, J. M.; Julià, R.; 1994. Dinámica de la vegetación durante el Holoceno en la isla de Mallorca. 199-210. Trabajos de Palinología básica y aplicada. Valencia.

Castroviejo, S. (coord. gen.). 1986-2021. Flora ibérica. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

Climent, J.; Prada, M. A.; Calama, R.; Chambel, M. R.; De Ron, D. S.; Alía, R.; 2008. To grow or to seed: ecotypic variation in reproductive allocation and cone production by young female Aleppo pine (*Pinus halepensis*, Pinaceae). *Am. J. Bot.* 95(7), 833-842.

Euro+Med. 2006-2019. Euro+Med PlantBase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Published on the Internet [http://www.bgbm.org/EuroPlusMed/\[28/11/2019\]](http://www.bgbm.org/EuroPlusMed/[28/11/2019])

Gil, L.; Cardona, C.; Cerrato, M.D.; 2018. La flora del terme municipal de sa Pobla (Mallorca). Ajuntament de Sa Pobla. Sa Pobla.

Gil, L.; Llorens, L.; 2018. Flora Vascular de les Illes Balears. Clau Analítica (Segona ed. revisada). Col·lecció Materials Didàctics, nº 189. Edicions UIB. Palma.

Gil, L.; Llorens, L.; 2004. Análisis biogeográfico de la flora de Formentera (Islas Baleares, España). Lazaroa, 25, 169-178.

Guirado, M.; Pino, J.; Roda, F.; 2006. Understorey plant species richness and composition in metropolitan forest archipelagos: effects of forest size, adjacent land use and distance to the edge. *Glob. Ecol.* 15(1), 50-62.

Debussche, M.; Escarré, J.; Lepart, J.; Houssard, C.; Lavorel, S.; 1996. Changes in Mediterranean plant succession: old-fields revisited. *J. Veg. Sci.*, 7(4), 519-526.

Houssard, C.; Escarré, J.; Romane, F.; 1980. Development-Changes in the vegetation of *Quercus pubescens* woodland after cessation of coppicing and grazing-of species diversity in some Mediterranean plant communities. *Vegetation*, 43, 59-72.

Kazanis, D.; Arianoutsou, M.; 2002. Long term post-fire dynamics of *Pinus halepensis* forests of Central Greece: plant community patterns. *Forests Fire Research and Wildland Fire Safety'.*(Ed. DX Viergas). 1-12.

Llorens, L.; Gil, L.; Tébar, F. J.; Cardona, C. & Capote, M.F.; 2021. La vegetació de l'illa de Mallorca i de Cabrera: bases per a la interpretació i gestió d'hàbitats. Conselleria de Medi Ambient. Palma.

Marcè, G. O.; 1998. Carboners i Calciners. Butlletí del Centre d'Estudis de la Terra Alta, (27), 24-26.

Margalef, R.; 1957. La teoría de la información en ecología. Barcelona.

Pignatti, S.; 1982. Flora d'Italia. 3 vols. Bologna: Edagricole, 1816-1877.

R Core Team; 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Ribas, A.; Gil, L.; 2018. Diversitat florística del Puig de Randa (Algaida-Mallorca). Boll. Soc. Hist. Nat. Balears. 61, 9-25.

Sáez, L.; Fraga, P.; López-Alvarado, J.; 2013. The flora of the Balearic Islands. Islands and plants: preservation and understanding of flora on Mediterranean Islands. Consell Insular de Menorca. 91-103. Maó.

Santonja, M., Bousquet-Mélou, A., Greff, S., Ormeño, E., & Fernandez, C. (2019). Allelopathic effects of volatile organic compounds released from *Pinus halepensis* needles and roots. Ecology and evolution, 9(14), 8201-8213.

Sureda-Negre, J.; Catalán-Fernández, A.; Comas-Forgas, R.; Fagan, G.; Llabrés-Bernat, A.; 2011. Perception of pine trees among citizens of the Balearic islands: analysis and description of some mistaken ideas. Appl. Environ. Educ. Commun. 10(1), 31-42.

Valero-Galván, J.; 2012. Variabilidad poblacional en encina (*quercus ilex* subsp. *Ballota* (Desf.) Samp.): morfometría, espectroscopía de infrarrojo cercano y proteómica. Universidad de Córdoba. Córdoba.

Whittaker, R. H.; 1965. Dominance and diversity in land plant communities: numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution. Science, 147(3655), 250-260.

Zavala, M. A.; Espelta, J. M.; Retana, J.; 2000. Constraints and trade-offs in Mediterranean plant communities: the case of holm oak-Aleppo pine forests. Bot Rev, 66(1), 119-149.

