



8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

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

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



El rodal experimental de tuya mediterránea en Lanjarón y otras plantaciones demostrativas de *Tetraclinis articulata* en Andalucía

GUZMÁN ÁLVAREZ, J.R.¹, NAVARRO GÓMEZ-MENOR, F. J.², HUESA GALLARDO, R.³, GÓMEZ DE DIOS, M. A.⁴, MUÑOZ RISUEÑO, A.⁴, LÓPEZ QUINTANILLA, J. B.⁵, GARCÍA HERNANZ, J.⁶, GUTIÉRREZ TEJADA, G. A.⁶, PEÑA ROSA, L.⁶, BUSTOS SÁNCHEZ, J.⁶, GONZÁLEZ JURADO, G.⁷, MANEIRO, M. A.⁸, RUIZ MORALES, F.⁹, FRANCIA MARTÍNEZ, J. R.⁹

¹ Dirección General del Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.

² Área de Conservación - Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada.

³ Delegación Territorial de Almería, Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, Junta de Andalucía.

⁴ Agencia de Medio Ambiente y Agua, Junta de Andalucía.

⁵ Delegación Territorial de Málaga, Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, Junta de Andalucía.

⁶ Delegación Territorial de Cádiz, Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, Junta de Andalucía.

⁷ Delegación Territorial de Sevilla, Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, Junta de Andalucía.

⁸ Espacio Natural de Doñana.

⁹ Instituto de Formación Agraria de Andalucía (IFAPA), Camino de Purchil, Granada.

Resumen

La tuya mediterránea, arror, alerce africano o ciprés de Cartagena (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) ha sido objeto de plantación con fines ornamentales en Andalucía desde hace más de un siglo, como demuestran los ejemplares que se pueden encontrar en el Zoológico de Jerez de la Frontera o en los jardines de la Alcazaba, Gibralfaro y Puerta Oscura de Málaga. A partir de la década de 1970 se despertó el interés por su posible actitud para repoblaciones forestales en ambientes áridos y semiáridos. Fruto de ello son plantaciones a modo de ensayo localizadas en las provincias de Almería, Granada y Málaga, como la realizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias hacia 1975 en las laderas que vierten al barranco Salado en Lanjarón. Esta parcela, de unas 2,75 ha, constituye un ejemplo de estos ensayos, cuyo potencial demostrativo en cuanto a desarrollo y adaptación cobra especial relevancia en la actualidad. Sin embargo, estas parcelas apenas han sido objeto de reconocimiento o seguimiento reciente y, de hecho, son poco conocidas. En esta comunicación se presenta una recopilación de algunos de estos ensayos, con información sobre su situación y estado actual, con el objetivo de que puedan cumplir con su función inicial de parcelas demostrativas.

Palabras clave

Repoblación, ecosistemas áridos, adaptación de especies.

1. Introducción

Tetraclinis articulata es una conífera que se distribuye por el norte de África y cuenta con una presencia relictiva en la Región de Murcia, en el sureste de España (CASTROVIEJO *et al.*, 1986). Ocupa una superficie mundial de 669.300 ha, con 566.000 ha en Marruecos, 72.300 ha en Argelia, 30.400 ha en Túnez y 595 ha en España (Murcia), estimándose una superficie potencial de 2.413.700 ha (ESTEVE-SELMA *et al.*, 2017).

Su posible ancestro *Tetraclinis brachyodon* formaba bosques similares a los actuales norteafricanos durante el Terciario (CARRIÓN, en ESTEVE-SELMA *et al.*, 2017). Aunque resulta difícil el estudio del género *Tetraclinis* por técnicas paleobotánicas porque los granos de polen son indistinguibles de otras cupresáceas y los carbones presentan complejidad (CARRIÓN, 2005; CARRIÓN, en ESTEVE-SELMA *et al.*, 2017), de los estudios antracrológicos se deduce una distribución más extendida que la actual, con presencia en la Edad del Cobre (3-200-2.200 a.C.) en Los Millares (Almería; RODRÍGUEZ ARIZA, 2000), en la Edad del Bronce (cultura del Argar, 2.300-1.500 a.C.) en

Fuente Álamo (Cuevas de Almanzora, Almería; CARRIÓN, 2005) y durante el periodo púnico (700-400 a.C.) en el Morro de la Mezquitilla (Torre del Mar, Málaga; Shoch, 1983, en ESTEVE-SELMA et al., 2017). En base a los registros fósiles se ha planteado como hipótesis una distribución histórica mucho más amplia, coincidente con una zona intensamente poblada desde antiguo caracterizada por la presencia de *Periploca angustifolia*, *Maytenus senegalensis* y *Salsola webbii* (provincia de Almería, sur de la de Granada y algunas zonas de Málaga; COSTA et al., 2001).

Es una especie conocida desde la Antigüedad, reputada por la calidad de su madera (duradera, imputrescible y aromática) y por la utilización de su resina o sandaraca, habiendo recibido diversos nombres en griego, latín, árabe y español (*thuia*, *citros*, *araar*, alerce, tuya, sabina, ciprés), denominaciones a menudo compartidas con cedros, enebros y sabinas, lo que complica la investigación histórica (COLMEIRO, 1852, 1854; CHARCO, 1999; BAONZA, 2009; ESTEVE-SELMA et al., 2017). Para reducir esta confusión, se ha propuesto utilizar como denominación vernácula castellana “tuya mediterránea”, en consonancia con la primera descripción botánica (CHARCO, en ESTEVE-SELMA et al., 2017).

En el norte de África está presente en formaciones forestales en las cuales es la especie dominante y, con frecuencia, la única, aunque también forma bosques mixtos con acebuche, algarrobo, argán, ciprés, encina o pino silvestre (CHARCO, 1999; RUIZ DE LA TORRE, 2006). Los bosques actuales muestran usualmente un aspecto abierto, claro y poco estructurado, aunque esto puede ser el resultado del manejo histórico: en los bosques más viejos conservados los árboles crecen a gran altura y forman espesura densa, lo que hace sospechar que este tipo de formaciones pudo cubrir áreas con condiciones edáficas o climáticas menos limitantes que fueron objeto de transformación para el cultivo agrícola o pastos. Pocos representantes quedan de este tipo de bosques, siendo excepciones de gran interés geobotánico algunos morabitos (CHARCO, 1999).

En la Región de Murcia se encuentra de manera natural formando bosquetes distribuidos por las Sierras litorales de Cartagena y La Unión. En 2010 se estimó el número total de ejemplares en 8.455 (ESTEVE-SELMA y MIÑANO, en ESTEVE-SELMA et al., 2017), que ocupan una estrecha franja litoral de hasta 6 km de anchura y 23 km de longitud. Desde su descubrimiento se reconoció su carácter natural en las Sierras de Cartagena (PAU, 1903; RIGUAL y ESTEVE, 1952; RUIZ DE LA TORRE, 2006), si bien se ha planteado como hipótesis que pudiera haber desaparecido en tiempos históricos y posteriormente ser reintroducido para obtener material para las explotaciones mineras (RUIZ DE LA TORRE, 2006).

Tetraclinis articulata está incluida en el Listado de Especies Silvestres Régimen de Protección Especial y es considerada como Especie Vulnerable en la Lista Roja 2000 de la Flora Vascular Española (DOMÍNGUEZ, 1997). Sus formaciones han sido reconocidas como hábitat de interés comunitario (HIC 9570, Bosques de *Tetraclinis articulata*). Desde el punto de vista fitosociológico, las comunidades que forma en el sureste español se agrupan bajo la asociación *Arisaro-Tetraclinetum articulatae, Maytenus-Periplocetum angustifoliae* (ESTEVE-SELMA et al., 2017, 2019).

En el momento en que se documentó por primera vez esta especie en España (PAU, 1903, 1904, quien conoció los ejemplares a partir de información de Iglesias y Jiménez, como apunta RUIZ DE LA TORRE, 2006), su presencia era testimonial (en las publicaciones iniciales de 1903 y 1904 se contabilizaron 8 ejemplares). A lo largo del siglo XX HUGUET DEL VILLAR (1938), BAS (1948), RIGUAL y ESTEVE (1952), TEMPLADO (1974) e IBÁÑEZ et al. (1989) añadieron ejemplares y localizaciones. No obstante, las localidades se mantuvieron durante la mayor parte del siglo pasado con un número de individuos muy exiguo, lo que dio pie a continuas advertencias sobre el riesgo de desaparición (PAU, 1903; RIGUAL y ESTEVE, 1952; GARCÍA MARCOS, 1972) dada la persistencia de la amenaza de factores ligados a la intervención y uso humano (obtención de leña, sobrepastoreo, incendios). Sin embargo, gracias en primer momento a los cambios en las circunstancias socioeconómicas que redujeron los factores de presión (como el éxodo rural, el abandono de la agricultura tradicional y de la minería y la disminución de la cabaña ganadera) y, en segundo, a las medidas de protección y gestión activa, la especie se recuperó durante el siglo XX, con una tasa media de crecimiento poblacional anual del 6,6% (ESTEVE-SELMA et al., 2017, 2019). Como principales factores de

amenaza en la actualidad se citan los incendios forestales, el desarrollo urbanístico, la competencia puctual con el pino carrasco (*Pinus halepensis*) y el sobrepastoreo (ESTEVE-SELMA et al., 2019).

