



Proyectos de
investigación-
conservación

El Algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.), importancia paisajística, económica y perspectivas de futuro.

Guillén, A¹., Ferrer-Gallego, P.P²., Serena, V³., Peris, J.B⁴.

¹Departament de Biologia Vegetal. Facultat de Farmacia. Universitat de València. Avenida Dr. Moliner, 50, E-46100 Burjassot (Valencia). guibasal@un.es

²Servicio de Vida Silvestre. Centro para la Investigación y Experimentación Forestal de la Generalitat Valenciana (CIEF). Avenida Comarques del País Valencià, 114, E-46930, Quart de Poblet (Valencia).

³Plataforma Sierra de Chiva.

⁴Departament de Geologia y Botánica. Facultat de Farmacia. Universitat de València. Avenida Dr. Moliner, 50, E-46100 Burjassot (Valencia).

RESUMEN

El cultivo del algarrobo en la Comunitat Valenciana es uno de los cultivos tradicionales más importantes puesto que formaba parte del sistema agrario mediterráneo tradicional: este cultivo era una fuente energética para los animales de tiro y labor (mayoritariamente equinos) así como un recurso económico, puesto que la producción y su correspondiente comercialización habían creado un engranaje mercantil cimentado en la necesidad de este cultivo para los animales de trabajo y transporte. Para establecer este cultivo se transformó con mucho trabajo y esfuerzo, por parte de nuestros antecesores, gran parte del territorio térmico valenciano, parcelándose y abancalándose extensas áreas que han cambiado el paisaje natural, originándose uno nuevo (fig 1 y 2). Antes de la transformación agrícola de este cultivo, las zonas correspondientes estaban ocupadas por coscojares y carrascales termófilos. A mediados del siglo XX, con la mecanización de las labores del campo y la automoción de los transportes, este cultivo empezó a decrecer (Hermosilla, 2004). De no ser conservado este patrimonio cultural en unos años desaparecerá. Aunque este cultivo puede ser sustituido por almendros y viña, las restricciones económicas (tales cultivos necesitan de mayor mano de obra, por ejemplo) pueden provocar que no exista la posibilidad de establecer nuevos cultivos alternativos en muchas localidades de secano. Sin embargo, una buena opción, compatible a nivel económico, sería su sustitución por higueras.

Fig1. Fig.2



Proyectos de investigación-conservación

Con este trabajo de divulgación, pretendemos aumentar el conocimiento biológico, ecológico y utilitario del algarrobo, para ello hemos creado una serie de apartados con la finalidad de alcanzar su conocimiento integral, que incluya unas pinceladas sobre su problemática futura en nuestra comunidad y unas recomendaciones para su conservación.

DENOMINACIÓN BOTÁNICA LATINA: *CERATONIA SILIQUA L.*

ETIMOLOGÍA.

Ceratonia del griego *keratos*, cuerno, al que recuerdan mucho los frutos en su forma y consistencia.

siliqua: nombre latino de los frutos en legumbre (vaina de leguminosas).

Hebreo: *kharuw*. Árabe: *kharrub*. Castellano: *algarrobo*, *garrofero*. Italiano: *carrubo*. Francés: *caroubier*. Alemán: *karubenbaum*. Portugués: *alfarrobeira*. Griego: *charaoupi*. Turco: *charnup*. Catalán: *garrofer*, *garrover*. Chino: *chiao-tou-shu*. Malayo: *gelenggang*. Tailandés: *chum het tai*.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