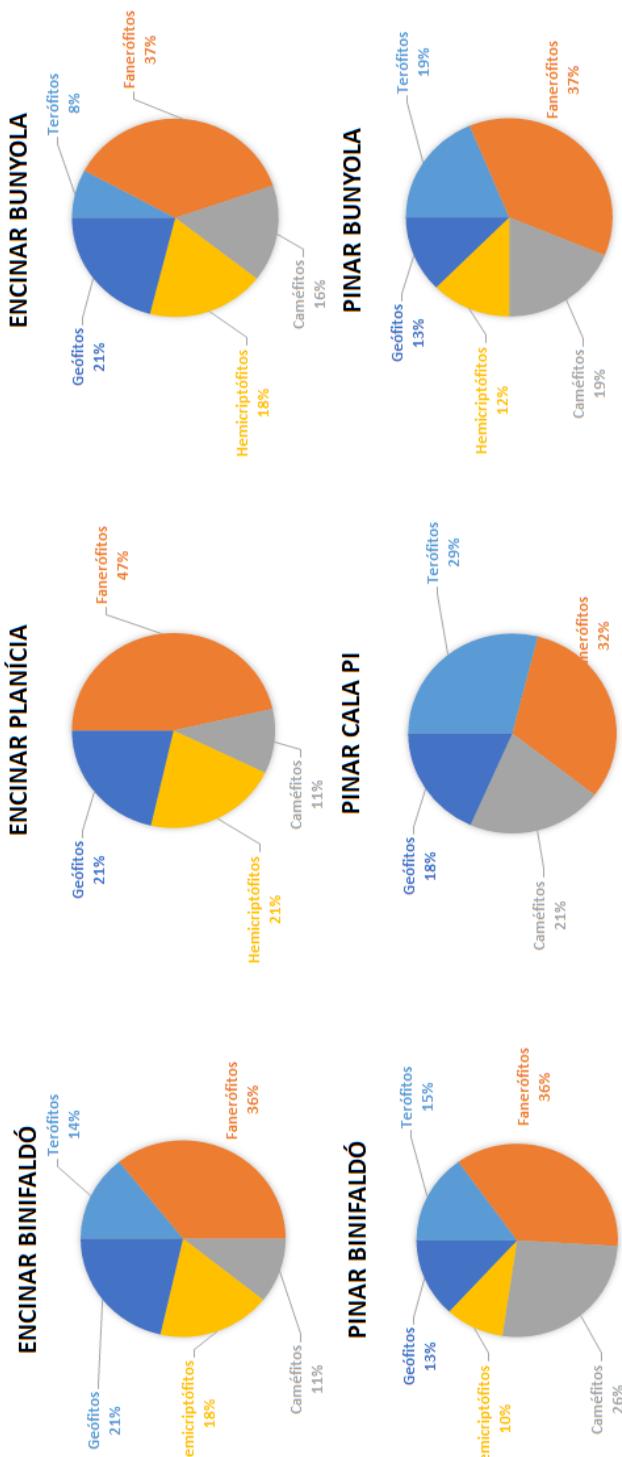


Figura 2. Proporción de formas vitales por zona inventariada.

