UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE FARMACIA

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL PINO PIÑONERO (*Pinus pinea* L.)

Mª de las Mercedes Zayas Maldonado

Universidad de Sevilla

Facultad de Farmacia

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FARMACIA

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL PINO PIÑONERO (*Pinus pinea* L.)

Autora: Mª de las Mercedes Zayas Maldonado

Lugar y fecha de presentación: Sevilla, Julio de 2021

Departamento: Biología vegetal y Ecología

Tutor: Pablo García Murillo

Tipología del proyecto: Revisión bibliográfica

RESUMEN

El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) es un árbol incluido en el género *Pinus*, género más numeroso de las coníferas con más de un centenar de especies, perteneciente a la familia Pinaceae.

Se trata de una especie típica del área del Mediterráneo, cuyo origen y distribución natural han sido cuestionados durante más de un siglo. Esta incertidumbre a la hora de identificar las poblaciones naturales y diferenciarlas de las antrópicas ha provocado opiniones contrapuestas entre los diferentes autores que han intentado definir su área natural.

El interés, tanto en el pasado como en la actualidad por sus materias primas, como: semillas comestibles y madera, principalmente; así como el papel fundamental de las repoblaciones, han influido en la expansión de la especie y en el crecimiento de sus masas forestales. Estos motivos han propiciado la propagación de esta especie por distintos lugares del mundo, dificultando la identificación de las áreas en las que se desarrolla como especie nativa.

El origen de las poblaciones de *Pinus pinea* tiene importantes consecuencias en las políticas de conservación del medio natural y también en las políticas forestales. Por ello, existe un amplio debate en la comunidad científica sobre este asunto.

Mediante la realización de diferentes estudios: paleontológicos, ecológicos, arqueológicos y climáticos, se ha intentado esclarecer esta situación para así delimitar la distribución del pino piñonero y conocer su origen.

En el presente trabajo, a partir de una breve caracterización, ubicación sistemática y desarrollo de los aspectos etnobotánicos de la especie en cuestión, se documentan las diferentes posiciones de los autores, las investigaciones realizadas sobre esta cuestión y se ofrece una discusión, considerando los diferentes argumentos en que se sustentan sus tesis las principales investigaciones sobre el área nativa de *Pinus pinea*.

Palabras clave: *Pinus pinea*, biogeografía, conservación, bosques autóctonos, masas forestales

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN…… 2

2.OBJETIVOS…… 3

3.MATERIALES Y MÉTODOS…… 3

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN…… 4

4.1. Aspectos botánicos…… 4

4.1.1. Género *Pinus*…… 4

4.1.1.1. Taxonomía y sistemática…… 4

4.1.1.2. Distribución…… 5

4.1.2. Especie *Pinus pinea* L. …… 7

4.1.2.1. Taxonomía y sistemática…… 7

4.1.2.2. Descripción…… 8

4.1.2.3. Caracteres diferenciales…… 9

4.1.2.4. Distribución…… 10

4.2. Aspectos etnobotánicos…… 12

4.2.1. Interés de *Pinus pinea*…… 12

4.2.2. Referencias históricas sobre el uso de *Pinus pinea*…… 16

4.2.3. Referencias actuales sobre el uso de *Pinus pinea*…… 19

4.2.4. Cultivos actuales de *Pinus pinea*…… 20

4.3. Polémica sobre el origen y la distribución de *Pinus pinea*…… 21

4.3.1. Estudios sobre el origen y distribución de *Pinus pinea*…… 24

4.3.2. La opinión de los botánicos del siglo XX…… 24

4.3.3. Factores que impulsaron la expansión de la especie…… 27

4.3.4. Impacto de las masas forestales de *Pinus pinea* en la conservación de ecosistemas nativos…… 28

4.3.5. Discusión…… 29

5.CONCLUSIONES…… 32

6.BIBLIOGRAFÍA…… 33

1.INTRODUCCIÓN

Entre las especies de *Pinus* más estudiadas, posiblemente por su mayor interés económico (maderas, leñas y resinas, además de piñones comestibles) se encuentra *Pinus pinea*, el pino piñonero, cuya área de distribución natural está inmersa en una gran controversia. En algunos territorios donde se encuentra esta especie actualmente, se considera una especie autóctona, por algunos autores, mientras que para otros, se trata de una especie introducida por el hombre.

La falta de consenso entre los científicos sobre el origen y distribución de esta especie se presenta como un serio inconveniente que plantea problemas en el diseño de políticas de conservación y forestales, algo que se evidencia en la gestión de los pinares de la Península Ibérica. Diferentes autores sitúan su área natural en la zona oriental de la región mediterránea y por tanto consideran que es una especie introducida, mientras que otros opinan todo lo contrario, que su área natural es la cuenca mediterránea en general y que se trata de una especie autóctona de la Península Ibérica.

Durante mucho tiempo, la distribución natural del pino piñonero ha sido motivo de debate dentro de la comunidad científica. Es cierto, como han reconocido muchos autores, que discernir su rango natural resulta enormemente complicado al ser una especie muy vinculada a la expansión de diferentes culturas que poblaron el mediterráneo (López et al., 2019). Un repaso a la literatura botánica y forestal remonta el inicio de esta discusión a finales del siglo XVIII por el autor Desfontaines en 1800. En el siglo XIX también se pronunciaron otros autores como Frass (1876), Laguna (1883), Boissier (1884), Post (1889), Philippson (1895) …, pero es a lo largo del siglo XX cuando el número de autores que escriben sobre esta cuestión es mayor (Martínez y Montero, 2004).

A lo largo de esta dilatada historia nos encontramos con un amplio abanico de opiniones más o menos fundadas y argumentadas sobre esta cuestión, algunas complementarias, pero en otros muchos casos incluso radicalmente opuestas (Martínez y Montero, 2004).

Las diversas investigaciones realizadas sobre esta cuestión, de las que hablaremos en el apartado correspondiente a Polémica sobre el origen y la distribución de *Pinus pinea*, serán fundamentales para intentar asignar el carácter autóctono o antrópico de esta especie en la dinámica vegetal de cada territorio.

2.OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es: Conocer la distribución geográfica precisa de *Pinus pinea* L., el pino piñonero.

Este objetivo general se ha pretendido alcanzar mediante los siguientes objetivos particulares:

- Delimitar el área global de distribución de esta especie
- Discriminar, en esa área, los territorios nativos y los territorios donde se comporta como como planta exótica
- Identificar los factores que impulsaron la expansión de esta especie
- Discriminar el origen de las masas forestales en el sur de la Península Ibérica
- Datar, en la medida de lo posible, el origen de las masas forestales de Andalucía
- Evaluar el impacto de las masas forestales en la conservación de ecosistemas nativos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este es un trabajo de revisión bibliográfica en el que se ha utilizado diferentes fuentes como son libros, artículos, páginas web y bases de datos.

El proceso de selección de libros y artículos se ha realizado mediante una búsqueda en bases de datos disponibles como han sido Google Académico, Dialnet y el catálogo FAMA. Para ello se hizo una búsqueda primaria en la que se filtraron los resultados en base a la palabra *Pinus pinea,* descartando así otras especies de pinos. Una vez seleccionados dichos libros y artículos, elegimos aquellos en los que se tenía acceso al texto completo en la mayoría de los casos, para así obtener la mayor información posible.

Posteriormente se realizó una búsqueda secundaria en la que se han añadido palabras clave como: “distribución”, “distribution”, “range”, “native distribution”, “native range”, “origen”, “uso” entre otras.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: se han seleccionado libros y artículos tanto antiguos como más recientes por el interés de un uso de la información completa. Se ha dado prioridad a los libros y artículos que estuvieran completos y verificados, para así evitar información incompleta o falsa.

Para completar y obtener datos más específicos, como han sido la búsqueda de sinónimos, posiciones sistemáticas y taxonomía, se ha consultado bases de datos más especializadas. Estas bases de datos han sido: Gymnosperm DataBase, International Plant Names Index (IPNI), The

Plant List, Euro+Med Plantbase, Index Nominum Genericorum (ING) y World Checklist of Selected Plant Families (WCSP).

A través del buscador de Google se ha obtenido acceso a diferentes páginas web en las que se consiguió información más general sobre el tema a tratar, además de las imágenes que ilustran este trabajo.

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ASPECTOS BOTÁNICOS

4.1.1 Género *Pinus*

4.1.1.1 Taxonomía y sistemática

El nombre válido del género *Pinus,* según el código de nomenclatura botánico, se basa en *Pinus sylvestris*, publicado en el segundo volumen de la obra de Linneo *Species Plantarum* (1753) (Index Nominum Genericorum, 2021). Actualmente este género abarca más de un centenar de especies reconocidas (118), pudiendo alcanzar cifras superiores si se consideraran los sinónimos y los nombres inválidos (por variantes ortográficas e híbridos) (The Plant List, 2013).

Basándose en la anatomía de la madera y la identificación de metabolitos activos, realizándose para ello diversas investigaciones filogenéticas moleculares, se clasificó este género en dos linajes o subgéneros bien definidos: *Pinus* y *Strobus* [(como señalan López et al., 2019 a partir de la clasificación realizada por Gernandt et ál. (2005)]. Aunque algunos autores designaron también un tercer subgénero llamado *Ducampopinus*. Hay una larga historia de desacuerdo sobre la composición de las especies de la mayoría de las secciones y subsecciones, aunque los análisis moleculares realizados han puesto fin en gran medida a los desacuerdos (Gymnosperm Database, 1997).

Según la clasificación de Christenhusz et al. (2011) realizando una secuencia lineal desde gimnospermas hasta género, *Pinus* se encuentra en la subclase IV llamada *Pinidae*, orden *Pinales*, formando parte de la familia 7 conocida como *Pinaceae*.

La familia *Pinaceae* fue dividida inicialmente por Frankis (1989) y Farjon (1990) en 4 subfamilias en función de caracteres de conos, hojas y semillas:

a) *Pinoideae* (engloba el género *Pinus*)
b) *Piceoideae* (únicamente *Picea*)
c) *Laricoideae* (*Cathaya, Larix* y *Pseudotsuga*)

d) *Abietoideae* (*Abies, Cedrus, Keteeleria, Nothotsuga, Pseudolarix* y *Tsuga*)

Posteriormente, Price et al (1998) basándose en el dimorfismo de los vástagos y Christenhusz et al. (2011), consideraron únicamente 2 subfamilias:

a) *Abieoideae* (engloba los mismos géneros que antes)
b) *Pinoideae* (*Pinus, Picea, Cathaya, Larix* y *Pseudotsuga*)

Estudios filogenéticos han corroborado esta división de *Pinaceae* en estas 2 subfamilias (Sánchez-Palomares et al., 2013).

El subgénero *Pinus* presenta 2 haces fibrovasculares en sus acículas, umbo dorsal y alas seminales articuladas, mientras que el subgénero *Strobus* tiene 1 haz fibrovascular en las acículas, umbo terminal y alas seminales adnatas (López et al., 2019):

- Subgénero *Pinus* (dyploxylon: pinos duros)
  - Sección *Pinus*
    - Subsección *Pineae*
    - Subsección *Pinaster*
  - Sección Trifoliae
    - Subsección *Contortae*
    - Subsección *Australes*
    - Subsección *Ponderosae*
- Subgénero *Strobus* (haploxylon: pinos blandos)
  - Sección *Parrya*
    - Subsección *Balfourianae*
    - Subsección *Cembroides*
    - Subsección *Nelsoniae*
  - Sección *Quinquefoliae*
    - Subsección *Gerardianae*
    - Subsección *Krempfianae*
    - Subsección *Strobus*

De acuerdo con esto, *Pinus pinea* L. se ubica en la subsección *Pineae*, sección *Pinus*, del subgénero *Pinus* (López et al., 2019).

4.1.1.2 Distribución

El género *Pinus* tiene la distribución más amplia de todos los géneros de la familia *Pinaceae* (Farjon y Filer, 2013), ver Fig. 1.

Las especies del género *Pinus,* los pinos, son nativos del Hemisferio Norte, sólo una especie se distribuye de forma natural al sur del Ecuador, en la isla de Sumatra (*Pinus merkusii*, el pino de Sumatra) (Farjon y Filer, 2013).