Árbol perennifolio de la familia de las Cesalpináceas (Fabales o Leguminosas), generalmente de 5-10 m. de altura, con copa verde y densa, tronco tortuoso y con diámetro generalmente en ejemplares adultos superior a 50 cm, con corteza algo rugosa, rojiza a grisácea, y en ocasiones provisto de oquedades, con ramas largas, gruesas y más o menos horizontales. Hojas alternas compuestas, de 3 a 5 pares de foliolos, oval-elípticos o suborbiculares, coriáceos, de 3-5 cm de longitud, con el margen entero, brillantes y verde-oscuros por su cara adaxial; la cara abaxial de un color verde más pálido. Inflorescencias en racimos caulógenos (sobre troncos y ramas de 3-5 años de edad), aislados, que portan 10-12 flores, a veces bisexuales, pero casi siempre unisexuales, las masculinas y femeninas sobre distinto pie de planta. Son más cultivados los ejemplares unisexuales con flores femeninas, siendo los masculinos (denominados algarrobos judíos) cultivados en menor número, lo que facilita la polinización. Flores pequeñas, inconspicuas, apétalas, ligeramente pedunculadas, con cáliz formado por 5 sépalos verdosos o rojizos y caducos, las masculinas con 5 estambres libres, las femeninas con un solo pistilo de origen monocarpelar, provisto en su ápice de un estigma subsésil muy aparente. Fruto en legumbre carnosa, indehiscente, alargada (de 10-25 cm de longitud y 2-3 cm de anchura), más o menos arqueada y péndula, denominada popularmente algarroba (fig. 3), al principio cuando inmadura es de color verde, en la madurez se torna de un color pardo-rojizo-violáceo oscuro, casi negro, contiene una pulpa gomosa de sabor dulzaino agradable, que encierra 10-16 semillas pardas, aplastadas, separadas por tabiques pulposos, conocidas popularmente como garrofín. Es una especie rústica y resistente a la sequía, pero empieza a fructificar a partir de los 7-10 años desde su plantación.

Floración y polinización: Florece a partir de julio y hasta diciembre. La polinización es en parte anemófila y en parte entomófila (la mayor parte ocurre en el período comprendido de septiembre a octubre). Este proceso de polinización, se dificulta si en la época de floración hay elevada humedad ambiental, puesto que los granos de polen se

Proyectos de investigación-conservación

hidratan y en parte se pierde la capacidad de captación de éste por los pistilos. El fruto madura un año después. Frecuentemente se cultivan entre el 10-20% de pies machos (ejemplares polinizadores) entre plantaciones de árboles hembras. Pero es más frecuente la técnica de injertar una rama de los árboles hembra con una o varias yemas de los pies macho, con el fin que las ramas masculinas que se originan puedan al florecer y asegurar la polinización.



Fig.3

ORIGEN GEOGRÁFICO.

Es originario posiblemente de alguna zona de la cuenca Mediterránea, aunque su distribución nativa u original exacta no está precisada, la mayoría de botánicos creen que su núcleo de distribución inicial se sitúa en el mediterráneo oriental (oriente medio), posiblemente Palestina, Turquía o Siria u otros territorios próximos, o territorios de Oriente Próximo, como Yemen (De Candolle, 1883; Schweinfurth, 1894; Vavilov, 1951), aunque otros autores consideran el género oriundo de la flora xerotropical Indo-Malaya, como otros géneros con representantes en la cuenca Mediterránea, como por ejemplo *Olea*, *Laurus*, *Myrtus* o *Chamaerops* (Zohary, 1973). El algarrobo fue introducido en el antiguo Egipto, de ahí pasó a Grecia y más tarde a Italia. Los fenicios lo introdujeron a lo largo de toda la costa del norte de África y Península Ibérica (véase Zohary & Orshan, 1959; Meikle, 1977; Liphshitz, 1987; Tous & Batlle, 1990; Batlle & Tous, 1997). Desde España pasó a México y el cultivo del algarrobo se introdujo en California hacia 1854, ya que en esta época se importaron de Alicante (España) unas 8.000 plantas de semilla. Hasta época muy reciente se creía que el algarrobo era la única especie del género *Ceratonía*, pero la descripción por Hillcoat *et al.*, (1980) de *Ceratonía oreothauma* de Arabia y Somalia (Thulin, 1993; Lewis, *et al.*, 2005), con dos subespecies reconocidas: subsp. *oreothauma* y subsp. *somalensis* Hillc., G.P. Lewis & Verdc. (véase Ferguson, 1980), refuerza el posible origen oriental de este género, cuya época de floración es tan poco frecuente si se compara con otras plantas mediterráneas. Si a esto le sumamos la presencia de inflorescencias caulógenas, todo parece apuntar a una posible procedencia subtropical. Añadir además que, este género resulta uno de los grupos más arcaicos y taxonómicamente aislado del resto de géneros de la familia de las leguminosas (Zohary, 1973; Tucker, 1992).

