

SOBRE LAS VARIEDADES ENANAS DE *PINUS HALEPENSIS* MILL. Y *P. PINEA* L. (PINACEAE)

P. Pablo FERRER GALLEGO & Emilio LAGUNA LUMBRERAS

*Centro para la Investigación y la Experimentación Forestal de la Generalitat Valenciana (CIEF). Servicio de Biodiversidad, Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. Avda. Comarques del País Valencia, 114, E-46930, Quart de Poblet, València. flora.cief@gva.es

Recibido: 31 de octubre de 2010. Aceptado para su publicación: 5 de diciembre de 2010. Publicado "on line": diciembre de 2010.

RESUMEN: Se describen los principales caracteres diagnósticos de *Pinus halepensis* Mill. var. *minor* Antoine (Pinaceae), comparándolos frente a los de la forma típica de este pino, y se aportan nuevas localidades para esta variedad. Se elige como neótipo de esta variedad una lámina publicada por Clusius en 1601. Se designa como lectótipo de *P. halepensis* var. *minor* Lange in Willkomm & Lange un fragmento de un pliego depositado en la colección COI-WILLK. Se describe una nueva variedad para el pino piñonero, *Pinus pinea* var. *isodiametrica* var. nov., hallada en la localidad valenciana de Chelva. Para ambas plantas se comenta la hipótesis del origen de estas formas enanas en la naturaleza, aparentemente relacionada con la infección por fitoplasmas, así como un método de clasificación para la tipificación de su grado de miniatura y afección.

Palabras clave: Pinaceae, *Pinus halepensis* var. *minor*, tipificación, *P. pinea*, corología, Península Ibérica, Comunidad Valenciana.

SUMMARY: About dwarf varieties of *Pinus halepensis* Mill. and *P. pinea* L. (Pinaceae). A description of the main diagnostic traits for *Pinus halepensis* Mill var. *minor* Antoine (Pinaceae) is made, compared to the typical form of Aleppo pine. New locations for this variety are reported. The icon published by Clusius in 1601 is designated as neotype of this variety. In addition, a fragment of a herbarium sheet deposited in COI-WILLK is designated as lectotype of *P. halepensis* var. *minor* Lange in Willkomm & Lange. Here we describe a new variety of *Pinus pinea*, var. *isodiametrica* var. nov., from Chelva (province of Valencia, Spain). For both plant varieties we discuss the hypothesis of their origin in wild, apparently related to the infection by phytoplasmae, and a classification method for the characterization of their degree of miniatureness is proposed.

Key words: Pinaceae, *Pinus halepensis* var. *minor*, typification, *P. pinea*, chorology, Iberian peninsula, Valencian Community.

INTRODUCCIÓN

Distribución y variabilidad descritas en *Pinus halepensis* y *P. pinea*

Dentro de la familia Pinaceae, el género *Pinus* L. es el grupo que cuenta con una mayor distribución geográfica, extendiéndose a lo largo del Hemisferio Norte, entre los territorios de Norte América y Eurasia (FARJON & STYLES, 1997). Dentro del área Mediterránea, una de las especies más abundante y ampliamente distribuida es *Pinus halepensis* Mill., ocupando unos 3,5 millones de hectáreas (QUÉZEL & BARBÉRO, 1992; BLANCO *et al.*, 1997: 366; RUIZ DE LA TORRE, 2006), con representación en casi todos los países ribereños, aunque con una mayor abundancia en las partes occidental y central de la cuenca (España, Francia, Italia, Croacia, Albania, Túnez, Libia y Malta), resultando más puntual en la mitad oriental (Turquía, Siria, Israel, Jordania y Líbano), donde es reemplazado a partir del mar Egeo (Grecia, Turquía, Chipre, Siria, Líbano, Irak e Irán) por el estrechamente emparentado complejo de *P. brutia* Ten. (CONKLE *et al.*, 1988; GIL *et al.*, 1996; BUCCI *et al.*, 1998; NE'EMAN & TRABAUD, 2000) y sus microespecies asociadas, como *Pinus eldarica* Medw. (Cáucaso: Azerbayán, Georgia, Irán y Turquía) (ver CATALÁN & VALVERDE, 1992; KAUNDUN *et al.*, 1997), y otros táxones relacionados con él, como *P. heldreichii* Christ., *P. leucodermis* Antoine, *P. pityusa* Stev. (alrededores del Mar Negro: Georgia, Federación Rusa y Ucrania) o *P. stankewiczii* (Suk.) Fomin. (Ucrania: Crimea) (cf. GAUSSEN *et al.*, 1964; CRITCHFIELD & LITTLE, 1966).

De las siete especies del género *Pinus* que se reparten de manera natural por la Península Ibérica (AMARAL FRANCO, 1989), el pino carrasco aparece representado preferentemente por las provincias del litoral mediterráneo, con una amplia presencia en la Comunidad Valenciana, Islas Baleares, Murcia, Andalucía oriental y mitad meridional de Cataluña (NICOLÁS, 1972: 21), penetrando hacia el interior por la cuenca del Ebro, La Mancha, sierras Béticas y el Sistema Ibérico (CEBALLOS, 1966; GIL *et al.*, 1996; SÁNCHEZ, 2007), aunque esta distribución ha sido ligeramente modificada con motivo de diferentes proyectos de repoblación forestal, donde la especie ha alcanzado una gran presencia en la mitad occidental peninsular, área en la que hasta entonces resultaba poco frecuente (cf. CEBALLOS & RUIZ DE LA TORRE, 1979: 98). Bioclimáticamente, el marcado comportamiento termófilo del pino carrasco le lleva a ocupar preferentemente zonas con inviernos suaves y libres de heladas tardías, carácter que influye de manera decisiva en el trazado de su área de distribución circunmediterránea, siempre próximo al litoral y penetrando hacia el interior sólo de manera puntual, a menudo por territorios de clima cálido (pisos termo y mesomediterráneo) o aprovechando valles fluviales con atemperamiento térmico; no obstante, en ocasiones puede aparecer en ambientes submediterráneos de media montaña (cf. GANDULLO *et al.*, 1972) siempre que no posean a la vez un carácter marcadamente continental. Aunque no muestra preferencia por un determinado tipo de sustrato, es frecuente encontrarlo sobre suelos pobres,

calizos o margosos, y desde el nivel del mar hasta alturas superiores a los 1.000 m, llegando a alcanzar ocasionalmente alturas superiores a 1.600 m. El desarrollo óptimo de las formaciones vegetales en las que interviene aparece bajo precipitaciones comprendidas entre 350 y 700 mm –ombroclima semiárido a subhúmedo- y una temperatura media de las mínimas entre -2°C y +10°C.

En España ocupa 1,77 millones de hectáreas, el 10 % de la superficie arbolada nacional (PRADA, 2008). Dentro de la Comunidad Valenciana, el pino carrasco es la especie arbórea silvestre que posee mayor cobertura territorial, alcanzando el 57% de la superficie forestal arbolada. Desde el punto de vista sinecológico, al igual que en toda su área de distribución, resulta una especie estructural de gran importancia dentro del paisaje, alcanzando gran cobertura en determinadas formaciones vegetales boscosas y de maquia mediterránea, llegando a formar parte característica de ciertas unidades seriales, como las de matorral post-incendio o etapas de colonización en campos de cultivo abandonados, pero también de modo más puntual dentro de comunidades forestales climácicas, estabilizadas principalmente en enclaves hostiles desde el punto de vista edáfico o ambiental, normalmente allá donde las formaciones de *Pistacio-Rhamnetalia* constituyen las climax climáticas. Además, se ha observado el papel facilitador que juega esta especie en determinados enclaves para alcanzar bosques maduros dominados por otras coníferas, como por ejemplo *P. pinaster* Aiton, principalmente en aquellos lugares donde este pino aparece desarrollándose sobre suelos de naturaleza básica, donde la presencia de *P. halepensis* dentro de las primeras etapas de la sucesión garantiza una mayor germinación y establecimiento de las plántulas (MARZO, *com. pers.*).

Desde el punto de vista morfológico, se ha descrito cierta variabilidad dentro del área de distribución global de *P. halepensis* (i.e. *P. halepensis* var. *abasica* (Carrière) Carrière, *Traité Gén. Conif.* (ed. 2) 1: 507; *P. halepensis* var. *carica* (D. Don) Carrière *Traité Gén. Conif.* 393; *P. halepensis* var. *genuensis* (S. E. Cook) Antoine *Conif.* 2; *P. halepensis* var. *maritima* (Lam.) Loudon *Arbor. Frutic. Brit.* 4: 2232; *P. halepensis* var. *maroccanus* Sennen, *Diagn. Nouv. Pl. Esp. Maroc.*: 166 (1932) MA 2516 isotypus!; *P. halepensis* subsp. *pityusa* (Steven) A. E. Murray, *Kalmia* 13: 22), pero es necesario destacar que dentro de la mitad occidental de la cuenca Mediterránea, han sido relativamente escasos los trabajos que reivindican determinadas formas como relevantes desde el punto de vista taxonómico, a pesar de haberse encontrado en España los mayores niveles de diversidad genética (v. AGÜNDEZ *et al.*, 1997, 1999; BUCCI *et al.*, 1998). Así, en algunos lugares de las Islas Baleares, ejemplares con porte fastigiado-acipresado, con ramas erguidas y aplicadas al tronco, junto con la presencia de estróbilos femeninos con escudetes más prominentes de lo normal y dispuestos generalmente sólo en el extremo de las ramas, fueron descritos a partir de material mallorquín (BC 645145!) como una especie endémica balear, bajo el binomio *P. ceciliae* A. Llorens & Ll. Llorens (LLORENS & LLORENS, 1972: 51; LLORENS, 1984: 55-56), aunque posteriores estudios han revelado la justificación de utilizar el nivel infraespecífico bajo la recombinación varietal (cf. ROSSELLÓ *et al.*, 1992: 67) como el rango taxonómico más adecuado para clasificar a estas formas atípicas [= *P. halepensis* Mill. var. *ceciliae* (A. Llorens & Ll. Llorens) Ll. Llorens ex Rosselló, Cubas & N. Torres].