En la zona norte del Bosque Boreal, el género *Pinus* está menos extendido que otros géneros como son *Larix* y *Picea*, mientras que en las localidades más occidentales de América del Norte

se encuentran en la costa de Alaska. En Norteamérica se ubican desde los 66°N en Canadá (*Pinus banksiana*, el pino Jack) hasta los 12°N por el sur en Nicaragua (*Pinus caribaea*, el pino caribeño). Las montañas subtropicales y tropicales de México albergan la mayor diversidad de especies de este género, con cerca de 47. El oeste de Estados Unidos (California) es el segundo lugar del planeta con más diversidad de pinos (Ecured, 2013)

En Estados Unidos los pinos del oeste están separados de los pinos del este por una amplia zona de llanuras que se extiende desde el Golfo de México en Texas hasta el sureste de Alberta en Canadá (Farjon y Filer, 2013).

El número de especies en América del Norte y América Central es mucho mayor que en Eurasia.

En Eurasia se encuentran desde las Islas Canarias y Escocia por el oeste hasta el lejano oriente ruso, y por el sur desde las Filipinas hasta los 70° N en Noruega y Siberia Oriental (pino escocés y pino enano siberiano respectivamente) (Farjon y Filer, 2013).

En Europa, al sur de Escandinavia y Escocia (zona boreal) el género *Pinus* es abundante, al igual que en el sur de Europa, en el mediterráneo, y en partes del centro de Europa. Hacia el este el género *Pinus* se extiende hasta el Mar Caspio, pero desde allí hasta el este de Afganistán hay una gran brecha (Farjon y Filer, 2013). Según Flora Ibérica (Amaral Franco, 1986) seis especies son nativas y originarias de la Península Ibérica.

En el norte de África existen pinos en las zonas montañosas, así como en el Himalaya y en el sureste asiático. Se han introducido pinos en áreas templadas y subtropicales del Hemisferio Sur, incluyendo Argentina, Brasil, Chile, Ecuador, Uruguay, Paraguay, Nueva Zelanda y Australia, donde crecen extensamente como recurso maderero, e inclusive algunas especies se han convertido en invasoras (Ecured, 2013).

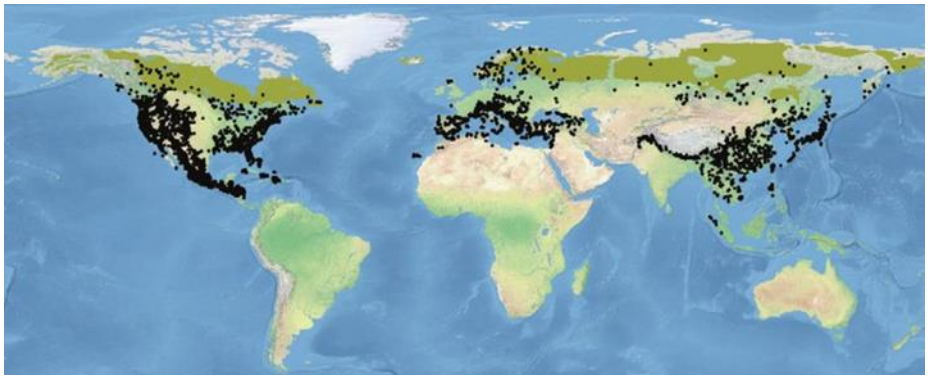
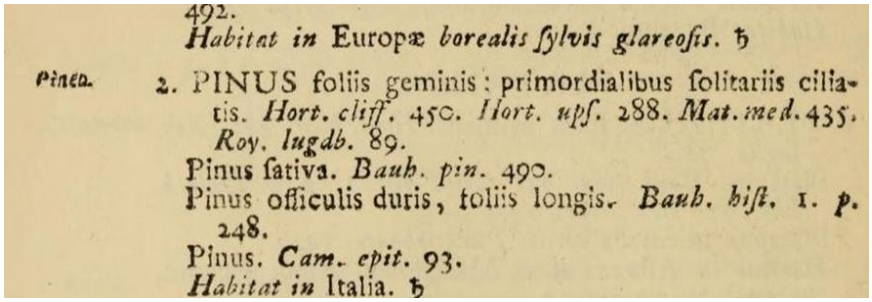


Figura 1. Mapa de distribución del género *Pinus*. (Farjon y Filer, 2013).

4.1.2 Especie *Pinus pinea* L.

4.1.2.1 Taxonomía y sistemática

La descripción válida de esta especie, según el código de nomenclatura botánico vigente, se encuentra, concretamente, en la página 1000 de *Species Plantarum* (1753), donde Linneo describe esta especie a partir de material procedente de Italia (Linneo, 1753), ver Fig. 2.


492.
Habitat in Europæ *borealis ſylvis glareoſis.* ♄

Pinea. 2. PINUS foliis geminis: primordialibus ſolitariis ciliatis. *Hort. cliff.* 450. *Hort. upſ.* 288. *Mat. med.* 435. *Roy. lugdb.* 89.
Pinus ſativa. *Bauh. pin.* 490.
Pinus officulis duris, foliis longis. *Bauh. hiſt.* 1. *p.* 248.
Pinus. *Cam. epit.* 93.
Habitat in Italia. ♄

Figura 2. Descripción *de Pinus pinea* en *Species Plantarum* (Linneo, 1753)

Por tanto, el nombre correcto de esta especie es *Pinus pinea* L. Sp. Pl. 1000 (1753), este nombre presenta numerosos sinónimos según The Plant List (2013) y World Checklist of Selected Plant Families (WCSP,2013), los sinónimos más relevantes son los siguientes:

- *Apinus pinea* (L.) Neck. Ex Rydb., Bull. Torrey Bot. Club 32:597 (1905).
- *Apinus pinea* (L.) Neck. Elem. Bot. 3:270 (1790).
- *Pinea esculenta* Opiz, Oekon. Neuigk. Verh. 1839:526 (1839).
- *Pinus africana* K.Koch. Dendrologie 2(2): 271 (1873).
- *Pinus aracanensis* Knight ex Gordon & Glend., Pinetum: 179 (1858).
- *Pinus arctica* Carrière, Traité Gén. Conif., ed. 2, 1: 456 (1867).
- *Pinus esculenta* Opiz. Oekon. Neuigk. Verh. 1839:526 (1839).
- *Pinus fastuosa* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton: 398 (1796).
- *Pinus fragilis* Carriére, Traité Gen. Conif., ed. 2,1:457 (1867).
- *Pinus pinea var. maderiensis* (Ten.). Carriére., Traité Gen. Conif., ed. 2, 1: 457 (1867),
- *Pinus sativa* Garsault, Fig. Pl. Méd: 65 (1764).

El nombre genérico de *Pinus* procede del latín *pinus-i* que significa pino. El epíteto específico *pinea* procede del latín *pinea,-ae* que significa piña y piñón del pino piñonero (Prada et al., 1997).

Según Euro+Med PlantBase (2011) esta especie pertenece al reino *Plantae*, división *Tracheophyta*, subdivisión *Spermatophytina*, clase *Pinopsida*, subclase *Pinidae*, orden *Pinales*, familia *Pinaceae* y género *Pinus*.

La posición taxonómica de *P. pinea* más actual y aceptada es aquella en la que está incluida en la sección *Pinus*, subsección *Pineae* (The Gymnosperm Database, 1997).

Anteriormente se habían desarrollado estudios como son los realizados en base a características morfológicas exclusivamente anatómicas, concretamente la presencia de dos haces conductores en las acículas, o los estudios de terpenos realizados por Mirov (1967), en los que explica la particularidad de su composición química en comparación con otras especies de pino. Estos estudios situaban a *P. pinea* en otras secciones y subsecciones diferentes a la actual, ya que indicaban que esta especie estaba relacionada con los pinos haploxylon. Posteriormente, Klaus en 1989 realizó un detallado análisis de la morfología de caracteres vegetativos y reproductivos no analizados previamente (escama de la piña, mucrón, umbo…), consiguiendo rechazar las anteriores aproximaciones. Pero, no ha sido hasta el desarrollo de las técnicas de taxonomía molecular (análisis de fragmentos de restricción de ADN de cloroplastos, nuclear y mitocondrial), cuando se ha conseguido realizar una clasificación más consistente de esta especie. Por tanto, como se indicó en la página 5, apartado 4.1.1.1: *Pinus pinea* L. se ubica en la subsección *Pineae*, sección *Pinus* del subgénero *Pinus*.

4.1.2.2 Descripción

La descripción de esta especie que se ofrece a continuación, se ha elaborado a partir de Amaral Franco (1986), Borrero (2004), Fady et al. (2008) y Prada et al. (1997).

P. pinea es un árbol que puede tener de 20 a 25 metros de altura en condiciones óptimas de suelo y clima, aunque en general presenta tallas mucho más reducidas por la pobreza de los suelos en los que habita. La longevidad de sus individuos oscila entre los 200-250 años (Figura 3). Las raíces forman un complejo multiestratificado potente, compuesto de una raíz principal muy gruesa y raíces secundarias laterales que se desarrollan horizontalmente. El sistema radical, además del imprescindible anclaje al suelo, está adaptado para extraer el agua que necesita el árbol de una notable profundidad. El porte es robusto y el fuste puede alcanzar los 1,5 metros de diámetro. El tronco está ramificado solamente en la parte superior, conteniendo ramas gruesas que llegan a formar una copa amplia aparasolada y densa. El ritidoma es de color castaño-rojizo, profundamente agrietado, formando grandes placas (Figura 4). Las ramillas son de color castaño claro. Las acículas son de color verde brillante, rígidas y crecen en fascículos de dos. Persisten de 2 a 3 años (ocasionalmente 4). Su ápice es agudo y presentan estomas en ambas caras. Sus dimensiones son 10-15 (20) x 0,1-0,15 centímetros. Presentan cierta flexibilidad Las flores femeninas y masculinas se localizan en el mismo pie (monóicas). Las

inflorescencias se encuentran en los brotes del año. Las dimensiones de los estróbilos femeninos son 8-15 x 7-10 centímetros, con forma globosa-ovoidea. Son subsésiles, caducos, brillantes y de color castaño-rojizo. Presentan apófisis convexas. Generalmente se encuentran solitarios (ocasionalmente de a 2 ó 3) en el extremo apical de las ramas. Tardan 3 años en madurar. Sus semillas son ovaladas-elipsoidales, de color castaño claro, de tamaño 15-20 x 7-11 milímetros. Poseen una testa gruesa leñosa, color café, con ala rudimentaria que desaparece pronto.

Figura 3. Ilustración de *Pinus pinea* (Blogspot, 2011) **Figura 4**. Detalle de la corteza de *Pinus pinea* (Wikipedia, 2021a)

4.1.2.3 Caracteres diferenciales

Una de las características fisionómicas particulares que distinguen a este árbol es su inconfundible porte cuando es adulto, formado en la parte superior por una amplia copa aparasolada (Figura 5), compuesta por gruesas ramas y denso follaje que con frecuencia causa la muerte de las ramillas inferiores internas.

El tronco es muy robusto, con la corteza de un pardo-rojizo, que se agrieta en grandes escamas poligonales muy características, hecho que lo diferencia de otros.

Sus piñas se singularizan por ser grandes, de 8-15 x 7-10 centímetros, globosas y por no presentar pedúnculo. Ver Fig. 6.

Las semillas no presentan ala membranosa y son de mayor tamaño, de 15-20 x 7-11 milímetros, que las semillas de otras especies.

Para no confundir este piñón comestible con piñones de otras especies, como es el caso del piñón que se obtiene de la especie *Pinus koraiensis* de origen chino (principal competidor en el mercado de la alimentación), es preciso observar el color y la forma de las semillas. La semilla de *P. pinea* no presenta marcas, es alargada y de color marfil, mientras que la semilla de *P.*

koraiensis es redonda y globulada, con punta de hollejo pegada y de color amarillento (Federación de Asociaciones Forestales de Castilla y León (Fafcyle), 2018) (Figuras 7 y 8).

Figura 5. Copa aparasolada de *Pinus pinea* (Herbarium, 2021a)

Figura 6. Piñas de *Pinus pinea* (Herbarium, 2021b)

Figura 7. Piñones de *Pinus pinea* (Fafcyle, 2018)

Figura 8. Piñones de *Pinus koraiensis* (Fafcyle, 2018)

4.1.2.4 Distribución

Blanco et al. (1998:374) indicaron: "Resulta muy difícil definir el área espontánea de esta especie dentro del Mediterráneo pues ha sido frecuentemente cultivada desde antiguo para la recolección de piñones" y "Por otro lado hay que tener en cuenta que en esta área coincide con zonas costeras muy humanizadas, donde es posible que se produjera una destrucción de muchos de estos pinares en sitios donde actualmente se han reimplantado a través del cultivo". Estos mismos autores señalaron que en el Mediterráneo oriental se considera claramente espontánea, sobre todo en Líbano y Turquía.

