



Frutos secos en la península ibérica: presente y futuro

I. BATLLE¹, M. ROVIRA¹, N. ALETÀ², X. MIARNAU³, J. ABEL², M. GUÀRDIA^{1,2}, L. LIPAN^{1,5}, F. PÉREZ DE LOS COBOS^{1,4}, V. CASADÓ¹, A. ROMERO¹

(1) Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) – Mas Bové.

(2) IRTA – Torre Marimon.

(3) IRTA – Fruitcentre.

(4) Centre de Recerca en Agrigenòmica (CRAG), CSIC–IRTA–UAB–UB.

(5) Grupo de Investigación Calidad y Seguridad Alimentaria, Centro de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO–UMH), Universidad Miguel Hernández.

RESUMEN

Se analiza la situación actual y futura de la producción de las seis especies de frutos secos más importantes (almendro, avellano, nogal, pistachero, castaño y pino piñonero) en la península ibérica. Se detallan superficies de cultivo, producciones y su evolución tanto a nivel de esta como mundial. Se revisan las fortalezas, las debilidades, las oportunidades y las amenazas de cada fruto seco en España y Portugal. El sector ibérico de la fruta seca está experimentando una gran revolución tecnológica. Las producciones ibérica y mundial, debido a la creciente demanda se están incrementando en las últimas décadas. Los frutos secos presentan ventajas competitivas frente a las producciones de otros frutales desde el punto de vista del productor y del consumidor. Las plagas y enfermedades junto con el cambio climático son los principales factores limitantes. Es necesario el desarrollo de nuevas variedades y patrones adaptados a diferentes condicionantes productivos. Se consideran algunos aspectos de la calidad de los frutos secos, la seguridad alimentaria y su innovación. Además, la organización del sector, la investigación y la innovación junto con la transferencia son básicos para su competitividad.

Palabras clave: Frutos secos, Superficies, Producción, Evolución, España, Portugal, Presente, Futuro, Consumo, Tendencias, Calidad, Seguridad alimentaria.

ABSTRACT

Nut trees in the iberian peninsula: current situation and prospects. The current situation and prospects of the six main nut tree producing species (almond, hazelnut, walnut, pistachio, chestnut and pinion pine) in the iberian peninsula are reviewed. Detailed surfaces, productions and their evolution are presented regarding both iberian peninsula and worldwide. In addition, strengths, weaknesses, opportunities, and threats of each sector in Spain and Portugal are revised. The iberian nut producing sector is experiencing a major technological revolution and their productions due to expanding demand are increasing both domestically and worldwide in recent decades. Nut trees present competitive advantages regarding production of other fruits from both the producer and consumer point of view. Pest and diseases, and climatic change are the main limiting factors. In addition, sector organization, research and knowledge transfer are essential to secure its future. Development of new cultivars and rootstocks, well suited to a range of environments and limitations is needed. Some aspects of nut quality, food security and innovation are also considered. In addition, sector organization and research jointly with knowledge transfer are basic to its competitiveness.

Key words: Nut trees, Surfaces, Production, Evolution, Spain, Portugal, Present, Future, Consumption, Tendencias, Quality, Food security.

Los cuatro principales frutos secos cultivados en España son: almendro, avellano, nogal y pistachero. En Portugal, los cultivos más destacados son el almendro, avellano y nogal, en cambio el pistachero tiene menor relevancia. En un ámbito agroforestal y en ambos países tienen importancia el castaño y el pino piñonero que se incluyen también como especies productoras de frutos secos en la península ibérica. En España cada especie productora presenta una situación actual y evolución diferentes (*Figuras 1 y 2*). Tradicionalmente, el almendro y el pistachero se han considerado cultivos de secano mientras el avellano y el nogal lo han sido de regadío. Esta situación ha cambiado, en la mayoría de las condiciones agroclimáticas, los cuatro frutales requieren para alcanzar producciones competitivas dosis suficientes de agua. En Portugal, el gran impulso de dos frutos secos (almendro y nogal) ha sido la puesta en regadío de una extensa superficie de cultivo en el Alentejo. El consumo actual español de frutos secos y la capacidad transformadora y procesadora industrial es superior a su producción. En Portugal, en cambio, tanto el consumo como la capacidad industrial son menores y, en parte, su producción abastece al mercado español. En este artículo se revisa la situación actual y las perspectivas de las seis especies en una economía agraria globalizada.

Los sistemas y modelos de producción de frutos secos están experimentando una revolución tecnológica debido a la gran demanda del mercado y a sus precios. Existe una tendencia generalizada hacia la intensificación de cada cul-



Figura 1. Evolución de la superficie cultivada (ha) de almendra, avellano, castaño, nogal y pistachos (2010–2020) en España.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO.

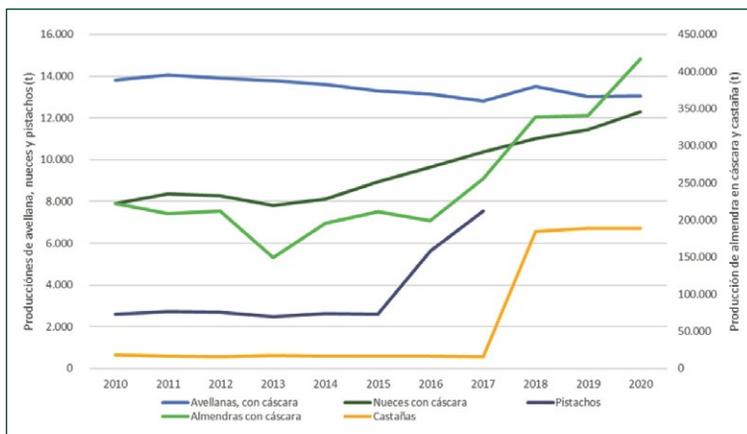


Figura 2. Evolución de la producción en toneladas en los años 2010–2020 de almendra, avellana, castaña, nuez y pistachos en España.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO.

tivo junto con una reducción de sus costes de producción. En los seis cultivos son muy importantes las operaciones de recolección, secado, postcosecha y conservación. Por otra parte, los precios de los frutos secos suelen estar determinados por las producciones anuales en los principales países productores: EE. UU. (almendra, pistacho y nuez), Irán (pistacho), Turquía (avellana) y China (nuez y castaña) y la península ibérica (piñón real y castaña), aparte de las cotizaciones euro/dólar.

Actualmente, los frutos secos son una alternativa a otros frutales y cultivos, ya que la calidad de la producción ibérica destaca sobre la de otros países y en la mayoría de ellos (almendra, nuez y pistacho) se obtienen precios superiores a los de las importaciones. Además, tienen grandes posibilidades en el desarrollo de la

producción ecológica y agroforestal, así como en la lucha contra la despoblación rural y el cambio climático favoreciendo ecosistemas más resilientes frente a potenciales daños por agentes bióticos y abióticos. Así mismo, los frutos secos son cultivos totalmente mecanizables y no perecederos, lo que facilita la gestión de grandes explotaciones, especialmente si se compara con las plantaciones de fruta dulce, donde la disponibilidad de mano de obra en época de cosecha es un factor clave limitante.

El reto es planificar y gestionar bien las plantaciones y zonas de producción considerando las nuevas e importantes amenazas en forma de enfermedades y plagas emergentes (*Xylella*, bacteriosis, chinches, avispiillas, etc.) que afectan y podrán afectar aún más a estas especies y frente al cambio climático. La previsible escasez de re-

cursos hídricos y la incidencia de incendios que de forma recurrente afectan a muchas zonas productoras de la península ibérica (paisajes en mosaico). Por otra parte, la mejora genética debe jugar un papel determinante en la adaptación de variedades y patrones frente a plagas, enfermedades y al cambio climático. Para ello, la biotecnología (selección genómica y edición génica) debe desarrollarse y aplicarse de forma sistemática en los programas de mejora de las especies.

Los frutos secos presentan excepcionales cualidades organolépticas (sabor, aromas y textura), nutritivas (proteínas, ácidos grasos, minerales y fibra), capacidad de conservación y gran diversidad de utilidades. Las pruebas y evidencias científicas sobre los beneficios de su consumo para la salud son cada vez más abundantes. Las conocidas relaciones frutos secos-salud y frutos secos-dieta mediterránea, están teniendo una incidencia muy positiva no solo en los consumidores de países con producto interior bruto (PIB) elevado si no también en aquellos con un PIB medio. Este cambio de percepción y de poder adquisitivo han sido factores decisivos para el incremento de su consumo a nivel mundial. Así mismo, son fáciles de consumir y de iniciar su ingesta. En algunos países como EE. UU., Australia, Europa, Japón, Brasil, Chile, Argentina, Nueva Zelanda, África de Sur, y también en otros, se desarrollan campañas de divulgación y publicitarias, incidiendo en sus propiedades nutritivas y beneficiosas para la salud humana.