También resulta interesante remarcar la presencia de individuos que en algunas zonas del Levante peninsular ibérico, principalmente en el suroeste de la provincia de Valencia y este de Alicante, presentan de manera constante hojas con tres acículas por braquiblasto (PERIS, *com. pers.*); este carácter no parece marcar más que desviaciones propias de formas puramente teratológicas, representadas bajo ejemplares muy localizados por el territorio, donde nunca alcanzan gran importancia cuantitativa dentro de las masas forestales continuas en las que aparecen (cf. LAGUNA, 2000: 24). Por otro lado, ejemplares con porte enano y con órganos de marcado menor tamaño de lo normal, fueron descritos por ANTOINE (1840: 2) para *P. halepensis* como var. *minor*, indicando que se trataba de plantas “de piñas más pequeñas que la forma típica”. Posteriormente, bajo el mismo epíteto y con mismo rango taxonómico, J. Lange en el ítem 75 del volumen I del *Prodromus...* publicó también la variedad *minor* para esta especie, atendiendo exclusivamente al menor tamaño de las hojas, su gracilidad y flexibilidad frente a la forma típica.

Estas plantas, presentes siempre de manera muy puntual y dispersa por el territorio, han pasado desapercibidas en la mayoría de estudios florísticos. Sin embargo, dentro de la Comunidad Valenciana, hace algún tiempo se daba a conocer el hallazgo de varios ejemplares de esta variedad enana (FERRER & GUARA, 2005: 9). Hasta entonces, su reivindicación como elemento de la flora en el territorio, sólo había sido tratada de manera somera por algunos autores (LAGUNA, 2000), donde se hacía referencia a su presencia testimonial por el área valenciana y al mismo tiempo también en el archipiélago balear.

Otra especie del género *Pinus* para la que no parece haber demasiada correspondencia entre la aparente variabilidad natural y la descrita en términos taxonómicos es el pino piñonero (*P. pinea*), taxon que como el anterior se distribuye por gran parte de la cuenca mediterránea. *P. pinea* L., fue incluida por SHAW (1914) en el grupo *Pineae*, subsect. *Parapinaster* de la sect. *Diploxilon* en función de ciertos caracteres anatómicos de los haces vasculares, de los canales resiníferos de las acículas, del sistema radical y de las similitudes morfológicas entre las piñas y semillas. Esta clasificación fue revisada y modificada posteriormente por diferentes autores en función a otros criterios y caracteres diferenciadores (PILGER, 1926; DUFFIELD, 1952; GAUSSEN, 1960; HUDSON, 1960; MIROV, 1967; LITTLE & CRITCHFIELD, 1969; FARJON, 1984; KLAUS, 1989), coincidiendo en mantener a esta especie como la única representante de la monotípica subsect. *Pineae* Little & Critchfield de la sect. *Pinea* Endlicher, dentro del subgénero *Diploxilon*, aunque ulteriores estudios reorganizan la estructura sistemática del género e incluyen a *P. pinea* dentro de la subsect. *Pinaster* de la sect. *Pinus* del subgénero *Pinus* (FRANKIS, 1993; WANG *et al.*, 1999; GERNANDT *et al.*, 2001).

El pino piñonero resulta una especie controvertida en lo que respecta a su área de distribución natural. Se reparte por toda la zona septentrional de la cuenca Mediterránea, desde Portugal a Siria, casi siempre en zonas costeras y en

ocasiones penetrando algo hacia el interior (PRADA *et al.*, 1997; RUÍZ DE LA TORRE, 2006). Algunos autores consideran que su único origen autóctono se sitúa en la región de Anatolia y Mar Negro, y que desde allí se introdujo en la parte occidental mediterránea en época romana, aunque los estudios polínicos y paleobotánicos concluyen que esta especie resultaría también autóctona de la parte occidental de la cuenca mediterránea (véase ZODDA, 1903).

Morfológicamente destaca su silueta ancha en forma semiglobosa o de parasol, debido a una pérdida progresiva de desarrollo de la dominancia apical de la guía principal desde sus primeras etapas, dando lugar a verticilos con numerosas ramas que engrosan tanto como la guía y que alcanzan una longitud similar. Este hábito de crecimiento da lugar a una copa esférica desde la fase juvenil. Las piñas son de gran tamaño 8-14(15) x 7-10(13) cm, de globosas a aovado-globosas, madurando al final del tercer año de su formación, y caducas. Los piñones son gruesos 15-20 x 7-9 mm, con cubierta muy dura recubierta en la madurez por un polvillo negruzco-amorado y presencia de ala rudimentaria articulada no funcional y muy corta, que se desprende al caer el piñón.

Desde el punto de vista de la variabilidad intraespecífica, existen algunas variedades descritas, una de ellas es la que posee la testa de las semillas blanda, denominada var. *fragilis* Du Hamel (véase AMMANNATI, 1989). Esta variedad se caracteriza porque el piñón puede romperse fácilmente con los dedos. En España es conocida como pino piñonero de testa blanda, pino de piñón blando, pino mollar o pino uñal, aunque es preciso diferenciarla de aquellas otras variedades en las que el piñón se agrieta de manera natural y puede abrirse con la uña, la cual también recibe el nombre de pino uñal en determinadas zonas.

Enanismo en el género *Pinus*

El enanismo o miniaturización es un fenómeno ocasional que afecta a numerosas especies de plantas superiores, tanto en las gimnospermas como en las angiospermas. Estas plantas suelen estar definidas por la presencia de un hábito de crecimiento distinto al de las formas típicas, en parte debido al acortamiento de los verticilos y los entrenudos, lo que provoca que las ramas y hojas estén muy apretadas, y exhiben frecuentemente pérdida de la dominancia apical. De manera general, presentan todos sus órganos de menor tamaño, con una clara disminución de las dimensiones de las hojas y de los frutos, conjunto de caracteres que le confiere a la planta un aspecto enano.

En el caso del género *Pinus*, se han descrito casos de enanismo afectando parcial o totalmente a ejemplares en diversas especies en la península Ibérica, como *Pinus sylvestris*, *P. nigra* s.l., y la ya citada *P. halepensis*. El enanismo parcial, que se manifiesta exclusivamente en una o pocas ramas, recibe a menudo el nombre de ‘escoba de bruja’, aunque en el interior de la provincia de Valencia y la vecina comarca manchega de La Manchuela hemos registrado el epíteto ‘pina’ (obs. pers.); es un fenómeno relativamente frecuente aunque nunca abundante en los pinares valencianos. Más raro es observar ejemplares completos afectados de enanismo, también denominados popularmente ‘pinas’ en las mismas zonas ya indicadas, y que en el territorio valenciano se presentan sobre todo en *P. halepensis*. Estas plantas se han denominado en ocasiones var. *nana* nom. illeg., y como indicamos en el presente artículo corresponderían a nuestro entender a la planta descrita en diferentes momentos por Franz Antoine y por J. Ch. Lange como *P. halepensis* var. *minor* (ANTOINE, 1840: 2; WILLKOMM & LANGE, 1870: 19).

A lo largo de los últimos años hemos venido localizando ejemplares enanos de *P. halepensis* con una frecuencia superior a la esperable, particularmente en el interior de la provincia de Valencia, lo que nos ha motivado a realizar un inventario detallado y a profundizar en su conocimiento e implicaciones taxonómicas. Al mismo tiempo, después de estudiar la variabilidad registrada para *P. pinea* en la literatura científica según hemos avanzado en apartados anteriores, no hemos encontrado referencias directas que hayan registrado hasta ahora esta forma enana para el pino piñonero, por lo que tras el hallazgo de algunos ejemplares totalmente enanos creemos que debe ser formalmente descrita como variedad nueva.

Por último, el presente artículo profundiza en las hipótesis sobre las posibles causas del enanismo en estas especies y su aparente transmisión intergeneracional.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio es el resultado de un rastreo de las formas enanas del género *Pinus* en la Comunidad Valenciana, y en particular del interior de la provincia de Valencia, combinado con el estudio detallado de materiales de herbario. Los pliegos de herbario que se registran en este trabajo han sido estudiados en diferentes colecciones nacionales e internacionales reconocidas por HOLMGREN & HOLMGREN (1998); herbarios COI y MA. Además se han consultado otras colecciones en búsqueda de material original necesario para la correcta tipificación de alguno de los nombres que en este trabajo se citan, como por ejemplo; P, W. El material tipo de los táxones que aquí se describen se encuentra depositado en el herbario VAL. Para el estudio de algunas formas enanas de coníferas se han consultado las colecciones vivas de varios Jardines Botánicos en los que teníamos noticia que actualmente se conservan bajo cultivo estas plantas, como por ejemplo las colecciones de los Jardines Botánicos de Berlín (Alemania), Oporto (Portugal) y Sóller (Mallorca, España) así como plantas cultivadas por nosotros en el Centro para la Investigación y la Experimentación Forestal (Quart de Poblet, Valencia, España).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CLUSIUS (1601: 33) aporta bajo el nombre de “*Pinaster III Hispanicus*” una descripción y una lámina (ver Fig. 1) para un pino de caracteres particulares “*Alter pumilio ejusdem ferècum superiore altitudinis, licet in lentos & obsequentes ramos divisus sit, non sunt tamen adeò crasso rugosoque cortice tecti, neque ita in latitudinem diffusi: virgae etiam graciliores, folia exilia, Laricis foliis non dissimila, non adeo tamen mollia, unque ut illa decidua, sed immortalì viriditate praedita, ut superiorum folia: strobili exigui & gráciles, nucleus etiam pusillus & nigricans, alatus ut reliquorum...*” Esta forma de pino resulta asimilable, según se indica por WILLKOMM & LANGE (1870: 19), a la variabilidad que muestra *P. halepensis* en el Levante peninsular ibérico, reconociendo así en esta última obra su autonomía bajo una nueva variedad, denomina “*β minor LGE. Folia 1^{1/2} – 2” l. graciliora et molliora*” haciendo referencia explícita a la lámina de Clusius “(*Pinaster III, hispanicus CLUS. Hist. Pl. 33!*)”.

La planta que sirvió de modelo para la lámina fue recogida en Murcia, según se puede leer en la última frase del párrafo que lo acompaña en la obra de CLUSIUS (1601: 33). Entre los caracteres más importantes para la diferenciación de esta planta, como indican ANTOINE (1840: 2) y LANGE in WILLKOMM & LANGE (1870: 19) destacan el tamaño más pequeño de las piñas y las hojas, como los diagnósticos que permiten separarlo frente a la forma típica del pino carrasco. En esta última publicación, se indica la presencia de la planta en “*Montserrat, Wk., Fuensanta, pr. Murcia, LGE.*” (sic). Después del estudio de los pliegos originales de Lange y Willkomm depositados en el herbario COI-WILLK procedentes de las dos localidades mencionadas, identificamos y asimilamos el taxon de Lange con la planta descrita por F. Antoine, resultando por lo tanto la descripción del autor danés como sinónimo posterior ilegítimo del trinómen de Antoine.