DISTRIBUCIÓN, BIOCLIMATOLOGÍA Y HÁBITAT.

Se encuentra y cultiva en toda la zona costera de la Cuenca Mediterránea (Zohary, 1973; Tous, 1985; Batlle & Tous, 1997; Tous & Batlle, 1990), en los pisos bioclimáticos termomediterráneo y mesomediterráneo (solo en el nivel inferior), con ombroclima desde el seco con tendencia a semiárido (con una pluviosidad de 350 mm año), hasta el subhúmedo (algo menos de 800mm de lluvia al año), es muy poco resistente al frío, le perjudican temperaturas inferiores a 2°C, especialmente si hay humedad ambiental, y es muy sensible a las heladas, por lo que rara vez se adentra y se suele encontrar a más de 40 Km de la costa (aunque penetra hacia el interior aprovechando los valles de los grandes ríos como el Ebro (50 Km) o el Guadalquivir (150 Km); rara vez vive a una altitud superior a los 500 m.s.n.m., exceptuando en las comarcas alicantinas que pueden llegar a observarse ejemplares aislados a 550 m.s.n.m. en zonas de solana (Hermosilla, 2004). Prefiere situaciones soleadas, especialmente en las expuestas a mediodía.

EDAFOLOGÍA.

Indiferente al pH, pero prefiere suelos básicos especialmente los calizos, de consistencia media o sueltos (permeables). Es algo resistente a la salinidad edáfica, pudiendo tolerar suelos con un contenido superior al 3% de NaCl (Winer, 1980).

CULTIVO.

La multiplicación se puede realizar por semilla o mediante reproducción vegetativa. En el primer caso se obtienen nuevas plantas a partir de semilla, que posteriormente suelen injertarse con variedades comerciales. En el segundo caso se utilizan estacas, retoños de raíz y acodos. Se prefiere utilizar la técnica de las semillas ya que se obtienen árboles más vigorosos y más resistentes a enfermedades y plagas; aunque este método de reproducción es más lento. Para hacer germinar las semillas, muy impermeables, hay que mantenerlas para que se hidraten sumergidas en agua entre 10-12 días antes de sembrarse; también se obtienen buenos resultados introduciéndolas en ácido sulfúrico al 50% durante 48 h o en agua hirviendo hasta que se enfríe (escaldado). La mejor época de siembra es entre los meses de Marzo y Abril, pues la germinación y nacimiento de las plantas se ve favorecida por la temperatura y humedad. Para obtener alto rendimiento en grandes plantaciones se recurre a injertar arbolillos (mediante escudete o canutillo) en el vivero a los 3 años y trasplantarlos al terreno definitivo a los 5 años. Los árboles injertados fructifican a los 5-6 años, los de semilla a los 7-8 años. Como los algarrobos adultos alcanzan un gran tamaño, se cultivan en marcos de plantación muy amplios, que varían generalmente entre 15×15 m y 20×20 m. Se recomienda en general densidades de 80-100 árboles por hectárea. La primera poda, es muy importante ya que asegura la vida del árbol, si es injertado, suele hacerse a los dos años del injerto; las podas siguientes aseguran un buen desarrollo de las copas con la eliminación de brotes defectuosos, ramas inútiles y secas, y suele realizarse en otoño, después de la recolección de la cosecha. Los cultivos requieren al menos 2-3 laboreos al año, otoño, primavera y la tercera al comenzar la madurez del fruto. Debido al bajo precio de la algarroba, y el bajo rendimiento económico del cultivo del algarrobo hay grandes extensiones de cultivo con árboles envejecidos, acompañado de un abandono progresivo año tras años de este cultivo, y una fuerte regresión de la superficie cultivada.

PLAGAS MÁS FRECUENTES.