Así los frutos secos, aun siendo un grupo de alimentos minoritario en nuestra dieta, su consumo habitual se asocia a salud. Su presencia en la dieta y la cocina mediterránea es valorada y conocida mundialmente. Los frutos secos como nutrientes proteicos han demostrado beneficios consistentes en la reducción de enfermedades coronarias. La agencia norteamericana de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) publicó una declaración de propiedades saludables asociada al consumo de frutos secos (almendras, avellanas, nueces, pistachos, piñones, nueces de Brasil, anacardos, macadamias y pacanos) en la que se declaró que las dietas que contienen aproximadamente 42,5 g de estos frutos secos al día como parte de una dieta baja en

grasas saturadas y colesterol pueden reducir el riesgo de enfermedad cardiovasculares (FDA, 2017). Además, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) aprobó una declaración saludable para un consumo de 30 g de nueces diarias (EFSA, 2011). Otros estudios pusieron de manifiesto que las personas que consumen frutos secos de forma regular tienen un perímetro de cintura menor y un perfil metabólico mejorado (BARRECA *et al.*, 2020). Esto ocurre porque los frutos secos tienden a reducir el peso corporal y la grasa. Se ha observado que, en el contexto de las dietas restringidas en calorías, la adición de nueces produce una pérdida de peso más duradera y de mayor magnitud entre los sujetos obesos al tiempo que mejora la sensibilidad a la insulina (RAJARAM *et al.*, 2008).

Por otra parte, el beneficio de las proteínas vegetales frente a las de origen animal en relación a sus sistemas productivos y a una menor emisión de gases de efecto invernadero e impacto ambiental juegan un papel clave en su promoción y consumo. Los frutos secos no incluyen solo proteínas (aminoácidos) sino también otros nutrientes como fibra, antioxidantes, vitaminas y minerales (MARIOTTI, 2019). Finalmente, es importante que los organismos reguladores estén al corriente del incremento productivo de proteínas vegetales y así poder proveer a los consumidores con información científica y veraz que les permita adoptar decisiones informadas.

Desde el año 2020, la incidencia de la pandemia originada por el COVID-19 y el confinamiento de la población (WHO, 2020) en la mayoría de los países ha tenido un importante impacto en los hábitos de consumo de frutos secos a nivel mundial produciendo cambios del comportamiento de compra y cocinado entre otros (GRUNERT *et al.*, 2022; ROMEO-ARROYO *et al.*, 2020; SARDA *et al.*, 2022). Así los consumidores españoles, junto con otros europeos, incrementaron las compras de frutos secos tipo “snack” (INC, 2021).

La calidad final del producto y su trazabilidad es otro aspecto fundamental para el desarrollo del sector de los frutos secos. Por otra parte, su particular composición y variados usos (consumo fresco y transformado) presentan un elevado interés tecnológico. En la península ibérica, la

Cuadro 1. Evolución de la producción mundial de almendra, avellana, castaña, nuez y pistacho. Producción mundial anual media en los últimos 7 cuatrienios (frutos en cáscara, toneladas en almendra, avellana, nuez, castaña y pistacho).

Fruto	Producción anual media (t)							Incremento* (%)
	1985/1990	1991/1995	1996/2000	2001/2005	2006/2010	2011/2015	2016/2020	
Almendra	1.184.114	1.262.496	1.461.013	1.726.700	2.368.439	2.876.702	3.379.644	185
Avellana	540.980	631.295	707.810	755.410	893.834	837.095	963.084	78
Castaña	468.132	661.076	825.030	1.151.104	1.760.799	2.046.990	2.188.450	247
Nuez	871.839	1.017.230	1.193.799	1.540.889	2.273.900	2.722.118	3.029.419	367
Pistacho	222.593	363.300	429.255	448.846	642.261	762.381	1.096.286	393

* Entre los periodos 1985–1990 y 2016–2020. Fuente: elaboración propia, datos FAO.

Cuadro 2. Porcentaje de la participación en la producción de almendra, avellana, castaña, nuez, piñón y pistacho según los principales países productores en cada caso. Porcentaje del año 2021.

Fruto	País	Producción (%)	Fruto	País	Producción (%)	Fruto	País	Producción (%)
Almendra	Estados Unidos	78	Castaña ¹⁻²	China	72	Piñón	China ³	39
	Australia	8		España	8		Rusia ³	25
	España	7		Bolivia	4		Corea ³	13
	Turquía	1		Turquía	3		Afganistán	10
	Túnez	1		Corea	2		Pakistán ³	7
	Otros	5		Italia	2		España y Portugal ⁴	1
Avellana	Turquía	72	Nuez	Portugal	2	Pistacho ¹	Otros	5
	Estados Unidos	5		Otros	2		Estados Unidos	67
	Italia	4		China	46		Irán	17
	Azerbaiyán	4		Estados Unidos	29		Turquía	11
	Chile	4		Chile	7		Siría	3
	Georgia	4		Ucrania	4		Grecia	1
	Irán	4		Francia	2		Otros	1
Otros	5	Turquía	2					
		Otros	10					

Fuente: elaboración propia con datos de INC Statistical Yearbook 2021/2022 y FAO 2020.

¹ Fruto con cáscara; ²Fuente FAO, 2020; ³Son piñones de varias especies de *Pinus*; ⁴Son piñones de pino piñonero (*P. pinea*).

industria española de frutos secos está muy desarrollada y cuenta con una gran capacidad de transformación y procesamiento que contribuye al incremento de su valor añadido. Así mismo, la innovación, el desarrollo e introducción de nuevos productos en el mercado internacional derivados de los frutos secos está liderada por la industria europea.

La producción mundial de almendra, avellana, nuez, pistacho y castaña se ha incrementado notablemente en los últimos 35 años (Cuadro 1).

En el Cuadro 2 se presenta la participación en la producción mundial de los principales países productores. España es un gran productor de almendra y de castaña, en menor medida de avellana, mientras que las producciones de nuez y pistacho son aún bajas. Portugal y España son los principales productores de piñón real del mundo, aunque no se refleja en el Cuadro 2 al estar incluidos otros piñones en los datos FAO. Se importan cantidades variables en función de cada fruto y dependiendo de las cosechas anua-



Regula la caída fisiológica
y el amarre de los frutos

www.agrometodos.com



 **AGROMÉTODOS**

Cuadro 3. España: superficie cultivada (ha), rendimiento (kg/ha) y producción total en cáscara (t) de almendra, avellana, castaña, nuez, piñón y pistacho (Año: 2021).

Fruto	Superficie (ha)			Rendimiento en cáscara (kg/ha)**		Producción total en cáscara (t)
	Secano	Regadío	Total	Secano	Regadío	
Almendra	611.944	132.522	744.466	375	1.846	371.460
Avellana	4.705	8.405	13.110	342	791	7.854
Castaña	36.915	1.316	38.231	2.631	2.837	187.685
Nuez	4.287	8.494	12.781	1.189	2.253	20.030
Piñón*	30	–	30	420	–	16
Pistacho	41.675	19.556	61.231	698	1.422	16.725

*En plantación regular. **Para el piñón, el rendimiento es en piña verde. Fuente: MAPA.

les. La importación de almendra suele ser cada año muy elevada. Según datos del INC (2021–2022), el consumo de los españoles (en kg per cápita) de estos cuatro frutos secos es: almendra (2,44), avellana (0,23), pistacho (0,324) en este caso, en cáscara y nuez (0,447). España ostenta el mayor consumo per cápita mundial de almendra. Según el INE de Portugal, el consumo conjunto (kg/habitante) de almendra, avellana, castaña, nuez y pistacho aumentó con los años (5,0 en 2016, 6,8 en 2017, 7,1 en 2018 y 8,3 en 2019). En Portugal el consumo anual per cápita de piñón es de 0,064 kg (INC, 2021).

