

*Especies leñosas adaptadas*

# El futuro del cultivo del algarrobo frente al cambio climático

---

**Dr. Joan Tous Martí**

**Empresas Innovadoras de la Garrofa (EiG)**

**Crta. Barcelona, 55. 43570 Santa Bárbara (Tarragona)**

28/12/2021

**La gran rusticidad de este árbol, su poca exigencia a cuidados culturales, el incremento de la rentabilidad en las nuevas plantaciones, debido a su elevada productividad, unido a las potenciales perspectivas comerciales y saludables de su fruto desecado -principalmente de la goma de garrofín-, hacen que esta especie pueda ser considerada como una renovada alternativa de cultivo para determinados secanos y zonas con escasos recursos hídricos.**

El algarrobo (*Ceratonia siliqua L.*) es una especie leñosa que se cultiva en zonas costeras de la cuenca mediterránea. España es el primer productor y exportador mundial de algarroba, con una cosecha anual entorno a 60.000-80.000 toneladas, y una superficie de cultivo regular de unas 45.000 hectáreas. El cultivo se extiende en varias Comunidades, como la Valenciana (44 %), Baleares (28 %), Catalunya (22 %), Andalucía (4 %) y Murcia (3%). El algarrobo, concretamente en la zona levantina e islas Baleares, se caracteriza por tener unas plantaciones tradicionales envejecidas, de secano, con bajas densidades (unos 50 árboles/ha), y relativamente poco cuidadas, lo que da lugar a la obtención de bajas producciones, alternantes y de variable calidad comercial. Sin embargo, en los últimos años, se están realizando nuevas plantaciones, principalmente en zonas prelitorales de Cataluña, Baleares y la C. Valenciana, con escasa o nula incidencia de heladas, densidades entre 100-150 árboles/ha, y en alguna de ellas se obtienen buenas producciones, con bajos costes, al mecanizar la recolección.

La mayoría de plantaciones regulares son normalmente pequeñas, menos de 5 hectáreas, y también es muy frecuente la presencia de algarrobos aislados asociados a otros cultivos (almendro, viña, olivo, higuera etc.), y ello hace que en este sector - compuesto por unos 45.000 agricultores- sea corriente la práctica de la agricultura a 'tiempo parcial' (*Figura 1*).



*Figura 1. Asociación tradicional de algarrobos con almendros.*

La gran rusticidad del algarrobo, su poca exigencia a cuidados culturales (baja incidencia de plagas y enfermedades), el incremento de la rentabilidad en las nuevas plantaciones, debido a su elevada productividad, unido a las potenciales perspectivas comerciales y saludables de este fruto desecado, principalmente de la goma de garrofín (E-410), hacen que esta especie pueda ser considerada como una renovada alternativa de cultivo para determinados secanos y zonas con escasos recursos hídricos. Sin embargo, la problemática actual para el fomento del cultivo se debe principalmente a la escasez de viveros comerciales, dando lugar a una poca oferta de planta injertada en el mercado. Esta leguminosa arbórea puede tener también un papel medioambiental importante en la restauración de suelos y la mitigación del cambio climático en las comarcas del litoral mediterráneo.

### **Características de la garrofa**

La algarroba o garrofa es una vaina de color oscuro que, mediante un proceso industrial, se trocea y se obtienen dos productos: pulpa (aprox. 90 % peso total) y semilla o garrofín (10 %), cuyas características y aplicaciones alimentarias son muy diferentes (*Figura 2*).

En relación a la pulpa, tradicionalmente, se ha utilizado en la alimentación animal pero, en los últimos años, numerosos estudios sobre las características químicas y biológicas de este producto se han realizado en distintos países para fomentar su uso comercial, destacando su bajo contenido en calorías, muy poca grasa, ausencia de estimulantes (cafeína y teobromina), aporte de azúcares naturales, vitaminas y fibras dietéticas, bajo contenido en sodio y alto en potasio, entre otras características. Paralelamente, la harina, su principal uso, obtenida mayoritariamente de la pulpa

tostada, se está relanzando en la repostería y la cocina mediterránea y anglosajona, y también en la industria de las bebidas, licores y siropes, entre otros. En consecuencia, tales características pueden calificar la harina de algarroba como un alimento natural, saludable, y de proximidad que podría usarse de manera eficiente como un sustituto o extensor del cacao en polvo en muchos alimentos y bebidas.