Una de las plagas más comunes es el insecto barrenador de la madera o taladro amarillo (*Zeuzera pyrina* Linnaeus, 1761), lepidóptero cuyas orugas amarillas perforan y se alimentan de la madera, provocando galerías, pudiendo provocar la muerte de brotes, ramas e incluso del árbol; otro lepidóptero barrenador que también puede afectar al algarrobo es el taladro rojo (*Cossus cossus* Linnaeus, 1758). La cochinilla (*Aspidiotus nerii* Bouche, 1833) también daña hojas y frutos. Por último hay que destacar la micosis provocada por el oidio (*Pseudoidium ceratoniae* (Comes) U. Braun & R.T.A. Cook), que ataca hojas, yemas y frutos tiernos, causando su caída prematura, estando más extendida esta infección en las zonas de cultivo con ombroclima subhúmedo.

VARIEDADES DE ALGARROBO.

En lugar de variedades, habría que hablar de suertes comerciales, de ámbito regional o comarcal, con denominaciones, en las respectivas lenguas vulgares de las zonas en donde se cultiva. Esto es debido a que no hay ningún trabajo botánico que estudie en conjunto toda la variabilidad que presenta esta especie en su área de dispersión (en poblaciones cimarronas o cultivadas) y que establezca una nomenclatura científica botánica latina al uso. No obstante, se han reconocido algunas variedades diferenciadas desde el punto de vista morfológico. Actualmente para diferenciar estas suertes comerciales solo se tienen en cuenta caracteres que afectan al fruto, distinguiéndose unas de las otras por el color de las algarrobas maduras, su forma (recta, curvada o retorcida), peso total (longitud, grosor y anchura de la vaina), y número de semillas (véase para las variedades españolas las siguientes citas: Coit, 1961; Caja *et al.*, 1984; Batlle, 1985; Tous, 1985; Martínez-Valero *et al.*, 1988; Batlle & Tous, 1990; Tous & Batlle, 1990; Tous *et al.*, 1996). En el caso específico de semilla o garrofín se utilizan caracteres como la anchura, espesor y peso total, y también el cociente entre este peso total y el de la pulpa. Hasta los años 60 del siglo pasado, el aprovechamiento principal de la algarroba, era el de su pulpa (de media aproximadamente el 90% del peso total), para su utilización principalmente como pienso animal. En muchas zonas de cultivo, debido a la selección empírica de los agricultores mediterráneos, producían en sus zonas de cultivo frutos con un elevado contenido en pulpa, para su uso ganadero; pero actualmente la parte del fruto con más valor comercial es la semilla, la cual se destina a la extracción comercial de goma por lo que se prefiere cultivar suertes comerciales que produzcan algarrobas con un alto contenido en garrofín, pero ni siquiera existe una catalogación completa o estudio pomológico publicado sobre este tema, que permita una buena orientación selectiva a los agricultores mediterráneos.

Algunas variedades cultivadas en la Comunitat Valenciana son cv. "Negra" (norte de Castellón), cv. "Matalafera" o "Matalafam" (Valencia y Alicante), cv. "Rojal" (Castellón), cv. "Casuda" (Valencia, Alicante y Castellón), cv. "Ralladora" (Castellón), cv. "Mollar" o "Melar" (Alicante), cv. "Ramillete" (Alicante), cv. "Fina" (Alicante) (Batlle & Tous, 1997).

RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO.

La recogida de las algarrobas se realiza al final del verano o principio del otoño, sacudiendo las ramas con palos o cañas (vareo), pero sin dañarlas. Una vez tirados los frutos al suelo se recogen y se envasan en sacos hasta llevarlos a los almacenes, que deben de ser locales frescos, venteados y sin humedad; si el almacenamiento es incorrecto, las

Proyectos de investigación-conservación

algarrobas pueden ser afectadas por la “polilla del algarrobo”, una mariposa (*Ectomyelois ceratoniae* Zell, 1839), que deposita los huevos sobre los frutos, y de ellos nacen voraces orugas que los destruyen.

PRODUCCIÓN.