El importante y sostenido crecimiento de la producción mundial de almendra, avellana, pistacho, nuez y castaña en las últimas décadas, junto con incrementos de las cosechas de otros frutos secos: pacana, anacardo y macadamia, que compiten con ellos, han originado estancamientos de precios durante largos períodos (VARGAS, 2005). Sin embargo, en general, el mercado ha mostrado una gran capacidad de absorción del incremento de la producción mundial. Además, durante los últimos años se han abierto nuevos mercados (China, India, Corea del Sur, etc.) con gran demanda y los precios se han incrementado sufriendo una moderación actualmente. El caso más relevante es el de la almendra que es el principal fruto seco a nivel mundial, el que marca la tendencia del mercado y el que más influye en los precios. Las producciones de California, España y Australia han aumentado notablemente durante la última década y se han abierto nuevos mercados en Asia, sin tradición de consumo, pero muy pobla-

Cuadro 4. Variación de la superficie (ha) cultivada en Portugal de almendro, castaño, nogal, piñón y otros frutos secos (avellano, pistacho...).

Cultivo	Superficie (ha)	Variación 2009–2019 (%)
Almendro	49.429	100,3
Castaño	51.945	53,1
Nogal	5.543	127,6
Piñón	105.903	154,1
Otros frutos secos	1.438	153,2

Fuente: Recenseamento agrícola 2019 INE I.P.

dos y con suficiente poder adquisitivo como para que una parte de sus habitantes puedan incorporarlos a la dieta. Se debería conseguir una estabilidad de los precios de los frutos secos evitando grandes fluctuaciones que perjudican a su mercado y comercialización. Los frutos secos bien acondicionados son fáciles de conservar y transportar, facilitando su comercio mundial. Este trabajo se basa en el reciente artículo de BATTLE *et al.* (2022).

Datos básicos sobre distribución superficial, evolución de las superficies y las producciones por especies en España durante los últimos años se recogen en el Cuadro 3 y en las Figuras 1 y 2. El almendro (744.466 ha) y el avellano (13.110 ha) son cultivos tradicionales, ampliamente difundido el primero y localizado casi exclusivamente en Tarragona el segundo. Ambos cultivos, especialmente el almendro, tienen una indudable importancia social y económica. Una parte importante de la almendra y avellana producida se destina a la exportación. En Portugal (Cuadro 4),



Plantación experimental en IRTA Mas Bové, Constantí, Tarragona, España.

el almendro (49.429 ha) se ha concentrado tradicionalmente en la región de Tras os Montes (secano) en el norte y recientemente se ha plantado mucho en las regiones del Alentejo (regadío) y de Beira. En cuanto al avellano, concentrado en las regiones de Tras os Montes y también de Beira, ha sufrido una regresión de su superficie durante los últimos 25 años (bajos precios y dificultades para competir en el mercado exterior), existiendo actualmente 350 ha y repuntando su interés en los últimos años.

Aunque en España existe una gran población de nogales diseminados, la superficie ocupada por plantaciones regulares, iniciadas en los años 1970, se ha incrementado mucho recientemente (oficialmente existen según MAPA 8.178 ha en producción, pero se estima actualmente superior a 13.000 ha); muchas de ellas son jóvenes. La producción española de nuez en cáscara es de 20.030 t y es un cultivo en lenta pero continua expansión. Esta producción es todavía insuficiente para satisfacer la demanda del mercado interior. El cultivo del pistachero es mucho más reciente en España (años 1980) y, al igual que el nogal, se encuentra en proceso de expansión (existen según MAPA 61.231 ha, aunque se esti-

ma su superficie próxima a las 70.000 ha plantadas). La superficie real destinada al cultivo de la castaña es difícil de estimar, los censos de la especie incluyen plantaciones destinadas a producción de madera, así de las 276.000 ha de castaño de España, más de la mitad en Galicia, menos del 14% están destinadas a producción frutal (38.231 ha). En Portugal la superficie registrada es todavía mayor y se localiza en el norte a modo de continuidad con Galicia. El MAPA, en 2021, cifró en 187.685 t la producción española de castaña y, en 2020, la producción portuguesa alcanzó los 42.180 t según datos FAO (Cuadro 5). En el caso del pino piñonero ocupa en la península ibérica unas 600.000 ha, lo que representa el 80% de la superficie mundial de esta especie, pero su producción ha ido decreciendo dramáticamente, así en el año 2020 se contabilizaban unas escasas 400 t.

Almendro

El almendro es el principal fruto seco a nivel mundial y en España es el tercer cultivo leñoso en extensión tras el olivo y la viña. Tiene una gran importancia económica, social y medio ambiental. Se encuentra ampliamente difundido

Cuadro 5. Superficie cultivada (ha), rendimiento (kg/ha) y producción (toneladas) de almendra, avellana, castaña y nuez. (Año: 2020).

Pais	Fruto	Superficie cultivada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (t)
España	Almendra (en cáscara)	718.540	580,3	416.950
	Avellana (en cáscara)	13.070	417,0	5.450
	Castaña	37.780	4.994,4	188.690
	Nuez (en cáscara)	12.290	1.392,2	17.110
Portugal	Almendra (en cáscara)	52.340	603,9	31.610
	Avellana (en cáscara)	320	656,3	210
	Castaña	51.700	815,9	42.180
	Nuez (en cáscara)	5.400	946,3	5.110

Fuente: FAO Statistics.

do por la geografía española, con una superficie total de 744.466 ha (MAPA, 2021). El cultivo está especialmente concentrado en las zonas próximas al Mediterráneo (costeras e interiores), Andalucía, Levante y Valle del Ebro. Actualmente, su área de mayor expansión se centra en Castilla la Mancha y Extremadura. Andalucía y Aragón siguen liderando la superficie productiva.

El almendro en Portugal (43.497 ha) está distribuido principalmente en Trás os Montes, Alentejo y Algarve, pero también en Beira y algo en Ribatejo (DOLL *et al.*, 2021, IGLESIAS *et al.*, 2021). Se ha producido una gran expansión del cultivo recientemente en los nuevos regadíos del Alentejo con grandes inversiones. Respecto a las plantaciones en super alta densidad (SHD), seto en torno a 2.500 árboles/ha, España (4.008 ha) y Portugal (1.985 ha) lideran a nivel mundial la superficie plantada representando respectivamente el 51% y el 25% de la superficie mundial actualmente (IGLESIAS, 2021).

España es el tercer país productor mundial, con un volumen de cosecha del 7% del total mundial, a mucha distancia de California, EE. UU., (78%) y el tercero es Australia (8%) (INC, 2021). En estos dos países, las plantaciones están ubicadas en suelos fértiles de regadío y reciben un buen manejo. Como consecuencia, las producciones obtenidas oscilan alrededor de 2.000–3.000 kg/ha de almendra en grano, mientras que en España la media todavía se sitúa en unos 150 kg/ha. Otros países productores son: Turquía, Túnez, Portugal, Italia, Irán, Marruecos,

etc. (Cuadro 2). Las cosechas mundiales anuales tienen grandes oscilaciones en función de las condiciones climáticas: principalmente debido a la disponibilidad de agua y la incidencia de lluvias durante la floración en California, disponibilidad de agua para riego en Australia e incidencia de heladas tardías y sequía en la cuenca mediterránea.

Hasta hace pocos años, en España, las plantaciones se encontraban principalmente en situaciones marginales: suelos pobres y cultivo en secano (90%), con variedades de floración temprana, sensibles a heladas tardías, y con una polinización deficiente. Entre ellas, destacan dos variedades tradicionales muy apreciadas comercialmente: ‘Desmayo Largueta’ y ‘Marcona’ que cada vez se plantan menos y sobre las cuales hay mayor demanda que oferta actualmente. Respecto a ‘Marcona’, la industria turroneira de calidad se basa en ella y se vende también frita por su excelente calidad organoléptica. En relación a ‘Desmayo Largueta’, se utiliza principalmente para el tostado con piel como “snack” ya que repela muy bien. También como variedades tradicionales destacaban ‘Garrigues’, ‘Ramillette’, ‘Atocha’ y ‘Carreró’. En cambio, en los últimos años, la mayoría de las nuevas plantaciones se están implantando en regadío, en suelos fértiles, utilizando nuevas variedades y patrones proveenientes de programas de mejora genética y con un diseño y manejo agronómico más adecuado a las exigencias del cultivo (BATLLE *et al.*, 2017; PÉREZ DE LOS COBOS *et al.*, 2021). En Portugal, con el



CURENOX WG y SC

*Nuevas formulaciones más eficaces
y de uso más fácil y seguro*

www.iqvagro.es



Compartiendo la pasión por la tierra



cultivo también mayoritariamente en secano, se utilizaban variedades locales y más tarde francesas y españolas. Actualmente, también se realizan plantaciones con variedades españolas y francesas de cáscara dura y con americanas de cáscara blanda siguiendo el modelo californiano. El almendro ha pasado de ser un cultivo marginal, a ser el cultivo de moda en regadío y también en secano en la península ibérica.