Respecto a la semilla (o garrofín), se compone de tres elementos estructurales diferenciados: cutícula (15-30 %), endospermo (42-60 %) y germen (19-25 %). El endospermo es la fracción de la semilla más valorada en el mercado y, después de su molienda, se comercializa como 'goma de garrofín' (también conocida como *Locust Bean Gum-LBG*). Se emplea como un aditivo alimentario natural, denominado también en la UE como E-410. Esta goma mucilaginosa se utiliza en una amplia gama de productos alimentarios como agente espesante, aglutinante y gelificante o dispersante. Se trata de un producto *commodity* utilizado por la industria alimentaria para la producción de una gran cantidad de productos (helados, sopas, salsas, quesos, pasteles de frutas, embutidos, confitería, productos de panadería y bollería, etc.) y también las harinas de menos calidad se utilizan en la alimentación de animales de compañía (*pet-food*).



Figura 2. Principales productos obtenidos de la garrofa, la pulpa troceada y la semilla o garrofín.

### Tecnología del cultivo

Al igual que lo ocurrido en otros cultivos leñosos (viña, olivo, almendro, frutales, etc.), es importante acometer en el cultivo del algarrobo la reestructuración de las plantaciones tradicionales, favoreciendo otras más intensivas, mecanizables y con bajos costes. Por lo que es importante acometer un cambio varietal, con cultivares más productivos y que tengan frutos de buena relación pulpa/semilla, además de mejorar los diseños de polinización, para regularizar las cosechas, y de aumentar las densidades de plantación más acordes con la mecanización del cultivo. Con estos cambios, fomentados por la organización **EiG (Empresas Innovadoras Garrofa)**,

además de la práctica del cultivo ecológico, se podría incrementar su rentabilidad, debido al aumento del potencial productivo, la disminución de costes, y a la mejora de la calidad comercial del fruto.

Variedad	Origen	Sexo*	Características más destacables
'SdC'	Valencia	F	Porte erecto, rápida y alta producción, RG $\geq$ 16 %. En experimentación y propagación comercial.
'Duraio'	Mallorca	F	Buena calidad comercial (RG $\approx$ 15%, en cosechas de árboles adultos). Requiere poda de formación y es sensible a enfermedades foliares (oidio). Se recomienda en zonas prelitorales.
'Matalafera'	Valencia	F	Maduración uniforme y fácil desprendimiento del fruto. Bajo coste de recolección. RG 10-12 %.
'Turis'	Valencia	H	Polinizador con una rápida entrada en producción. RG $\geq$ 16%.
'E-13P'	Mallorca	H	Polinizador poco vigoroso. Rápida y elevada cosecha. RG $\geq$ 16%.

\*Sexo: F= femenino; H= hermafrodita; RG=rendimiento en garrofin o semilla

*Cuadro 1. Variedades de potencial interés para las nuevas plantaciones de algarrobo.*

### **Variedades**

La mayoría de variedades del Levante español ('Negra', 'Matalafera', 'Melera', 'Rojal', 'Mollar', etc.) se caracterizan por su alto contenido en pulpa y bajo rendimiento en semilla, del orden del 8-12 %. Sin embargo, en algunos cultivares de Mallorca ('Duraio' y 'Bugadera'), y en la población andaluza de semilla denominada 'Bravía', se obtienen rendimientos medios superiores, que oscilan entre el 15 y el 18 %, respectivamente, lo que da lugar a que estos frutos tengan una mayor valoración comercial. Actualmente, las necesidades industriales requieren variedades mixtas con un buen equilibrio pulpa/semilla, con rendimientos en garrofin (o semilla) que superen el 15 %.

Recientemente, la organización EiG ha preseleccionado genotipos de potencial interés en Valencia, Andalucía, Mallorca y Marruecos, recomendando actualmente las variedades reflejadas en el *Cuadro 1*. También esta organización ha diseñado la plantación de varias parcelas demostrativas en Valencia, Mallorca y sur de Tarragona con las citadas variedades y otras selecciones (*Figura 3*), con el fin de evaluar su comportamiento agronómico (vigor, porte, potencial productivo y tolerancia a enfermedades) y tecnológico (relación pulpa/semilla, calidad pulpa y goma de garrofin), y con ello concretar la futura elección varietal en las zonas productoras.