El algarrobo entra en producción entre el 5º y 7º año, dando entre 4-5 kilos de algarrobas por árbol. A los 15-20 años, produce por término medio entre 30-50 kilos por árbol, en los años con cosecha media o alta; en ejemplares desarrollados se pueden recolectar entre 60-120 kilos de fruto. Es muy frecuente y característico que en este cultivo se dé la alternancia de producción (vejería), como causas más frecuentes de ella se encuentran una mala polinización y lesiones en las inflorescencias femeninas durante el vareo así como deficiencias en su cultivo.

PAÍSES PRODUCTORES.

La producción mundial media está en unas 200.0000 a 340.000 toneladas anuales, aunque su cultivo está en decadencia permanente, por lo que en el futuro esta cifra será menor (actualmente se cultivan sobre 113.000 hectáreas y hay en total sobre unos 500.000 árboles diseminados entre todas las zonas de cultivo). Los mayores productores son los países ribereños de la Cuenca mediterránea, generalmente en este orden: España, Italia, Portugal, Marruecos, Grecia, Turquía, Chipre, Argelia y Líbano.

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ALGARROBA.

Es muy significativo que en los últimos años, la producción de algarrobas va disminuyendo y el cultivo de algarrobos esté en franca regresión, especialmente en los principales países productores; a pesar de todo, a la producción española le corresponde generalmente sobre el 40% o, incluso en algunas temporadas, mayor proporción del total mundial; la comunidad autónoma valenciana produce sobre un 65% del total español, seguida de las zonas satélites, como Islas Baleares (28%) y Cataluña (22%), siendo por tanto el cultivo del algarrobo esencial no solo desde el punto de vista paisajístico para la Comunitat Valenciana, sino también un importante recurso energético e industrial. En este sentido, se podría añadir que estas legumbres podrían ser claves en un futuro, especialmente por la escasez de recursos energéticos naturales (falta de pastos y cultivos alternativos). Aunque la problemática no sólo se circunscribe a la del territorio valenciano, aquí es especialmente significativa, ya que se está originando un importante descenso del rendimiento por hectárea, unido a la tala incontrolada de algarrobos para la producción de leña, la disminución de la superficie de cultivo (por destrucción de ésta por la proliferación de áreas turísticas, residenciales y aumento de redes viarias como autopistas, carreteras, etc.), y también, en ocasiones, donde se puede, por la sustitución por cultivos más rentables, al potenciarse la agricultura comercial.

También las heladas de febrero de 1956 y enero de 1985, son responsables de la disminución de su área de cultivo, pues dañaron y produjeron la muerte de millares de árboles, obligando a eliminar muchos de ellos, que posteriormente no fueron replantados; unido a la sustitución de las bestias de laboreo por maquinaria agrícola a partir de los años 60, ha disminuido por tanto de manera drástica el consumo de piensos elaborados a partir de las algarrobas.

Además, el alto coste de la recolección de las algarrobas es un importante factor

Proyectos de investigación-conservación

limitante de su rentabilidad, unido a que muchos algarrobos están diseminados y ocupan terrenos abruptos de difícil acceso. Asimismo, si a ello se une que no hay renovación de cultivos, pues la mayoría datan de uno a dos siglos de antigüedad, y que los marcos de plantación se han quedado anticuados, por lo que los árboles están envejecidos, también la falta de ayudas para la investigación en este cultivo y explotación y la secular ineficiencia de la administración pública española, en este tema, no parece tener esta especie y su cultivo un futuro nada halagüeño.

ASPECTOS COMERCIALES DE LA ALGARROBA.

La comercialización de la algarroba se realiza en varias modalidades: troceada (con separación del garrofín del resto de la legumbre), triturada y pulverizada, siendo España el mayor exportador de algarroba entera y troceada. En cambio, apenas se exporta la semilla entera, ya que se transforma previamente mediante tratamiento industrial en goma de garrofín, siendo también España el país que encabeza la exportación mundial de este producto.

Entre un 90-95% de la goma de garrofín se exporta, siendo Estados Unidos y los socios comunitarios Europeos los principales países importadores.

El control del mercado internacional de la goma de garrofín lo ejercen tres empresas multinacionales, que controlan el 50% de su producción y comercialización.