El sector del almendro está experimentando un proceso de reconversión y expansión muy importante. En España, se estima que recientemente se han plantado (20.000–30.000 ha/año de almendro) produciéndose una transformación tecnológica sin precedentes: el paso de plantaciones en condiciones marginales (de suelo, agua y escasos cuidados culturales) a plantaciones situadas en zonas fértiles y con técnicas de cultivo adecuadas (poda, fertirrigación, protección fitosanitaria, mecanización integral, etc.). Además, cabe destacar que más del 30% de estas nuevas plantaciones se han realizado en regadío con lo cual su repercusión productiva en los próximos años será muy elevada. Sin embargo, en la reconversión de estos últimos años, con nuevas variedades, porta-injertos y nuevos modelos productivos, se observan errores de elección de material vegetal, de diseño y de manejo, cuestiones que no favorecerán las expectativas productivas creadas. Además, no todas las zonas de España, donde se están plantando almendros son adecuadas, ya que no disponen ni de suficiente agua para regar, ni de buenos suelos ni de un clima seco idóneo para el cultivo y el cambio climático parece originar heladas tardías más frecuentes.

Uno de los avances más determinantes a favor de este nuevo impulso al cultivo del almendro ha sido la aparición de nuevas variedades (comercializadas a partir de los años 2005–2007), de floración tardía, autofértiles y muy productivas fruto de programas de mejora genética españoles (CITA, IRTA y CEBAS–CSIC). Entre ellas, cabe destacar ‘Vairo’, ‘Constantí’, ‘Marinada’, ‘Soleta’, ‘Belona’ y ‘Penta’. Por su comportamiento agronómico y producción destacan: ‘Lauranne’, ‘Vairo’, ‘Marinada’, ‘Penta’ y ‘Soleta’. Por su buen comportamiento en secano sobresale ‘Constantí’.

Recientemente se han presentado dos variedades de cáscara blanda, ‘Florida’ y ‘Alaska’ (DICENTA *et al.*, 2022). Todas estas variedades están siendo evaluadas en diferentes zonas agroclimáticas españolas. Es muy importante conocer la adaptación y el comportamiento agronómico de cada variedad en diferentes ambientes y para ello son necesarios ensayos varietales y de patrones distribuidos por iberia.

Como portainjertos destacan los híbridos almendro x melocotonero: GF–677 (INRAe) y Garnem (resistente a nematodos) del CITA. Recientemente, se han empezado a utilizar patrones francos e híbridos de ciruelos con el objetivo de reducir el vigor del árbol y adaptar el almendro a suelos con problemas de asfixia radicular. Entre ellos destacan la serie Rootpac (20, 40 y R) de Agromillora Iberia (FELIPE *et al.*, 2022). También se han enviado a registro dos híbridos almendro x melocotonero de bajo vigor (Pilowred® del CITA e Intensia del IRTA) (FELIPE *et al.*, 2022). La mayoría de las variedades y patrones son fruto del desarrollo de programas públicos de investigación y algunos privados a través de viveros.

El potencial productivo de algunas de las variedades, obtenido en ensayos (MIARNAU *et al.*, 2016), está siendo superior a los 1.500 kg de grano/ha, con cantidades de agua limitadas (2.000–3.000 m³/ha y año), alcanzando 2.000–3.000 kg de grano/ha y en algunos casos de 4.000 kg de grano/ha con riego total (6.000–8.000 m³/ha y año). Esta productividad no es fácil de generalizar, debido a las grandes diferencias entre las explotaciones españolas, aun así, con estas variedades y patrones, adecuado diseño y manejo, estas producciones pueden alcanzarse en explotaciones situadas en buenas zonas de España.

El sistema de conducción del almendro, en secano, se ha basado en el vaso clásico, con una poda normalmente severa y con unos marcos de plantación amplios (250 árboles/ha) debido a las limitaciones en la disponibilidad de agua. Actualmente, con la posibilidad de riego, de nuevos materiales vegetales mejorados y la cada vez más frecuente utilización de suelos fértiles, son posibles nuevos modelos productivos, con diferentes sistemas de conducción y de recogida de la almendra. Entre estos nuevos modelos pro-

ductivos están las plantaciones de alta densidad (2.500 árboles/ha) con diferentes sistemas de formación (vaso, eje, muro frutal, etc.). Estos son posibles debido al uso de porta-injertos de moderado o reducido vigor, que combinado con las nuevas variedades permiten alcanzar producciones precoces y elevadas. Estos nuevos modelos tienen ventajas e inconvenientes, con aspectos positivos (incremento de la producción de las plantaciones en los primeros años y recogida mecánica en continuo) y negativos (elevado coste de implantación, dificultades de manejo, etc.).

La almendra está muy bien valorada por su sabor, propiedades nutricionales y usos culinarios. Es muy utilizada en alimentación, cosmética y farmacia. Otro aspecto que contribuye a la expansión del cultivo son las buenas expectativas comerciales tanto a corto como a medio plazo (su demanda se incrementa constantemente y su producción mundial se ha más que duplicado en los últimos 25 años), debido principalmente al crecimiento del consumo de frutos secos y

la incidencia de éste en nuevos países (muchos de ellos asiáticos) (BATTLE *et al.*, 2017). Por otra parte, Europa y España son importadores netos de almendras. España dispone de una industria procesadora y comercializadora capaz y desarrollada que importa almendra, la transforma y reexporta productos elaborados con mayor valor añadido. Por otra parte, a nivel comercial en almendra y en España existen dos Indicaciones Geográficas Protegidas (IGPs), "Turrón de Jijona y Alicante" y "Turrón de Agramunt" (que incluye también avellana), con sus respectivos reglamentos.

Avellano

La producción mundial se ha estabilizado en los últimos años, debido principalmente a la reducción de la cosecha en Turquía, que representa un 72% del total (INC 2021/2022). Otros países productores son EE. UU. (5%), Italia (4%) y Azerbaiyán (4%) (Cuadro 2). Turquía domina el mercado mundial con menores costes de cultivo que



Impulsa tu cultivo con la máxima protección

Cierra el círculo de protección de tu cultivo de frutales con nuestra gama de soluciones



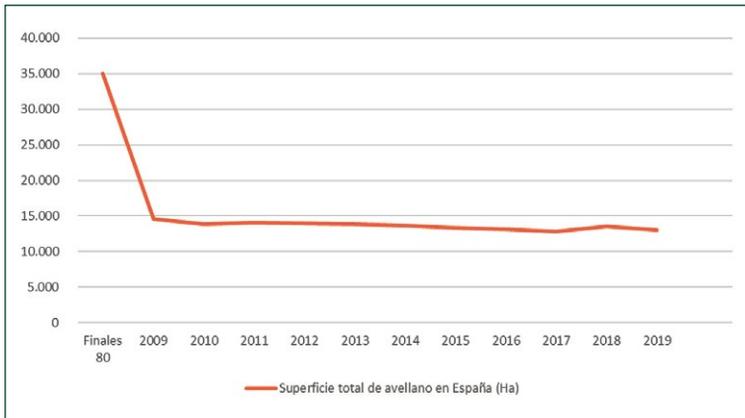


Figura 3. Evolución de la superficie total del avellano en España (ha).

Fuente: Elaboración propia con datos de MAPA.

en otros países productores, pero su producción está disminuyendo por el abandono de zonas cultivadas de montaña y la escasa tecnificación del cultivo. En cambio, en países como Chile (se estima actualmente unas 30.000 ha, J. Morh comunicación personal) y Georgia su producción en nuevas plantaciones aumenta.

El hábitat adecuado del avellano es clima templado y pluviometrías superiores a 700 mm/año. La especie no está bien adaptada a temperaturas elevadas en verano. El avellano prefiere suelos con profundidad superior a 50 cm, fértiles de textura ligera o franca, pH de 6 a 7,5 y con bajos contenidos en caliza. Tolera mal la salinidad, tanto de suelo como del agua de riego. Según destino final del producto, el mercado de la avellana distingue dos usos: industria (principal, 90%) y consumo directo (de mesa).