La especie, originalmente descrita en 1789 como *Thuja articulata* (Vahl), posteriormente fue incluida dentro del género *Callitris*, por lo que es posible encontrarla en la bibliografía bajo los nombres de *Callitris articulata* o *Callitris quadrivalvis*. Suele alcanzar entre 10-15 m de altura y 40-50 cm de grosor (RUIZ DE LA TORRE, 2006; ESTEVE-SELMA et al., 2017), con ejemplares de hasta 20 m en el Magreb (CHARCO, 1999). Frecuentemente adopta porte ramificado desde la cepa como resultado de la acción del ganado o la intervención humana, mostrando un buen rebrote tras talas, incendios o ramoneo (RUIZ DE LA TORRE, 2006).

Caracterizada como indiferente al sustrato litológico, se encuentra con mayor frecuencia sobre suelos calcáreos (lo que puede tener relación con la mayor ocurrencia de nichos de germinación como fisuras o huecos; en ESTEVE-SELMA et al., 2017), rechazando los compactados. En los suelos sobre yesos es sustituida por el pino carrasco (RUIZ DE LA TORRE, 2006). Vive usualmente sobre suelos pobres y con frecuencia esqueléticos y no prospera sobre suelos salinos.

En el norte de África se localiza desde el nivel del mar hasta los 1.800 m; en las localidades de Murcia llega hasta 370 m. Ocupa áreas propias de los pisos infra y termomediterráneos. Tolera altas temperaturas y sequía, exigiendo una precipitación mínima anual de 250 mm. El óptimo parece situarse entre 200 y 400 mm (en la Región de Murcia la media es de 300 mm), aunque en el Norte de África se halla en localidades con hasta 800 mm (CHARCO, 1999; RUIZ DE LA TORRE, 2006). Puede tolerar cierto grado de enfriamiento y días de heladas, siempre que no sean muy intensas, pudiéndose encontrar solamente en los lugares más abrigados y soleados del piso mesomediterráneo.

Aunque ha sido calificada como xerotermófila, la preferencia por la aridez no resulta tan evidente; de hecho, las orientaciones umbrosas del semiárido pueden ser entendidas como su óptimo fisiológico pero en estas estaciones suele ser desplazada por especies más competitivas, en particular el pino carrasco (ESTEVE-SELMA et al., 2017).

Prefiere montañas bajas y colinas, en solanas y lugares abrigados, rehuyendo lugares fríos como fondos de valle o navas expuestas (RUIZ DE LA TORRE, 2006). Es una especie de temperamento netamente heliófilo (GARCÍA MARCOS, 1972; ESTEVE-SELMA et al., 2017): para el establecimiento necesita insolación directa y abundante (RUIZ DE LA TORRE, 2006).

Se regenera medianamente por semilla, salvo en las costas con elevada humedad ambiental (RUIZ DE LA TORRE, 2006). La maduración de los frutos y producción de semillas en el sureste peninsular es otoñal, siendo su distancia máxima de dispersión de en torno a 30 m.

Su crecimiento es lento; de acuerdo con CEBALLOS y RUIZ DE LA TORRE (1977) el crecimiento anual medio en 25 años es de 20 cm en altura, pudiendo alcanzar 6-8 m y 60 cm de diámetro normal a los 60 años. Estimaciones recientes sitúan el crecimiento medio de diámetro del tronco en repoblaciones en 0,6 cm/año (ESTEVE-SELMA et al., 2019).

Las variables que determinan su distribución en Murcia son la precipitación de invierno (con mínimo de 90 mm) y la temperatura media de las mínimas del mes más frío (4,5º C, con heladas poco frecuentes o ausentes); también influyen la precipitación media anual (en torno a 300 mm) y el número máximo de días de heladas (menos de 12 días; en ESTEVE-SELMA et al., 2017). CHARCO (1999), por su parte, concluye que el principal factor limitante de su distribución es el régimen térmico, en concreto las bajas temperaturas invernales, lo que le hace evitar las condiciones de continentalidad.

El cortejo de vegetación que acompaña a la tuya mediterránea suele ser termófilo. En el norte de África el número de posibles especies acompañantes se multiplica debido a la amplitud de su distribución que abarca desde áreas con influjo mediterráneo oceánico, como el Rif septentrional, a áreas áridas, en donde convive con el argán. En Murcia, el tuyar tiene como frontera en su sector más árido los cornicales de *Periploca laevigata*, los sabinares termófilos de *Juniperus phoenicea* y algunos pinares de *Pinus halepensis*; en el óptimo climático local convive con especies arbustivas termófilas como *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis*, *Maytenus senegalensis* y *Rhamnus lycioides*, pinares en vaguadas y umbrías, y cornicales en laderas orientadas al sur (ESTEVE-SELMA et al., 2017). En el

Magreb, según CHARCO (1999), cuando la estación presenta mejor calidad y profundidad edáfica (suelos margosos y arcillosos) y hay mayor humedad, es sustituido por encinas, acebuches, algarrobos, coscojas o fresnos. En las arenas de los medios litorales muestran mejor adaptación el enebro y la sabina. En la región de Murcia los pinos carrascos lo desplazan en las zonas con mejores condiciones microecológicas (vaguadas, umbrías) y también en los suelos degradados y de peor calidad (ESTEVE-SELMA et al., 2017). Cuando la aridez se intensifica es sustituido en el norte de África por el argán (CHARCO, 1999; ESTEVE-SELMA et al., 2017). Es habitual que cuando el tuyar es afectado por el fuego o por la acción humana sea sustituido por el pinar, más dinámico (CHARCO, 1999; ESTEVE-SELMA et al., 2019). Si la acción perturbadora cesa, tiende a recuperarse, llegando a desplazar a los pinos (CHARCO, 1999).

En Andalucía, la tuyá mediterránea ha sido plantada en las últimas décadas en el marco de actuaciones de repoblación (NAVARRO y GÁLVEZ, 2001; RUIZ DE LA TORRE, 2006; ESTEVE-SELMA et al., 2017), viéndose favorecida por no manifestar dificultades especiales para su propagación en vivero (COSTA y SÁNCHEZ, 2001). Sin embargo, apenas hay trabajos específicos sobre esta especie, no habiéndose publicado referencias espaciales concretas de su localización, quedando restringido el conocimiento a los técnicos forestales que han trabajado con la especie. Trabajos que han evaluado su comportamiento tras la plantación en su área potencial muestran una supervivencia irregular, pero notable, habida cuenta de las condiciones climáticas y edáficas limitantes de las áreas en donde es implantado (PADILLA et al., 2004; PADILLA et al., 2009, CARRERA y QUERO, 2021).

Han sido citadas plantaciones en Almería (Sierra de Gádor - Éníx y el piedemonte serrano o Campo de Dalías o del Ejido -; embalse del Almanzora; Sierra de Lúcar; Cabo de Gata), Granada (barranco de Lanjarón) y Málaga (litoral y Montes de Málaga, en especial el Cerro Garrido). Son conocidos, además, ejemplares que vegetan en jardines históricos. Por último, la naturaleza de dos poblaciones se discute, una situada en la provincia de Huelva (Coto del Rey, Hinojo, Parque Natural de Doñaña) y otra en la provincia de Málaga (Cerro de San Antón, Málaga).

2. Objetivos

Revisar la situación de *Tetraclinis articulata* en Andalucía, identificando espacial y temporalmente los rodales de repoblación y los ejemplares presentes en la Comunidad Autónoma, ofreciendo un primer repertorio de localidades que puedan servir como campo de aprendizaje sobre el comportamiento de esta especie.

3. Metodología

Se ha realizado un estudio y análisis de las referencias bibliográficas y de fuentes documentales para encuadrar históricamente la presencia de esta especie en Andalucía.