La actual demanda de la algarroba y su precio final recae fundamentalmente sobre el garrofín, a pesar de representar solo el 10% del peso de la algarroba, ya que de este se elabora la goma de garrofín-aditivo natural, con importantes propiedades físicas y químicas, que lo hacen insustituible.

ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE LA ALGARROBA.

A nivel mundial existe una organización, MONDIAL CAROB GROUP, creada en el año 2.000, por los países productores, que tiene los siguientes objetivos.

- » Defensa del sector de la algarroba a nivel mundial.
- » Mejora de la información global de los mercados.
- » Seguimiento periódico de las estimaciones de la cosecha a nivel mundial
- » Promoción de la transparencia en el sector de la algarroba
- » Mejora de las relaciones entre los asociados
- » Promoción en la investigación y el desarrollo de la algarroba y sus derivados

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ALGARROBA.

Pulpa de la legumbre: contiene glúcidos mono y disacáridos (entre el 35-47%), celulosa (5-6%), proteínas (5-6%), gomas y pectinas (20-34%), grasas (1%), taninos(1,3-1,5%), agua(12-18%).

Semilla o garrofín: hay que distinguir anatómicamente la cutícula, el endosperma y el germen, cada una de estas partes tienen una constitución química muy diferente; de la cutícula se extrae celulosa, colorantes, y también se obtiene carbón activo del endos-

perma, rico en una goma que recibe la denominación de goma de garrofin, constituida por galactomanas (que resultan de la combinación molecular de galactosa y manosa), el germen es un rico complejo proteico.

OTROS USOS DEL ALGARROBO.

La madera del algarrobo, se usa en carpintería y con fines artesanales y también como combustible.

Las algarrobas verdes partidas y aplicadas sobre la piel se utilizan en etnofarmacología como antiverrucosas y antifúngicas.

La pulpa se utiliza como pienso para el ganado, especialmente del equino.

Otro uso que debiera potenciarse es el cultivo de algarrobos para su uso en jardinería, ya que es un árbol perenne muy estético y resistente a la sequía.

SITUACIÓN ACTUAL DEL ALGARROBO EN LA COMUNITAT VALENCIANA.

En 1998, había 47.594 hectáreas de algarrobos en el territorio valenciano mientras que en 2009 el dato cayó hasta las 20.904 hectáreas. Y la tendencia sigue por el mismo camino. Este hecho está motivado, principalmente, por la caída del precio de la algarroba en el Mercado. Si en el año 2006 se pagaba a 0,40 céntimos el Kilo en origen, en 2012 llegó a pagarse a 0,20. Además, el pillaje es bastante común y en muchos almacenes de algarrobas es una práctica habitual pagar el producto “con papeles” a un precio más elevado y el que no tiene “papeles” a otro más bajo.

El futuro del algarrobo en la Comunitat Valenciana.

Aunque es un cultivo tradicional valenciano, tal vez el más importante de nuestras áreas térmicas, la falta de rentabilidad como ya anteriormente se ha comentado, está abocando a su abandono y desaparición. El problema de esta situación es que en muchas localidades estos cultivos están siendo ocupados por etapas degradativas de la vegetación natural, especialmente coscojares y romerales, destruyéndose además con el tiempo las estructuras agrícolas como bancales, que permiten contener la erosión de los suelos en donde se establece este cultivo. Desde el punto de vista paisajístico, el empobrecimiento, en el caso de su desaparición, podría ser dramático, siendo por otro lado, además, uno de los recursos energéticos, alimentarios e industriales del que disponemos los valencianos.

Para intentar recuperar, o al menos contener su área de cultivo, debiera establecerse un cooperativismo con presencia de pocas cooperativas de productores agrícolas, potenciado por la administración, que permitiera una buena comercialización de la producción, y que fueran además estas cooperativas también transformadoras en parte de la algarroba, con la finalidad de aumentar su valor comercial y poder pactar buenos precios con las empresas industriales de sus derivados, así como la potenciación y promoción en la investigación de estos derivados de la algarroba.

BIBLIOGRAFÍA.

- BATLLE, I. (1985). *El algarrobo en la provincia de Tarragona, estudio, situación y posibilidades*. Beca Diputación de Tarragona. (unpublished).
- BATLLE, I. & J. TOUS. (1990). Cultivares autóctonos de algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) en Cataluña. *Investigación Agraria* 5(2): 223-238.