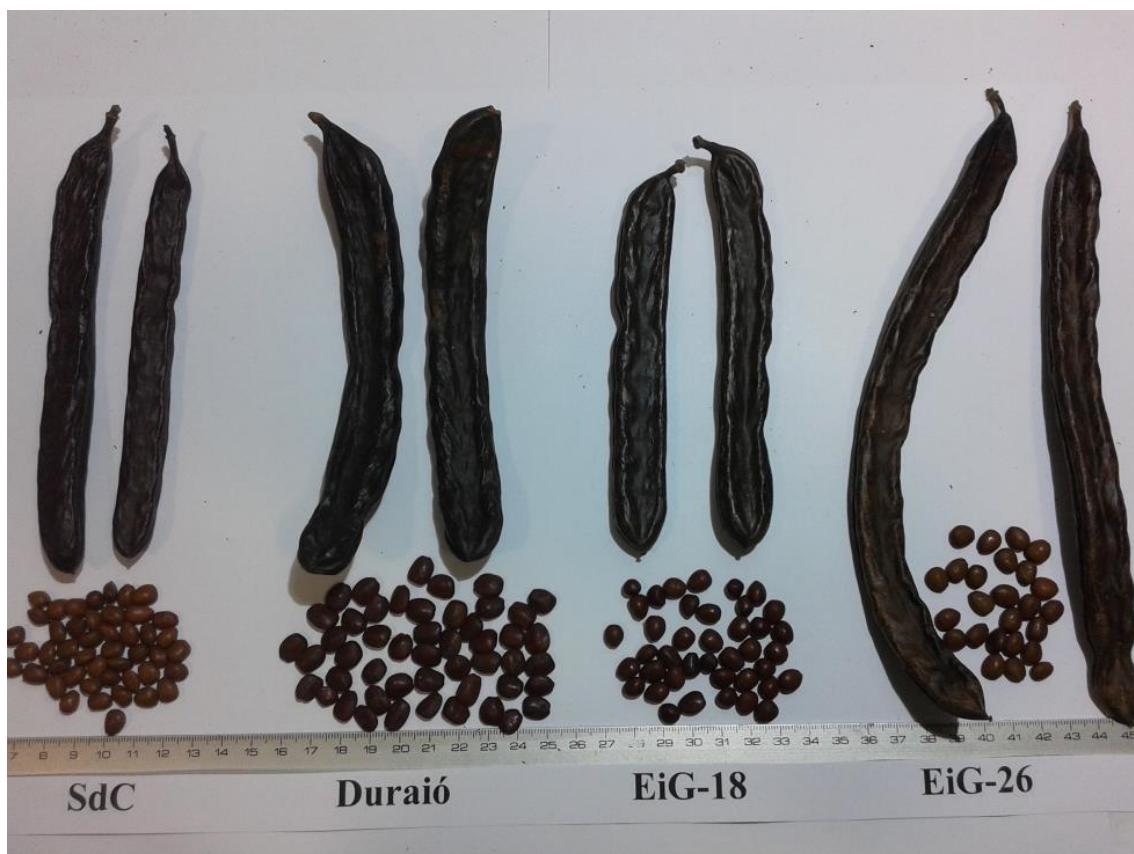


Figura 3. Variedades y selecciones de potencial interés para las nuevas plantaciones de algarrobo.

### **Polinización**

La polinización también es importante en este cultivo y se requieren polinizadores macho y/o hermafroditas en el diseño de las plantaciones. El proceso de transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma se realiza tanto por insectos como por el viento. El período de floración de las variedades femeninas es muy alargado (septiembre-noviembre) por lo que se aconsejan utilizar distintas variedades polinizadoras. En relación a la densidad de las mismas, parece aconsejable distribuir alrededor de un 12 % de árboles (un polinizador rodeado de 8 hembras).

### **Manejo del cultivo**

La gran mayoría de plantaciones de algarrobo reciben muy pocos cuidados culturales, por lo que podría considerarse su producción como ecológica, sin embargo el mercado y los consumidores requieren de una certificación oficial de la misma. En relación a las nuevas plantaciones, es conveniente realizarlas a finales de invierno, ya que se reduce el riesgo de heladas. La utilización de material vegetal de calidad ayuda a uniformizar la plantación y a disminuir el período improductivo del algarrobo. Los marcos de plantación utilizados tienden a reducirse con el fin de intensificar algo el cultivo, recomendándose densidades de 150 a 200 árboles/ha; es decir, marcos en torno a 8 x 7 y 10 x 7 metros, amplios, teniendo en cuenta el vigor, la longevidad de la especie, las características de los terrenos donde se suele cultivar, y las posibilidades de su mecanización (Figura 4).