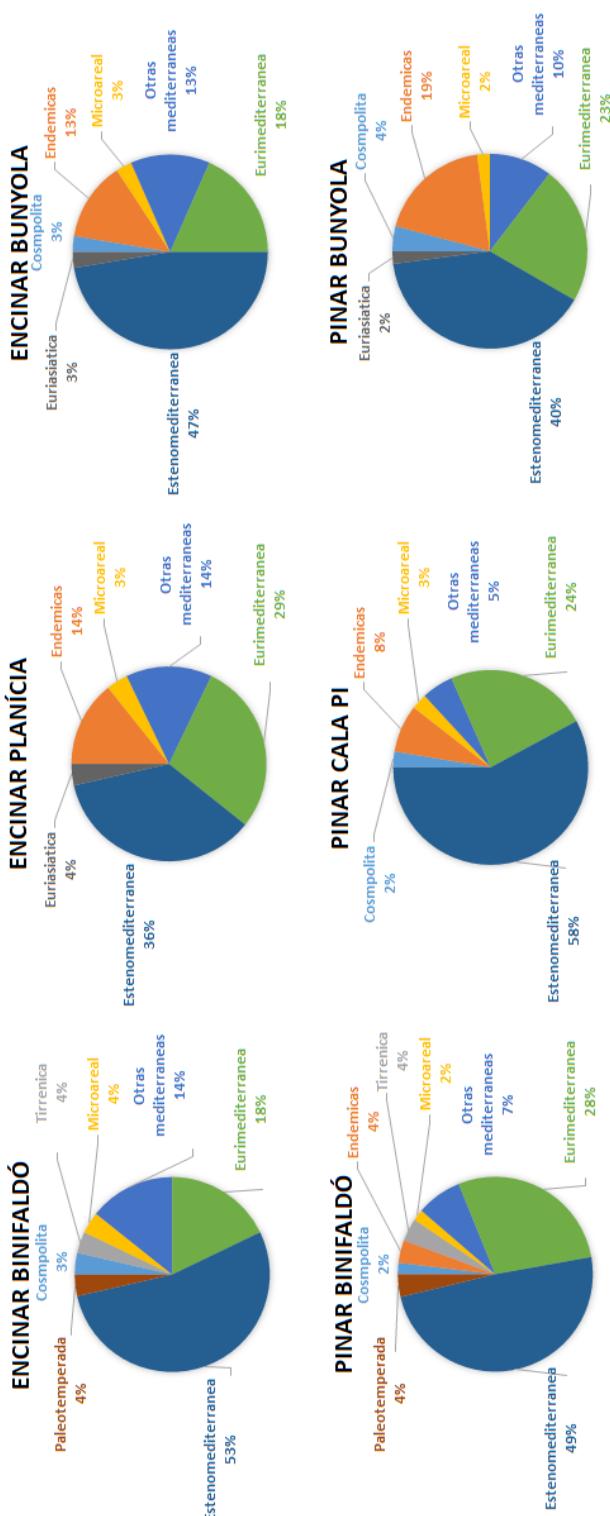


Figura 3. Espectro corológico de las zonas inventariadas.

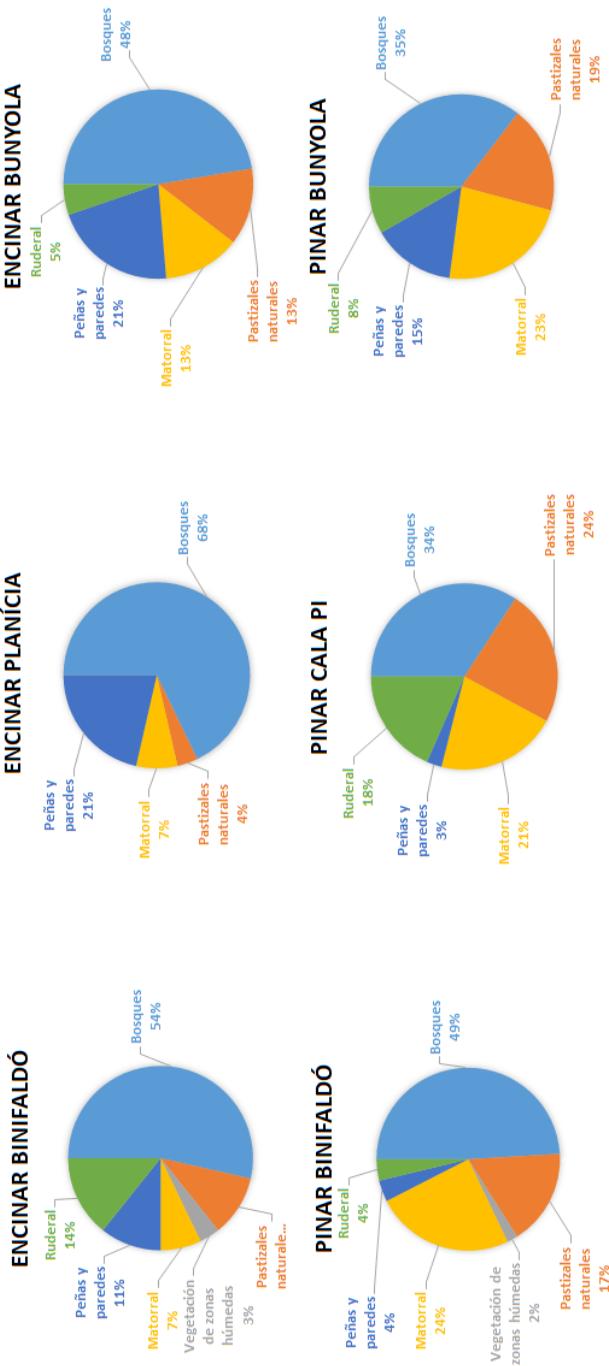


Figura 4. Espectro ecológico de los taxones inventariados en cada inventario.