Se ha realizado un estudio basado en la experiencia y el conocimiento previo de las plantaciones existentes en los departamentos forestales de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesa y Desarrollo Sostenible en sus diferentes servicios territoriales, contando con la implicación de técnicos y agentes de medio ambiente.

4. Resultados y discusión

4.1.- Localidades (**Figura 1** y **Tabla 1**)

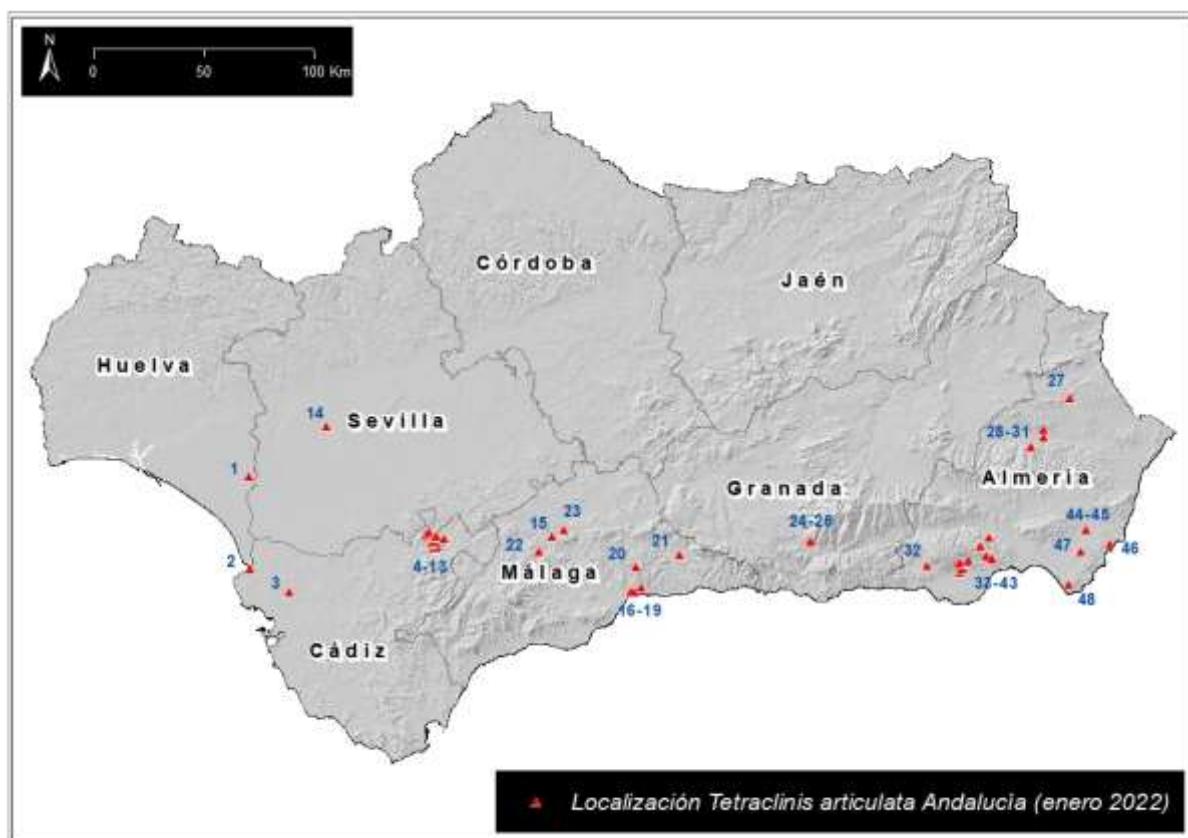


Figura 1. Ubicación de repoblaciones y árboles con cierta singularidad de *Tetraclinis articulata* en Andalucía. Constatados a enero de 2022. 1: Huelva: Coto del Rey. 2-13: Cádiz: 2. Jardines del Ayuntamiento de Sanlúcar de Barrameda 3. Zoobotánico de Jerez de la Frontera; 4. Dornajo - Era de la Granada, Algodonales. 5: Baldíos de Algodonales. 6: Las Latas, Sierra de Líjar, Algodonales. 7: Alba Joaquina, Algodonales. 8: Fuente de la Sierra, Algodonales. 9: Pista forestal Sierra de Líjar, Algodonales. 10: Cerro del enebro, Algodonales. 11: Toleta, Puerto Serrano. 12: Sierra Vaquera, Puerto Serrano. 13: Nacimiento de Ramos, Olvera. 14: Sevilla: Parque de María Luisa. 15-23: Málaga: 15. Las Aguilillas, Campillos. 16. Jardines de Puerta Oscura, Alcazaba, Málaga. 17. Castillo de Gibralfaro, Málaga. 18. Castillo de Santa Catalina, Málaga. 19. Cerro de San Antón, Málaga. 20. Monte público Cuenca del Guadalhorce. 21. Zona de Protección del Embalse de La Viñuela. 22. Zona de Protección del embalse del Conde de Guadalhorce. 23. Zona de protección del embalse del Guadalhorce-Guadalteba. 24-26: Granada: 24. Loma de Chacón, plantación experimental, Lanjarón. 25. Cortijo de Pedro Calvo, Lanjarón, 26. Carril de las Posturas, hacia Cortijo Pallarín, Lanjarón. 27-48: Almería: 27. Santuario de Nuestra Señora del Saliente, Albox. 28. El Pinatar de Olula del Río. 29. Antigua vía del ferrocarril del Almanzora, Olula del Río. 30. Subida al Área Recreativa La Silveria, Purchena. 31. Área Recreativa La Silveria, Purchena. 32. Berja. 33. Loma del Escaramujo, Terque. 34. La Zarba, Enix. 35. Barranco de Enix. 36. Vereda de la Cuesta del Perro, Enix. 37. Cortijo de la Hoya, Enix. 38-39. Felix. 40. Dalías. 41. Repoblación Tajillo Blanco, Dalías. 42. Barranco Reores, Vícar. 43. Peñón de Bernal, Vícar. 44-45. Repoblaciones Venta del Pobre y alrededores, Níjar. 46. Cala del Plomo, Níjar. 47. Níjar, 48. Barranco del Sabinar, Níjar.

HUELVA

Doñana. Coto del Rey (Hinojos) (1)

MÁÑEZ et al. (1997) dieron a conocer un grupo de 24 ejemplares en la finca Coto del Rey (Hinojos, Huelva) que ocupan sobre 0,5 ha, además de un brizal aislado a unos 100 m. Altura entre 5,5 y 16,5 m (media 9,74 m) y perímetro entre 1,26 y 2,62 m (media 1,62 m). Para los descubridores, la disposición responde al esquema de una plantación y el origen hay que buscarlo en las zonas de distribución natural del sureste de España o norte de África. Sin embargo, para BAONZA (2010) la especie es posiblemente natural del área de Doñana. Para este autor la disposición no muestra ordenación regular; apreció otras evidencias de naturalidad como diferentes clases de edad, que serían prueba de "cuando menos, una población naturalizada". En la visita de campo realizada en el marco de este trabajo se ha apreciado la existencia de un grupo de ejemplares antiguos talados a pocos centímetros del suelo que muestran un claro alineamiento en dos filas (Figura 2),

identificándose como los progenitores de los ejemplares actualmente en pie que han podido ser fruto de regeneración natural, mostrando un patrón espacial irregular (**Figura 3**).

CÁDIZ

Sanlúcar de Barrameda (2)

Ejemplar en los jardines del Ayuntamiento, antiguo palacio del duque de Montpessier.

Jerez de la Frontera (3)

Varios ejemplares en el Zoológico de Jerez, situados en los jardines creados en 1869 (Proyecto Jerez Más Natural, 2000); máxima dimensión: 26 m de altura y 2,2 m de perímetro.

Algodonales, Puerto Serrano y Olvera (4 a 13)

Plantaciones impulsadas por Javier García Hernanz a raíz de una serie de incendios que afectaron a la Sierra de Líjar en el verano del año 1986. Entre los años 1991 y 1995 se ejecutan varios proyectos de repoblación y de tratamientos selvícolas con el fin de recuperar la cubierta arbórea y arbustiva y frenar la pérdida de suelo. Se consideró de interés introducir en la repoblación de *Pinus halepensis* (junto con algarrobo y acebuche como acompañantes) una pequeña cantidad de planta de *Tetraclinis articulata*. Se plantaron unos 1.000 ejemplares. Los rodales presentan buena regeneración, con una altura media de 6-8 m (número de pies mayores inventariados en enero 2022: 195 (**Figura 4**).