El algarrobo es un árbol poco exigente en poda, a diferencia de otros frutales, que la requieren anualmente. Ello se debe, principalmente, a que su fructificación se produce

en madera vieja, de más de tres años de edad. El sistema de conducción más empleado suele ser la 'forma libre a pleno viento', con 3 ó 4 ramas principales y una altura de tronco no inferior a 0,8 m del suelo, para facilitar la mecanización del cultivo. Se recomienda una poda de formación ligera durante los primeros años, con la finalidad de adelantar la entrada en producción. Solamente, deben eliminarse los rebrotes y las ramas basales bajas; en algunas variedades que ramifiquen poco (por ejemplo, 'Duraio') se pinzarán los brotes terminales para inducir su ramificación. En árboles adultos, generalmente se poda poco y esta operación suele realizarse en turnos amplios, cada 3-4 años, a base de realizar aclareos y eliminación de ramas secas en el interior de la copa, y con ello se favorece la penetración de la luz y se regula la cosecha anual.

En relación al mantenimiento del suelo, las labores mecánicas serán poco profundas, no superiores a 15-20 cm, con el objeto de facilitar la exploración del sistema radicular de las capas más fértiles del suelo. Se acostumbran a dar tres o cuatro labores de grada o cultivador, para eliminar las malas hierbas. En las nuevas plantaciones se aplica, mayoritariamente, con buenos resultados, la técnica de usar desbrozadoras, discos interfilares o chasis mecánicos con intercepas a un lado, debajo de la copa de los árboles, y en labrar entre líneas. También, en otras, con riegos de apoyo, se está aplicando la cubierta verde natural entre hileras, para favorecer la mecanización de la recogida, y su control se realiza con desbrozadoras o picadoras.

En los últimos años, se han incrementado las plantaciones de regadío, utilizando sistemas de goteo, y con estrategias de riego deficitario. En las plantaciones jóvenes se darán riegos de apoyo para favorecer el crecimiento vegetativo y la entrada en producción y, en árboles adultos, se recomiendan dosis entre 1.500-2.000 m<sup>3</sup>/ha, según su volumen de copa y niveles de cosecha, y aplicadas preferentemente entre los meses de abril y julio. Durante este periodo se producen dos procesos fenológicos importantes, la inducción floral y el crecimiento-maduración del fruto. Con las citadas dosis se ha observado un mayor desarrollo vegetativo, incremento productivo, y mayor peso del fruto.



*Figura 4. Moderna plantación de algarrobo con riegos eventuales, de unos 15 años de edad, densidad 150 árboles /ha, con buenas producciones, y adaptada a la recolección mecanizada.*

En fertilización, la escasa bibliografía destaca los beneficiosos efectos del abonado nitrogenado sobre la vegetación y el incremento productivo, al ser el algarrobo una leguminosa arbórea. En plantaciones comerciales con producciones medias de unos 50-100 kg/árbol, se recomiendan dosis aproximadas por hectárea de unos 50 kg N, 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 50 kg K<sub>2</sub>O, fraccionando principalmente el N entre la primavera y principios del otoño. El potasio se tiene que aplicar entre finales de mayo y junio, para mejorar la calidad del fruto. Es importante realizar análisis de suelo y foliares para ajustar mejor el plan de abonado.

La recolección se realiza manualmente a finales de verano o principios de otoño, según variedades y zonas. Constituye el coste más importante del cultivo. Esta operación se está mecanizando en algunas plantaciones de Tarragona.

En los algarrobales tradicionales, la garrofa se derriba por 'vareo', con ayuda de palos o cañas, y se recoge manualmente del suelo o mediante lonas de plástico colocadas debajo del árbol. En las comarcas del sur de Tarragona y norte de Castellón es corriente ver el algarrobo asociado con el olivo, y se beneficia de la preparación del terreno que se practica en el olivar, con pases de rulo para compactar los suelos. Este procedimiento facilita el uso de 'máquinas de pinchos' adaptadas para recolectar las garrofas del suelo.