La producción española, basada en destino industrial, está localizada en Cataluña, donde se concentra el 90,1% de la superficie dedicada a este cultivo, en España. Dentro de Cataluña, la superficie de Tarragona representa el 91% del total, seguida de Girona (8%), y el 1% restante, repartido en pocas plantaciones en Barcelona y Lleida. Otras zonas con superficie dedicada al cultivo del avellano son Castellón, País Vasco, Aragón y Navarra (MAPA, 2022). Son conocidos también los avellanos de Asturias, que se encuentran en los lindes de fincas, aislados o en el margen de los ríos (ROVIRA *et al.*, 2008; CAMPA *et al.*, 2020). Una característica de las explotaciones españolas es su reducido tamaño (la mayoría es

inferior a 5 ha). En Portugal, en cambio, la producción es para mesa con diferentes variedades concentrándose en las regiones de Trás os Montes y Beira,

El cultivo del avellano en España y en Portugal ha atravesado por una importante crisis, debido a la fuerte competencia de la avellana turca, que disfruta de unos costes de producción muy inferiores a los ibéricos y su facilidad de entrada en el mercado europeo. En España, el avellano en Tarragona se encuentra en su límite ecológico de adaptación. Por otra parte, esta zona presenta un gran desarrollo industrial y turístico provocando su reducción superficial, que ha pasado de 37.700 ha en 1985 a 13.110 ha en 2014 (Cuadro 3). En la Figura 3 se aprecia que esta reducción no ha sido homogénea, siendo el periodo desde finales de los años 80 hasta el año 2009, el más significativo. En 30 años se produjo una pérdida de más de 20.000 ha de este cultivo. Sin embargo, en los últimos 10–12 años, la superficie se ha mantenido bastante estable.

El panorama varietal es muy diferente según países productores. Así, en Turquía, Italia, Georgia, Azerbaiyán, Chile y España se utilizan variedades de calibre medio o reducido, destinadas a la industria. En cambio, en EE. UU. y Francia tradicionalmente, se han producido avellanas grandes, para consumo directo de mesa, como también ocurre en Portugal. Sin embargo, tanto en EE. UU. como en Francia, se está introduciendo avellana de industria, ya sea a partir de las obtenciones del programa de mejora de la Univer-



Frutos de avellana 'Negret' en el árbol (izda.) y detalle (dcha.).

sidad de Oregón o mediante la introducción de variedades de industria tradicionales españolas como 'Pauetet' (muy apreciada por el sector) y 'Segorbe'. En España, la variedad 'Negret' ocupa más de la mitad de la superficie de cultivo. Es una avellana apreciada por la industria y base de la D.O.P. "Avellana de Reus" que admite también otras cuatro ('Pauetet', 'Gironell', 'Morell' y 'Culplà'). Otras variedades plantadas son: las italianas 'San Giovanni' y 'Tonda di Giffoni', que se adaptan bien a las condiciones catalanas. El comportamiento de las nuevas variedades para industria de Oregón es todavía poco conocido en Europa, pero ya existen ensayos en curso para estudiar su adaptación a distintas zonas. En España se constata un interés incipiente a producir avellana de mesa. En Portugal, con una mejor adaptación ecológica de la especie, hay mezcla de variedades, siendo las principales 'Tonda di Giffoni', 'Ennis', 'Butler', 'Fertile de Coutard' (sinonimia 'Grada de Viseu') y 'Segorbe'. Se continúa apostando por uso de mesa y por algunas de doble aptitud (industria y mesa) y en cultivo ecológico para exportación.

A nivel productivo, en España aún coexisten plantaciones antiguas y modernas, en llano y en montaña, con árboles de uno o varios pies. El cultivo ha evolucionado en las últimas décadas, con tendencia a la reducción de los costes

de producción, mediante el abandono de plantaciones marginales de montaña, su racionalización y el incremento de la mecanización. Actualmente, se están renovando plantaciones tradicionales y estableciéndose nuevas tanto en Tarragona como en Girona, siempre en regadío. A nivel agronómico, en los últimos años se detectan avellanas con manchas blancas en el grano que merman su calidad y se observa un incremento de las poblaciones de varios chinches en las plantaciones como causantes de este defecto (ROVIRA *et al.*, 2021). Esta plaga polífaga emergente está originando daños en las avellanas producidas en la mayoría de los países europeos, Georgia, Turquía, el norte de Italia (Piemonte) y Francia, pudiendo afectar a otros frutales. La importante incidencia del virus del mosaico del manzano (ApMV) y su efecto de reducción productiva hace muy aconsejable la utilización de plantones de calidad con garantía sanitaria. Recientemente, en Tarragona, se ha detectado un oidio (*Erysiphe corylacearum*) presente anteriormente en otros países productores de este fruto seco, que afecta a las hojas causando su desecación (MAZZAGLIA *et al.*, 2021) y repercutiendo en el buen desarrollo vegetativo del árbol.

El avellano en España se encuentra actualmente en un proceso de innovación y cambio tecnológico (material vegetal y diseño de planta-

ción). Una opción es la utilización de plantones injertados sobre patrón poco rebrotante, formados a un solo pie, plantados a distancias en torno a 6 m x 4 m (según vigor varietal) y utilizando polinizadores (10–15%). En el caso de nuevas plantaciones con la variedad 'Negret', que tiene escaso vigor, se utiliza el patrón poco rebrotante 'Dundee' que le confiere mayor vigor y aumento de la producción, menor sensibilidad a la clorosis férrica y alarga su ciclo vegetativo (ROVIRA *et al.*, 2013 y 2022). Se requiere que pueda mecanizarse la cosecha una vez caída la avellana al suelo. En las plantaciones de regadío para ser competitivas, la producción de avellana en cáscara debe situarse en torno a 2.000–2.500 kg/ha con los precios actuales del mercado. En Portugal, en los últimos cinco años se están realizando nuevas plantaciones con los siguientes objetivos productivos (secano 1.000 kg/ha y regadío 3.000 kg/ha). La D.O.P. "Avellana de Reus" asegura su calidad diferenciada ya que las cinco variedades admitidas se producen en una zona concreta, que sus características se deben fundamental al medio geográfico con sus factores naturales y humanos y se produce, transforma o elabora en una zona geográfica delimitada.

Nogal

La producción mundial está basada en China (46%), EE. UU. (29%), principalmente en California, Chile (7%) y Ucrania (4%) según datos INC (2021/2022). Producciones menores se obtienen en Francia, Turquía y otros (*Cuadro 2*). En España, existen aún numerosos árboles de semilla, sin injertar, diseminados por todas las regiones. Esta producción se ha destinado tradicionalmente a consumo local. Actualmente, se está produciendo una valorización de esta nuez en dos zonas españolas, en Nerpío, Albacete en Castilla-La Mancha, y Pedroso en la Rioja consiguiéndose en 2020 la disposición transitoria europea de D.O.P. España para la nuez de ambos orígenes (D.O.P. Nuez de Nerpío y D.O.P. Nuez de Pedroso). Las plantaciones regulares, con variedades injertadas, se iniciaron a finales de la década de 1970. Las primeras se establecieron, coincidiendo con la especialización de algunos viveros españoles en la multiplicación del nogal.

Desde entonces, el cultivo ha ido creciendo, situándose la superficie actual en 12.781 ha (*Cuadro 3*) y su producción en cáscara (año 2021) fue de 20.030 t. (MAPA). En Portugal, la superficie ha aumentado en los últimos años con la implantación de grandes superficies de nogal en la zona de regadío del pantano de Alqueva, en el Alentejo, con más de 2.000 ha de nueva implantación. En 2017 la superficie de nogal en ese país se estimaba cercana a las 5.000 ha y la producción en unas 4.000 t. Se prevé un incremento sustancial en el próximo futuro debido a la entrada en producción de plantaciones jóvenes. Una característica de las nuevas plantaciones de nogal peninsulares es su tamaño ya que suelen ocupar amplias superficies, superiores a 50 ha, aunque la media de las explotaciones existentes no supera las 5 ha.

El nogal es actualmente una clara alternativa de cultivo para muchas zonas de la península ibérica por dos razones: es una especie bien adaptada a la climatología de amplias áreas eligiendo bien la variedad y su fruto ha mantenido un precio estable en los últimos 30 años y una venta fácil para los productores. Sin embargo, en los últimos dos años el mercado se ha desestabilizado un poco con la gran entrada de nuez chilena, lo que está obligando a los productores a organizarse y buscar estrategias de venta que les permitan posicionarse bien en el mercado nacional y europeo.

La expansión del cultivo se ha visto frenada por sus exigentes requerimientos ecológicos como especie (suelo, clima y agua). El nogal no se desarrolla bien en todas las condiciones, de ahí la escasa concentración del cultivo. Además, se caracteriza por necesitar una gestión frutal que exige una avanzada especialización técnica. A esta se suma la insuficiente existencia de plantones injertados de calidad de las variedades y patrones deseados por el productor (ALERTÀ y ROVIRA, 2014).