En la literatura científica, esta variedad ha sido poco citada e incluso minusvalorada a lo largo del tiempo, en parte creemos por la falta de su tipificación, imprescindible para una adecuada interpretación del taxon. En este sentido, dado que en la publicación de ANTOINE (1840: 2) no se indica recolección específica alguna, no se hace referencia directa a ninguna obra prelinneana, ni tampoco se indica localidad típica, hemos buscado sin éxito material de herbario original de este autor que pudiera estar depositado en el herbario W (Museo de Historia Natural de Viena); según nos indicó el Dr. Ernst Vitek, Director del Departamento de Botánica y Conservador de la Colección de Fanerógamas del Herbario del Museo de Historia Natural de Viena, los pliegos de gimnospermas fueron quemados durante la Segunda Guerra Mundial, y aunque se mantienen los conos por separado, la colección no se encuentra actualmente en buen estado de conservación. Igualmente se nos comunicó que Franz Antoine no aparece registrado como colector en la base de datos del herbario W. Al mismo tiempo, la búsqueda de material original o tipificable en el Herbario P (Muséum National d'Histoire Naturelle de París) ha sido del todo infructuosa (JEAN-NOËL LABAT & PASCALE CHESSELET, com. pers.)

A la vista de lo anterior, y según lo indicado en el Art. 9.6 del ICBN (McNEILL *et al.*, 2006) para estos casos en los que se carece de material tipo, creemos que es necesario la elección de un neotipo. Cara a tal designación, cabe señalar que F. Antoine incluye en su obra una lámina en la que aparecen ilustrados ciertos caracteres de *P. halepensis* (Fig. 1), pero según nuestra interpretación éstos corresponden a las formas habituales del pino carrasco, ya que no se hace referencia explícita a ninguna de sus variedades en la leyenda de dicha lámina, ni tampoco los dibujos reproducen los caracteres fieles que diagnostiquen la variedad *minor*. Según lo expuesto, consideramos la lámina de Clusius como la ilustración sobre la cual se debe designar el tipo nomenclatural de esta variedad (Fig. 2)

***Pinus halepensis* var. *minor* Antoine, Conif.: 2 (1840)**

Neotypus: (hic designatus): Lámina de CLUSIUS (1601: 33) bajo el nombre “*Pinaster III. Hispanicus*” originaria de Murcia “*Solo Murciano Regno genus hoc, idque rarissime conspexi*” (Fig. 2).

Con respecto a la variedad descrita por J. Ch. Lange en la obra de WILLKOMM & LANGE (1870: 19), de todo el material original de estos autores para *P. halepensis*, depositado en COI-WILLK; Sierra de Gor?, Granada, 3000', 9.vii.1845, *Willkomm s.n.*; Serranía de Ronda, 2-3000', 26.iv.1845, *Willkomm s.n.*; Valencia/Albufera, 13.v.1844, *Willkomm s.n.*; Sierra de las Almiras, 1-3000', 17.vi.1845, *Willkomm s.n.*; Monte Serrato, Cataloniae, 1-2000', 14, iv.1846, *Willkomm s.n.*; Fuensanta, xi.1898, *Lange*; Marriliana?, 17.iii.1873, *Willkomm s.n.*, se considera como tipificable para la variedad *minor* el siguiente; Monte Serrato, Cataloniae, 1-2000', 14, iv.1846, *Willkomm s.n.*; Fuensanta, xi.1898, *Lange*, de los cuales consideramos como el material lectotipo el fragmento inferior del pliego COI-WILLK con material original de Lange recolectado en la localidad de Fuensanta (COI00038532).

***Pinus halepensis* Mill. var. *minor* Lange in Willk. & Lange, Prodr. Fl. Hispan. 1: 19 (1870)**

Lectotypus: (hic designatus): Fragmento inferior del pliego COI-WILLK, con código COI00038532, que corresponde a la recolección de J. Ch. Lange en la localidad murciana de Fuensanta, en noviembre de 1898 (Fig. 3).



Figura 1. *Pinus halepensis*, de Franz Antoine, en "Die Coniferen: nach Lambert, Loudon und Anderen. Frei Bearbeitet, 1840, Tab. I. Fig. 3".



Figura 2. Neótipo de *Pinus halepensis* var. *minor* Antoine, lámina de CLUSIUS (1601: 33). Aquí designado.



Figura 3. Lectótipo de *Pinus halepensis* var. *minor* Lange in Willkomm & Lange, COI-WILLK. © Herbario COI, reproducido con permiso

Desde el punto de vista corológico, el estudio de esta especie en la Comunidad Valenciana y territorios limítrofes o relativamente próximos ha dado como resultado un conjunto de localidades que a continuación pasamos a referenciar. En todos los casos se trata de plantas completamente afectadas por el enanismo e identificables con la descripción de la var. *minor* (ver Figs. 6, 7 y 8):

ALBACETE: Casas Ibáñez, Cerro de la Campana, 30SXJ638358, 490 m, pinar sobre calizas, 29-X-2010, *P. Ferrer & F. Martínez* (v. v.).

ALICANTE: Castell de Castells, Área Castellet, 30SYH4489, 680 m, matorral post-incendio, 22-IX-2008, *P. Ferrer* (Collect. CIEF s/n); La Vall de Gallinera, pr. La Carroxa, 30SYJ3905, 400 m, matorral sobre calizas, 18-X-2008, *P. Ferrer* (Collect. CIEF s/n); Monforte del Cid, Autovía A-7, pr. km 704, 30SYH0248, 210 m, fragmentos de vegetación con pinar entre campos de cultivo, 14-V-2010, *P. Ferrer* (Collect. CIEF s/n); Senija, Ap 7 km 620, 31SBC4392, 190 m, 19-XI-2009, *P. Ferrer* (v.v.); Tibi, Sierra del Maimó, 30SYH068644, 890 m, pinar sobre calizas, 18-X-2010, R. García Pereira (v.v., material fotografiado); Tibi, Sierra del Maimó, 30SYH056659, 910 m, pinar sobre calizas, 18-X-2010, R. García Pereira (v.v., material fotografiado).

CASTELLÓN: Atzeneta del Maestrat, subida al Coll de la Bassa, pr. Mas de Pere, 30TYK4455, 505 m, margen de carretera junto a *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* y *Juniperus* spp., 10-VIII-2006, *P. Ferrer* (VAL 202274; Collect. CIEF s/n).

CUENCA: Minglanilla, Los Cuchillos, 30SXJ288751, 566 m, pinar con matorral heliófilo, sobre suelo calcáreo, 25-III-2010, *P. Ferrer, D. Corral Ponce, F. Martínez y Julian Martínez* (Collect. CIEF s/n).

MÁLAGA: Nerja, Sierra Almijara, Barranco de los Cazadores, pr. Mina del Uno, *M. Bueno & J. Bueno* (véase <http://miguelbueno.blogspot.com/2009/07/pinus-halepensis-var-nana.html>).

TARRAGONA: L'Ametlla de Mar, AP-7, km 391, 31TCF1545, 50 m, formación de pino carrasco, VI-2007, *P. Ferrer & E. Miedes* (Collect. CIEF s/n).

VALENCIA: Andilla, pr. Río Andilla, 30SXK8813, 909 m, talud de la carretera, 12-III-2010, *R. Serrano* (v.v.); Aras de los Olmos, Muela de Santa Catalina, 30SXK62, 950 m, coscojar sobre calizas, 12-IX-2001, *E. Laguna, A. Olivares & J. M. Bullón* (VAL 202616); Aras de los Olmos, La Loma, 30SXK5820, 960 m, pinar sobre calizas, 12-IX-2001, *E. Laguna, A. Olivares & J. M. Bullón* (VAL 202617); Bicorp, Sierra Cazunta, carretera hacia el Burriquet, 30SXJ8529, 660 m, formación de pino carrasco junto *Juniperus phoenicea* subsp. *phoenicea*, III-2006, *P. Ferrer*, (Collect. CIEF s/n); Cofrentes, carretera N-330, km 59, pr. La Centinela, 30SXJ6552, 735 m, fragmento de pinar entre viñedos, II-2007, *P. Ferrer* (VAL 202271; Collect. CIEF s/n); Cofrentes, carretera N-330, entre el km 57-58, margen izquierdo de la carretera en sentido Cofrentes, pr.Casa Bernardo, 30SXJ6651, 688 m, margen de la carretera, junto a *Quercus coccifera* y matorral heliófilo, 2-XI-2006, *P. Ferrer* (VAL 202273; Collect. CIEF s/n); Cortes de Pallás, La Muela de Cortes de Pallás, pr. depósito superior de acumulación de agua del complejo hidroeléctrico, 30SXJ7944, 820 m, VIII-2006, *P. Ferrer* (Collect. CIEF s/n); Cortes de Pallás, Casa de La Línea, 30SXJ816439, 802 m, pinar de repoblación, 25-II-2010 tres ejemplares; Jarafuel, pr. El Moragete, 30SXJ5637, 785 m, faja auxiliar con matorral calcáreo de *Thymus piperella*, *Satureja intricata* subsp. *gracilis*, *Globularia vulgaris* y *Erica multiflora* en una masa mixta de *Pinus pinaster* y *P. halepensis*, 11-X-2007, *P. Ferrer* (Collect. CIEF s/n); Requena, Barranco Malo, 30SXJ519620, 566 m, pinar y carrascal sobre suelo calizo, 7-IV-2010, *P. Ferrer, F. Martínez & A. López Haba* (Collect. CIEF s/n); Requena, Puntalón de la Alcantarilla, 30SXJ5261, 596 m, pinar sobre suelo calizo, 7-IV-2010, *P. Ferrer, F. Martínez & A. López Haba* (Collect. CIEF s/n), cuatro ejemplares juntos, tres de ellos de pequeño tamaño y uno de grandes dimensiones; Requena, Alcantarilla, 30SXJ518624, 584 m, espartal sobre suelo calizo, 7-IV-2010, *P. Ferrer, F. Martínez & A. López Haba* (Collect. CIEF s/n); Requena, El Charandel, 30SXJ7461, 650 m, *F. Martínez & A. López Haba* (Collect. CIEF s/n); Requena, 30SXJ4962, 612 m, carrascal enriquecido con boj, 7-IV-2010, *P. Ferrer, F. Martínez & A. López Haba* (Collect. CIEF s/n); Requena, Los Sardineros, El Rincón Grande, 30SXJ5260, 557 m, pinar sobre antiguos campos de cultivo abandonados, 7-IV-2010, *P. Ferrer, F. Martínez & A. López Haba* (Collect. CIEF s/n), dos ejemplares uno de ellos de gran talla, el otro pequeño; Requena, Los Sardineros, 30SXJ4960, 628 m, vegetación de pino carrasco con matorral de baja altura, 7-IV-2010, *P. Ferrer, F. Martínez & A. López Haba* (Collect. CIEF s/n); Requena, Calderón, 30SXJ4759, 555 m, matorral de regeneración sobre antiguos campos de cultivo, 7-IV-2010, *P. Ferrer, F. Martínez & A. López Haba* (Collect. CIEF s/n); Requena, Rocha del Pilaro, 30SXJ4762, 650 m, pinar de pino carrasco en alta densidad de enebros, 7-IV-2010, *P. Ferrer, F. Martínez & A. López Haba* (Collect. CIEF s/n); Requena, margen de la carretera N-322, pr. Los Isidros, 30SXJ5065, 650 m, 25-XI-2006, *P. Ferrer & I. Ferrer* (Collect. CIEF s/n); Requena, Casas del Río, El Retorno, margen derecha del río Cabriel, 30SXJ6051, 420 m, 21-IX-2008, *P. Ferrer & E. Laguna* (Collect. CIEF s/n); Los Cárceles, pr. Río Cabriel, 30SXJ3767, 400 m, faja auxiliar, 25-VIII-2007, *P. Ferrer & R. Ferrer* (Collect. CIEF s/n); Paterna, La Canyada, 30SYJ1579, 123 m, 23-V-2008, *P. Ferrer* (Collect. CIEF s/n); Siete Aguas, Umbría de Maricardete, 30SXJ7866, 880 m, junto a pista forestal de la A-3 al Collado Umán, pinar sobre calizas, 26-VII-2001, *E. Laguna* (VAL 202615); Tuéjar, 30SXK5612, 850 m, cortafuegos en una formación de pino carrasco, X-2006, *P. Ferrer* (Collect. CIEF s/n); Venta del Moro, Jaraguas, Casa de Gilmarzo, 30SXJ4077, 790 m, pinar de *Pinus halepensis* junto a *Juniperus oxycedrus* y *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*, 10-II-2005, *P. Ferrer* (VAL 202272; Collect. CIEF s/n); Venta del Moro, Jaraguas, entre La Casa de Gilmarzo y la autovía A-3, 30SXJ4077, 795 m, 20-XII-2008, *P. Ferrer*, (Collect. CIEF s/n); Venta del Moro, Jaraguas, camino de acceso a La Casa de Gilmarzo, 30SXJ4077, 790 m, 20-XII-2008, *P. Ferrer*, (Collect. CIEF s/n); Venta del Moro, Jaraguas, próximo al casco urbano, Rambla Salada, camino de Las Parideras, 30SXJ4175, 785 m, 20-XII-2008, *P. Ferrer* (VAL 202275; Collect. CIEF s/n); Venta del Moro, Camino de la Fonseca, 30SXJ292729, 581 m, pinar sobre suelo calizo, exposición sur, 25-III-2010, *P.*