De acuerdo con López et al. (2019), *P. pinea* es un pino mediterráneo que se distribuye de manera natural y discontinua por el norte y este de la Región Mediterránea desde Portugal a Siria, incluyendo las costas occidentales del Mar Negro y el Líbano, a lo largo de 4000 kilómetros. Cubre aproximadamente 480-650 mil hectáreas, a altitudes medias y bajas, restringido generalmente a arenales y dunas costeras, o a enclaves silíceos (arenas) de poca altitud hacia zonas de interior. En cambio, Amaral Franco, en la revisión para Flora Ibérica (1986: 173) indicó: "S. de Europa y W. de Asia. Frecuente en el C, S y E peninsular, aunque de dudoso carácter autóctono; cultivada en gran parte de la Península".

El pino piñonero cuenta con poblaciones en diversos países de la cuenca mediterránea, ver Fig. 9, desde Portugal al oeste, España, Francia, Italia, Albania, Croacia, Bosnia, Grecia, Turquía, Siria, Líbano, Israel y las riberas del Mar Negro, hasta Crimea y sur del Cáucaso, Egipto, Libia, Túnez, Argelia y Marruecos. Fuera de esta región se han realizado algunas plantaciones experimentales en las costas georgianas del Mar Negro, en Azerbaiyán; Zimbabwe y Sudáfrica en el continente africano, y en Argentina y Brasil en América del Sur (Borrero, 2004).

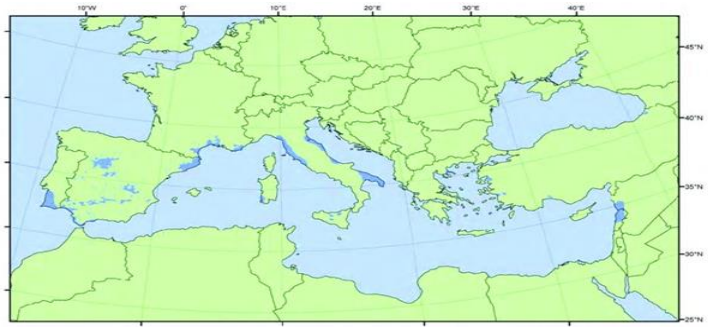


Figura 9. Mapa de distribución de *Pinus pinea* en el Mediterráneo (Euforgen, 2009)

Las poblaciones más importantes (75%, 470 mil ha) se encuentran en España, en Portugal (9%, 80 mil ha), Turquía (6%, 50 mil ha) e Italia (5%, 40 mil ha) (López et al., 2019). Ver tabla 1.

Es también significativa la ubicación de sus masas en lugares con influencia marítima (mediterránea en general y atlántica en Portugal), excepto en España, donde se aleja de las costas andaluzas, catalanas y levantinas, y se adentra en las mesetas del centro de la Península Ibérica (Pérez et al., 2003).

Los requerimientos ecológicos que precisa se sitúan en una amplia banda altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 1000 metros de altitud, fundamentalmente sobre suelos arenosos y sustratos llanos o con poco relieve. Generalmente constituyen masas puras, pero en muchos casos se encuentra formando poblaciones mixtas con otras especies arbóreas, como por ejemplo con el pino resinero (*Pinus pinaster*) (Borrero, 2004), alcornoques (*Quercus rotundifolia*), sabinas (*Juniperus phoenicea*) o enebros (*Juniperus oxicedrus*) (García Murillo, com. Pers.).

PAÍS	SUPERFICIE EN HECTÁREAS
España	476000
Portugal	70000
Turquía	40000
Italia	40000
Francia	13515
Túnez	15000*
Marruecos	3000*
Israel	2000*
TOTAL	659515

Tabla 1: *área de distribución de las principales masas forestales* (Borrero, 2004) *repoblaciones

4.2 ASPECTOS ETNOBOTÁNICOS

4.2.1 Interés de *Pinus pinea*

El cultivo de masas forestales de *P. pinea* desde tiempos históricos ha distorsionado el área natural de distribución de esta especie, según se indicó en el apartado anterior. En este apartado se consideran las razones que explican el interés del cultivo de este árbol. Las dos principales materias primas que se obtienen de *P. pinea* son las semillas y la madera.

Semillas

Se denominan en castellano "piñones" (en inglés: pine nuts, pinyon nuts y pignolia principalmente; en alemán: piniennufs; en italiano: pinnoli; en portugués: pinhào; en griego: pignólia; en chino: song guo) aunque para diferenciarlas de especies asiáticas también se les conoce como piñones blancos, y son comestibles. Las partes comestibles de la semilla son el endospermo y el embrión. El endospermo contiene las reservas nutricionales requeridas para el desarrollo inicial de la plántula.

La semilla de *P. pinea* tiene forma alargada, elipsoidal, sin ala, características que la distinguen de otras semillas comestibles del género *Pinus*. El peso medio del piñón se sitúa en torno a los 150 mg, siendo su longitud y anchura media 12 mm y 4-5 mm, respectivamente. El piñón destaca por sus valores nutricionales entre todos los frutos secos, con un contenido de proteínas (35%) tan alto como la soja cruda, más del doble de las semillas de aquellas especies de pinos asiáticos (*P. koraiensis, P. sibirica, P. geradiana*) que compiten en el mercado internacional bajo el mismo nombre comercial (piñón, pine nut, pine kernel, pinienkerne), siendo sin embargo de sabor y composición muy diferente (Calama et al., 2020).

El perfil lipídico del piñón está dominado por ácidos grasos insaturados como omega-6 y omega-9. El aceite de piñones de pino se caracteriza por poseer un elevado contenido de ácido linoleico, poliinsaturado y esencial (omega-6), seguido del ácido oleico, monoinsaturado (omega-3) (Loewe y Delard, 2012). Gracias al destacado contenido de estos aceites esenciales (linoleico y linolénico) los piñones combaten el colesterol y las enfermedades cardiovasculares (Loewe, 2011).

Las semillas del pino piñonero también contienen valiosos elementos, como por ejemplo hidratos de carbono de baja densidad como el fagopiritol en concentraciones similares al trigo sarraceno. Este inositol ha mostrado propiedades beneficiosas para la salud humana para prevenir o tratar la diabetes tipo II. El piñón es un alimento saludable por su alto contenido en proteínas vegetales, ácidos grasos insaturados, minerales (especialmente fósforo, zinc y

magnesio), tiamina y riboflavina (vitaminas B1 y B2), tocoferoles (vitamina E), fitoesteroles y polifenoles (Calama et al., 2020). Ver tabla 2.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	POR CADA 100g DE PORCIÓN COMESTIBLE
Energía (kcal)	693
Proteínas (g)	14
Lípidos totales (g)	68,6
AG saturados (g)	4,6
AG monoinsaturados (g)	19,9
AG poliinsaturados (g)	41,1
Colesterol (mg/1000 kcal)	0
Hidratos de carbono (g)	4
Fibra (g)	1,9
Agua (g)	11,5
Fósforo (mg)	650
Potasio (mg)	780
Magnesio (mg)	270
Vitamina E (mg)	13,7
Tiamina	0,73
Riboflavina	0,19

Tabla 2: *composición nutricional del piñón sin cáscara* (Gobierno de España, 2021)

Hay un mercado creciente del piñón a nivel mundial, debido en parte a que la "US Food & Drug Administration" (FDA) recomienda su consumo como medio para reducir el riesgo de enfermedades coronarias, efecto atribuido al alto contenido en ácido linoleico. Es por ello que su ingesta está indicada en la prevención de arterioesclerosis (debido a sus proteínas de origen vegetal) y demás enfermedades cardiovasculares, ya que presentan un alto contenido en grasas insaturadas, con predominio de los poliinsaturados frente a los monoinsaturados, lo que ayuda a reducir los niveles de colesterol y de triglicéridos. Además, su poder energético, el gran aporte de proteínas que ofrece, sus grasas saludables y la gran concentración de vitaminas y minerales junto a su contenido en fibra, convierten al piñón en un alimento ideal para los vegetarianos y personas que realizan un ejercicio físico intenso (Fady et al., 2008).

En la actualidad se considera el piñón de *P. pinea* el más valorado e importante del mercado y del mundo de la gastronomía ya que se usa tanto como fruto seco como condimento. Los más demandados en pastelería son aquellos piñones de menor tamaño y los considerados de segunda, partidos. Se emplean en la elaboración de productos típicos de algunas fiestas como por ejemplo San Juan, Todos los Santos…, o en ciertos períodos del año como la Navidad. En Cataluña es costumbre que el 1 de noviembre (festividad de Todos los Santos) se consuman los panellets (Figura 10). En la gastronomía andaluza podemos destacar el uso del piñón como ingrediente tanto en recetas dulces como saladas. Un dulce artesanal típico de la sierra de Huelva es el piñonate. Es una masa frita a la que se le añade miel hervida y piñones. Otros dulces de esta comunidad en los que aparecen los piñones son las tartas y pasteles de piñones.

Figura 10. Panellets (Wikipedia, 2021b)

En cuanto al uso medicinal del piñón tenemos que remontarnos hasta la antigüedad, donde se consideraban como estimulante sexual masculino; Ovidio lo incorporó en una serie de pociones para el amor, y Galeno recomendaba comer miel con almendras y piñones durante tres noches consecutivas para aumentar la potencia sexual; Apicius, celebridad romana, recomendaba una mezcla de piñones, cebolla cocida, mostaza blanca y pimienta con el mismo fin. Los piñones se usan para elaborar aceite de uso farmacéutico, para el que la literatura menciona numerosos usos, entre ellos propiedades balsámicas y expectorantes; contra la acidez y úlceras estomacales; para recuperar fuerza en casos de extrema debilidad; para afecciones renales y de la vesícula (Loewe y Delard, 2012).

Madera

En lo que respecta a la madera de *P. pinea* podemos decir de ésta que no es durable, pero es fácil de aserrar y secar. Es blanca, liviana y en general muy nudosa. Es bastante resinosa. El peso específico de la madera es de 545 - 773 kg/m3. Debido a su densidad presenta un aserrado fácil, pero es de pobre durabilidad natural y sólo se utiliza en construcciones ligeras. Entra en la categoría de las resinosas pesadas, tiene una mediana resistencia a la compresión y con respecto a la flexión se la considera muy resistente (Loewe y González, 2003).

PROPIEDADES	*Pinus pinea*	*Pinus pinaster*	*Pinus nigra*
Densidad	ligera	ligera	semipesada
Dureza	semidura	semidura	semiblanda
Contracción	fuerte	media	media
Flexión	pequeña	pequeña	mediana
Compresión	media	media	alta
Durabilidad	escasa	media	media
Tratabilidad	sencilla	sencilla	sencilla

Tabla 3: *Tabla comparativa de las propiedades de la madera de diferentes especies de coníferas*. Fuente: Principales maderas de coníferas en España (Vignote, 2006)

En términos generales es similar a la de otros pinos, como podemos apreciar en la Tabla 3. Como características específicas de esta especie de pino cabe destacar su mayor dureza, su elevado

porcentaje de nudos, su alto contenido en resinas y la diferencia de calidad entre la madera de primavera y otoño (Vignote, 2006).

Esta madera se considera de calidad ordinaria por lo que se emplea principalmente en carpintería, encofrado, fabricación masiva de muebles y en las industrias que no necesitan grandes cantidades de metros cúbicos, como son aquellas destinadas a la elaboración de cajas, juguetes, muebles macizos o enchapados, recubrimiento de paredes y tabiques. Aunque cabe destacar los nudos y el diseño de los anillos de crecimiento, ya que estos suponen un atractivo ornamental, apreciados sobre todo en la producción de muebles (Barbieri et al., 1978).