SEVILLA (14)

Jardines de María Luisa

Un ejemplar probablemente centenario plantado en los jardines del palacio del duque de Montpessier.

MÁLAGA (15 a 22)

Montes de Málaga

Paraje Cerro Garrido. Cueto y Blanca (1987) estudiaron el cariotípico de una muestra tomada en la localidad Cerrado de Calderón (Málaga) el 11-XI-1985, a la que pertenece un pliego del herbario de Sevilla con el texto: "ejemplar de 2 metros de altura, perteneciente a una repoblación antigua naturalizada" (MÁÑEZ et al., 1997). Cerrado de Calderón es un topónimo situado en la ladera del Cerro Garrido, en donde GONZÁLEZ y JIMÉNEZ (2000) describieron una población de 24 ejemplares, con alturas comprendidas entre 21 y 650 cm (media 184,91 cm); el diámetro mayor a 15 cm del suelo fue de 21,7 cm. Estos autores adjudicaron un carácter espontáneo a la mayoría de los pies, considerando aventurado opinar sobre su carácter autóctono, aunque no encontraron indicios para atribuir el origen a una introducción más o menos antigua. Autores posteriores (COSTA et al., 2001; ESTEVE-SELMA et al., 2017) coinciden con CUETO y BLANCA (1987) y la consideran fruto de repoblación. Consideramos que los ejemplares actuales son plantas espontáneas nacidas de semillas de árboles plantados en su día en zonas cercanas.

Jardines de la ciudad (Alcazaba, Puerta Oscura, Castillo de Gibralfaro y Castillo de Santa Catalina).

RUIZ DE LA TORRE (2016) ofrece la fecha de la década de 1920 para los jardines del Castillo de Santa Catalina. SILVA y DÍEZ (2012) indican que los jardines de Puerta Oscura, a los pies de la Alcazaba, fueron diseñados en 1937.

Cuenca del Guadalmedina y Zona de protección de los embalses de Guadalhorce, Guadalteba y La Viñuela

Plantaciones alineaciones realizadas en los caminos, hacia los años de 1980.

GRANADA

Plantación experimental de Lanjarón (24 a 26)

Realizada en 1975 o 1976 en la Loma de Chacón por Antonio Balguerías Jiménez, investigador del Departamento de Genética Forestal del INIA en un rodal de aproximadamente 3 ha. Procedencia: a partir de un único ejemplar de categoría “sobresaliente” obtenido a partir del departamento de mejora genética del INIA de Cartagena. Sufrió dos incendios, hacia 1979 y 1982. Se realizaron labores de mantenimiento de desbroce. Con la planta sobrante se pusieron unos cuantos pies aislados en la zona cercana a la entrada del carril de las “Posturas”, en la margen izquierda del barranco del Aguilar. Adicionalmente, unos pocos pies en la zona de Pedro Calvo (plantada hacia 1993), con semilla procedente de la primera zona. El 21/11/2021 se realizó una medición de la parcela experimental: se midieron 30 árboles dando un diámetro medio de 12,3 cm (desv. est. = 4,6 cm) y una altura promedio de 4,07 m (desv. est. = 100,08 cm). Las filas están separadas 2,5 m y hay una separación entre pies de 5 m. La parcela está situada sobre un regosol a partir de micaesquistos. No se ha contemplado regeneración en la parcela demostrativa (aunque sí en las otras dos parcelas): pueden estar influyendo sobre ello la gran espesura y la herbivoría. La vegetación acompañante es un romeral de *Rosmarinus officinalis*, *Cistus salviifolius* y *Ulex parviflorus*.

ALMERÍA (27 a 48)

Embalse del Almanzora.

RUIZ DE LA TORRE (2006) menciona que incluyó la especie en las plantaciones reductoras de erosión en zona de defensa inmediata del embalse del Almanzora entre 1960 y 1965. Estas localizaciones no han sido encontradas.

Cala del Plomo (Níjar)

Citada en ESTEVE-SELMA et al. (2017) como repoblación histórica. Se ha visitado, presentando buen desarrollo (más de 4 m) y regeneración.

Sorbas

Citada en ESTEVE-SELMA et al. (2017) como repoblación histórica, pero no localizada.

Sierra de Gádor

Enix, Vícar, Dalías, La Mojonería, Félix, Alhama de Almería, Terque. RUIZ DE LA TORRE (2006) menciona las repoblaciones realizadas en el piedemonte de la Sierra de Gádor por Estanislado de Simón en el Campo de Dalías o de El Ejido; citada en ESTEVE-SELMA et al. (2017). Localizadas en Barranco de Énix; en la vereda Cuesta del Perro (citada en GBIF, 31/3/2015) y en el Cortijo de la Hoya (citada en GBIF, 31/3/2015). En Vícar: Peñón de Bernal (citada en GIF, 13/4/2005); Casa forestal La Zarba. En Dalías: : Tajillo Blanco (citada en GIF, 13/4/2005); Camino forestal Sierra de Dalías. En La Mojonería: Barranco Reores. En Berja: Repoblación sierra de Berja (Forestación de tierras agrarias). En Fénix: Repoblaciones en la Sierra de Gádor, Félix (citada en GIBF 8/4/2005). En Alhama de Almería – Terque: encima de la cantera (citada en GIBF, 4/4/2005). Los rodales visitados muestran un buen estado de vigor y regeneración natural (**Figura 5**).

Sierra Alhamilla y sierras de Níjar

Sierra de Níjar (citada en GIBF, 17/2/2005); Sierra de Alhamilla. Esta última procede del “Proyecto de lucha contra la erosión, la desertificación, y de regeneración de la cubierta vegetal en la comarca del Levante, Almería” (Antonio Segovia Sánchez y Luís Vicioso Herranz, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 1997, en CARRERA y QUERO, 2021). Su extensión inicial prevista era de 149 ha, pero se redujo posteriormente a 94 ha. Especies elegidas: *Olea europaea sylvestris* (40%), *Pinus halepensis* (30%), *Tetraclinis articulata* (10%), *Ceratonia siliqua* (10%), *Pistacia lentiscus* (10%) (en el terreno también se encontraron plantas de *Rhamnus lycioides*). Densidad total proyectada: 620 plantas/ha. Planta procedente de los viveros de la Consejería (Espilo (Lúcar) y Rodalquilar (Níjar)).

Sierra de los Filabres

Purchena: Subida al área recreativa La Silveria; Área recreativa La Silveira. Olula del Rio: Pinatar de Olula del Río

4.2.- Una aproximación a la historia reciente de *Tetraclinis articulata* en Andalucía

1º Etapa Hasta el siglo XIX

Los apuntes históricos sobre *Tetraclinis articulata* recopilados por CHARCO (1999; ESTEVE-SELMA et al., 2017) ponen de manifiesto que esta especie ha sido conocida y valorada desde la más remota Antigüedad, siendo objeto de comercio, explotación y manejo. Sin embargo, son todavía muchas las incógnitas sobre la historia de esta especie; como apuntó COLMEIRO (1852) “es muy notable que los naturalistas hayan olvidado casi del todo, durante mucho tiempo, un árbol de tan antigua celebridad”.

BAONZA (2009) rescató interesantes referencias que mencionan la existencia de un árbol denominado alerce en la antigua dehesa de propios de Tablada en Sevilla y otros puntos del entorno y de las proximidades de Córdoba. Entre ellas destaca la Historia de Sevilla de ALONSO DE MORGADO (1587, fol 95v) en la que consta que “las naves [de la Catedral] unas, y otras tienen los techos de madera de alerce muy incorruptible, y olorosa, que por fuerza se avia de traer por la mar desde Berberia, donde dicen que lo ay solamente, sino es que sea verdad lo que por tradicion quieren algunos dezir, que todo el campo de Tablada, y alrededores de Sevilla estavan llenos destos arboles alerces por tiempo de Godos”. Una referencia de ORTIZ DE ZÚÑIGA (1677, p. 512) es también significativa: los últimos árboles de esta especie desaparecerían en el siglo anterior (XVI) debido a un incendio que afectó a Tablada. El viajero ilustrado Antonio Ponz (1780) habría llegado a ver un ejemplar de alerce junto a los arcos de Carmona, en Sevilla. Baonza (2009) concluye que “las alusiones a madera de alerce desde la Edad Media hasta la Edad Moderna pudieran corresponder a especies de los géneros *Tetraclinis*, *Juniperus* y/o *Cedrus*”.