El nogal como frutal es una especie de regadío, con unas necesidades que pueden estimarse entre 5.000 y 10.000 m³/ha/año de agua de buena calidad en función de la pluviometría de la zona y la latitud de la plantación. Por otra parte, como otros frutos secos, no admite epi-



NOGALES PARA PLANTACIONES



INJERTO EN
INVERNADERO



INJERTO EN
VIVERO



Girona, Spain
☎ +34 972 473 000
fruitex@fruitex-sa.com
www.fruitex.es



Detalle de la producción de la variedad de nogal 'Howard', a los 6 años.



Plantación de nogales en segundo verde.

sodios de encharcamientos prolongados ni tan siquiera en parada invernal. Los suelos permeables son los más adecuados, aunque sean gravosos o pedregosos (no tolera suelos arcillosos o asfixiantes).

Para alcanzar buenas producciones, el nogal necesita acumular un número de horas-frío (temperatura inferior a 7°C) para evitar desajustes en la floración. Así, la variedad más plantada en España, 'Chandler' requiere más de 800 horas de frío invernal para cumplir su ciclo reproductivo. En algunas zonas estas necesidades pueden suponer una importante limitación para que la variedad desarrolle su máximo potencial. Los principales cultivares disponibles en el mercado adolecen todos de este requerimiento vegetativo y los tratamientos a base de compensadores de horas frío son difícilmente utilizables con las actuales restricciones europeas sobre productos fitosanitarios. Sin embargo, como contrapartida, para el buen lignificado de la cáscara la nuez necesita calor en verano. Son, por lo tanto, muy adecuados los climas con marcadas tendencias estacionales, abundante frío en invierno y elevadas temperaturas estivales.

Por otra parte, el nogal requiere baja humedad ambiental en las plantaciones y frecuentemen-

te puede resultar difícil dado el gran tamaño de los árboles y su elevada frondosidad lo que acaba creando un microclima favorable para la proliferación de plagas y enfermedades. Por otra parte, la aplicación de cobre como principal método de control de las habituales enfermedades bacterianas y fúngicas está siendo cada vez más cuestionado obligando a elegir bien las zonas de plantación. Para optimizar el potencial productivo y alargar la vida útil de una plantación de nogal, además de elegir bien su ubicación y el material vegetal, es fundamental la gestión realizada durante su vida útil. Ante esta situación, el estudio del medio en el que va a desarrollarse el cultivo y la adecuada preparación inicial del terreno son aspectos esenciales para el éxito de una plantación como en cualquier especie frutal.

Otro factor muy importante es adaptar la formación de los nogales a sus características varietales, a la intensificación de la producción y al diseño de las plantaciones, para acortar al máximo su largo período improductivo. En todos los aspectos de gestión del cultivo se ha avanzado mucho y poco a poco se abandonan ideas tradicionales como que no se deben podar los nogales o que el follaje debe estar protegido con cobre durante todo el período vegetativo. En la actua-

lidad este cultivo es rentable contando con producciones medias de unos 3.500 kg/ha.

La nuez se vende habitualmente como un producto natural en cáscara o grano, hasta ahora, existen pocos procesos de industrialización que le aporten un relevante valor añadido. Los cuidados en el procesado postcosecha (pelado y secado) son los que conferirán esa calidad final requerida por el mercado: color uniforme y capacidad de conservación. La calidad sanitaria parecería ser el requisito para entrar en el mercado, sin embargo, la limitación para su venta suele ser el calibre. Es este uno de los aspectos a mejorar en los próximos años de manera que se busquen salidas de venta a todos los calibres del fruto. Además, la nuez como alimento nutracéutico tiene un nicho de consumidores habituales muy exigentes con su calidad. A nivel comercial y en España se han solicitado dos DOPs “Nuez de Pedroso” en La Rioja y “Nueces de Nerpio” en Albacete, que admiten variedades locales y algunas otras, siendo ambas aún transitorias.

La variedad más plantada en España, y también en la mayoría de los países del mundo donde el cultivo está tecnológicamente desarrollado, es la ‘Chandler’. Recientemente se ha constatado la necesidad de diversificar variedades, especialmente en grandes plantaciones para lograr una maduración escalonada y con ello una mayor eficiencia en el uso de la maquinaria de recolección. Los viveros empiezan a disponer de otros cultivares como ‘Howard’, ‘Lara’ o ‘Fernor’. Se utilizan marcos de plantación en torno a 35–48 m² y la formación en eje poco estructurado. Con un buen manejo el potencial productivo de todas estas variedades es elevado, alcanzando producciones de más de 5.000 kg/ha en cáscara. Sin embargo, las necesidades de los productores en la península ibérica no están satisfechas y se siguen requiriendo variedades adaptadas a condiciones más cálidas (bajas necesidades de frío) con una mayor precocidad de maduración (anterior al 15 de setiembre) y una menor susceptibilidad a ‘bacteriosis’ y a los hongos de la madera,



V I V E R O S
G A L B I S

Especializados en nogales desde 1975

Teléfono: **960 703 441**

Web: **www.viverosgalbis.com**

Email: **comercial@viverosgalbis.com**

problema que se está extendiendo paulatinamente a medida que las plantaciones van alcanzando la fase adulta.

En cuanto a los patrones, la disponibilidad de buenos pies es escasa y aunque en las condiciones de la península ibérica se aconseje la utilización de portainjertos francos de la propia especie *Juglans regia*, la falta de pies que garanticen uniformidad de las plantas y la tolerancia a enfermedades del suelo y/o a sus limitaciones está llevando a buscar soluciones cuestionables como el uso de híbridos clonales o de semilla en las nuevas plantaciones. Los portainjertos deben ser vigorosos ya que varios trabajos indican que el vigor favorece la producción. Solamente algunos patrones híbridos presentan resistencia a enfermedades de suelo o a limitaciones edáficas pudiendo así ser una solución contrastada para alguna zona problemática de las parcelas. Sin embargo, se debe considerar que en las condiciones de la Europa mediterránea la presencia del CLRV (Cherry Leaf Roll Virus) en los nogales silvestres es muy común. Este virus puede extenderse fácilmente a las plantaciones regulares al ser diseminado por el polen y puede acabar causando la muerte de los árboles injertados sobre patrones distintos de *J. regia* debido a la incompatibilidad inducida patrón-variedad conocida como 'black-line'.

Pistachero

Los principales países productores son EE. UU. (California) (67%), Irán (17%), Turquía (11%) y Siria (3%) según datos INC (2021/2022) (Cuadro 2). Producciones menores se obtienen en China, Grecia, Italia, Afganistán, Túnez, Australia, etc. (Cuadro 2). En California, Irán y Turquía, el cultivo ha tenido una importante expansión en las últimas décadas. En España se ha plantado mucho en los últimos años sobre todo en Castilla-La Mancha y Andalucía. Según el MAPA en España existen 61.231 ha plantadas actualmente. En estas zonas puede ser una alternativa de cultivo para los cereales y la viña y contribuir a fijar población rural. La producción española actual de pistachos en cáscara es de 16.725 t (MAPA) aunque existe un potencial productivo muy superior por existir muchas plantaciones

aún improductivas principalmente en Castilla-La Mancha, dónde se ha plantado mucho sustituyendo a otros cultivos como la vid. Su consumo en España es mayoritariamente tostado y salado como "snack".

Por sus requerimientos ecológicos de cultivo es el fruto seco mejor adaptado al clima continental del interior de la península ibérica (frío invernal y calor estival). Se adapta bien a terrenos calizos, pedregosos y mal a los suelos compactos. Es una especie alternante y bastante tolerante a la salinidad. Es una especie muy rústica en cuanto a necesidades de suelo y agua, pero cosechas elevadas solo se pueden alcanzar en buenas condiciones de cultivo. Prolifera mejor en ambientes secos y vegeta bien en condiciones extremas de frío invernal y de calor estival, pero necesita entre 6 y 7 años en secano y 5 y 6 años en regadío para entrar en producción. En regadío, alcanza plena producción a los 10-12 años. Las producciones medias deberían situarse en secano (1.000 kg/ha, frutos pelados, secos y sin vacíos) y en regadío, mínimo de 1.500 kg/ha (SOCIAS i COMPANYY y COUCEIRO, 2014). La mayoría de las plantaciones españolas son en secano, pero la mayor rentabilidad se alcanza en regadío. Los marcos de plantación más utilizados son en torno a 7m x 6m (con tendencia a intensificar hasta 6m x 5m) y al ser una planta dioica requiere el uso de polinizadores (aproximadamente 12,5%). Hay que considerar las diferentes necesidades de frío invernal de las variedades (300-1.200 horas por debajo de 7°C). Cada variedad hembra coincide mejor en floración con alguna variedad masculina. Así la variedad femenina más utilizada hasta ahora 'Kerman', exigente en frío, solapa con 'Peters'. En el caso de 'Larnaka', con menos requerimientos en frío, un polinizador adecuado es el macho 'C' Especial. Actualmente, a parte de 'Sirora', hay otras variedades provenientes de la Univ. California, Davis; femeninas como 'Golden Hills', 'Lost Hills' y 'Grumdrop' y masculinas como 'Randy', 'Tejon' y 'Famoso', pero están todavía sin experimentar en España. Respecto a patrones, los más utilizados actualmente son el UCB-1 o el 'Plantinum' más recientemente por su resistencia al *Verticillium*.