En la actualidad se llevan a cabo una serie de estrategias encaminadas al total aprovechamiento del sector del piñón y de la madera. Una de estas estrategias son aquellas encaminadas a fomentar la gestión de las masas del pino piñonero con objetivo preferente de producción de piña, promover el uso de esta especie en la forestación de terrenos agrícolas marginales, inducir la utilización intensiva del material genético seleccionado en plantaciones injertadas y con manejo agronómico y agilizar los trámites administrativos requeridos para el reconocimiento y comercialización de material genético seleccionado. Otras maniobras de vital importancia son las relacionadas con la supervivencia de los productos obtenidos de *P. pinea* a través de estrategias defensivas como, por ejemplo, controlar la normativa para el etiquetado comercial (especie y origen geográfico) creando sellos de calidad que permitan diferenciar el piñón de *P.pinea* de otros piñones, para así fomentar la vigilancia y control del aprovechamiento y compra-venta ilegal (Calama et al., 2020).

Otros usos

Otras actividades económicas de *P. pinea* son aquellas relacionadas con la industria y con la energía. Los piñones de calidad inferior se usan para elaborar aceite industrial usado en la fabricación de jabones, o para alimentación de animales domésticos. También se usan para coagular la leche de cabra y en la elaboración de mostaza (Loewe y González, 2012). Todos los pinos son ricos en resinas y aceites alcanforados volátiles, y *P. pinea* no es la excepción. El aceite liberado por las hojas desprende un sutil aroma fresco usado en cosméticos y productos para revestir maderas, mientras que el que se extrae de los piñones es de buena calidad y puede usarse en ensaladas (BioEnciclopedia, 2021). Las cáscaras del piñón y los restos de piña se emplean como bioenergía (Figura 11), a veces previa carbonización, considerándose un excelente combustible de alto poder calórico (Loewe y González, 2012).

Las piñas de *P. pinea* también destacan por su utilización para fines decorativos como en la elaboración de artesanías de adornos navideños (Loewe y González, 2012). Hoy en día, *P. pinea*

se planta ampliamente en la orla mediterránea no solo por su valor ornamental (es plantado en parques y jardines de todo el mundo, ver Fig. 12), sino también para fijación de dunas, conservación de suelos y protección de cultivos agrícolas en zonas costeras. Los pinares de piñonero sobre dunas están considerados como hábitat prioritario para su conservación en Europa por la Directiva Hábitats (1992/43/CEE de 21 de mayo de 1992). *P. pinea* está incluida en la lista de especies de la Directiva 1999/105/CE (22 de diciembre de 1999) sobre comercialización de materiales forestales de reproducción. La comercialización de semillas de esta especie ha de cumplir unos requisitos mínimos para su uso en reforestación (Fady et al., 2008).

Figura 11. Residuos de la elaboración del piñón empleados como bioenergía (Loewe y Delard, 2012)

Figura 12. Pinos piñoneros ornamentales en Roma (Wikipedia, 2021c)

4.2.2. Referencias históricas sobre el uso de *Pinus pinea*

Desde tiempos inmemoriales el pino piñonero ha sido símbolo de fecundidad y de eterna renovación vital. Para los griegos y romanos era símbolo de la vida en toda su plenitud. Ambos celebraban la llegada de la primavera, con la resurrección de Atis, Dios de la vegetación en forma de pino piñonero. Plinio el Viejo, naturalista romano, en el siglo I decía que "…el pino piñonero era particularmente digno de admiración ya que siempre se encuentra en él un fruto que madura, otro que lo hará al siguiente año y uno más que esperará al tercero…". En España se celebraba el primer domingo de cuaresma, el llamado domingo de piñata, en el que se pedía por las buenas cosechas y se preparaba una piñata, receptáculo parecido a una piña lleno de frutos secos, golosinas y juguetes (Pérez et al., 2003).

Los piñones se consideraban productos de gran prestigio por lo que fueron comercializados por fenicios y romanos a lugares muy lejanos de su procedencia como Inglaterra o Egipto (López et al., 2018). El piñón de *P. pinea* ha sido tenido en alta consideración como ingrediente gourmet en la cocina mediterránea desde las épocas de la cultura clásica griega, helenística y romana, que propagaron este pino como árbol ornamental por sus imperios, abarcando desde Siria hasta las islas británicas (Calama et al., 2020).

En la época romana aparecen testimonios que revelan el aprovechamiento de los recursos que proporcionaba *P.pinea*. La gran tradición marinera de *Gades* (Cádiz) e *Hispalis* (Sevilla) tanto comercial como pesquera y militar se sustentaba en una industria naval importante, construyéndose diferentes tipos de barcos según su función. La madera necesaria se obtenía de los bosques cercanos, por lo que teniendo en cuenta que existían bosques de pino en esa época es razonable pensar que se extraía de esos pinares. La resina de los pinos se utilizaba para impermeabilizar las cuerdas y velas de los barcos. En las minas de Huelva se usaba la madera de pino para la construcción de norias. Los emblemas y tallas que adornaban las monedas que fabricaban las ciudades hacían referencia a diferentes aspectos de la vida religiosa, económica, etc., de las ciudades que las acuñaban. Una de ellas, *Olont*, población de la que se sabe era de la actual provincia de Huelva, acuñó al final de la República y en la época de Augusto (siglos II-I a.de C.) monedas en las que figuran piñas, con lo que este grabado se puede interpretar como un indicador de la riqueza forestal del entorno (Borrero, 2004). Además de destacar como elemento estético o por sus frutos comestibles también se han encontrado restos de esta planta en el interior de ánforas aportando propiedades aromatizantes y conservantes al vino (Popova y Hristova, 2018). Su simbología se mantuvo como árbol asociado al culto de Cibeles y Atis, lo que llevó a escultores, musivarios, ceramistas o pintores a inmortalizar su fruto y porte forestal a través de sus manifestaciones artísticas (Carmona, 2013).

Pero incluso mucho antes, los últimos neandertales que vivieron retirados en la Costa del Sol andaluza hasta hace 28.000 años incluían en su dieta el piñón, junto con el marisco que pescaban, como así lo demuestran trabajos centrados en la arqueobotánica de yacimientos, como el que se llevó a cabo en la cueva portuguesa de Figueira Brava (Portugal), dirigido por Zilhão et al. (2020) o los realizados por Finlayson y Carrión (2007). Estos estudios han contribuido a conocer el uso de los recursos vegetales por los neandertales. En concreto se demuestra la recolección y procesado de las piñas del pino piñonero con fines nutricionales. Los piñones son frutos ricos en ácidos grasos de un alto valor nutritivo y los obtenían torrefactando las piñas, lo que a su vez demuestra que tenían un perfecto control del fuego en todas las etapas de la combustión. El análisis de los carbones demuestra la existencia de bosques de pinos piñoneros en las costas del mediterráneo.

Entre los restos de plantas carbonizadas se ha podido determinar el olivo, la vid, la higuera y otras especies típicas de un clima mediterráneo. La más abundante es el pino piñonero. Su madera fue utilizada como combustible, y también hay acículas, escamas de piña y, sobre todo, cáscaras de piñón. Además, las piñas maduras, pero aún cerradas, eran recogidas en las ramas y almacenadas en la cueva, donde se abrían al calor del fuego para extraer, y comer, el piñón

(Red de Universidades Valencianas para el Fomento de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación, 2020).

No solo los análisis arqueobotánicos han demostrado la relevancia de *P.pinea* a lo largo de los siglos (como lo atestiguan los restos carbonizados de piñas en la Cueva de Nerja, Málaga, durante el Pleniglaciar), también las representaciones artísticas de pinos y piñas reflejan la importancia que tuvo como recurso (Carmona, 2013).

El análisis arqueobotánico de macro restos de *P. pinea* ofrece información práctica, religiosa y funeraria durante diferentes épocas, como es el caso del periodo romano, donde se han encontrado restos en el contexto religioso (entierros y rituales) en casi cada parte del Imperio romano con una distribución muy variada. Restos encontrados en Bulgaria demuestran que a esta planta se le otorgó un tratamiento especial ya que se utilizaba en ceremonias de ofrenda en honor a difuntos o deidades. Sus semillas se importaban en pequeña cantidad, siendo éstas un privilegio para las clases más ricas (Popova y Hristova, 2018).

Desde las ordenanzas medievales está documentada la recolección de las piñas para extraer el piñón comestible como uno de los principales aprovechamientos de los pinares naturales de la Península, así como la especial protección que merecía esta especie en comparación con el *Pinus pinaster* u otros árboles del monte mediterráneo (Calama et al., 2020).

También por importancia histórica, social y económica, cabe destacar las importantes repoblaciónes realizadas en Doñana con esta especie (Figura 13). De esta forma y de manera artificial, el pino piñonero ocupa en la actualidad el primer lugar en el estrato arbóreo de las masas forestales de Doñana. Desde el inicio de las repoblaciones, que se remontan al siglo XVIII (Ojeda- Rivera, 1992), con esta especie en Marismillas tuvieron un importante éxito, debido a la perfecta adaptación de esta especie en la dinámica dunar (Granados, 1987). Por ello se retomaron en el siglo XIX y a mediados del XX para reforestar los arenales costeros de Huelva (Ojeda-Rivera, 1987). Así desde tiempos pretéritos es conocido el oficio de “piñero” en Doñana, dada la superficie que ocupaba y ocupa el pino piñonero (Márquez, 1993). Con los años esos pinares han pasado a formar parte del paisaje cultural de Doñana, debido a una serie de procesos de repoblación forestal (encuadrados en tradicionales ordenanzas señoriales y concejiles o en planes forestales emanados de políticas de intervención pública), jugando un papel fundamental en la configuración del territorio de Doñana (Ojeda-Rivera, 1992).

Figura 13. *Pinus pinea* en Doñana (Wikipedia, 2021d)

4.2.3. Referencias actuales sobre el uso de *Pinus pinea*

A pesar del uso ornamental y alimenticio que se le ha dado a la especie desde la antigüedad, el pino piñonero ha llegado al siglo XXI siendo un árbol genuinamente forestal desde el punto de vista agronómico. Esto significa que la piña sigue aprovechándose principalmente en masas forestales naturales o repoblaciones naturalizadas, sin selección individual ni propagación vegetativa de genotipos seleccionados por su producción de piña. Hasta este siglo no había sido domesticada en plantaciones específicas con variedades o cultivares definidos, como ha ocurrido con otros árboles frutales o de frutos secos desde el neolítico (Calama et al., 2020).

Respecto a la producción mundial de piñones con cáscara de *P. pinea* España representa entre un 40-50% del total, seguido de Turquía con un 18-22%. Italia es el mayor consumidor. España es el primer productor mundial de piñones seguido de los países de la cuenca mediterránea, Francia, Portugal, Italia y Turquía. Solo en España la producción de la piña oscila entre mínimos de 10.000 toneladas al año y máximos superiores a 60.000 toneladas por año. De esta producción, un 20-25% corresponde a la Meseta Norte (pinares de Valladolid y Segovia), un 40% a las masas de Andalucía, un 20% a Cataluña, un 5% a los pinares del Sistema Central (valles del Tiétar y Alberche) (Calama et al., 2020). Otros países, como Chile, están estudiando adoptar su cultivo (Loewe y Delard, 2012).

El precio del piñón ha sido cambiante a lo largo de los años, estas fluctuaciones son debidas a los altos costos de los trabajos de recolección de la piña y de procesamiento del piñón y por los bajos precios de su principal competidor, el pino de origen chino, que se publicita en Internet bajo distintos nombres generando confusión en el comprador. En el mercado europeo, especialmente en España, es clara la diferenciación que se realiza en cuanto al origen del producto por la tradición histórica de ser un productor importante. Actualmente el precio del

piñón en Europa fluctúa entre los 20 y 45 euros por kilogramo, incluso más, dependiendo del volumen de compra y en algunos casos por grado de calidad (Soto et al., 2008). Ver tabla 4.

PAÍS	TIPO DE TIENDA	FORMATO DE VENTA	PRECIO (€/kg)
	Productor mayorista	A granel	28,2
	Mercado	A granel	39,9
ESPAÑA	Supermercado	Bolsa	73,6
	Supermercado	Caja	102,8
	Supermercado	Frasco de vidrio	107,3
	Productor mayorista	A granel	29,6
ITALIA	Supermercado	Caja	86,2
PORTUGAL	Productor mayorista	A granel	27,8
	Supermercado	Caja	76,3

Tabla 4: *Precios de piñones según presentación en España, Italia y Portugal* (Loewe y Delard, 2012)

El precio del piñón ha sido cambiante a lo largo de los años, estas fluctuaciones son debidas a los altos costos de los trabajos de recolección de la piña y de procesamiento del piñón y por los bajos precios de su principal competidor, el pino de origen chino, que se publicita en Internet bajo distintos nombres generando confusión en el comprador. En el mercado europeo, especialmente en España, es clara la diferenciación que se realiza en cuanto al origen del producto por la tradición histórica de ser un productor importante. Actualmente el precio del piñón en Europa fluctúa entre los 20 y 45 euros por kilogramo, incluso más, dependiendo del volumen de compra y en algunos casos por grado de calidad (Soto et al., 2008).