COLMEIRO había abordado previamente esta cuestión (1852, 1854) llegando a la conclusión de que si en algún momento hubiera habido presencia de alerce en Sevilla, no correspondería a la especie entonces conocida como *Thuja articulata* o *Callitris quadivalvis*, propia del norte de África. Apoyó su argumentación en el silencio de las fuentes, máxime teniendo en cuenta el extenso repertorio de reputados botánicos y naturalistas que habían conocido el territorio de Sevilla (entre ellos, Clusio, Barrelier, Tournefort, Jussieu, Clemente, Lagasca y Bouteou). No negó que las trozas con las que se elaboraron piezas de carpintería en el pasado (vigas, retablos, suelo, etc) procedieran del alerce (de hecho, constató que el retablo de la Catedral de Sevilla está fabricado con esa madera a través de la comparación con dos tablas traídas de Marruecos), pero corrigió a Ponz opinando que lo que el viajero ilustrado hubo contemplado fue un almez “cuya madera también estimaban los árabes, y es posible que fuesen de la misma especie los árboles a que se refiere la tradición vulgar” (COLMEIRO, 1852).

Esta discusión ofrece un buen ejemplo de las dificultades que plantean los estudios históricos sobre *Tetraclinis articulata* puesto que los nombres que ha recibido en las diferentes lenguas no son exclusivos de esta especie, sino que son compartidos con enebros, sabinas, cipreses o cedros (COLMEIRO, 1805; CASTRO, 1999; CARABAZA et al., 2004).

El alerce no era ciertamente un desconocido. Era objeto de intercambio comercial entre ambas orillas del estrecho, como atestigua la mercancía transportada por un comerciante entre Málaga y Vélez de la Gomera en 1502. La nave que embarcó en la Península bonetes berberiscos (fabricados en Córdoba y Toledo) y paños de color azul, entre otra mercancía, en su retorno trajo cueros marroquíes y alerces (LÓPEZ DE COCA, 1978). Según un memorial de hacia 1505, el alerce era utilizado por africanos y andaluces “en la construcción de muebles y en el maderaje de sus viviendas, pero con preferencia en la fábrica de fustas, seatías, cárabos y otras embarcaciones sutiles”, poniendo de manifiesto la distinta aptitud en el mar de los navíos de los cristianos, que eran pesados por estar construidos con madera de encina, quejigo o alcornoque, y “los navíos de los moros, que son muy livianos, porque la madera de lerce, que es muy liviana y fuerte” (JIMÉNEZ DE LA ESPADA, 1894). Hasta tal punto era un material estratégico que en un informe remitido al Cardenal

Cisneros se recomendaba destruir y despoblar la plaza de Vélez de la Gomera “porque no tiene en todo el Reyno de Fez ni Tremeçen lugar en la costa de tal aparejo para los navios como en Velez por cabsa de la madera de los alerzes que los ay en Belez y muchos y no en otra parte de la costa y quitados los moros de alli no avran como hiziesen navios tan ligeramente como allo los hazen” (el informe tuvo que redactarse antes de 1508, año en que se tomó Vélez; en Villa-Amil, 1879).

Estos testimonios, casi coetáneos a los sucesos narrados por Alonso de Morgado, refuerzan los argumentos de Colmeiro en el sentido de que no sería esperable un silencio tan generalizado de las fuentes si esta especie tan valiosa hubiera pertenecido a la vegetación peninsular. También apoyan que identifiquemos bajo el mismo nombre de “alerce” al almez, que en realidad fue lo que tuvo que ver Ponz, cuya madera compartía con la tuya mediterránea la estima por ser resistente a la pudrición (CARABAZA et al., 2004). Desde el punto de vista histórico y ecológico resulta coherente situar un almez junto a la canalización de los caños de Carmona (que conducía el agua hasta Sevilla) y en la propia dehesa de Tablada, lindante con el Guadalquivir, caracterizada en los textos por su carácter inundable.

2º Etapa. Siglo XIX. Los botánicos de la Ilustración y los primeros ensayos de aclimatación

COLMEIRO (1854) hizo referencia a un primer intento de aclimatación del alerce africano, recogiendo las palabras de un discurso de Francisco Antonio Zea (1805), director del Real Jardín Botánico, en las que elogiaba el impulso dado por Godoy a la introducción de cultivos de otras partes del mundo para “connaturalizar muchas producciones económicas”, entre ellas “el árbol del aceite o *Elaedendron argan*, la *henna* o *Lawsonia inermis* y la resina *sandaraca* o *Thuja articulata*”. Finalizaba anunciando que los resultados del ensayo serían publicados en el *Semanario de Agricultura y otras Artes* pero, lamentablemente, nunca vieron la luz.

Afortunadamente podemos reconstruir parcialmente este episodio de nuestra historia recurriendo a la historia del Jardín de Aclimatación de Sanlúcar de Barrameda (CABRAL, 1995). Godoy y los botánicos ilustrados del Real Jardín Botánico promovieron la creación de este Jardín, inaugurado el 1 de enero de 1807, confiando la empresa a la Sociedad Económica de Sanlúcar de Barrameda. Previamente, en septiembre de 1804, la Sociedad había recibido un envío proveniente del cónsul español en Marruecos, Antonio González Salmón, con semillas de argán, henna y araar, junto con un barril de aceite de argán e instrucciones sobre su cultivo (esta noticia está tomada de un discurso pronunciado en la Sociedad Sanluqueña en enero de 1807 por J. M. Romero, en CABRAL, 1995).

La vida del jardín sanluqueño fue efímera: a raíz del motín de Aranjuez, la población se sublevó, saqueándolo en 1808. Pero para ese momento ya se había llevado a cabo la plantación de un gran número de ejemplares llegados de todo el orbe (CABRAL, 1995). Sabemos con seguridad que el argán estuvo entre las plantas que se implantaron porque el resultado de la experiencia fue suscintamente recogido en la revisión que en 1818 hicieron los botánicos ilustrados de la Agricultura General de Herrera (“se ha visto en Sanlúcar que podría propagarse al raso por nuestras provincias meridionales”). Sin embargo, no hemos encontrado constancia escrita del ensayo con las semillas de tuya.

En 1852, el duque de Montpensier (marido de la infanta Luisa Fernanda, hermana de Isabel II) adquirió el antiguo jardín (FERNÁNDEZ ALBÉNDIZ, 2011). Habían elegido Sanlúcar como lugar de veraneo y descanso y ya eran propietarios de una vivienda principal en el centro de la localidad. El duque tenía un gran interés por la botánica y la jardinería: sabemos que en 1867 declaró su intención de convertir el antiguo Botánico en un jardín recreativo. Por esa época estaba también empeñado en la remodelación del palacio sevillano de San Telmo, su vivienda en la ciudad hispalense, en donde instaló el jardín que con el tiempo sería conocido como Parque de María Luisa (TEJEDOR y GÓMEZ, 2011).

Si bien en el Parque de María Luisa existe un ejemplar centenario de araar (GRANADOS, 2020), no se ha encontrado relación directa con el Jardín Botánico de Aclimatación, puesto que aquel intento ilustrado quedó frustrado, y parece ser que en la época en la que lo adquirió el duque de Montpensier ya no quedaba nada.

Una ramificación adicional introduce elementos adicionales a esta historia pretérita y puntual de las primeras introducciones del *Tetraclinis articulata*. Consta en referencias bibliográficas que el antiguo Palacio Lomo del Grullo o Coto del Rey fue cedido por la reina Isabel II a los duques de Montpensier en algún momento de la década de 1850 (RODRÍGUEZ DÍAZ, 2015). Aunque sobre la edad de este rodal se han ofrecido varias estimas (60 años por GARCÍA VIÑAS en RUIZ DE LA TORRE, 2006; 400 años por Baonza, 2019; varios cientos de años por MÁÑEZ et al., 1998), aplicando la tasa de crecimiento medio de 0,6 cm/año (ESTEVE-SELMA et al., 2017) se obtendrían unos 180 años, edad próxima al siglo y medio transcurrido desde que el duque de Montpensier dispusiera de la propiedad y, pudiera plantar ejemplares de *Tetraclinis articulata*. Un dato adicional apoya esta hipótesis: los guardas del Coto del Rey declararon a MÁÑEZ et al. (1997) que el nombre de estos árboles era “tuyas”, una designación inusual en España, pero que responde al nombre con que era conocido por los botánicos ilustrados: *Thuja articulata*. Con este mismo nombre fueron reconocidos estos árboles en la visita realizada para esta investigación. El silencio de las fuentes también resulta muy elocuente como prueba para descartar el carácter natural de la especie: dada su condición de cazadero real, el Lomo del Grullo ha dejado relativamente bastante rastro en la documentación histórica, no deduciéndose de ello más que la presencia de alcornoques, encinas o sauces, sin hacer ninguna mención a una especie tan singular y valiosa como *Tetraclinis articulata* (véase, por ejemplo, GRANADOS, 2011).