Ferrer, D. Corral Ponce, F. Martínez y Julian Martínez (Collect. CIEF s/n); Venta del Moro, pr. Peña Cortada, 30SXJ313724, 750 m, pinar y matorral heliófilo sobre suelo calizo, 5-V-2010, Julian Martínez (Collect. CIEF s/n).

ZARAGOZA: Caspe, entre Caspe y Mequinenza, N-211, km 287-288, margen izquierdo en sentido Caspe, 31TBF7575, 123 m, 29-VIII-2006, P. Ferrer (Collect. CIEF s/n).

Como características más sobresalientes de esta variedad, destacamos la particular forma de la copa, de aspecto esferoidal-globoso muy marcado, con tronco y ramas profusamente ramificadas, confiriendo un aspecto intrincado y enmarañado en el interior. A través de experiencias de cultivo desarrolladas en el Centro para la Investigación y la Experimentación Forestal (CIEF) de la Generalitat Valenciana, a partir de plantas producidas de semilla de la variedad *minor*, hemos observado una gran diferencia en lo que respecta al patrón de crecimiento en comparación con el típico del pino carrasco, coincidiendo con las observaciones que nos ha comunicado D. J. Lluís Gradaille a partir de experiencias propias de cultivo llevadas a cabo en el Jardí Botànic de Sóller (Mallorca) con material balear y también observaciones de campo de los propios autores. Durante siete años de seguimiento, hemos comprobado que las plantas experimentan un desarrollo y hábito de crecimiento particular y muy diferente al normal para esta especie, con su típico aspecto aflamelado, ramificación en ángulo agudo y ramas abiertas y erguidas, con una clara guía terminal y crecimiento monopódico. En la var. *minor*, las plantas adquieren un porte pulvinular-globoso, con ramificación muy corta, profusa y en ángulo abierto, con ramas y ramillas divergentes y verticilastros acortados, sin un claro desarrollo monopódico ni dominancia de la guía apical, dando como resultado una copa densa y cerrada, donde apenas pueden verse las ramas y el tallo principal, en contra de las copas claras, abiertas y luminosas de la forma típica. Este aspecto globular-esférico se mantiene con el crecimiento de las plantas y durante toda la vida del vegetal, pero en determinadas ocasiones se observan individuos con copas menos densas y menor follaje, aunque mantienen el resto de caracteres propios de la variedad *minor*. En la mayor parte de los ejemplares vistos, el tronco se ramifica desde casi la base o a poca altura, manteniendo las ramas inferiores un crecimiento igual al del tallo principal, dando en ocasiones un aspecto pluricaule a los pinos. También es frecuente observar ejemplares donde la ramificación comienza a alturas mayores y el aspecto es más parecido a un crecimiento monopódico lanceolado.

En plantas de avanzada edad, se puede observar de manera frecuente, que el follaje una vez seco, se desprende de los macroblastos y se mantiene en gran cantidad dentro de las copas, en parte debido a lo intrincada que puede llegar a ser la ramificación, lo que junto con la larga persistencia de las acículas en las ramillas, incrementa el aspecto compacto de la copa. Esta densa acumulación de biomasa muerta impide la aireación e incluso que la luz llegue a determinadas ramas internas de la copa, lo que hace que se observen frecuentes ramillas y acículas muertas y secas, provocando zonas donde la copa está interrumpida y no llega a completar un estructura globosa homogénea, o bien que aparezcan ramas secas en las partes inferiores de la copa.

El follaje consta de acículas de reducido tamaño en comparación con la forma típica, llegando a alcanzar valores mínimos de 2,5-3 x 0,06-0,1 cm y dispuestas principalmente a modo de penachos foliares rematando las ramillas. Algunos ejemplares presentan hojas de tamaño casi normal, aunque suelen mantener el aspecto globoso y compacto de la copa, además de una profusa ramificación. En el aspecto de la reproducción sexual de estos árboles, hemos observado que una vez alcanzada la madurez sexual florecen con normalidad, mostrando las flores masculinas un tamaño de 2-3,3 x 1,2-1,6 mm agrupadas en espigas cilíndricas de 2-3,5 cm de longitud, y las femeninas unos valores mínimos de 2,5-3 x 1,5-3,5 cm, éstas últimas con forma aovada, generalmente algo más esféricas de lo normal y sin un aspecto cónico tan marcado. Las escamas estrobilares seminíferas de la parte media pueden alcanzar dimensiones mínimas de 1,5-2 x 0,75-1,5 cm y las semillas de 2,5-3,5 x 1,5-2 mm con alas de 8,5-10 x 3-4 mm ambos como los valores mínimos que hasta ahora hemos registrado. En algunos ejemplares, sobre todo los de mayor edad y vigor, es frecuente observar una gran cantidad de piñas que, como en el caso de las hojas, a veces alcanzan tamaños similares al normal.

Se ha detectado una enorme variabilidad morfológica entre los ejemplares más puros de la var. *minor* y la forma típica de la especie. En este sentido, cabe mencionar que es frecuente la presencia de individuos con caracteres intermedios, a veces muy próximos a los ejemplares enanos. Estas plantas aparecen en ocasiones bastante distanciadas de los lugares donde aparece la variedad *minor*, incluso en zonas ajardinadas dentro de áreas urbanas o periurbanas. Así, se han observado en diferentes puntos de la geografía valenciana, pinos carrascos con acículas de tamaño reducido, aunque estos ejemplares no presentan el típico aspecto de las copas compactas de la var. *minor*, ni tampoco el patrón y hábito de crecimiento de dicha variedad. En este sentido, es importante distinguir aquellos ejemplares donde por causas ambientales, como stress hídrico, tipo de sustrato, exceso de insolación, etc., el crecimiento de las plantas está muy limitado, y éstas adquieren formas enanas y raquílicas, con un crecimiento muy ralentizado y donde la capacidad reproductiva está marcadamente disminuida. En estos casos, la talla de los ejemplares y la dimensión de sus acículas también son menores de lo habitual para esta especie, y sin un claro porte piramidal, pero a diferencia de lo que ocurre con la var. *minor*, las copas son abiertas y claras a causa de la escasa densidad del follaje y del ordinario crecimiento de los macroblastos, caracteres representativos de la variedad tipo. El estudio comparativo de estos ejemplares desfavorecidos de la var. *halepensis* con el material existente en el herbario MA, perteneciente a *P. halepensis* var. *brevifolia* Coss. (MA 2523! y Caja N° 2 Pinaceae!) permite asimilar estas morfologías con la variedad del autor francés Ernest S. –Ch. Cosson (Fig. 4).



Figura 4. Pliego de *Pinus halepensis* var. *brevifolia* Coss., MA 2523. © Herbario MA, reproducido con permiso.

Dentro de este género, también hemos localizado plantas que sufren de enanismo pero pertenecientes a *P. pinea*. En este caso, la búsqueda de posibles descripciones que ya hubieran registrado esta variedad en la literatura botánica no ha sido exitosa, por lo que creemos necesario su descripción.

Pinus pinea* L. var. *isodiametrica P. P. Ferrer & E. Laguna, var. nov. (Fig. 5)

Holotypus. Hs. Valencia. Chelva, alrededores del casco urbano, 30SXX7301, 428 m, 4-II-2006, P. Ferrer, VAL 202270. **Isotypus:** MA 821447 y SALA 137539.