En el mercado europeo existe una demanda importante por piñones del pino piñonero. España constituye el mayor productor mundial del piñón. El análisis de los datos del mercado mundial del piñón refleja que España exporta aproximadamente 1.000 toneladas de piñón a unos 21 países, lo que supone un valor total de 10 millones de euros frente a los 30 millones que exporta china, principal competidor extranjero. Dentro de Europa, Italia es el mayor importador, principalmente de España, mientras que Francia se abastece de China y Alemania de Portugal. El volumen de mercado anual de piñones en Italia, Francia y Alemania es de unos 27 millones de euros, de los cuales España participa con 7 millones de euros. Fuera de la Unión Europea, Estados Unidos constituye un gran importador de piñón de origen chino (Soto et al., 2008).

4.2.4. Cultivos actuales de *Pinus pinea*

En relación a los cultivos la especie se ha introducido con algún grado de éxito en África (Libia, Túnez, Argelia, Marruecos y Sudáfrica), en Asia (Georgia, Israel y China), Sudamérica (Argentina, Chile y Uruguay) y Europa (Albania, Croacia) (Fady et al; 2008).

Esta conífera ha experimentado una notable expansión desde el siglo XIX en España, pasando de 180.000 ha a 490.000 ha. En otras zonas la expansión es más reciente, encontrando que en Portugal la superficie de la especie ha pasado de 70.000 ha en el año 2.000 a 175.000 ha en la actualidad, mientras que, en Turquía, en el mismo periodo, se ha incrementado de 50.000 ha a 195.000 ha (Prada y Mutke, 2008).

4.3. Polémica sobre el origen y distribución de *Pinus pinea*

Martínez y Montero (2004) recogen toda una serie de referencias bibliográficas sobre autores que han considerado que al pino piñonero como autóctono de la cuenca mediterránea; así como de otros que limitan su rango natural exclusivamente al Mediterráneo Oriental y Asia Menor; u otros, que esgrimen su naturalidad en el Mediterráneo Occidental, particularmente en la Península Ibérica (López et al., 2019).

Entre los que opinaban que las poblaciones ibéricas son comunidades naturales, podemos destacar a Laguna (1883) quien consideró que al menos una parte de los pinares españoles eran espontáneos. Burgers (1948) con su estudio fitosociológico de la vegetación en el sur de la provincia de Huelva, donde interpretó que los pinares desempeñaban importantes papeles en la dinámica de la vegetación natural, aunque tras finalizar su investigación planteaba dudas en relación al origen de *P. pinea* es autóctono, si bien consideraba que debía haber sido introducido de regiones muy cercanas. Font i Quer (1954) consideró el problema de forma parecida, con dudas acerca de la naturalidad de las masas situadas en los arenales costeros, no obstante, le resultaba muy difícil no considerar como autóctonos los pinares de gran parte de la zona sur de Andalucía, desde Huelva a Cádiz. Más recientemente Morla (1996), Costa et al. (1997) y Gil (1999) también admitían como naturales los grandes núcleos de pinares ibéricos, entre ellos los situados en los arenales costeros del suroeste ibérico.

Por otra parte, otro grupo de autores han señalado que *P. pinea* no es una especie autóctona de la Península Ibérica. Así, Ceballos et al. (1966) indicaron el origen de esta especie en Asia Menor o Creta y que posteriormente se difundió principalmente hacia Occidente, por los países que bordean el Mediterráneo. Este supuesto también es aceptado por Ceballos y Ruiz de la Torre (1979) y López González (1982), quienes señalaron su origen en las costas de Creta y Anatolia, desde donde se extenderían hacia el oeste, principalmente en las épocas de las colonias mercantiles de fenicios y griegos, también durante el Imperio Romano. Igualmente, esta opinión fue compartida por Rivas-Martínez (1966), indicando en sus estudios que el hombre es el causante de la introducción de esta especie en las costas gaditanas. A partir de esa investigación

se consolidó la idea de que el pino piñonero aparece en estas zonas por sustitución de otras plantaciones que previamente habían sido destruidas (Mesa, 2016).

Pero esta controversia no solo ha tenido como protagonistas a autores españoles, también autores internacionales han debatido sobre el origen y distribución de *P. pinea* en otras partes del mundo.

En la zona más occidental de su área de distribución, los bosques de pino piñonero de Turquía son los menos controvertidos. A excepción de Rikli (1943, según Martínez y Montero, 2004), quien dudó del carácter salvaje de algunas poblaciones, la mayoría de los autores asumen como naturales estas masas forestales.

El carácter natural de las poblaciones italianas también ha sido ampliamente discutido. Zodda (1903, según Martínez y Montero, 2004) con el hallazgo de restos fósiles en Messina los consideró naturales. Arrigoni (1967) sostuvo que la única población natural se encuentra en dunas costeras de Cerdeña, idea compartida por Mossa (1990). Sin embargo, algunos autores piensan que el pino piñonero fue introducido en Italia por los griegos en relación con su culto a la diosa Cibeles, o como otros autores señalan, por los etruscos. Bernetti (1987) asumió que la especie fue introducida artificialmente y que, en algunos lugares, como la Toscana, se cultivó en grandes explotaciones desde la época romana.

En la región de Fos-sur Mer en Francia, Triat (1975) encontró polen de hace aproximadamente 4000 años que atribuyó a esta especie. Briquet (1910) y Dupias (1963) señalaron a los pinos de la costa sur francesas como especies naturales. Perrin (1954) afirmó que la mayor parte de bosques de pinos de ese país eran de origen artificial.

Las poblaciones griegas también han sido objeto de discusión. Algunas fueron sido consideradas como subespontáneas de origen antrópico. Reichinger (1943, en Kostantinidis, 1995) sostuvo que los pinares del Egeo son restos de cultivos que después se neutralizaron. Otros autores en cambio mantuvieron que el pino piñonero es autóctono en diversos puntos de Grecia, como Rikli (1943, según Martínez y Montero, 2004) y Papaioanu (1935, en Borrero 2004), que opinaban que los pequeños rodales que hay ahora en la isla de Corfú (oeste de Grecia) son restos de antiguos y extensos pinares naturales.

En las costas del Mediterráneo correspondientes al norte de África se produce la misma situación, al igual que ocurre con las masas de pino piñonero del Líbano. Post (1933 en Feinbrun, 1959), Bouvarel (1950) y Berjaoni (1952) consideran que son de origen artificial, idea rebatida años después por Feinbrun (1959).

La visión más amplia sobre este asunto la muestran algunos autores como Rikli (1943, según Martínez y Montero, 2004) y Feranoli y Gambi (1976) al afirmar que la especie es autóctona en todo el contorno de la cuenca del Mar Mediterráneo. Otros situaron su área de distribución natural en diversas partes de este territorio: Ceballos y Ruiz de la Torre (1979) sostienen que es originaria del Mediterráneo Oriental y Asia Menor, mientras que Eig (1931, en Borrero 2004), por el contrario, considera que su área natural está en el Mediterráneo Occidental, en particular en la Península Ibérica. Esto mismo opina Rikli (1943, según Martínez y Montero, 2004), aunque no descarta su origen natural en algún punto del Mediterráneo Oriental como el Peloponeso griego, mientras que en el resto de este territorio sostiene que es una especie rara, siendo la mayor parte de sus masas introducidas hace relativamente poco tiempo.

Webb et al. (1984) consideran que su distribución natural corresponde a la Península Ibérica, en el norte y este del mediterráneo (33-44° N); otros como Feinbrun (1959) y Quezel (1980) citado por Fallour et al. (1997) lo sitúan en el este, especialmente Turquía y el Líbano; según Sanz (1990), sería originario de Creta, desde donde se habría extendido hacia el oeste, principalmente en épocas de colonizaciones de fenicios y griegos, así como durante la expansión del imperio romano. Las poblaciones que se encuentran en el norte de África son artificiales y de origen reciente según Boudy (1950, según Borrero, 2004).

En general podemos afirmar que el pino piñonero es un árbol de distribución mediterránea que se extiende desde Portugal al Líbano, existiendo poblaciones importantes en Francia, Italia, Norte de África, Portugal y España (Loewe et al., 1997).

Actualmente la distribución que abarca esta especie es la siguiente: la Península Ibérica (España y Portugal), costa del Mediterráneo y noreste de Turquía. En Italia se encuentra en Cerdeña y Sicilia, y también se ha observado en las islas de Creta y Chipre. Por su parte, Serra (1987) afirma que se encuentra en la región Mediterránea de Europa y Asia menor, desde España hasta el Líbano y la costa sur del Mar Negro, incluyendo varias islas del Mediterráneo (Loewe y Delard, 2012).

En diferentes estudios que comprenden territorios en los que hay poblaciones de pino piñonero este debate se ha producido con intensidad. Así, en muchos países se ha discutido si sus poblaciones son naturales o han sido introducidas por el hombre, como hemos visto en la Introducción del presente trabajo. Es por ello que resulta necesario conocer estos estudios para intentar aclarar esta cuestión, teniendo muy presente la Península Ibérica.

4.3.1 Estudios sobre el origen y distribución de *Pinus pinea*

La naturalidad de los pinos ha sido ampliamente discutida durante las últimas décadas, como es el caso de *P.pinea*. La extensa distribución registrada ha hecho pensar en hipótesis de potencialidades ecológicas más amplias por sobre otras de introducción antrópica. Dado que las zonas costeras del sur de Europa ejercieron como refugio para determinadas especies, como los pinos mediterráneos, se considera que el pino piñonero pudo permanecer en reductos térmicos durante los periodos fríos del Pleistoceno (Martínez et al., 2003).

Las hipótesis sitúan el origen de los pinos en Asia Oriental. En el Jurásico ya existían especies del género *Pinus*, lo que indica su antigüedad y condición primitiva. Durante el Cretácico tuvo lugar la distinción de los dos subgéneros (*Pinus* y *Strobus*) (Prada et al., 1997).

4.3.2 La opinión de los botánicos del siglo XX

La opinión más generalizada durante la segunda mitad del siglo XX, particularmente entre algunos investigadores forestales, fue que los pinares de pino piñonero ibéricos fueron introducidos en la Península Ibérica hace mucho tiempo, y que el área de distribución natural de este pino se restringe al Mediterráneo Oriental, como opinan Ceballos y Ruiz de la Torre (1979). Esta corriente de opinión provocó que los pinares de *P. pinea* no tuvieran la consideración geobotánica que correspondía a árboles formadores de bosques nativos y tampoco un tratamiento fitosociológico adecuado a su carácter natural. Rivas Martínez (1966), por ejemplo, en su estudio de las comunidades psamófilas de las costas gaditanas que habitan sobre arenas, incluyó los pinares dunares de pino piñonero dentro de comunidades dedicadas al alcornocal, no concediéndole al pinar carácter climácico como formación forestal desarrollada pues los consideró introducidos. Años más tarde, en su estudio de los sistemas dunares móviles de Doñana, García Novo et al. (1977) mantuvieron un discurso parecido al conceder carácter climácico solo a los sabinares costeros, en lugar de a los pinares piñoneros. Rivas Martínez et al. (1980), en su estudio detallado de la vegetación de Doñana, volvían a insistir en la misma idea, que también aceptaron Asensi y Díez Garretas (1987). En definitiva, los pinares de pino piñonero de las costas suroccidentales de Andalucía y el Algarve, no eran considerados naturales y por tanto se trataron como comunidades climácicas en los análisis (López et al., 2019).

El registro paleoecológico respalda la presencia de esta especie desde el Holoceno (mucho antes de las plantaciones del siglo XVIII). Esto concuerda con la evidencia paleoecológica por todo el suroeste peninsular, como así lo apoyan numerosos autores como Stevenson y Harrison (1992),

Carrión et al. (2008), López Sáez et al. (2002), entre otros, apoyando la presencia de esta especie desde, al menos, el Pleistoceno tardío (Manzano et al., 2018).