COLMEIRO (1854) también se preocupó por propagar el araar, obteniendo la semilla de Tánger, confiando que prosperase en Andalucía “y si esta llegase á ofrecer los resultados apetecidos, se habría conquistado un medio mas de aumentar el escaso arbolado que puebla los montes de las provincias meridionales de nuestra península” (COLMEIRO, 1854). No obstante, no tenemos información sobre el resultado de este intento.

3^a Etapa. Segunda mitad del siglo XX. Las restauraciones hidrológico-foerestales.

Con el descubrimiento de su presencia en el litoral murciano en 1903, la especie pasó a ser considerada como propia de la flora española. RUIZ DE LA TORRE (2006) menciona que hacia 1920 las laderas del castillo de Santa Catalina (hoy dentro de la ciudad de Málaga) fueron repobladas por la propiedad con esta especie. El propio Ruiz de la Torre afirma que “*incluimos la especie en la plantaciones reductoras de erosión en la zona de defensa inmediata del embalse del Almanzora, entre 1961 y 1965*”. Con posterioridad, CEBALLOS y RUIZ DE LA TORRE (1979) aportaron información sobre los aspectos reproductivos de la especie y dejaron constancia de que “*en zonas áridas templadas, con suficiente pluviosidad, es planta interesante para repoblación forestal, olvidada quizás injustamente*”.

Aunque se hicieron plantaciones durante las décadas de los setenta y ochenta, se detecta un creciente interés por el *Tetraclinis* a partir de la última década del siglo XX como especie potencialmente apropiada para el litoral mediterráneo en zonas semiáridas y aún áridas, templadas y sin heladas (MONTOYA, 1993; RUIZ DE LA TORRE, 1996, 2006; CORTINA et al., 2004). Fruto de ello, en Murcia se han recopilado al menos 21 repoblaciones dentro del área potencial de la especie, cubriendo 39,90 ha. Destacan también las repoblaciones de Sierra Espuña (1902-1905), ya naturalizadas, aunque el reclutamiento no fue efectivo hasta los años de 1970 (ESTEVE-SELMA et al., 2017).

En Andalucía fue recomendado para la restauración de cuencas hidrográficas en la vertiente mediterránea (MINTEGI et al., 1993) y para la restauración en áreas críticas (RUIZ DE LA TORRE et al., 1996). Por la información que hemos recopilado, se cuidó de que el origen del material fuera el área natural del entorno de Cartagena.

Si bien desde la perspectiva de la Biología de la Conservación estas repoblaciones históricas pueden ser calificadas como traslocaciones o experimentos no intencionados de traslocación (ESTEVE-SELMA et al., 2011), en la propuesta de Plan de Conservación de *Tetraclinis articulata* son consideradas como introducciones y contempladas con interés dado su carácter de reservorio ex-situ en relación con el área de distribución relictiva de Murcia (ESTEVE-SELMA et al., 2017). De hecho, las nuevas introducciones son consideradas como actuaciones de interés para la conservación de la

especie (ESTEVE-SELMA *et al.*, 2017), pero siempre con la cautela de asegurar el origen genético de la planta (ALÍA *et al.*, 2009; ESTEVE-SELMA *et al.*, 2013).

4.3.- Información a partir de la toponimia

El registro topográfico (en concreto, el Barranco del Sabinal de la Sierra de Gádor y de la Sierra de Gata) fue considerado por LOSA ESPAÑA y RIVAS GODAY (1968) como una prueba de la presencia histórica de la especie en la provincia de Almería, apoyado además por la existencia de plantas indicadoras acompañantes como *Salsola webbii*, *Genista retamoides*, *Periploca [laevigata]* o *Gymnosporia [Maytenus senegalensis]*. Se ha localizado el barranco del Sabinal de la Sierra de Gata, una localidad que por características ecológicas corresponde a los requerimientos de *Tetraclinis articulata* (UTM 573452, 4068727 110 m). En cuanto al barranco del Sabinal de la Serra de Gádor, se ha localizado la denominada Balsa del Sabinal en el sector meridional de esta sierra, a una altitud de 1.830 m (UTM 512478, 4081817), que podría corresponder a una antigua localización de sabina propiamente dicha. Este sería también el caso de otras tres localidades con el topónimo Barranco del Sabinar que se encuentran relativamente próximas en Sierra Nevada: en Jérez del Marquesado (UTM 483044, 4107445, 1745 a 2145 m), cerca del puerto de Trevélez (UTM 478551, 4103819, 2775-2055 m) y en la cabecera del río Mulhacén (UTM 469011, 40972665, 2550-2150 m.).

5. Conclusiones

Los restos arqueológicos muestran que *Tetraclinis articulata* formó parte de la vegetación de la costa oriental de Andalucía durante la Antigüedad (Edad del Cobre, del Bronce y periodo cartaginés). Desde el punto de vista ecológico y botánico, gran parte de la provincia de Almería y del litoral de Granada y Málaga corresponden con zonas apropiadas para la especie, compartiendo piso bioclimático (Termomediterráneo), climatología y comunidades vegetales con el territorio en donde se refugiaron los últimos individuos de tuya mediterránea en la región de Murcia. Adicionalmente, otras áreas del litoral malagueño y gaditano, e incluso de Huelva y de Sevilla, pueden ser lugares propicios, teniendo su espejo geobotánico y climático en localizaciones norteafricanas. Lo anterior se comprueba comparando las comunidades vegetales descritas por CHARCO (1999) con la vegetación de las localidades en donde se han hecho repoblaciones de carácter demostrativo en Andalucía. La vegetación de Algodonales recuerda a la de los tuyares litorales del Rif mediterráneo, con especies como *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea*, *Phillyrea latifolia*, *Erica multiflora*, *Chamaerops humilis* o *Smilax aspera*; las del litoral de Almería guardaría concomitancia, además de con los murcianos, con el área de Alhucemas: bosques más xéricos y menos densos con *Periploca angustifolia*, *Olea europaea* y *Withania frutescens*, entre otras; las plantaciones situadas en áreas más interiores, como las de Lanjarón, comparten elementos de vegetación con los tuyares de las colinas del noreste de Túnez, como *Rosmarinus officinalis*, *Cistus clusii*, *Thymbra capitata* o *Fumana thymifolia* (CHARCO, 1999; ESTEVE-SELMA *et al.*, 2017).

No se han encontrado pruebas que permitan defender la presencia de poblaciones relicticas en Andalucía, aunque sí se demuestra que durante los siglos XV y XVI el alerce africano o araar formó parte del intenso flujo comercial entre el Magreb y España, siendo incluso motivo de enfrentamientos bélicos dado el carácter estratégico de esta materia prima para la construcción de navíos.

Tetraclinis articulata ha sido contemplado como una especie de interés para su propagación en Andalucía en dos etapas distintas. En una primera, a principios del XIX, los botánicos ilustrados aconsejaron su empleo por motivos económicos (obtención de sandaraca y de madera) en el marco del impulso ilustrado al conocimiento práctico de la Botánica, trayendo semillas de Marruecos con destino al Jardín de Aclimatación de Sanlúcar de Barrameda. Contamos además con el posible impulso del duque de Montpensier en plantaciones para jardinería. Quedarían como testimonio de esta etapa las tuyas centenarias del Parque de María Luisa en Sevilla y el rodal naturalizado del Coto del Rey en el Parque Natural de Doñana.

Una segunda etapa daría comienzo con la el descubrimiento de poblaciones naturales de araar en el litoral murciano a principios del siglo XX, lo que propiciaría que con el paso del tiempo

Tetraclinis articulata fuera considerada una especie alternativa para la restauración de la vegetación en entornos semiáridos, siendo ejemplos de ello la plantación experimental de Lanjarón y las repoblaciones de la Sierra de Gádor de Almería. En paralelo, se llevaron a cabo otras experiencias a modo de ensayo desde la década de los años 1980 en varias localidades de las provincias de Cádiz (Algodonales), Málaga (Teba, Ardales y diversas localizaciones en los Montes de Málaga) y Almería (Dalías, Níjar, Purchena, Olula de Castro, y otras), a menudo plantada en alineaciones en los caminos y en ocasiones bajo el impulso del programa de forestación de tierras agrarias.