A Pinus pinea var. typica arbor saepe globulatis densissimum et minoris. Foliis (3,5)4-8,5(9,5) x (0,5)0,7(1,2) cm longis, subrigidis, non pungentibus. Conis minoris (2,5)3,5-4(5) x (1,5)2-3,5(4) cm longis, ovato-conicis. Seminibus (3)6-6,5(7) x (2,5)3(3,5) mm saepe minoris differt

Se diferencia de la forma típica de *P. pinea* por ser una planta de menor tamaño, con entrenudos mucho más cortos y presentar un aspecto general completamente esférico y muy compacto, con la copa muy densa desde los primeros años de crecimiento, con las ramas muy apretadas, lo que le confiere un color verde más intenso. Hojas de menor tamaño (3,5)4-8,5(9,5) x (0,5)0,7(1,2) cm. Estróbilos femeninos menores (2,5)3,5-4(5) x (1,5)2-3,5(4) cm, escamas de (1,5)1,8-2(2,5) x (0,5)0,7-0,8(1) cm. Semillas también de menor tamaño (3)6-6,5(7) x (2,5)3(3,5) mm, con cubierta muy dura al igual que la forma típica (Fig. 5)

La forma globosa que adquieren las plantas típicas de pino piñonero puede llevar a confusión en la diferenciación de esta nueva variedad durante los primeros años de crecimiento y desarrollo. Un carácter claro y diferenciador, además del menor tamaño de las hojas y piñas, resulta el grado de compactación que tiene las ramas en la var. *isodiametrica*, debido a la corta distancia que existe entre los verticilastros, lo que le confiere al tiempo un aspecto totalmente globoso y muy denso en su follaje. Esta característica, al igual que ocurre en el resto de las variedades enanas del género *Pinus*, no se presenta en los ejemplares típicos, ya que aunque durante los primeros años de crecimiento del pino piñonero las plantas adquieren un aspecto casi esférico, nunca llegan a tener copas tan densas ni compactas.

Otras localidades: SALAMANCA: Miranda de Azán, área urbana ajardinada, 30TTL7330, 823 m, 14-I-2006, P. Ferrer & R. Ferrer (Collect. CIEF s/n).



Figura 5. Ejemplar de *Pinus pinea* var. *isodiametrica* en la localidad valenciana de Chelva (Valencia).

Sobre las posibles causas del enanismo en *Pinus*

Aunque en el presente estudio se ha abordado la descripción o reconocimiento de variedades enanas en *Pinus* desde un punto de vista taxonómico, siguiendo en consecuencia el tratamiento dado a estas plantas hasta el momento, los datos que aportamos en los siguientes párrafos abordan la opción de que la presencia de estas morfologías, fuertemente diferenciales de las típicas de cada especie, se deban a la infección o interacción de microorganismos, susceptibles de transmitirse a través de las propias semillas de generación en generación. Se abre, en consecuencia, un amplio campo de discusión sobre la idoneidad del uso de la taxonomía tradicional para estas situaciones, donde la descripción de táxones de bajo rango no se correspondería con el concepto óptimo o esperable de una adecuada independencia genética. Probablemente, y con otras expresiones morfológicas -no solo el enanismo, sino el color, forma de determinadas partes de las plantas, etc.- esta inadecuación entre morfología y genética quizá fuera extensible a otros muchos aspectos que hasta ahora han justificado la descripción de nuevas variedades en muchos géneros de plantas vasculares. Dada la profundidad que puede alcanzar la discusión sobre esta materia, hemos preferido reservarla para futuros trabajos.

En un intento de conocer cuáles son las causas que provocan la morfología típica de estas formas enanas, según estudios realizados recientemente por SCHNEIDER *et al.* (2005) con plantas de *P. halepensis* y *P. sylvestris* con crecimientos anormales y un cuadro de sintomatologías identificables con dichas formas, éstas dieron resultado positivo en el análisis de patógenos para fitoplasmas. Estos organismos son reconocidos como pertenecientes al grupo de los procariotas sin pared celular, actualmente clasificados dentro de la clase *Mollicutes* (AGRIOS, 1997; LIM & SEARS, 1989; KUSKE & KIRKPATRICK, 1992; SEARS & KIRKPATRICK, 1994). Los estudios filogenéticos y taxonómicos entre cepas de fitoplasmas, y entre micoplasmas y otros organismos procariotas han experimentado un gran auge gracias a los análisis moleculares realizados en las últimas décadas. En la actualidad, la clasificación de los fitoplasmas se basa principalmente en la secuenciación de nucleótidos del gen 16rRNA (véase LIM & SEARS, 1989; NAMBA *et al.*, 1993; GUNDERSEN *et al.*, 1994; SEEMÜLER *et al.*, 1994; SAWAYANAGI *et al.*, 1999).

Los fitoplasmas están asociados con enfermedades de plantas para varios cientos de especies. Estos endoparásitos intracelulares causan a los individuos infectados un conjunto de síntomas entre los que destacan el color amarillento o enrojecimiento de las hojas, acortamiento de los entrenudos, crecimiento atrofiado, presencia de hojas anormalmente pequeñas, gran proliferación de brotes, flores estériles, necrosis en tejidos del floema, etc. (DOI *et al.*, 1967; KIRKPATRICK, 1992; Mc.COY *et al.*, 1989). Según PLOAIE (1981), los fitoplasmas pueden transmitirse por insectos vectores, sobre todo por celíferos y psíidos (véase ALMA *et al.*, 1997; KAWAKITA *et al.*, 2000) donde atraviesan la pared del tracto intestinal y se multiplican en la hemolinfa, pasando posteriormente a las glándulas salivares, y siendo transmitidos fundamentalmente junto con los líquidos salivares al tejido floemático de la planta (AGRIOS, 1997).

Desde el punto de vista de la nomenclatura, el nombre de fitoplasma fue aprobado durante el 9º Congreso de la Organización Internacional de Micoplasmología en 1992, donde el Equipo de Trabajo en Fitoplasmas del IRPCM (International Research Programme for Comparative Mycoplasmaology), adoptó el nombre trivial de fitoplasma para identificar procariotas que pertenecen al grupo de los *Mollicutes* (International Committee on Systematic Bacteriology Subcommittee on the Taxonomy of *Mollicutes*, 1993). Por otra parte, en la descripción de estos organismos, es frecuente el empleo de la palabra *Candidatus*, de acuerdo con MURRAY & SCHLEIFER (1994) y MURRAY & STACKEBRANDT (1995); la categoría de *Candidatus* se otorga a aquellos organismos que no pueden ser cultivados *in vitro* y por lo tanto no pueden ser descritos morfológicamente, quedando su descripción formal incompleta.

Durante los últimos años, han sido varios los táxones descritos como pertenecientes a este grupo, en parte recopilados por el IRPCM (2004) por ejemplo; '*Candidatus* (*Ca.*) Phytoplasma aurantifolia' (ZREIK *et al.*, 1995), '*Ca.* Phytoplasma australiense' (DAVIS *et al.*, 1997), '*Ca.* Phytoplasma australasia' (WHITE *et al.*, 1998), '*Ca.* Phytoplasma fraxini' (GRIFFITHS *et al.*, 1999), '*Ca.* Phytoplasma japonicum' (SAWAYANAGI *et al.*, 1999), '*Ca.* Phytoplasma brasiliense' (MONTANO *et al.*, 2001), '*Ca.* Phytoplasma castaneae' (JUNG *et al.*, 2002), '*Ca.* Phytoplasma phoenicium' (VERDIN *et al.*, 2003), '*Ca.* Phytoplasma Ziziphi' (JUNG *et al.*, 2003a), '*Ca.* Phytoplasma oryzae' (JUNG *et al.* 2003b) y '*Ca.* Phytoplasma ulmi' (LEE *et al.*, 2004), entre otros muchos. En la mayoría de los casos, las especies estudiadas han sido arbóreas o de interés hortícola, pero hemos observado que para un conjunto de especies silvestres también se presentan ejemplares con morfologías que reproducen la sintomatología atribuida a la afección por fitoplasmas, como por ejemplo algunas especies del género *Thymus*, *Helichrysum* o *Helianthemum* (obs. per.), entre otras. También es muy frecuente observar en las especies del género *Juniperus*, sobre todo en *J. oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* donde es muy común la existencia de ejemplares totalmente enanos y otros con diferentes grados de afección, lo que atribuimos al fenómeno de interacción con fitoplasmas.

Para el caso de los pinos, el taxon al que se atribuyen efectos de este tipo es '*Candidatus* Phytoplasma pini'. La acción de estos patógenos genera un cuadro de sintomatologías al pino que le confieren en conjunto un marco de características macroscópicas típicas de la forma enana; crecimiento anómalo, profusa ramificación, acortamiento de los entrenudos, menor tamaño de las acículas y piñas, etc.

Para conocer la presencia de fitoplasmas en algunos de los ejemplares hallados en el presente estudio, se enviaron muestras de varias plantas de la var. *minor* para su análisis por parte del Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Generalitat de Catalunya. El estudio del material, mediante técnicas de análisis molecular según la metodología empleada para la detección de fitoplasmas en vegetales (SCHNEIDER *et al.*, 2005), ha dado positivo para todas estas muestras. Así, creemos que la presencia de fitoplasmas es determinante para causar el patrón de crecimiento enano en las especies de *Pinus*, al menos en *P. halepensis*, estableciéndose una clara relación entre la afección de '*Ca.* Phytoplasma pini' y la presencia de ejemplares de la var. *minor* en el territorio.

Una explicación a la presencia de estas plantas en las que se observa que todo el ejemplar manifiesta la sintomatología enana, creemos que puede tener dos orígenes. Por un lado, la confirmación de la capacidad germinativa de las semillas que proceden de piñas afectadas por enanismo, bien procedentes de ramas aisladas dentro de los pinos con sintomatología, o bien de aquellas que proceden de pinos afectados completamente, puede provocar la dispersión y reclutamiento de nuevos ejemplares que germinan con la presencia de fitoplasmas, presentando desde el inicio y primeras fases de crecimiento la sintomatología de enanismo, proceso observado en algunas de las localidades donde hemos encontrado esta variedad. Por otro lado, la presencia de pinos con presencia de ramas afectadas puede provocar la completa conversión de ejemplares que aunque en un principio estaban libres de fitoplasmas pueden haberse infectado a través de sus yemas terminales, mostrando un aspecto globular determinado que impone el patrón de crecimiento enano.