Los estudios antracológicos de yacimientos de la Península Ibérica (ver tabla 5), en los que se han tenido en consideración 20 yacimientos y 32 niveles que van desde el inicio hasta el final del Solutrense, han aportado datos muy relevantes. La flora identificada en estas investigaciones se agrupó en 4 categorías en función de sus necesidades ecológicas. *P. pinea* se situó dentro de la flora termófila o de requerimientos cálidos, encontrándose en unos pocos yacimientos y siempre situado al sur del paralelo 40º N. El pino piñonero está a lo largo de toda la secuencia de la Cueva de Nerja (Málaga) en carbón, brácteas de piñas, cáscaras de piñón y los propios piñones (Figura 14). Su leña fue poco quemada porque, probablemente, los grupos humanos solutrenses hicieron una gestión conservadora de los piñones de pino piñonero, con la finalidad de recolectar manualmente las piñas por el alto valor nutritivo de los piñones. Recolectaban las piñas enteras sistemáticamente durante todo el Solutrense. Este hecho ayuda a saber que el sur de Iberia fue la zona más cálida de Europa durante el Solutrense, y que el pino piñonero es autóctono de las costas andaluzas desde el Pleistoceno Superior (Badal et al., 2013).

LOCALIZACIÓN	RESTOS DE	DATACIÓN GENERAL
Corham´s Cave (Gibraltar)	Carbón y piña	Musteriense y Paleolítico Superior
Cueva de Nerja (Málaga)	Carbón, piña y piñón	Paleolítico y Neolítico
Cova de las Cendrés (Teulada)	Análisis antracológico	Neolítico
Vila Nova de San Pedro	Piña	Neolítico
Cueva de los Murciélagos (Albuñol)	Piñón	Sin contexto arqueológico
Castillo de Doña Blanca (Puerto de Santa María)	Piña y piñón	Siglo VII a.C. Fenicio
Cancho Roano (Zalamea de la Serena)	Piñón	Periodo tartésico-orientalizante (ibérico)

Tabla 5*: Pruebas de la presencia de pino piñonero en la mitad sur de la Península Ibérica* (Martínez-Montes et al., 2004)

Figura 14. Restos de estróbilo de pino piñonero del Paleolítico en la Cueva de Nerja (Wikipedia, 2021e)

El análisis polínico en el yacimiento cordobés de El Pirulejo (Priego de Córdoba) ha permitido reconstruir la paleovegetación entre el Pleistoceno Superior e inicios del Holoceno. En este estudio sitúa a *P. pinea* en el estrato P/4, zona que se caracteriza por el predominio de elementos arbustivos termófilos, razón por la que se explica el desarrollo de esta especie en

estas condiciones climáticas. Fruto de las oscilaciones climáticas durante este periodo se aprecia una cierta reducción en el Bölling y recuperación durante el Alleröd, sin embargo, en el Holoceno se produce un descenso, todo ello motivado por el descenso gradual de las temperaturas (López et al., 2008).

Los registros de polen en el Asperillo (Huelva) destacan la relevancia y diversidad de pinos, como es el caso de esta especie. La abundancia de macrofósiles como piñas, brácteas y semillas en registros fósiles del suroeste de Iberia aporta más apoyo a la identificación basada en el polen de esta especie. Adicionalmente la evidencia macrobotánica de la Cueva de Nerja, anteriormente comentada, apoya la supervivencia de esta especie durante el Pleistoceno Superior, mientras que hallazgos similares muestran que *P. pinea* creció alrededor de la Cueva de los Murciélagos (Albuñol, Granada) y en el Puerto de Santa María durante el Holoceno. Al igual que los restos de carbón de piñas y maderas carbonizadas confirman la presencia local del pino piñonero en la Cueva de Gorham (Gibraltar) (Fernández et al., 2021).

Si bien, la evidencia paleobotánica avala, por tanto, el carácter autóctono de *P. pinea* en los entornos arenosos del suroeste de la Península Ibérica. No ocurre lo mismo con la estructura de las masas forestales en tales lugares, que corresponden a cultivos, con una densidad de árboles muy elevada, con escaso o ningún desarrollo del sotobosque, ni, normalmente, presencia de otras especies arbóreas. Algo muy lejano de lo que debería de ser un bosque natural en el que se integrara *Pinus pinea.*

Otra área geográfica interesante en esta cuestión es el Líbano. Feinbraun (1959) utilizando diversos datos históricos, ecológicos, florísticos y la presencia en algunos puntos del país de pies vivos de pino piñonero de edades cercanas a los 500 años, sostiene que las comunidades de *P. pinea* son naturales. Posteriormente Abi-Saleh et al. (1976) y Quézel (1980) también admiten como naturales las poblaciones libanesas (Prada et al., 1997).

En Grecia se defiende la naturalidad de las masas de pino piñonero en base a datos históricos y ecológicos. Kostantinidis (1995) opina que las descripciones de bosques de pino del Peloponeso que hizo Teofastos (siglo IV a.C) corresponden a *P. pinea* y se refieren a los mismos lugares donde actualmente hay algunas poblaciones de esta especie. Como Feinbraun hiciera con los pinares del Líbano, Kostantinidis argumenta a favor de la naturalidad del pino piñonero en Grecia por razones ecológicas como es su perfecta adaptación al clima y al suelo de los lugares donde se localiza en la actualidad (Borrero 2004).

Las referencias paleobotánicas al pino piñonero en territorios próximos a Messina (Italia) son interesantes. Zodda (1903, en Martínez y Montero, 2004) recogió la presencia de escamas de

piñas que concuerdan, sin ninguna duda para el autor, con las de *P. pinea* (Prada et al., 1997). Sin embargo, Bernetti (1987) asumió que la especie fue introducida de manera artificial y que a partir de esas plantaciones la especie se naturalizó, constituyendo actualmente comunidades espontáneas de sustitución.

En Francia, aunque no ha sido bien definida el área natural del pino piñonero, diversos autores han asumido que se trata de una especie autóctona. Un dato muy relevante es el que muestra Triat (1975) quien descubrió en la región de Fos-sur-Mer polen de una antigüedad de unos 4.000 años aproximadamente que atribuyó a *P. pinea*.

En la otra orilla del Mediterráneo en el norte de África, desde Israel a Marruecos, actualmente parece que no hay poblaciones naturales. Este hecho, según Boudy (1950, en Borrero, 2004) es de difícil explicación considerando que la especie se distribuye por el Mediterráneo Occidental y que en el Magreb se encuentran muchas especies presentes en la Península Ibérica. Algunos autores atribuyen esta ausencia a razones climáticas por excesiva xericidad y otros a la acción del hombre. Esta última, sin descartar razones ecológicas, parece la más acertada según los datos de Lombard (1958 y 1959, en Borrero, 2004) que recogió citas de geógrafos musulmanes de los siglos VIII al XI, los cuales señalaban que en esas fechas había espesos bosques de pinos. Lombard no concreta la especie de pino a la que se refiere, pero por la amplitud del territorio y la variedad de ambientes que comprende podría tratarse de más de una, entre ellas quizá *P. pinea*.

4.3.3. Factores que impulsaron la expansión de la especie

El área de distribución natural de la especie es controvertida, pues, como se ha visto en apartados anteriores, el hecho que sus piñones sean comestibles, además del interés de su madera y la facilidad de crecimiento, ha contribuido a que desde la antigüedad se haya expandido en zonas muy diversas. Dado que la especie se ha utilizado desde el pasado, especialmente como árbol de sombra, por el alto valor alimenticio de sus piñones, difundiéndose y cultivándose en diversas zonas desde tiempos remotos (Loewe y González, 2003), resulta difícil determinar con claridad dónde la especie es autóctona y hasta dónde su distribución actual responde a la dispersión provocada por el hombre.

Parece indiscutible, a la vista de los datos paleontológicos, el origen nativo de esta especie, hechos apoyados por la facilidad de crecimiento que muestra esta especie en los territorios peninsulares y lo bien que se adapta a los arenales costeros, unos hábitats que resultan

complicados para la mayor parte de especies arbóreas nativas de la Península. Sin embargo, el origen de las masas forestales de *P. pinea* está fuertemente influido por la acción del hombre durante siglos, fundamentalmente organizando cultivos para obtener el máximo rendimiento de sus materias primas (piñón, madera, leña).

4.3.4. Impacto de las masas forestales de *Pinus pinea* en la conservación de ecosistemas nativos

Debido a las repoblaciones, sobre todo aquellas iniciadas para frenar el avance de las dunas, se ha producido un impacto con consecuencias tanto positivas como negativas en la conservación de ecosistemas nativos. Como resultado de esta reforestación intensiva se ha producido competencias entre esta conífera y el resto de especies vegetales mediterráneas propias de los ecosistemas dunares del suroeste de la Península Ibérica (Valera, 2012). Ver Fig. 15.

P. pinea es una especie muy competitiva debido su porte (sombreado), al desarrollo eficiente de su sistema radicular y a la capa de acículas depositadas en el suelo. Esta última característica tiene a su vez tanto efectos negativos, como positivos o neutros. Las acículas forman una barrera física que dependiendo del grosor creará un microclima propicio para la germinación de semillas y el establecimiento de plantas, o impidiendo la entrada de luz y como consecuencia el desarrollo de la plántula. Así una gruesa capa de acículas en el suelo permitirá una radiación solar insuficiente para la germinación y desarrollo de la plántula, por el contrario, una fina capa de acículas proporcionará buena aireación de la superficie del suelo, buena radiación solar ya que retendrá la humedad y por consiguiente posibilitará la germinación y desarrollo de nuevas plántulas. Las acículas también tienen efectos químicos (efecto alelopático) debido a la producción de compuestos bioquímicos que influyen en la supervivencia, crecimiento o reproducción de las plantas. Estas sustancias presentes en las acículas (extractos) a diferentes concentraciones son inhibitorias o estimulantes de la germinación. Una baja productividad de acículas no afecta, sino que más bien favorece la germinación y establecimientos de las plántulas, ya que aportan nutrientes a estos ecosistemas dunares que ya de por sí son pobres en nutrientes, sin embargo, una elevada productividad de acículas afecta negativamente, además también hay que tener en cuenta que la tasa de descomposición de las acículas es muy baja, por lo que la reintroducción de nutrientes al ecosistema es escasa (Valera, 2012).

Las masas forestales de *Pinus pinea* son cultivos forestales y como tales impiden el desarrollo de las otras especies propias de los arenales costeros de la Península Ibérica, como indica Muñoz-Reinoso (2021). Por tanto, resulta necesario dar el tratamiento correcto a tales masas forestales

y no interpretarlas como bosques naturales, ya que, como todo cultivo, suponen un importante freno a la biodiversidad.

Figura 15. Bosque de pino piñonero sobre dunas (Junta de Andalucía, 2021)

4.3.5 Discusión

Interpretar el papel de *P. pinea* en la dinámica vegetal es una cuestión de gran importancia, no solo por conocer su situación en el ámbito científico sino también desde un punto de vista práctico, en la toma de decisiones relacionadas con su gestión, como pueden ser los planes forestales y la declaración de áreas protegidas. La falta de consenso entre los diferentes autores sobre la espontaneidad de esta especie en su área de distribución se presenta como un serio inconveniente.

En el debate en torno al carácter autóctono o antrópico del pino piñonero y sus formaciones se han utilizado una serie de ideas y argumentos encontrados en diferentes trabajos e investigaciones, muchos de ellos resultan contradictorios y resulta complicado encontrar y distinguir el trayecto correcto. Existen múltiples estudios paleontológicos, arqueológicos, geobotánicos, ecológicos e históricos, y que han aportado datos e información para esclarecer esta situación.

Desde el punto de vista paleontológico, destacamos que en algunos puntos de la costa andaluza y algunos enclaves de interior se han encontrado restos identificados como de pino piñonero. Su antigüedad es variable, pero en algunos casos se remonta a varios miles de años, en épocas previas a la agricultura. El hallazgo de restos vegetales en la Cueva de Nerja (piñas, piñones y carbones de pino piñonero) demuestran que los hombres que habitaron esta cueva consumieron piñones para su alimentación y la madera la utilizaron como combustible. En otros yacimientos como la Cueva de los Murciélagos de Albuñol (Granada) y Gorham´s Cave (Gibraltar) se han encontrado carbones de madera y fragmentos de piñas de *P. pinea* en estratos del Pleistoceno, atribuidos al Musteriense y al Paleolítico Superior (ver trabajos de Badal et al., 2012; Fernández et al., 2021; Manzano et al., 2019).