La tuya mediterránea en España ha logrado escapar del vértice de extinción en el que se había instalado en el siglo XX y su futuro resulta esperanzador. De hecho, no parecen afectarle tanto las condiciones de sequía y aumento de temperatura que están provocando decaimientos sobre los pinares de *Pinus halepensis* (para Murcia, ver ESTEVE-SELMA et al., 2019); en este sentido, CHARCO (en ESTEVE-SELMA et al., 2017) apunta que “en tiempos de calentamiento global y desertización la tuya se muestra como un árbol resistente y puede expandirse por el piso termomediterráneo e incluso por el mesomediterráneo inferior en detrimento de otras formaciones forestales más exigentes en cuanto a frescor y humedad”.

Toda la experiencia acumulada puede ser vista como un capital técnico y de conocimiento que contribuya a definir el papel de la tuya mediterránea, arror, alerce o ciprés de Cartagena en Andalucía en el siglo XXI, en el marco de las actuaciones de conservación de esta especie tan singular y de cambio climático (ESTEVE-SELMA et al., 2010, 2011).



Figura 2. Alineación de *Tetraclinis articulata* talados (Coto del Rey, Parque Natural de Doñana, Huelva).



Figura 3. Grupo de *Tetraclinis articulata* procedentes posiblemente de regeneración natural (Coto del Rey, Parque Natural de Doñana, Huelva).



Figura 4. *Tetraclinis articulata* (Algodonales, Cádiz).

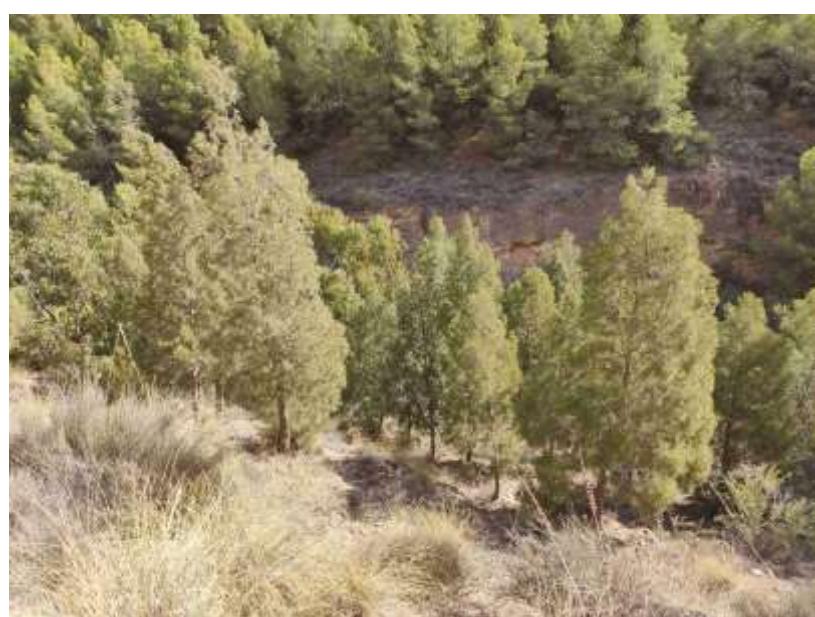


Figura 5. *Tetraclinis articulata* (Peñón de Bernal, Enix, Almería).

6. Bibliografía

- ALÍA, R.; GARCÍA DEL BARRIO, J.M.; IGLESIAS, S.; MANCHA, J.A.; DE MIGUEL J.; NICOLÁS, J. L.; PÉREZ, F.; SÁNCHEZ DE RON, D.; 2009. *Regiones de Procedencia de especies forestales en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid.
- BAONZA DÍAZ, J.; 2010. *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. Especie probablemente autóctona en Doñana. *Ecología*, 23: 139-150.
- CARABAZA BRAVO, J.; GARCÍA SÁNCHEZ, E.; HERNÁNDEZ BERMEJO, J. E.; JIMÉNEZ RAMÍREZ, A.; 2004. *Árboles y arbustos en al-Andalus*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- CARRERA EGAÑA, C.; QUERO PÉREZ, J. L.; 2021. Repoblación forestal en el semiárido: monte Sierra Alhamilla (Níjar, Almería). En: PEMÁN GARCÍA, J.; NAVARRO CERRILLO, R. M.; PRADA SAÉZ, M. A.; SERRADA HIERRO, R. (coord.): *Bases técnicas y ecológicas del proyecto de repoblación forestal*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Madrid
- CARRIÓN MARCO, Y.; 2005. La vegetación mediterránea y atlántica de la Península Ibérica. Nuevas secuencias antracológicas. *Trabajos varios del Servicio de Investigación Prehistórica*, 104: 314.
- CASTROVIEJO, S.; LAÍNZ, M.; LÓPEZ GONZÁLEZ, G.; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ GARMENDÍA, F.; PAIVA, J.; VILLAR, L.; 1986. *Flora Iberica*. Real Jardín Botánico – CSIC. Página 179. Madrid.
- CEBALLOS, L.; RUIZ DE LA TORRE, J.; 1979. *Árboles y arbustos de la España peninsular*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- CHARCO, J.; 1999. *El bosque mediterráneo en el Norte de África. Biodiversidad y lucha contra la desertificación*. Agencia Española de Cooperación Internacional. Madrid.
- CHARCO, J.; 2001. *Guía de los árboles y arbustos del Norte de África*. Agencia Española de Cooperación Internacional. Madrid
- COLMEIRO, M.; 1852. *Investigaciones sobre la antigua madera conocida en Sevilla por el nombre de alerce comunicadas a la Academia Sevillana de Buenas Letras*. Imprenta del Conciliador. Sevilla.
- COLMEIRO, M.; 1854. *Nuevas investigaciones sobre los alerces que por tradición se supone haber existido antiguamente en los alrededores de Sevilla y Córdoba, e instrucciones para verificar la siembra de ahaar, llamado alerce africano*. Boletín del Ministerio de Fomento, 12: 176-184 (redactado inicialmente en 1852)..
- CORTINA, J.; BELLOT ABAD, J.F.; VILAGROSA, A.; CATURLA, R.N.; MAESTRE, F. T.; RUBIO, E.; ORTIZ DE URBINA, J. M.; BONET, A.; 2004. Restauración en semiárido. En: VALLEJO, R. V.; ALLOZA, J. A. (eds.): *Avances en el estudio de la gestión del monte mediterráneo*. Páginas 345-406. Fundación Centros de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Valencia.

COSTA, M.; MORLA, C.; SAINZ, H.; 2001. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Editorial Planeta. Barcelona.

COSTA PÉREZ, J.C.; SÁNCHEZ LANCHAS, A.; 2001. Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.

CUETO ROMERO, M.; BLANCA LÓPEZ, G.; 1987. Números cromosomáticos de plantas occidentales, 309-402. Anales del Real Jardín Botánico de Madrid, 43: 403.

DE SIMÓN, E.; 1990. Restauración de la vegetación en cuencas mediterráneas. Repoblaciones en zonas áridas. Ecología, extra n.º 1: 401-428.

DOMÍNGUEZ LOZANO, F. (de.). Lista Roja 2000 de la Flora Vascular Española. UICN.

ESTEVE-SELMA, M.A.; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J.; HERNÁNDEZ, I.; MONTÁVEZ, J. P.; LÓPEZ, J. J.; CALVO, J. F.; ROBLEDANO, F.; 2010. Effects of climatic change on the distribution and conservation of Mediterranean forests: the case of *Tetraclinis articulata* in the Iberian Peninsula. Biodiversity and Conservation, 19: 3809-3825.

ESTEVE-SELMA, M.A.; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J.; HERNÁNDEZ GARCÍA, I.; MONTÁVEZ, J.P.; LÓPEZ HERNÁNDEZ, J.J.; CALVO, J.F.; 2011. Potential effects of climatic change on the distribution of *Tetraclinis articulata*, an endemic tree from arid Mediterranean ecosystems. Climatic Change, 113, 663-678.

ESTEVE-SELMA, M. A.; HERNÁNDEZ GARCÍA, I.; MOYA PÉREZ, J. M.; MIÑANO MARTÍNEZ, J.; CALVO, J. F.; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J.; ROBLEDANO, F.; LÓPEZ, J. J.; NICOLÁS, M. J.; FARINÓN, P.; 2013. Bases ecológicas para la conservación de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters en la Región de Murcia. IV Congreso de Biodiversidad. Bilbao.

ESTEVE-SELMA, M.A.; MONTOYA, P.; MOYA, J.M.; MIÑANO, J.; HERNÁNDEZ, I.; CARRIÓN, J.S.; CHARCO, J.; FERNÁNDEZ, S.; MUNUERA, M.; OCHANDO, J.; 2017. *Tetraclinis articulata*: biogeografía, ecología, amenazas y conservación. Dirección General de Medio Natural. Murcia.