Propuesta de método de estimación del grado de afectación de las fitoplasmosis

Con el fin de poder realizar una tipificación del grado de afección en las plantas del género *Pinus*, consideramos interesante establecer un método basado en la estimación visual del porcentaje de follaje que presenta la sintomatología de enanismo en relación al follaje total del individuo (Tabla 1). Así, el “grado de enanismo” o “grado de afección” en pino puede ser cuantificado de la siguiente manera en varios niveles:

Tabla 1. Grado de afección en función de la relación del porcentaje de hojas afectadas respecto del total del follaje de los ejemplares	
Grado de afección	% follaje afectado / total
1	< 25%
2	25-50%
3	50-75%
4	>75%
5	100%

En caso de necesidad para estudios de detalle la estimación puede realizarse por metodologías más precisas -p.ej. fotogrametría-. Igualmente, el método aquí propuesto puede ser aplicable a otras plantas leñosas -caméfitos y fanerófitos-.

Los ejemplares con grado de afección 1, suelen ser plantas con la presencia de una rama en “escoba de bruja” o “pina” de pequeño tamaño. Estas ramas afectadas no suelen tener estróbilos femeninos, aunque sí que es frecuente observar la producción de estróbilos masculinos. Son de aspecto muy compacto y color verde más oscuro a consecuencia de un follaje muy apretado. La forma de estas ramas suele ser globular, aunque en ocasiones se presentan con un aspecto subsférico. En muchos casos, este grado de afección desemboca en la muerte de la rama afectada sin llegar a evolucionar a grados superiores. Este caso suele ser frecuente cuando se presentan en ejemplares de edad y considerable talla, donde las ramas afectadas no llegan a prosperar y desarrollarse demasiado, acabando en muchas ocasiones secándose las hojas y desapareciendo del árbol.

En el grado 2, las ramas afectadas suelen aparecer desde la parte media del árbol hasta su ápice. Presentan estróbilos masculinos y femeninos bien formados y la capacidad de desarrollar semillas viables. Este nivel suele evolucionar a grados superiores, aunque no es raro observar la muerte de las ramas cuando el nivel de compactación de las hojas es muy alto, lo que provoca que se quiebre por el peso que llegan a alcanzar. En ocasiones, cuando se observan ejemplares en grado 2 con ramas afectadas secas sin rotura, la gran compactación que en ocasiones tienen las ramas, impide la entrada de luz y la consiguiente necrosis foliar.

En grado 3 de afección, los árboles presentan un aspecto bivalente. Cuando los ejemplares son jóvenes, parte del árbol presenta la forma aflamelada o lanceolada típica del pino carrasco y la otra mitad o, a veces una proporción mayor con aspecto esférico debido al hábito de crecimiento diferencial. Además de esta fisionomía diferencial, el color es distinto entre las partes sanas e infectadas del árbol, siendo verde más oscuro en las ramas afectadas. Este grado de afección suele evolucionar a grados superiores.

El grado 4 se caracteriza por la casi totalidad de las ramas con sintomatología enana, y la presencia en la planta de alguna libre de ella, es decir, sería una morfología prácticamente inversa al grado 1. Creemos que este nivel se alcanza cuando el propio crecimiento de las ramas afectadas en niveles inferiores evoluciona hasta prevalecer frente a las ramas que carecen de la sintomatología y de la presencia de fitoplasmas. No obstante, también cabría la opción de que el grado 4 se alcanzara por reversión del grado 5.

El grado de afección 5, es lo que hemos denominado var. *minor* s.str. En este caso, las plantas presentan la morfología característica que se ha descrito anteriormente, mostrando enanismo en todas las ramas. Este nivel puede ser alcanzado a partir de la evolución de los niveles inferiores, hasta llegar a desaparecer las ramas no afectadas dentro del ejemplar.

Por otro lado, en plantas que presentan un enanismo completo desde su germinación, es posible que en años posteriores el grado 5 revierta a un grado 4, e incluso a un grado 3, aspecto que hemos observado en ejemplares bajo

cultivo a partir de semillas germinadas, obtenidas de ejemplares de la var. *minor* s.s. Este fenómeno es posible ya que los fitoplasmas migran a los órganos radiculares subterráneos de las plantas en periodos invernales a través del floema, dejando libre el resto del vegetal (TORRES, *com. pers.*). Así, si se produce crecimiento durante estos periodos, hemos observado que las ramas suelen desarrollarse con un patrón de crecimiento normal, libre de la afección de enanismo. En los casos en los que en plantas de edad, aparecen algunas pocas ramas sin enanismo, este grado de afección, que correspondería a un nivel 4 en sentido estricto de la tipificación, se alcanza debido al mismo proceso anteriormente comentado.

Consideramos interesante señalar que hemos observado una tasa de crecimiento diferencial entre las plantas que presentan un grado 5 desde sus primeros años y las que presentan grados inferiores a diferentes edades de los individuos. En este sentido, el crecimiento en la var. *minor* es muy lento, en algunos casos prácticamente imperceptible, habiéndose observado por ejemplo en el ejemplar de Casas del Río un crecimiento nulo en volumen en un periodo de 16 años (MARTÍNEZ, *com. pers.*). Por el contrario, en las plantas con grado 3 y 4 el crecimiento es mayor, incluso las ramas que presentan sintomatología enana llegan a representar todo el ejemplar hasta alcanzar el grado 5 en un periodo de tiempo no muy largo.

De modo general, las formas enanas, resultan plantas muy atractivas desde el punto de vista ornamental y con un alto potencial de uso en jardinería. Por su lento desarrollo y crecimiento pueden ser utilizadas como setos o como elementos aislados en formaciones ajardinadas abiertas y bajas, al igual que se han usado tradicionalmente formas enanas de otras coníferas, como por ejemplo cv. 'Globosa Nana' de *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L. f.) D. Don, y 'Bondai-sugi', cultivariedad conservada en el Jardín Botánico de Oporto, en el cual se mantiene un ejemplar bajo cultivo N° 31903; *Picea glauca* (Moench.) Voss var. *albertiana* (Brown) Sargent cv. 'Globosa Nana' Rehder, o el cultivar 'Echiniformis' Schimmel-Fichte, variedad enana que sólo se conoce bajo cultivo, con ejemplares conservados en el Jardín Botánico de Berlín; *Pinus nigra* 'Brepo', así como diferentes cultivares de *Taxus baccata* L., *Juniperus communis* L., *Chamaecyparis* spl. pl., *Pinus strobus* L. 'Brevifolia', *Pinus mugo* Turra, *Thuja* sp. pl. o *Tsuga canadensis* (L.) Carrère, por citar algunos ejemplos.

Todas estas plantas resultan muy apreciadas en jardinería por su hábito particular, su lento crecimiento y la alta densidad de su follaje. Además, para algunas especies del género *Pinus*, sobre todo las que en este trabajo se reseñan, la gran resistencia que ofrecen tanto al frío como a los periodos prolongados de sequía hace que estas formas enanas representen buenos candidatos para su utilización en jardines diseñados bajo el concepto de xerojardinería o jardinería ecológica mediterránea.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Esther Torres del Laboratori de Sanitat Vegetal del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya (Barcelona) por los análisis realizados para la detección de fitoplasmas en las muestras de *P. halepensis* var. *minor*. Al Dr. Juan B. Peris por su gran ayuda en el estudio de la nomenclatura y taxonomía del grupo. A la Dra. María P. Martín del Real Jardín Botánico de Madrid por el envío de algunas referencias bibliográficas. A D. Antonio López Haba por su gran ayuda y la información de las localidades de los ejemplares presentes en el término municipal de Requena. A Esther Miedes y Raúl Ferrer su ayuda y compañía en el estudio de estas plantas en los diferentes Herbarios y Jardines Botánicos consultados. A Federico Martínez y A Julián Martínez (Parque Natural Hoces del Cabriel) por su ayuda y trabajo de campo en la búsqueda y localización de nuevas citas. A Raúl Serrano (Brigada de Conservación de la Biodiversidad de Valencia, Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge) por la información de la presencia de *P. halepensis* var. *minor* en algunas localidades valencianas. A Ramón García Pereira (Técnico del Paisaje Protegido Serra del Maigmo y Serra del Sit) por la información sobre la presencia de *P. halepensis* var. *minor* en la Sierra del Maigmo. Al Dr. Ernst Vitek (Director del Departamento de Botánica, Curator of Phanerogam Collections, Herbarium W) por su ayuda en la búsqueda de pliegos originales de F. Antoine de *P. halepensis* en el herbario del Museo de Historia Natural de Viena. A la Dra. Fátima Sales y los técnicos María Manuela Alves de Sousa e Santos y Nuno Conzaga Pinto (Herbarium COI, Universidad de Coimbra, Portugal) por su ayuda en la búsqueda de los pliegos de Willkomm y Lange depositados en la colección COI. Al Dr. Jean-Noël Labat, Responsable Scientifique des Collections de Botanique, Herbarium P et PC, Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Systématique et Evolution y al Dr. Pascale Chesselet, Muséum National d'Histoire Naturelle, Direction des Collections, Collections de Botanique, Responsable du service de Conservation / Collection Manager, por la información sobre los pliegos de *P. halepensis* depositados en el Herbario P. A las Dras. Charo Noya y Concha Baranda (Herbario Real Jardín Botánico de Madrid) su ayuda y facilidades en el estudio de los pliegos depositados en MA.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G. N. (1997) Plant diseases caused by Mollicutes: phytoplasmas and spiroplasmas. *In* Plant Pathology, 4th, pp. 457-470. Edited by G. N. Agrios. New York: Academic Press.
- AGÜNDEZ, D., B. DEGEN, G. VON WUEHLISCH & A. ALÍA (1997) Genetic variation of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) in Spain. *Forest Genetics* 4: 201-209.
- AGÜNDEZ, D., B. DEGEN, G. VON WUEHLISCH & A. ALÍA (1999) Multilocus analysis of *Pinus halepensis* Mill. from Spain: genetic diversity and clinal variation. *Silvae Genetica* 48: 173-178.