Los estudios polínicos se basan en el análisis de los porcentajes de polen de los diferentes taxones identificados en una serie de muestras. Se extraen a lo largo de una secuencia obtenida en depósitos donde se conservan los granos de polen (generalmente turba) (Borrero, 2004). Como se ha visto anteriormente se han realizado diferentes sondeos en Andalucía, como los del Asperillo, El Acebrón o Las Madres (Huelva), en los cuales podemos asumir que los datos obtenidos son válidos y muestran la composición de la vegetación, entre la que se encuentra polen asimilable a *P. pinea*, a lo largo del tiempo. El principal problema con el polen de *Pinus* es que resulta muy difícil distinguir entre diferentes especies, por ello se suele usar un único tipo polínico para referirse a distintas especies de *Pinus* (Valdés et al., 1987). Esta dificultad se acentúa con el polen fósil o semifósil.

Los estudios anteriormente mencionados analizan los restos vegetales que se conservan en yacimientos arqueológicos, basándose para ello en el estudio metodológico de diferentes restos vegetales en los yacimientos. Se analizan sobre todo el polen de las plantas, las semillas, los frutos y los restos de madera y carbones (Mesa, 2016).

En cuanto a los estudios ecológicos, consisten en valorar un gran número de variables edáficas, climáticas y fisiográficas de los territorios en los que habita de forma natural esta especie. En estos estudios se ha observado la adaptabilidad de *P. pinea* en entornos arenosos, confirmando la presencia de esta especie en zonas de costa. Otras variables que apoyan su distribución mediterránea es la resistencia a las sequías en periodo estival y por su exigencia de temperaturas templadas, siendo sensible a las heladas (Sánchez-Palomares et al., 2013).

Otro procedimiento que pretende demostrar el origen y distribución de las masas forestales de pino piñonero en la Península Ibérica es el método aglomerativo. El método aglomerativo une en una región de procedencia aquellas poblaciones con características ecológicas, fenotípicas o genéticas homogéneas o similares. Una región de procedencia es, así, la suma de varias masas sin fronteras fijas entre ellas. Este método presenta como característica, que las regiones se refieren a una especie concreta, en nuestro caso *P. pinea*. Su principal ventaja es que permite reflejar más adecuadamente los patrones de variación de las especies (Pemán et al., 2014).

En España se ha definido 7 regiones de procedencia para el pino piñonero según Prada et al. (1997) que son las siguientes:

1. Meseta Norte
2. Valles de los ríos Tiétar y Alberche
3. La Mancha
4. Depresión del Guadalquivir
5. Sierra Morena

6. Cataluña litoral
7. Cataluña interior

También se ha distinguido las denominadas procedencias de área restringida para aquellas manifestaciones de la especie fuera del área principal de su distribución. En general se trata de pinares que se encuentran sobre los sustratos de preferencia de la especie, como son los afloramientos graníticos y las arenas. Estas zonas son según Prada et al (1997):

A. Biar
B. Sierra de Bogarra
C. Garrovillas
D. Marbella

El principal problema del método aglomerativo está en que su punto de partida son poblaciones resultado de cultivos forestales.

En cuanto a los datos históricos, encontramos muchas referencias sobre los productos y el aprovechamiento del pino piñonero. Además de los yacimientos arqueológicos ya mencionados, encontramos referencias de esta especie que abarcan desde el periodo romano hasta el siglo XX. Destacan dos momentos importantes relacionados con reforestaciones, el primero en el siglo XVIII, concretamente en sus décadas centrales, y el segundo que comprende las últimas décadas del siglo XIX y casi todo el siglo XX, periodo en el que se realiza una gran actividad repobladora que ha conducido al paisaje vegetal actual (Borrero, 2004).

Es este argumento, el de las repoblaciones, resulta muy cuestionado. Rivas-Martínez (1966) sostiene que estas repoblaciones se han realizado desde antiguo, lo que supuso la introducción del pino como especie nueva en el territorio.

En definitiva, un análisis en la documentación expuesta señala, como datos de gran relevancia los restos paleontológicos Holocenos, los cuales muestran la presencia de esta especie desde hace miles de años en el sur de la Península Ibérica. Asimismo, las repoblaciones realizadas en Huelva y Cádiz son un hecho innegable y constituyen el origen de los pinares actuales de esos territorios. Esto no implica que los bosques en los que se desarrollaba *Pinus pinea* de manera original, fueran semejantes a las masas forestales de *Pinus pinea* actuales, muchas de tales masas forestales fueron desarrolladas en territorios donde en tiempos históricos no había bosques de *Pinus pinea*, como ocurrió en Doñana (ver Granados y Ojeda Rivera). Por ello en la gestión forestal, en la gestión de espacios naturales, en restauraciones ecológicas es preciso tener en cuenta toda esta información, para evitar los errores de considerar los cultivos forestales como bosques naturales.

5.CONCLUSIONES

- *P. pinea* es una especie que está incluida en la sección *Pinus* del subgénero *Pinus*. Esta clasificación resulta bastante coherente en base al material genético de esta especie, concretamente al análisis de fragmentos de restricción de ADN de cloroplastos, mitocondrial y nuclear, marcadores bioquímicos y proteínas de reserva.
- *P. pinea* es un árbol de distribución mediterránea, siendo la Península Ibérica el área de mayor ocupación de esta especie con más de 470.000 hectáreas, seguido de Turquía e Italia.
- El aprovechamiento de sus materias primas, como son la madera y sus semillas comestibles (piñones), desde la antigüedad, han contribuido a la expansión geográfica de esta especie. Estos motivos han supuesto el inicio del debate sobre el origen espontáneo o antrópico del pino piñonero en los diferentes territorios.
- El piñón es un fruto comestible muy apreciado como alimento por poseer propiedades importantes (protege el sistema cardiovascular, es expectorante, disminuye la fatiga y el cansancio…) y por sus características organolépticas. España es el principal productor de piñón del mundo.
- La presencia de *Pinus pinea* como especie autóctona en la Península Ibérica parece indiscutible, a la vista de los estudios paleontológicos y antracológicos.
- Los estudios comentados en el anterior punto también se han realizado en otras regiones, si bien los resultados no son tan claros y contundentes. Como ejemplos podemos citar el análisis palinológico realizado en Francia, estudios paleobotánicos en Italia o referencias históricas en Grecia, que apoyan la naturalidad de determinadas masas forestales de estas zonas.
- Los cultivos forestales de *Pinus pinea* han distorsionado la distribución natural de esta especie, ya que han favorecido su desarrollo en lugares donde no era una especie nativa.
- Los cultivos forestales de *Pinus pinea* tienen una importante incidencia en la biodiversidad vegetal, este impacto es preciso tenerlo en cuenta a la hora de gestionar los espacios naturales.

6.BIBLIOGRAFÍA

Abi-Saleh B, Barbero M, Nahal I, Quézel P. Les séries forestières de végetation au Liban, essai d´interpretation schématique. Bull.Soc.Bot.Fr.1976; 123: 541-560.

Amaral Franco J. Pinus L. in Castroviejo S. Vol I. CSIC ed. Flora Ibérica; 1986. p.168-174.

Arrigoni PV. Ricerche sulla distribuzione del *Pinus halepensis* Mill. e del *Pinus pinea* L. in Sardegna. Webbia. 1967; 22(2): 405-418.

Asensi A, Díez Garretas B. Andalucía occidental. En: Peinado M & Rivas-Martínez S, editores. La vegetación de España. Alcalá de Henares: Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá de Henares; 1987. p. 197-230.

Badal E, Carrión Y, Figueiral I, Rodríguez-Ariza MO. Pinares y enebrales: el paisaje solutrense en Iberia. UNED. 2012; 5(1): 259-271.

Barbieri CM, Grassino D, Lupano H. Características tecnológicas de la madera de *Pinus pinea* L. (pino piñonero) de Miramar. LEMIT. 1978; 2(377): 29-41.

Berjaoni A. La distribution des essences forestières au Liban. Rèvue Forestière Française. 1952; 4(12): 833-837.

Bernetti G. I boschi della Toscana. Quaderni di Monti e Boschi. Giunta Regionale Toscana. Edagricole, nº 4; 1987.

BioEnciclopedia [en línea]. [Consultado en Marzo 2021]. Disponible en: https://www.bioenciclopedia.com/

Blanco E et al. Los bosques ibéricos, una interpretación geobotánica. 4ºed. Barcelona: Planeta; 1998.

Blogspot. Principais Árvores Autóctones da Regiao Envolvente de Lisboa [en línea]. [Consultado en Junio 2021]. Disponible en: http://scitecpt.blogspot.com/2011/01/principais-arvores-autoctones-da-regiao.html

Borrero G. El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía: ecología, distribución y selvicultura. Dirección General de Gestión del Medio Natural: Consejería de Medio Ambiente. 1ª ed, Sevilla: Junta de Andalucía; 2004.

Bouvarel P. Les principales essences forestières du Liban. Révue Forestière Française.1950; 2(6): 323-332.

Briquet J. Prodome de la Flore corse. Vol 1. Genève; 1910.

Burguers TF. Asociaciones de plantas y elección de especies forestales en los terrenos diluviales y aluviales del sur de la provincia de Huelva. Revista de Montes. 1948; 23: 393-403.

Calama R, Gordo FJ, Montero G, Piqué M, García-Nieto O, Pastor A et al. El Piñón Mediterráneo. En Sánchez-González M, Calama R, Bonet JA, editores. Los productos forestales no madereros en España: del monte a la industria. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Madrid; 2020. p. 131-172.

Carmona A. Pinos y arte, ensayo de contextualización en la naturaleza desde el Paleolítico a Roma. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Silvopascicultura; 2003.

Carrión JS, Finlayson C, Fernández S, Finlayson G, Allué E, López Sáez JA et al. A coastal reservoir of biodiversity for Upper Pleistocene human populations: Palaeoecological investigations in Gorham´s Cave (Gibraltar) in the contex of the Iberian Peninsula. Quaternary Sciences Review. 2008; 27: 2118-2135.

Ceballos L, López M, Pardos JA, Ubeda J. Mapa Forestal de España, Ministerio de Agricultura, Dirección General de Montes, Caza y Pesca fluvial. Madrid; 1966.

Ceballos L, Ruiz de la Torre J. Árboles y arbustos de la España Peninsular. Servicio de Publicaciones, Escuela Técnica Superior de Ingeniero de Montes. Universidad Politécnica de Madrid; 1979.

Christenhusz MJM, Reveal JL, Gardner MF, Mill RR, Chase MW. A new classification and linear sequence of extant gymnosperm. Phytotaxa. 2011;19: 55-70.

Costa M, Morla C, Sainz H. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Barcelona: Planeta; 1997.

Dupias G. Carte de le vegetation de la France. Nuovo Giornale Botánico Ital. 1963; 67: 24-62.

Ecured. Pinus [en línea]. [Consultado en Abril 2021]. Disponible en: https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia_cubana

EUFORGEN. Mapa de distribución del pino piñonero (*Pinus pinea*). España: Barcelona; 2009.

Euro+Med PlantBase [en línea]. [Consultado en Abril 2021]. Disponible en: https://www.emplantbase.org/home.html

Fady B, Fineschi S, Vendramin GG. Guía técnica para la conservación genética y utilización del pino piñonero (*Pinus pinea* L.). EUFORGEN. 2008; 6(2): 1-6.

Fallour D, Fady B, Lefèvre F. Study of isozyme variation of *Pinus pinea* L.: evidence of low polymorphism. Silvae Genet. 1997; 46: 201-207.

Farjon A. *Pinaceae*: drawings and descriptions of the genera *Abies*, *Cedrus*, *Pseudolarix*, *Keteleeria*, *Nothotsuga*, *Tsuga*, *Cathaya*, *Pseudotsuga*, *Larix* and *Picea*. Koeltz Scientific Books, Königstein; 1990.

Farjon A, Filer D. An atlas of the world´s conifers: an analysis of their distribution, biogeography, diversity and coservation status. Leiden, Netherlands: Brill;2013.