ESTEVE-SELMA, M. A.; MOYA PÉREZ, J. M.; NAVARRO CANO, J. A.; 2019. Manual de evaluación y gestión del hábitat 9570. Bosques de *Tetraclinis articulata*. Dirección General del Medio Natural – Proyecto Life + Tetraclinis Europa. Murcia.

FERNÁNDEZ ALBÉNDIZ. M. C.; 2011. La Sanlúcar de los Montpesier. En: RUBIALES TORREJÓN, J. (coord.): El Río Guadalquivir. De la mar a la marisma. Sanlúcar de Barrameda. Volumen II. Páginas 203-211. Junta de Andalucía. Sevilla.

GARCÍA MARCOS, J.; 1972. Localización en nuestro suelo de una especie forestal en peligro de desaparición: el “*Tetraclinis articulata*” o “*Callitris quadrivalvis*”. Revista Montes, 168: 487-489.

GRANADOS CORONA, M.; 2011. La casa de Medina Sidonia y el Coto de Doñana. En: RUBIALES TORREJÓN, J. (coord.). El Río Guadalquivir. De la mar a la marisma. Sanlúcar de Barrameda. Volumen II. Páginas 153-159. Junta de Andalucía. Sevilla.

GRANADOS PALOMO, M. M.; 2020. Catálogo de plantas perennes del Parque de María Luisa (Sevilla). Trabajo Fin de Grado. Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla. Sevilla.

GONZÁLEZ, G.; JIMÉNEZ, J. J.; 2000. Descubierta una nueva población de araar en la provincia de Málaga. *Quercus*, 178: 26-30.

HUGUET DEL VILLAR, E.; 1938. L' aire du *Callitris articulata* en Espagne. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 85: 4-14.

IBÁÑEZ, J. M.; CASTANEDO, J. L.; SANTA CRUZ, F.; HERNÁNDEZ NAVARRO, A.; GARCÍA MORENO, P.; 1989. Bioestadística de una población de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters 1892. *Ecología*, 3: 99-106.

JIMÉNEZ DE LA ESPADA, M.; 1894. La guerra del moro a fines del siglo XV. *Boletín de la Real Academia de la Historia*, 25: 171-212 (se ha consultado la edición de 1897 ofrecida en <http://simurg.bibliotecas.csic.es/viewer/image/990009616990204201/2/>)

LÓPEZ DE COCA, J. E.; 1978. Relaciones mercantiles entre Granada y Berberia en época de los Reyes Católicos. *Baetica*, I, 1978, pp 293-311.

LOSA ESPAÑA, T. M.; RIVAS GODAY, S.; 1968. Estudio florístico y geobotánico de la provincia de Almería. *Archivos del Instituto de Aclimatación*, 13: 1-111.

MAÑEZ, M.; COBO, D.; JIMÉNEZ, J. 1997. *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters, en la provincia de Huelva. *Annales Jardín Botánico de Madrid*, 55: 462.

MINTEGI AGUIRRE, J. A.; DE SIMÓN NAVARRETE, E.; GARCÍA RODRIGUEZ, J. L.; ROBREDO SÁNCHEZ, J. L.; 1993. La restauración hidrológico-forestal en las cuencas hidrográficas de la vertiente mediterránea. Consejería de Agricultura y Pesca Junta de Andalucía. Sevilla.

MONTOYA, J.M.; 1993. Material vegetal para la restauración de zonas semidesérticas. En: CUETO, M.; PALLARÉS, A. (eds.): Regeneración de la Cubierta Vegetal. *Actas V Aula de Ecología*. Páginas 87-93. Instituto de Estudios Almerienses. Almería.

MORGADO, ALONSO DE. 1587. Historia de Sevilla en la qual se contienen sus antigüedades, grandezas y cosas memorables. Sevilla.

NAVARRO CERRILLO, R.; GÁLVEZ MARTÍNEZ, C. 2001. Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía. Tomo II. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla

NICOLÁS PERÉÑEZ, M. J.; ESTEVE-SELMA, M. A.; PALAZÓN, J. A.; LÓPEZ HERNÁNDEZ, J.; 2004. Modelo sobre las preferencias de hábitat a escala local de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters en una población de su área de distribución. *Anales de Biología*, 26: 157-167.

ORTIZ DE ZÚÑIGA, D.; 1677. *Annales eclesiasticos, y seculares de la muy noble, y muy leal ciudad de Seuilla, metropoli de la Andaluzia*. Imprenta Real. Madrid.

PAU, C.; 1903. La *Callitris quadrivalvis* Vent. nueva para la flora de Europa / Le *Callitris quadrivalvis* Vent, nouveau pour la flore de l'Europe. *Bulletin de l'Académie Internationale de la Géographie Botanique*, 12: 521-522.

PAU, C.; 1904. La *Callitris quadrivalvis* Vent. Nueva para la flora de Europa. *Bol. Soc. Aragonesa Cienc. Nat.*, 3: 33-34.

PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I.; MARÍN, R.; HERVÁS, M.; ORTEGA, R.; 2004. El uso de especies arbustivas para la restauración de la cubierta vegetal en ambientes semiáridos. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 17: 103-107.

PADILLA, F. M.; ORTEGA, R.; SÁNCHEZ, J.; PUGNAIRE, F. I.; 2009. Rethinking species selection for restoration of arid shrublands. *Basic and Applied Ecology*, 10: 640-647.

PONZ, A.; 1780. *Viage de España: en que se da noticia de las cosas mas apreciables y dignas de saberse que hay en ella*. Vol 9. Imprenta de Joachim Ibarra. Madrid.

PROYECTO JEREZ MÁS NATURAL.; 2000 *Árboles singulares de Jerez*. Ayuntamiento de Jerez, 2000

RIGUAL A.; ESTEVE, F.; 1952. Algunas anotaciones sobre los últimos ejemplares de *Callitris quadrivalvis* Vent. en la Sierra de Cartagena. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 11: 436-476.

RODRÍGUEZ, J. A.; RODRÍGUEZ, S.; PAXOS, F.; 2021. Jardín Sanlúcar magallánica <https://eljardindemagallanes.es/gardens/sanlucar-magallanica/> (fecha de consulta: 3/1/2021)

RODRÍGUEZ ARIZA, M. O.; 2000. El paisaje vegetal de la depresión de Vera durante la Prehistoria reciente. Una aproximación desde la antracología. *Trabajos de Prehistoria*, 57: 145-156.

RODRÍGUEZ DÍAZ, M.; 2015. El mecenazgo de los duques de Montpensier en Andalucía: arquitectura, jardines y coleccionismo. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, Sevilla.

RUIZ DE LA TORRE, J. (dir.); SIMÓN, J. A.; CARRERAS, C.; GARCÍA, J. I.; ORTÍ, M.; GALÁN, P.; 1996. Manual de la flora para la restauración de áreas críticas y diversificación en masas forestales. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla.

RUIZ DE LA TORRE, J.; 2006. *Flora Mayor*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid.

SÁNCHEZ GULLÓN, E.; MACÍAS-FUENTES, F. J.; WEICKERT, P.; 2006. Algunas especies adventicias o naturalizadas en la provincia de Huelva (SO de España). *Lagascalia*, 26: 180-187.

SILVA SÁNCHEZ, P.; DIÉZ GARRETAS, B.; 2012. Flora ornamental de la Alcazaba, Castillo de Gibralfaro y Jardines de Puerta Oscura, Málaga. *Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias*, 14: 119-124.

TEJEDOR CABRERA, A.; GÓMEZ DEL PULGAR, M.; 2011. Los jardines en la formación del paisaje histórico-urbano. En: RUBIALES TORREJÓN, J. (coord.): *El Río Guadalquivir. De la mar a la marisma*. Sanlúcar de Barrameda. Volumen II. Páginas 297-305. Junta de Andalucía. Sevilla

TEMPLADO, J.; 1974. El Araar, *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters, en las Sierras de Cartagena. *Boletín Estación Central de Ecología*. Vol 3, 5: 43-56.

VILLA-AMIL Y CASTRO, J.; 1879. Berbería en tiempo de Cisneros. Conferencia pronunciada el día 18 de febrero de 1879. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Madrid*, 4: 129-192.

ZEA, F. A.; 1805. Discurso acerca del mérito y utilidad de la botánica, leído en el Real Jardín el 17 de abril para dar principio a las lecciones públicas. Imprenta Real. Madrid.