**Proyectos de
investigación-
conservación**

- BATLLE, I. & J. TOUS (1997). *Carob tree*. *Ceratonia siliqua L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research. Gatersleben / International Plant Genetic Resources Intitute. Rome, Italy.
- CAJA, G., R. CASANOVA AND A. CABOT. (1984). *El algarrobo (Ceratonia siliqua L.): su cultivo y posibilidades agropecuarias en Baleares. Avances de resultados*. Caja de Ahorros ‘Sa Nostra’. Palma de Mallorca, Spain (unpublished).
- COIT, J.E. (1961). *Carob varieties. Fruit Varieties and Hort. Digest* 15(4): 75-77.
- DE CANDOLLE, A. (1883). *L’origine des plantes cultivées*. Balière, Paris.
- FERGUNSON, I.K. (1980). The pollen morphology of *Ceratonia* (Leguminosae: Caesalpinioideae). *Kew Bulletin* 35(2): 273-277.
- HERMOSILLA, J. (2004). *La condemna de la garrofera valenciana*. Mètode 40. Hivern 2003/04.
- HILLCOAT, D., G. LEWIS & VERDCOURT (1980) A new species of *Ceratonia* (Leguminosae-Caesalpinioideae) from Arabia and the Somali Republic. *Kew Bulletin* 35: 261-271.
- LEWIS, G., B. SCHRIRE, B. MACKINDER & M. LOCK (2005) *Legumes of the World*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- LIPHSCHITZ, N. (1987). *Ceratonia siliqua* in Israel: an ancient element or a newcomer?. *Israel J. Bot.*: 36: 191-197.
- MARTÍNEZ-VALERO, R., P. MELGAREJO, D. SALAZAR & S. GARCÍA. (1988). Características de las variedades cultivadas de algarrobo (*Ceratonia siliqua*) en la Cuenca del Segura. Pp. 91- 98 in Proceedings of the II International Carob Symposium (P. Fito & A. Mulet, eds.). Valencia, Spain.
- MEIKLE, R.D. (1977). Leguminosae. *Flora of Cyprus*, vol. 1, pp. 372-606. Bentham-Moxon Trust, Royal Botanic Gardens, Kew.
- SCHWEINFURTH, G. (1894). Sammlung arabisch-aethiopischer Pflanze, Ergebnisse von Reisen in den Jahren 1881, 1888-89, 1891-92. *Bull Herb. Boissier* 2: 1-114.
- THULIN, M. (1993). Fabaceae (Leguminosae). In M. Thulin (ed.), *Flora of Somalia*, Vol. 1, pp. 341-465. Royal Botanic Gardens, Kew.
- TOUS, J. (1985). *Comercialización y variedades del algarrobo*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Publicaciones de Extensión Agraria 1/85. H.D.
- TOUS, J. & I. BATLLE (1990). *El algarrobo*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- TOUS, J., A. ROMERO, J. PLANA & I. BATLLE. (1996). *Current situation of carob plant material. In Proceedings of the III International Carob Symposium*. Cabanas-Tavira, Portugal.
- TUCKER, S. C. (1992). The developmental basis for sexual expression in *Ceratonia siliqua* (Leguminosae: Caesalpinioideae: Cassieae). *Am. J. Bot.* 79(3): 318-327.
- VAVILOV, N.I. (1951). *The Origin, Variation, Immunity, and Breeding of Cultivated Plants* [translated from the Russian by K.S. Chester]. The Ronald Press Co., New York.

**Proyectos de
investigación-
conservación**

- WINER, N. (1980). The potential of the carob tree (*Ceratonia siliqua*). *Int. Tree Crops J.* 1: 15-26.
- ZOHARY, M. (1973). *Geobotanical Foundations of the Middle East*, 2 vols. Stuttgart.
- ZOHARY, M. & G. ORSHAN (1959). The maquis of *Ceratonia siliqua* in Israel. *Palest. J. Bot. Jerusalem* 8: 385-397.