Federación de Asociaciones Forestales de Castilla y León. El piñón ibérico: cómo distinguir el piñón ibérico. 2018 [en línea]. [Consultado en Abril 2021]. Disponible en: http://www.fafcyle.es/gopinon/pinon-iberico/diferenciacion/

Feinbrun N. Spontaneus Pineta in the Lebanon. Bulletin of Resources Council of Israel. 1959; 132-153.

Fenaroli L, Gambi G. Dendroflora Italica. Museo Tridentino di Scienze Naturali. Trento; 1976: 126-132.

Fernández S, Carrión JS, Ochando J, González-Sampériz P, Munuera M, Amorós G et al. New palynological data from the Late Pleistocene glacial refugium of South-West Iberia: The case of Doñana. Elsevier.2021; 290: 1-17.

Finlayson C, Carrión JS. Rapid ecological turnover and its impacto n Neanderthal and other human populations. Trends Ecol. 2007; 22(4): 213-222.

Font i Quer P. La vegetación. En: Terán y col, editores. Geografía de España y Portugal vol. III. Barcelona: Montaner y Simón; 1954.

Frankis MP. Generic interrelationships in Pinaceae. Notes of the Royal Botanical Garden of Edinburgh. 1989; 45: 527-548.

García Novo F, Merino J, Ramírez L, Ródenas F, Sancho A, Torres A et al. Doñana. Prospección e inventario de ecosistemas. Monografías ICONA. 1977; 18: 1-244.

Gil L. La transformación histórica del paisaje: la permanencia y la extinción local del pino piñonero. En: Marín F, Domingo J, Calzado A, editores. Los montes y su historia. Una perspectiva

política, económica y social. Universidad de Huelva y Empresa Nacional de Celulosa: Huelva; 1999. p.151-185.

Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta. [Consultado en Marzo 2021]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/

Granados M. Transformaciones históricas de los ecosistemas del Parque Nacional de Doñana. Universidad de Sevilla: Facultad de Biología. 1ª ed, Sevilla; 1987.

Gymnosperm Database [en línea]. 1997. [Consultado en Febrero 2021]. Disponible en: https://www.conifers.org/

Herbarium (plantas y hongos). *Pinus pinea* L. [en línea]. 2021a. [Consultado en Junio 2021]. Disponible en: https://www.plantasyhongos.es/herbarium/p/Pinus_pinea_31.jpg

Herbarium (plantas y hongos). *Pinus pinea* L. [en línea].2021b. [Consultado en Junio 2021]. Disponible en: https://www.plantasyhongos.es/herbarium/p/Pinus_pinea_06.jpg

Index Nominun Genericorum (ING) [en línea]. [Consultado en Junio 2021]. Disponible en: https://naturalhistory2.si.edu/botany/ing/

International Plant Names Index (IPNI) [en línea]. [Consultado en Marzo 2021]. Disponible en: https://www.ipni.org/

Junta de Andalucía. Hábitat, dunas con bosques de *Pinus pinea* [en línea]. [Consultado en Junio 2021]. Disponible en: https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/h-c3-a1bitat-2270-dunas-con-bosques-de-pinus-pinea-y-o-pinus-pinaster/20151?categoryVal

Konstantinidis P. El problema del origen de Pinus pinea. Geotechnika Themata. 1995; 6(2): 27-31.

Laguna M. Flora Forestal Española. Tomo I. Madrid; 1883.

Linneo C. *Species Plantarum*. Estocolmo: Holmiae; 1753.

Loewe MV. La producción de piñones de pino, una alternativa atractiva y factible para la Patagonia. INFOR. 2011; 45(16): 24-44.

Loewe MV, Delard C. Un nuevo cultivo para Chile, el pino piñonero (*Pinus pinea* L.). Ciencia e Investigación Forestal. 2012; 18(1): 56-94.

Loewe MV, González M. Apuntes sobre una gira de estudio sobre el piñón del pino piñonero (*Pinus pinea* L.) a Italia, España y Portugal. INFOR. 2012; 20(4): 67-82.

Loewe MV, González M. Pino piñonero (*Pinus pinea*). En Loewe MV, González M, editoras. Sicomoro, grevillea, roble rojo americano, pino piñonero, castaño, ruil y cerezo americano, nuevas alternativas para producir madera de alto valor. 3ªed, Santiago de Chile: INFOR; 2003.

Loewe MV, Toral M, Delard C, López C, Urquieta E. Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional: Monografía de pino piñonero (*Pinus pinea* L.). 1ª ed, Santiago de Chile: CONA-INFOR-FIA; 1997.

López JA, Alba F, Sánchez D, Luengo E. Los pinares de la Sierra de Gredos. Pasado, presente y futuro. Institución Gran Duque de Alba. 1ª ed, Ávila: Diputación de Ávila; 2019.

López JA, López L, Pérez S. Historia de la vegetación: una aproximación arqueopalinológica. ANTIQVITAS. 2008; 1(20): 41-47.

López González G. La guía de INCAFO de los árboles y arbustos de la Península Ibérica. INCAFO: Madrid; 1982.

López Sáez J, López P, Macías R. La Paleopalinología en el Laboratorio de Arqueobotánica del Departamento de Prehistoria. Instituto de Historia. Trabajos de Prehistoria. 2002; 59(1): 143-156.

Manzano S, Carrión JS, García-Murillo P, López-Merino L. When dynamism is the baseline: long-term ecology of a Mediterranean seasonal wetland in the Doñana National Park (Southwestern Europe). Biodiver.Conserv. 2019; 28(2): 501-522.

Márquez D. Pervivencia de los viejos oficios de Doñana. Diputación Provincial de Huelva. 1993; 2: 385-398.

Martínez F, Montero G. The *Pinus pinea* L. woodlands along the coast of South-western Spain: data for a new geobotanical interpretation. Plant Ecol. 2004; 175(1): 1-18.

Martínez-Montes E, Alejano MR, Villalón D. Los pinares de pino piñonero en el sur peninsular. Papel en la dinámica natural en base a la arqueología prehistórica y protohistórica: nuevas interpretaciones. Cuad. Soc. Esp. Cien. For. 2003; 1(16): 121-126.

Mesa MA. Pinos autóctonos y conservación de bosques en Andalucía. Investigaciones geográficas. 2016; 34 (65): 97-115.

Mirov NT. The Genus Pinus. Science. 1967; 158(3801): 610-626.

Morla C. Especies forestales autóctonas y alóctonas en la restauración del tapiz vegetal de la Península Ibérica. En: Fundación Duques de Soria, Universidad de Soria, & Grupo Endesa editores. Medio ambiente y crisis rural. Valladolid; 1996. p. 33-62.

Mossa L. La vegetazione forestale del campo dunale di Buggerru-Portixeddu (Sardegna occidentale). Studi sul territorio. Ann. Bot. (Roma). 1990; 48(7): 291-306.

Muñoz-Reinoso JC. Effects of pine plantations on coastal gradients and vegetation zonation in SW Spain. Estuar. Coast. Shelf Sci. 2021; 251(107182).

Ojeda-Rivera JF. Organización del territorio en Doñana y su entorno próximo (Almonte): Siglos XVII-XX. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ICONA. 6ª ed, España; 1987.

Ojeda-Rivera JF. Políticas forestales y medio ambiente en Doñana y su entorno. AyS. 1992; 65(3): 303-357.

Pemán J, Navarro RM, Nicolás JR, Prada MA, Serrada R. Producción y manejo de semillas y plantas forestales. Organismo Autónomo Parques Nacionales: Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente. 1ª ed, Lleida: Serie Forestal; 2014.

Pérez C, Balbuena E, Bermejo JM. El pino piñonero. La agricultura y la ganadería extremeñas. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. 6ª ed, Badajoz: Caja de Badajoz; 2003. p.281-295.

Perrin H. Traduzione italiana annotata a cura di G.Bernetti. Sylviculture. Academia Italiana Scienze Forestali; 1954.

Popova T, Hristova H. Trees of eternity *Pinus pinea* L. in daily life, rituals, religión and symbolism: archeobotanical evidence from the territory of Bulgaria. J. Archaelo. Sci. 2018; 19 (3): 987-991.

Prada MA, Gordo J, De Miguel J, Mutke S, Catalan-Bachiller G, Iglesias S, Gil L. Las regiones de procedencia de *Pinus pinea* L. en España. Unidad de Anatomía, Fisología y Genética Forestal: servicio de material genético. 1ª ed, Madrid: Parques Nacionales; 1997.

Prada MA, Mutke S. Guía técnica para la conservación genética y utilización del pino piñonero (*Pinus pinea* L.). FORESTA. 2008; 6(2): 1-2.

Price RA, Liston H, Strauss SH. Phylogeny and systematic of *Pinus*. En: Richardson DM, editor. Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press. Cambridge; 1998: 49-68.

Red de Universidades Valencianas para el Fomento de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación. Los neandertales europeos explotaban intensivamente los recursos marinos hace

cien mil años. 2020 [en línea]. [Consultado en Abril 2021]. Disponible en: https://ruvid.org/wordpress/?p=54030

Rivas-Martínez S. Esquema de la vegetación psammófila de las costas gaditanas. Facultad de Farmacia de Barcelona. 1966; Volumen Homenaje prof. Albareda: 149-159.

Rivas-Martínez S, Costa M, Castroviejo S, Valdes E. Vegetación de Doñana (Huelva, España). Lanzaroa. 1980; 2: 5-190.

Sánchez-Palomares O, López-Senespleda E, Calama R, Ruiz-Peinado R, Montero G. Autoecología paramétrica de *Pinus pinea* L. en la España peninsular. Centro de Investigación Forestal (CIFOR): 1ª ed, Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA); 2013.

Serra MT. Dendrología de Coníferas y otras gimnospermas. Apuntes docentes Nº 2. Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile; 1987.

Soto D, Gysling J, Loewe V. Antecedentes del Mercado Internacional de Piñones de Pino. CIFOR. 2008; 14(3): 599-623.

Stevenson AC, Harrison RJ. Ancient forest in Spain: A model for land-use and dry forest managment in South- west Spain from 4000BC to 1900AD. Proceedings of the Prehistoric Society. 1992; 58: 227-247.

The Plant List [en línea]. [Consultado en Febrero 2021]. Disponible en: http://www.theplantlist.org/

Triat H. L´analise pollinique de la tourbière de Fos-sur-Mer (B. Du.Rh). Ecología Mediterránea. 1975; 1: 109-121.

Valdés B, Díez MJ, Fernández I. Atlas polínico de Andalucía Occidental. Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Sevilla. Sevilla; 1987.

Valera J. El papel facilitador o inhibidor de *Pinus pinea* L. sobre especies autóctonas de matorral mediterráneo. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. Sevilla; 2012.

Vignote S. Principales maderas de coníferas en España, características, tecnología y aplicaciones. Universidad Politécnica de Madrid: 1ºed. Madrid; 2006.

Webb D, Wood P, Smith J, Henman G. A Guide to Species Selection for Tropical and Sub-Tropical Planatations. 2ª ed. Oxford, Inglaterra: Commonwealth Forestry Institute; 1984.

Wikipedia. Pinus pinea [en línea]. 2021a. [Consultado en Junio 2021]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Pinus_pinea#/media/Archivo:Pinuspinea.jpg

Wikipedia. Panellets [en línea]. 2021b. [Consultado en Junio 2021]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Panellet#/media/Archivo:Elaboraci%C3%B3_panallets.jpg

Wikipedia. Pinus pinea [en línea]. 2021c. [Consultado en Junio 2021]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Pinus_pinea#/media/Archivo:Rome_via_dei_fori_imperiali_2005 0922.jpg

Wikipedia. Pinus pinea Doñana [en línea]. 2021d. [Consultado en Junio 2021]. Disponible en: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Pinus_pinea_Do%C3%B1ana_1.jpg

Wikipedia. Arqueobotánica [en línea]. 2021e. [Consultado en Junio 2021]. Disponible en: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Arqueobot%C3%A1nica.jpg

World Checklist of Selected Plant Families (WCSP) [en línea]. [Consultado en Junio 2021]. Disponible en: https://wcsp.science.kew.org/synonomy.do?name_id=380351

Zilhão J, Angelucci DE, Araújo-Igreja M, Arnold LJ, Badal E, Callapez P et al. Last Interglacial Iberian Neandertals as fisher-hunter-gatherers. Science. 2020; 367(6485): 1-13.