En cuanto a la recolección mecanizada, en algunas explotaciones se están utilizando vibradores para favorecer el desprendimiento del fruto sobre grandes mantones o directamente al suelo, previa preparación del mismo. Se va ha visto también, en las de regadío, que los vibradores multidireccionales que se utilizan en olivo y almendro

dañan y/o pelan la corteza del algarrobo, recomendándose para atenuar este problema no regar los árboles cuando se acerca la cosecha y utilizar vibradores monodireccionales. En la recolección del fruto en el suelo, hay varias máquinas que aspiran y limpian el mismo, con aceptables resultados, especialmente, en árboles de tamaño mediano, con alturas de tronco más bien elevadas. Estas cosechadoras se aconsejan para plantaciones superiores a las 10 hectáreas (o alquilar las mismas) y se procede, primeramente, a un hilerado o amontonado previo del producto mediante un barrido o un soplado. Posteriormente, la recogedora aspira las garrofas junto con impurezas (hojas, piedras, etc.) y las somete a un proceso de limpieza bastante aceptable, la cual deposita en una tolva (500-1.000 kg de capacidad). El rendimiento de las mismas oscila, según el nivel de cosecha y grado de impurezas, entre 800-1.000 kg/hora.

## Potencial productivo

El algarrobo tradicionalmente se le ha considerado como una especie de lenta entrada en producción, aunque se han visto diferencias varietales en el nuevo germoplasma seleccionado, destacando los ecotipos hermafroditas por tener normalmente una entrada en producción más rápida que los cultivares femeninos. En las plantaciones de Tarragona, se ha observado en las variedades femeninas 'Rojal' y 'Duraió' que con podas ligeras, riegos eventuales, buena polinización y mejorando los cuidados culturales, se puede adelantar la entrada en producción (al 4º-5º año del injerto). En alguna de ellas, entre el 10º-15º año de edad, y con densidades de 100 a 150 árboles/ha, se han obtenido producciones medias de unos 6-7.000 kg/ha en seco (pluviometría de unos 500 mm) y, con riegos eventuales, de aproximadamente 8-10.000 kg/ha. Se observa, pues, la elevada productividad de estas modernas plantaciones en comparación con las tradicionales (50 árboles/ha), que producen, generalmente, las bien cultivadas, unas cosechas medias no superiores a los 2.000-4.000 kg/ha.

### **Perspectivas y consideraciones finales**

*En las últimas décadas el cultivo del algarrobo español ha sufrido una gran disminución de la superficie cultivada y de las cosechas, pasando de las 200.000 tm (década años 70 del siglo pasado) a las fluctuantes cosechas actuales de 50-80.000 tm. Con el propósito de mejorar la situación productiva descrita, en el año 2012, se constituyó la asociación "Empresas Innovadoras Garrofa" (EiG), como entidad nacional más importante en la defensa y fomento del cultivo del algarrobo, que de momento incluye a 20 empresas del sector, las cuales representan a productores de dos cooperativas de segundo grado, troceadores industriales y fábricas de goma de garrofín.*

*En relación al futuro del cultivo del algarrobo frente al cambio climático, comentar que en el año 2016 se publicó un trabajo, financiado por EiG, sobre el "balance de carbono en plantaciones de algarrobo" (Pérez-Pastor et al., 2016), observándose que esta especie tenía una alta eficiencia fotosintética, ideal para absorber CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Los datos obtenidos indicaron que las plantaciones tradicionales de algarrobo presentan un balance neto de carbono positivo, cercano a las 5,4 t C equivalentes/ha/año que, extrapolado al total de superficie cultivada en España (alrededor de 45.000 ha), representa un secuestro total anual de unas 250.000 t C. Estos resultados sugieren un potencial prometedor de las plantaciones de algarrobo para mitigar el cambio climático, ya que fueron responsables de la asimilación directa de grandes cantidades de carbono de la atmósfera, comparables, o incluso superiores, a otros cultivos leñosos. En un futuro este cultivo podría llevar un etiquetado de "Bajo en carbono".*

*La aparición en el sector de la citada organización, junto con la creación en el 2017 de un Grupo Operativo del Cultivo del Algarrobo (GOCA), además de las actuales buenas perspectivas comerciales de la garrofa, puede favorecer el aumento de la producción española y fomentar la imagen positiva del cultivo del algarrobo en nuestro país y de los productos que de él se obtienen, incidiendo en aspectos relacionados con la biodiversidad, medioambiente, sostenibilidad, y salud, al tratarse de un fruto desecado que desde antiguo se ha utilizado en la dieta mediterránea.*