Antigua plantación de castaños injertada en Viladrau, Girona (izda.). Detalle del fruto (erizo y castañas) (dcha.).

Castaño

El gran productor de castaña de fruto es China con el 72% de la producción mundial (superior a 2.000.000 t/año) según datos FAO (2021). Sin embargo, ese fruto no corresponde a la especie *C. sativa*, la castaña consumida por los europeos desde la antigüedad, sino mayoritariamente a *C. mollissima*. La península ibérica por su lado produce el 60% de la castaña consumida en Europa, unas 200.000 t/año (FAOSTAT 2021). Destacan también la presencia de castaña del Perú y de Chile en los mercados europeos.

Las castañas de la península ibérica provienen sobre todo de plantaciones frecuentemente irregulares y manejadas extensivamente. La conservación del actual hábitat del castaño en la península ibérica requiere de una gestión sostenible que garantice su supervivencia frente al cambio climático. El castaño abunda en la península ibérica húmeda septentrional, desde Galicia-norte de Portugal hasta Cataluña, excepto en la zona pirenaica, también en las sierras del sur Oeste y en las sierras penibéticas y en la isla de La Palma en Canarias. Se dan dos tendencias productivas muy claras, en la zona norte son masas tradicionales mientras que en

el centro y sur de España existen plantaciones regulares plantadas para la producción de fruto. La cosecha se inicia tempranamente en Andalucía sobre el 15 de septiembre, siendo las castañas del Valle del Genal, Málaga, de las primeras en llegar a los mercados europeos, y finaliza sobre el 10 de noviembre en la zona norte de Galicia y Asturias.

En los últimos años están aumentando las plantaciones regulares destinadas exclusivamente a la producción de fruto en todas las zonas, con los árboles manejados como frutales, y también se observa la tendencia a realizar mejores cuidados a las masas más asilvestradas, dado que muchas de ellas en algún momento fueron masas injertadas. Uno de los grandes avances que se han producido en este cultivo ha sido la mejora en el conocimiento del cancro, *Chryphonectria parasitica*, para poder aplicar un control biológico con el uso de cepas hipovirulentas (ROBIN y HEINIGER, 2001) y, más recientemente, con la suelta masiva de *Torymus sinensis* para el control de la avispa (*Dryocosmus koryphilus*), especialmente en Galicia, que ha dado resultados muy positivos. Se ha detectado en España y Portugal, como ha sucedido en

otras especies, una nueva enfermedad emergente que provoca la pudrición del fruto, por lo que habrá que estar vigilantes.

El origen ancestral del castaño en la península ibérica supone la existencia de una gran diversidad genética, desde tiempos inmemoriales se injerta y el número de variedades existentes es muy elevado; este hecho ha supuesto un gran esfuerzo de identificación. Actualmente, como variedades registradas, aquellas que pueden encontrarse en viveros comerciales, hay 42 españolas entre variedades para fruto y patrones. Entre las más conocidas 'Longal' y 'Amarelante' de Galicia, 'de Parede' del Bierzo y 'Valduna' y 'Chamerga' de Asturias (PEREIRA-LORENZO *et al.*, 2001). El portainjerto habitual sigue siendo el franco de *C. sativa* aunque en las nuevas plantaciones se prefieren patrones clonales híbridos (*C. sativa* x *Castaneas* asiáticas) seleccionados por su resistencia a tinta, destaca entre ellos un patrón obtenido por la empresa TRAGSA (material en vías de protección) conocido como 'PO-II' que es además altamente compatible con las variedades habituales de *C. sativa*. En Portugal, se han descrito también 23 variedades propias de las que destacan 'Longal', 'Judia' y 'Mataíinha'. La gestión frutal se aplica a las nuevas plantaciones: los plantones son injertados, la formación se hace en eje más o menos estructurado, se controlan las principales plagas y enfermedades y se suelen hacer aportes hídricos. Si se realizan en zonas con poca presencia de castaño se recurre a la utilización de polinizadores. En algunas zonas donde los daños por chancro son muy importantes, se está optando por elegir variedades foráneas como 'Marigoule' o 'Précoce Micoule', selecciones francesas (híbridos naturales entre *C. crenata* y *C. sativa*) que les confieren una mayor resistencia a algunas enfermedades.

Este amplio elenco varietal permite introducir en el mercado durante un largo período de tiempo castaña fresca, pero estos últimos años los esfuerzos de industrialización de este producto ha dado buenos resultados y productos como la harina de castaña, un producto muy bajo en gluten, o las castañas confitadas, "marrón glacé", empiezan a ser demandadas por el consumidor como productos de calidad que aportan un alto valor añadido a la castaña.

Pino piñonero

La principal región de producción de piñón "real" del mundo es la península ibérica donde se encuentran las mayores masas boscosas de *P. pinea* (MUTKE *et al.*, 2012), siendo este fruto seco una de las más valiosas producciones no maderable de los bosques mediterráneos. Sin embargo, esta situación está siendo amenazada por el descenso drástico de la producción de este fruto en los últimos 5 años. Las sequías recurrentes que están afectando a los bosques, la incidencia de la propagación descontrolada del chinche americano, *Leptoglossus occidentalis*, que muestra una gran preferencia por las piñas de *P. pinea*, y los hurtos continuados están reduciendo su producción a niveles que hacen temer su desaparición (CALAMA *et al.*, 2020; DE LA MATA *et al.*, 2019; FARINHA *et al.*, 2021).

La producción de piñón de *P. pinea*, considerado el más valioso de los piñones, es muy difícil de evaluar, ya que a nivel comercial se engloban bajo el mismo nombre piñones de muy diferentes especies de *Pinus*. Según datos de INC (2020–2021) de los piñones declarados en mercado (38.000 t), solo el 3% de las producciones de España, Portugal y Turquía podrían considerarse de *P. pinea*, o sea unos 1.200 t/año. De esta producción, la de la península ibérica sería unas 1.000 t/año (NUTFRUIT, 2021)

El paso de especie forestal a una gestión de tipo agrícola supone elegir, a parte de las variedades, los patrones. En este caso hay estudios desde hace más de 30 años que demuestran que los injertos de pino piñonero son posibles sobre distintas especies de *Pinus*, y las condiciones edafoclimáticas marcan claramente cuáles son los patrones más idóneos. Estudios recientes del IRTA muestran que en zonas de *Pinus halepensis*, calcáreas y de suelos pesados, el mejor pie es la misma especie, mientras que en los terrenos arenosos el portainjerto ideal es el propio *P. pinea* (PIQUÉ *et al.* 2017; GUÀRDIA *et al.*, 2021).

El injertado de pino piñonero se ha venido realizando en trabajos de selección y mejora de esta especie y es bien conocido como realizarlo. Este conocimiento ha abierto la posibilidad a utilizar genotipos seleccionados por su producción e iniciar con este material nuevas plantaciones de



codasal premium

tecnología pionera en calcio eficiente

Solución que aporta calcio a lo largo del ciclo de cultivo. Desplaza las sales del bulbo húmedo reduciendo los problemas asociados al estrés salino.



unibrot

cultivo uniforme,
cultivo productivo

Bioestimulante para uniformizar brotación.



osmoplant

el agua en equilibrio

Osmolitos y aminoácidos para el estrés hídrico y altas temperaturas.



kryoss

tolerancia al frío

Bioestimulante para tolerancia a las heladas.

P. pinea destinadas a la producción de piñones aplicando una gestión más agronómica que forestal. Existen 15 genotipos de *P. pinea* registrados en España y también existen selecciones en Portugal (MUTKE *et al.*, 2019). Así en la península ibérica se dispone de campos de producción de piñas de materiales de *Pinus pinea* que ofrecen una garantía productiva contrastada.