- ALMA, A., D. BOSCO, A. DANIELLI, A. BERTACCINI, M. VIBRIO, & A. ARZONE (1997) Identification of phytoplasmas in eggs, nymphs, and adults of *Scaphoideus titanus* Ball reared on healthy plants. *Insect Mol. Biol.* 6: 115-121.
- AMARAL FRANCO, J. (1989) *Pinus* L. In S. CASTROVIEJO & al. (eds.) *Flora Iberica*. Vol 1: 168-174. Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid.
- AMMANNATI, R. (1989) Primi studi sul determinismo genético del carattere “guscio fragile” dei semi in *Pinus pinea* L. *Annal. Acc. Ital. Sci. Forestali* 38: 143-163.
- ANTOINE, F. (1840) *Die Coniferen nach Lambert, Loudon und Anderen frei bearbeitet*. Wien.
- BLANCO, E., M. A. CASADO, M. COSTA, R. ESCRIBANO, M. GARCÍA, M. GÉNOVA, A. GÓMEZ, F. GÓMEZ, J. C. MORENO, C. MORLA, P. REGATO & H. SAINZ (1997) *Los Bosques ibéricos*. Una interpretación geobotánica. Planeta. Barcelona.
- BUCCI, G., M. ANZIDEI, A. MADAGHIELE & G. G. VENDRAMIN (1998) Detection of haplotypic variation and natural hybridization in halepensis-complex pine species using chloroplast simple sequence repeat (SSR) markers. *Molecular Ecology* 7 (12): 1633-1643.
- CATALÁN, G. & R. VALVERDE (1992) *Pino eldarica*. Posible utilización en España. Colección Técnica, ICONA, Madrid.
- CEBALLOS, L. (1966) *Mapa Forestal de España*. (Escala 1:400.000). Ministerio de Agricultura. Madrid.
- CEBALLOS, L. & J. RUÍZ DE LA TORRE (1979) *Árboles y arbustos de España peninsular*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- CLUSIUS, C. (1601) *Rariorum plantarum Historia, et Appendix ad Historiam plantarum*. Ed. Christophoro Plantini. Antwerpen.
- CONKLE, M. T., G. SCHILLER & C. GRUNWALD (1988) Electrophoretic analysis of diversity and phylogeny of *Pinus brutia* and closely related taxa. *Systematic Botany* 13 (3): 411-424.
- CRITCHFIELD, W. B. & E. L. JR. LITTLE (1966) *Geographic distribution of the pines of the world*. USDA Forest Service, Miscellaneous Publication 991. 97 pages.
- DAVIS, R. E., D. E. GUNDERSEN, I.-M. LEE & N. HABIL (1997) “*Candidatus* Phytoplasma australiense” taxon associated with Australian grapevine yellows. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 47: 262-269
- DOI, Y., M. TERANAKA, K. YORA & H. ASUYAMA (1967) Mycoplasma or PLT group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches broom, aster yellow, or Paulownia witches broom. *Ann. Phytopathol Soc. Jpn* 33 : 259-266.
- DUFFIELD, J. W. (1952) Relationships and species hybridization in the genus *Pinus*. *Z. Forstgenet.* 1: 93-97.
- FARJON, A. (1984) *Pines: Drawings and Descriptions of the Genus Pinus*. E. J. Brill & W. Backhuys, Leiden.
- FARJON, A. & B. T. STYLES (1997) *Pinus* (Pinaceae). *Flora Neotropica Monograph* 75: 1-293.
- FERRER, P. P. & M. GUARA (2005) Aportaciones a la flora de la comarca de La Plana de Utiel-Requena (Valencia). *Flora Montiberica* 31: 5-13.
- FRANKIS, M. P. (1993) Morphology and affinities of *Pinus brutia*. In International Symposium on *Pinus brutia* Ten., 11-18. Ministry of Forestry, Ankara.
- GANDULLO, J. M., A. NICOLÁS, O. SÁNCHEZ-PALOMARES & J. MORO (1972) *Ecología de los pinares españoles. III. Pinus halepensis Mill.* Ministerio de Agricultura, I.N.I.A. Madrid, 307 pp.
- GAUSSEN, H. (1960) Les gymnospermes actuelles et fossiles: *Pinus*. *Trav. Lab. For. Toulouse* T.2, Sect. 1, 1(6): 1-272.
- GAUSSEN, H., V.H. HEYWOOD & A. O. CHATER (1964) *Pinus* L. In T. G. TUTIN & al. (eds.). *Flora Europaea*. Vol 1: 32-35. Cambridge University Press. Cambridge.
- GERNANDT, D. S., A. LISTON & D. PIÑERO (2001) Variation in the nrDNA ITS of *Pinus* subsection *Cembroides*: implications for molecular systematic studies of pine species complexes. *Molec. Phyl. Evol.* 21: 449-467.
- GIL, L., P. M. DÍAZ-FERNÁNDEZ, M. P. JIMÉNEZ, M. ROLDÁN, R. ALÍA, D. AGÜNDEZ, J. DE MIGUEL, S. MARTÍN & M. DE TUERO (1996) Las regiones de procedencia de *Pinus halepensis* Mill. en España. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- GRIFFITHS, H. M., W. A. SINCLAIR, C. D. SMART & R. E. DAVIS (1999) The phytoplasma associated with ash yellow and lilac witches'-broom: ‘*Candidatus* Phytoplasma fraxini’. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 49: 1605-1614.
- GUNDERSEN, D. E., I.-M. LEE, S. A. REHNER, R. E. DAVIS & D. T. KINGSBURY, D.T. (1994) Phylogeny of mycoplasma-like organisms (phytoplasmas): a basis for their classification. *J. Bacteriol.* 176: 5244-5254.
- HOLMGREN, P.K. & N.H. HOLMGREN (1998) [en actualización permanente]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. [<http://sweetgum.nybg.org/ih/>]
- HUDSON, R. H. (1960) The anatomy of the genus *Pinus* in relation to its classification. *Journal Inst. of Wood Science* 6: 26-46.
- INTERNATIONAL COMMITTEE ON SYSTEMATIC BACTERIOLOGY SUBCOMMITTEE ON THE TAXONOMY OF *MOLLICUTES* (1993) Minutes of the interim meetings, 1 and 2 August, 1992, Ames, Iowa. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 43: 394-397.
- IRPCM. INTERNATIONAL RESEARCH PROGRAMME COMPARATIVE MYCOPLASMOLOGY (2004) “*Candidatus* Phytoplasma”, a taxon for the wall-less, non helical prokaryotes that colonize plant phloem and insect. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 54: 1243-1255.

- JUNG, H.-Y., T. SAWAYANGI, S. KAKIZAWA, H. NISHIGAWA, S. MIYATA, K. OSHIMA, M. UGAKI, J. T. LEE, T. HIBI & S. NAMBA (2002) 'Candidatus Phytoplasma castaneae', a novel phytoplasma taxon associated with chestnut witches' broom disease. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 52: 1543-1549.
- JUNG, H.-Y., T. SAWAYANGI, S. KAKIZAWA, H. NISHIGAWA, W. WEI, K. OSHIMA, S. MIYATA, M. UGAKI, T. HIBI & S. NAMBA (2003a) 'Candidatus Phytoplasma ziziphi', a novel phytoplasma taxon associated with jujube witches'-broom disease. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 53: 1037-1041.
- JUNG, H. Y., T. SAWAYANGI, P. WONGKAEW, S. KAKIZAWA, H. NISHIGAWA, W. WEI, K. OSHIMA, S. MIYATA, M. UGAKI, T. HIBI & S. NAMBA (2003b) 'Candidatus Phytoplasma oryzae', a novel phytoplasma taxon associated with rice yellow dwarf disease. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 53: 1925-1929.
- KAUNDUN, S. S., B. FADY & Ph. LEBRETON (1997) Genetic differences between *Pinus halepensis*, *Pinus brutia* and *Pinus eldarica* based on needle flavonoids. *Biochemical Systematics and Ecology* 25 (6): 553-562.
- KAWAKITA, H., T. SAIKI, W. WEI, W. MITSUHASHI, K. WATANABE & M. SATO (2000) Identification of mulberry dwarf phytoplasmas in genital organs and eggs of the leafhopper *Hishimonoides sellatifomis*. *Phytopathology* 90: 909-914.
- KIRKPATRICK, B. C. (1992) *Mycoplasma-like organisms: plant and invertebrate pathogens*. In *The prokaryotes*, 2nd ed., pp. 4050-4067. Balows, A., Truper, H. G., Dworkin, M., Harder, W. & Schleifer, K. H. (eds.) New York, Springer-Verlag.
- KLAUS, W. (1989) Mediterranean pines and their history. *Plant Systematics and Evolution* 162: 133-163.
- KUSKE, C. R. & B. C. KIRKPATRICK (1992) Phylogenetic relationships between the western aster yellows mycoplasma-like organism and others prokaryotes established by 16S rRNA gene sequence. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 42: 226-233
- LAGUNA, E. (2000) Del nombre botánico de algunos grupos de especies cultivadas, plantadas o asilvestradas en el oriente ibérico. II: *Hedera*, *Pinus*, *Plectranthus*. *Flora Montiberica* 15: 21-30.
- LEE, I.-M., D. E. GUNDERSEN-RINDAL, R. E. DAVIS, K. D. BOTTNER, C. MARCONE & E. SEEMÜLLER (2004) 'Candidatus Phytoplasma asteris', a novel phytoplasma taxon associated with aster yellows and related diseases. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 54: 1037-1048.
- LIM, P. O. & B. B. SEARS (1989) 16S rRNA sequence indicates that plant-pathogenic mycoplasma-like organisms are evolutionarily distinct from animal mycoplasmas. *J. Bacteriol.* 171: 5901-5906.
- LITTLE, E. L. Jr. & W. B. CRITCHFIELD (1969) Subdivisions of the genus *Pinus* (Pines). *USDA Forest Service, Misc. Pub.* 1144.
- LLORENS, LL. (1972) Notas florísticas baleáricas. *Folia Bot. Misc.* 4: 55-58.
- LLORENS, A. & LL. LLORENS (1984) Contribución al conocimiento de la flora balear. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares* 17: 51-54.
- MCCOY, R. E., A. CAUDWELL, C. J. CHANG, T. -A. CHEN, L. N. CHIYKOWSKI, M. T. COUSIN, J. L. DALE, G. T. N. DELEEUW, D. A. GOLINO, K. J. HACKETT, B. C. KIRKPATRICK, R. MARWITHZ, H. PETZOLD, R. C. SINHA, M. SUGIURA, R. F. WHITCOMB, I. L. YANG, B. M. ZHU & E. SEEMULLER (1989) *Plant diseases associated with mycoplasma-like organisms*. In *The mycoplasmas* 5: 546-640. In R. F. Whitcomb and J. G. Tully (eds.), New York, Academic Press.
- MCNEILL, J., F. R. BARRIE, H. M. BURDET, V. DEMOULIN, D. L. HAWKSWORTH, K. MARHOLD, D. H. NICOLSON, J. PRADO, P. C. SILVA, J. E. SKOG, J. H. WIERSEMA & N. J. TURLAND (eds.). (2006) *International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code) adopted by the Seventeenth International Botanical Congress Vienna, Austria, July 2005*. Regnum Vegetabile 146. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell, Liechtenstein.
- MIROV, N. T. (1967) The genus *Pinus*. Ronald Press Company, New York, NY.
- MONTANO, H. G., R. E. DAVIS, E. L. DALLY, S. HOGENHOUT, J. P. PIMENTEL & P. S. T. BRIOSO (2001) 'Candidatus Phytoplasma brasiliense', a new phytoplasma taxon associated with hibiscus witches'-broom disease. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 51: 1109-1118.
- MURRAY, R. G. E. & K. H. SCHLEIFER (1994) Taxonomic notes: a proposal for recording the properties of putative taxa of prokaryotes. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 44: 174-176.
- MURRAY, R. G. E. & E. STACHEBRANDT (1995) Taxonomic notes: implementation of the provisional status Candidatus for incompletely described prokaryotes. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 45: 186-187.
- NAMBA, S., H. OYAZU, S. KATO, S. IWANAMI & T. TSUCHIZAKI (1993) Phylogenetic diversity of phytopathogenic mycoplasma-like organisms. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 43: 461-467.
- NE'EMAN, G. & L. TRABAUD (eds.). (2000) *Ecology, biogeography and management of Pinus halepensis and P. brutia forest ecosystems in the Mediterranean basin*. Backhys Publishers, Leiden, The Netherlands. 407 pp.
- NICOLÁS, A. (1972) *Botánica y Geografía del pino carrasco*. In J. M. GANDULLO, *Ecología de los pinares españoles. III. Pinus halepensis* Mill.: 15-21. I.N.I.A. Madrid.
- PILGER, R. (1926) *Gymnospermae*. In *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, vol. 13. A. Engler & K. Prant, Leipzig.
- PRADA, M. A. (2008) *Guía técnica para la conservación genética y utilización del pino carrasco (Pinus halepensis) en España*. Foresta. Madrid, España.
- PRADA, M. A., J. GORDO, J. DE MIGUEL, S. MUTKE, G. CATALÁN-BACHILLER, S. IGLESIAS & L. GIL (1997) *Las regiones de procedencia de Pinus pinea L. en España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid.

- PLOAIE, P. G. (1981) *Mycoplasma-like organisms and plant diseases in Europe*. Pages 61-104 In *Plant Diseases and Vectors: Ecology and Epidemiology*. Maramorosch, K., and Harris, K. F., (eds.) Academic Press, New York.
- QUEÉZEL, P. & M. BARBÉRO (1992) Le pin d'Alep et les espèces voisines: répartition et caractères écologiques généraux, la dynamique récente en France méditerranéenne. *Forêt Méditerranéenne* 13(3): 158-170.
- ROSSELLÓ, J. A., P.CUBAS & N. TORRES (1992) An annotated check-list of the Balearic vascular Flora I. Pteridophyta-Coniferophytina. *Candollea* 47(1): 61-69.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (2006) *Flora Mayor*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- SÁNCHEZ DE RON, D. (2007) Mapa de distribución de *Pinus halepensis* Mill. en España. GENFORED: Mejora y Conservación de Recursos Genéticos Forestales. Mapa elaborado a partir del Tercer Inventario Forestal Nacional y el Mapa Forestal de España a escala 1:50000. Disponible en www.inia/GENFORED.
- SAWAYANAGI, T., N. HORIKOSHI, T. KANEHIRA, M. SHINOHARA, A. BERTACCINI, M. T. COUSIN, C. HIRUKI & S. NAMBA (1999) '*Candidatus* phytoplasma japonicum', a new phytoplasma taxon associated with Japanese Hydrangea phyllody. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 49: 1275-1285.
- SCHNEIDER, B., E. TORRES, M. P. MARTÍN, M. SHRÖTER, H-D. BENKE & E. SEEMÜLLER. (2005) "*Candidatus* Phytoplasma pini", a novel taxon from *Pinus silvestris* and *P. halepensis*. *Int. J. Syst. Evol. Micr.* 55: 303-307.
- SEARS, B. B. & B. C. KIRKPATRICK (1994) Unveiling the evolutionary relationships of plant-pathogenic mycoplasma-like organisms. *ASM News* 60: 307-312.
- SEEMÜLLER, E., B. SCHNEIDER, R. MAURER, U. AHRENS, X. DAIRE, H. KISON, K. H. LORENZ, G. FIRRAO, L. AVINENT & B. B. SEARS (1994) Phylogenetic classification of phytopathogenic mollicutes by sequence analysis of 16S ribosomal DNA. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 44: 440-446.
- SHAW, G. R. (1914) *The genus Pinus*. Arnold Arboretum Pubs. 5.
- VERDIN, E., P. SALAR, J.-L. DANET, E. CHOUËIRI, F. JREIJIRI, S. EL ZAMMAR, B. GÉLIE, J. M. BOVÉ & M. GARNIER (2003) '*Candidatus* Phytoplasma phoenicium', a novel phytoplasma associated with an emerging lethal disease of almond trees in Lebanon and Iran. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 53: 833-838.
- WANG, X. -R., Y. TSUMURA, H. YOSHIMARU, K. NAGASAKA & A. E. SZMIDT (1999) Phylogenetic relationships of Eurasian pines (*Pinus*, Pinaceae) based on chloroplast *rbcL*, *matK*, *rpl20-rps18* spacer, and *trnV* intron sequences. *Amer. J. Bot.* 86: 1742-1753.
- WHITE, D. T., L. L. BLACKALL, P. T. SCOTT & K. B. WALSH (1998) Phylogenetic positions of phytoplasmas associated with dieback, yellow crinkle and mosaic diseases of papaya, and their proposed inclusion in '*Candidatus* Phytoplasma australiense' and a new taxon, '*Candidatus* Phytoplasma australasia'. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 48: 941-951.
- WILLKOMM, H. M. & J. LANGE (1870) *Prodromus Florae Hispanicae seu synopsis methodica omnium plantarum in Hispania sponte nascentium vel frequentius cultarum quae innotuerunt*. Vol. 1. Schweizerbart Verlag. Stuttgart.
- ZODDA, G. (1903) Il *Pinus pinea* L. nel ponticco di Messina. *Malpighia* 17(11-12): 488-491.
- ZREIK, L., P. CARLE, J. M. BOVE & M. GARNIER (1995) Characterization of the mycoplasma-like organism associated with witches'-broom disease of lime and proposition of a "*Candidatus*" taxon for the organism, "*Candidatus* Phytoplasma aurantifolia". *Int. J. Syst. Bacteriol.* 45: 449-453.



Figura 6. Ejemplares de *P. halepensis* var. *minor* en la localidad de Venta del Moro (Valencia).

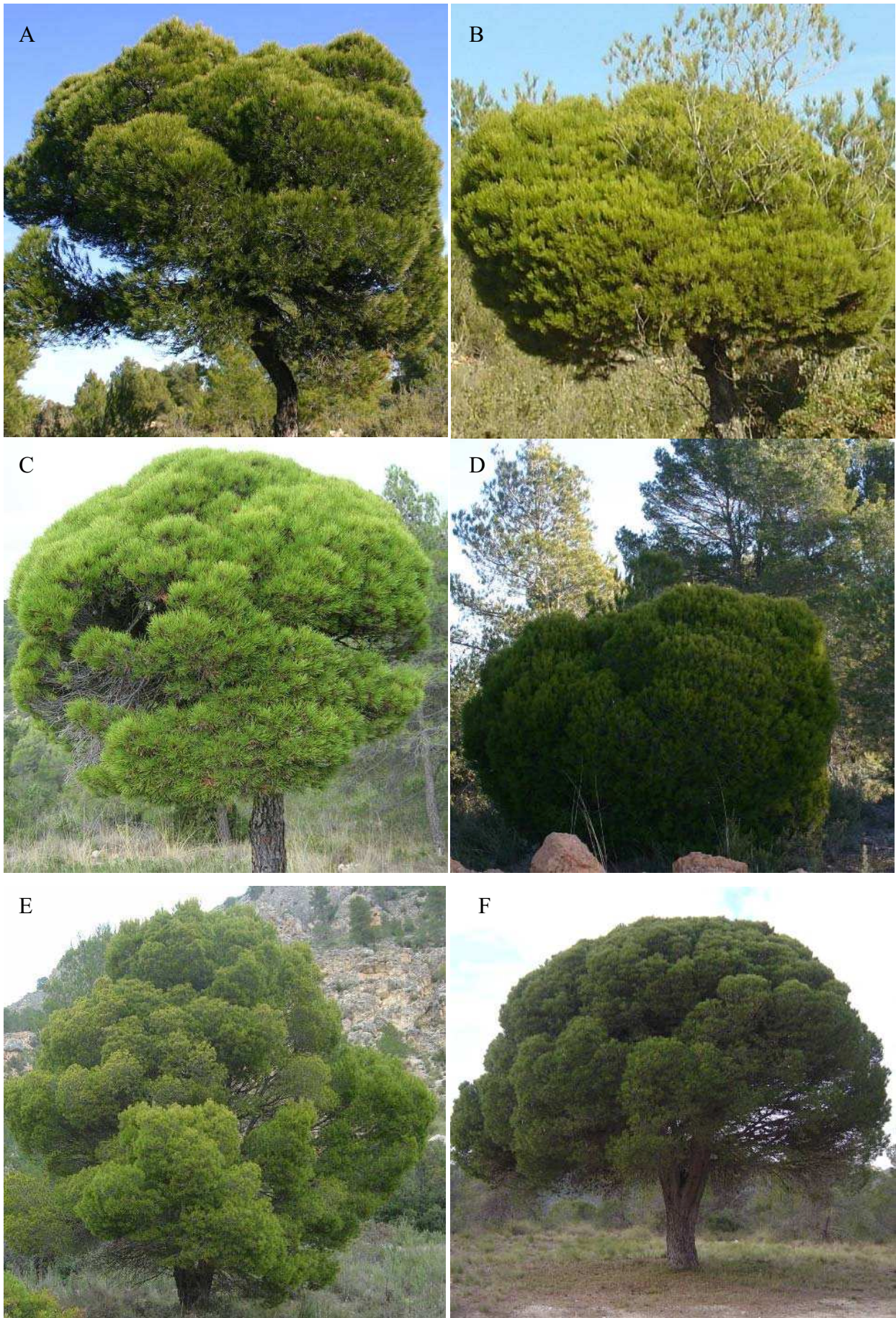


Figura 7. Ejemplares de *P. halepensis* var. *minor* en la provincia de Valencia. Cofrentes A y B. Jalance C. Jaraguas, Casa de Gilmarzo D. Villargordo del Cabriel E y Los Isidros F.



Figura 8. Ejemplares de *P. halepensis* var. *minor* G-K, y ejemplar de *P. pinea* var. *isodiametrica* en la localidad de Miranda de Azán (Salamanca) L.