La gestión de estas plantaciones es de tipo agroforestal, con riego solo a los árboles y un manejo con pocas intervenciones, desbroce y aportes esporádicos de materia orgánica y podas de limpieza cada 3–4 años. Pese a que los resultados en estas condiciones se preveían buenos, desde 2018 la entrada del chinche americano ha afectado los planes y aunque se está trabajando para conseguir su control biológico, actualmente se debe recurrir a realizar tratamientos insecticidas para su control. Bajo este manejo, los niveles productivos son altos, si consideramos que una masa forestal en buenas condiciones puede producir 500 kg de piña verde por ha y una plantación con el manejo descrito alcanza una media superior a los 2.000 kg de piña verde pasada la fase juvenil (>7 años) (BELTRAN *et al.*, 2022).

Otros países como Turquía, Chile o Nueva Zelanda están desarrollando también este tipo de plantaciones, y aunque actualmente la península ibérica lleva ventaja se debe aplicar cuanto antes el conocimiento adquirido (LOEWE-MUÑOZ *et al.*, 2022). Estas nuevas plantaciones superan en poco todavía las 200 ha en la península ibérica y la principal limitación es en todos los casos la falta de planta injertada. Poco a poco se va incrementando su producción y en Cataluña de las 2–3 ha anuales de pino piñonero injertado que se podían plantar hace dos años (marco de 6 x 6 m) se ha pasado a las 8–10 ha en 2021. Paralelamente, algunas plantaciones han optado por el injertando en campo, sin embargo, en este caso la limitación son los escasos injertadores expertos disponibles, lo que se agrava debido al corto período de realización del injerto, que no suele superar un mes.

A nivel de la península ibérica se está trabajando mucho en el desarrollo como frutal de esta especie. La mayor dificultad radica en que en *P. pinea* la formación del fruto que se cosecha re-

quiere más de tres años desde su diferenciación en el ápice del brote del año hasta su cosecha. Así el árbol sustenta una carga reproductiva de varias cosechas durante el período vegetativo, dos cosechas de noviembre a abril y tres cosechas, de mayo a octubre (GUÀRDIA *et al.*, 2022),

Calidad de los frutos secos

El concepto calidad en frutos secos incluye distintos aspectos relacionados con el producto y su comportamiento durante los procesos de industrialización, conservación, distribución y consumo. En cada fruto seco debe conseguirse las condiciones adecuadas para que no se comprometa la calidad del grano y la seguridad alimentaria.

Dado que cada fruto seco tiene una cadena tecnológica diferente hay que considerar aspectos cualitativos particulares para cada caso. En general, el grado de desarrollo de cada sector está relacionado con el nivel de conocimientos disponibles, así como la actividad y financiación de los grupos de investigación implicados en su estudio y desarrollo.

Acondicionamiento de postcosecha

Se trata de la etapa inicial en la vida comercial de los frutos secos. El manejo en postcosecha implica tres operaciones importantes que suelen tener el mayor impacto en la calidad final de los frutos secos: el descascarado, el secado y el almacenamiento. Previamente a estas operaciones, el índice de madurez del fruto seco y la decisión de determinar el momento de cosecha es clave en las demás etapas de postcosecha. El índice de madurez depende de cada fruto seco tal como se puede observar en el Cuadro 6. Los frutos secos deben ser cosechados inmediatamente después de su maduración. Una vez cosechados deben ser debidamente acondicionados, lo que supone diversas operaciones para eliminar restos de hojas, ramas, piedras y polvo, así como separar el pellejo exterior en algunos casos. También se suelen separar los frutos vacíos en esta etapa. Con frecuencia, estas operaciones se centralizan en grandes plantas de procesamiento, normalmente de tipo cooperativo, aunque también existen unidades de pequeña dimensión para el procesamiento de lotes en finca.

Cuadro 6. Índices de madurez comercial de seis frutos secos.

Fruto seco	Índice de madurez
Almendra	Dehiscencia (apertura) del mesocarpio (capota)
Avellana	El grano puede vibrar dentro de la cáscara, indicando que se ha desprendido de la base de la cáscara
Nuez	Dehiscencia (apertura) de mesocarpio. Oscurecimiento del tejido del tabique localizado entre y alrededor del grano
Pistacho	Facilidad de separación del mesocarpio de la cáscara; dehiscencia y color de la cáscara
Castaña	Dehiscencia (apertura) del involucro (erizo) y facilidad de separación del fruto del interior del erizo
Piñón	El color de la piña vira de verde a marrón

Fuente: elaborado a partir de KADER (2013).

La operación de descascarado es crítica para obtener granos de calidad superior. En el caso de la almendra, tanto en España como en EE. UU., las tolerancias para generación de trozos y de medias es de un máximo 5%, valores mayores hacen que el producto pase a categorías inferiores y que su precio se reduzca considerablemente. Es por ello que el acondicionamiento en la etapa de descascarado es crucial para reducir el daño al grano. El acondicionamiento consiste en humectar las almendras en cáscara y dejarlas en reposo antes del descascarado. Realizando este proceso, se consigue una elasticidad del grano que mejora la resistencia de este frente al impacto de la descascaradora tanto en el caso de las almendras de cáscara dura como de cáscara semidura y blanda. De esta forma, se consigue reducir considerablemente las roturas (SHIRMOHAMMADI y FIELKE, 2017).

La operación de secado comienza una vez separados los frutos, ya que se debe proceder a su estabilización, dado que se trata de productos que se comercializan durante largos periodos de tiempo. En esta etapa, el objetivo es reducir el riesgo de desarrollos fúngicos y oxidaciones, principalmente. La humedad y la actividad de agua son los dos parámetros de calidad clave para tener en cuenta en postcosecha (LIPAN *et al.*, 2019). El contenido de humedad se refiere a la cantidad total de agua contenida en un producto. Debido a que los frutos secos son considerados alimentos con poca humedad, los estándares de la industria para frutos secos crudos oscilan en general entre el 3 y el 6% dependiendo del fruto seco. Estos valores se consideran como los óptimos para reacciones biológicas mi-

nimas y son esenciales para preservar su calidad aumentando la vida útil. Por otro lado, la actividad de agua (a_w) representa la presión de vapor parcial del agua en equilibrio con el alimento, dividida por la presión parcial de vapor de agua en condiciones estándar, es fundamental en la vida útil de los alimentos. La actividad de agua es el agua libre (no ligada al soluto) de un alimento que los microorganismos utilizan para vivir y multiplicarse, y las reacciones químicas y enzimáticas para desarrollarse ya que requieren un medio acuoso. En el caso de los frutos secos, los valores de a_w suelen estar por debajo de 0,6. Se sabe que los hongos responsables de la producción de micotoxinas (sustancias tóxicas para la salud) en estos frutos son: *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*. Ambos hongos crecen en condiciones de $a_w = 0,78-0,84$ y producen las toxinas (aflatoxina) a una $a_w = 0,84$. Por tanto, asegurando una actividad de agua por debajo de estos valores se puede evitar el crecimiento de estos hongos y la producción de aflatoxinas (MAGAN y ALDRED, 2004). Para reducir la humedad y la actividad de agua se utilizan secaderos que reducen la humedad y la actividad de agua del producto a niveles limitantes para el crecimiento de microorganismos.

Con respecto al almacenamiento, esta etapa, igual que todas las demás es muy importante ya que una conservación indebida conlleva a una pérdida de propiedades sensoriales, de nutrientes, oxidación de las grasas y desarrollo de agentes tóxicos como los mencionados previamente. Es por ello, que los frutos secos deben conservarse en silos que eviten al máximo los aumentos de temperatura y humedad (espacios ven-



Línea de selección manual de almendra repelada (izda.). Ollas de mezcla de turrón duro de Alicante (centro). "Boixet" para la cocción turrón blando (dcha.).

tilados, libres de humedad y frescos). Por otro lado, los frutos descascarados son más sensibles ya que no están protegidos por la cáscara, por lo tanto, se deben conservar en lugares oscuros, frescos y secos (envasados al vacío o en recipientes herméticos), la refrigeración es una buena opción ya que reduce el crecimiento fúngico y la producción de micotoxinas. El control de temperatura y de la humedad debe realizarse también durante su transporte, distribución y venta. Los frutos secos, debido a su alto contenido graso, puede absorber fácilmente olores externos si se conservan junto con productos que desprendan fuertes olores (KADER, 2013).

Existe amplia información científica y técnica sobre estas operaciones, aunque no se ha profundizado lo mismo respecto a todos los frutos secos. Así, por ejemplo, en el caso de la nuez y de la avellana, el IRTA y otros grupos de investigación han realizado numerosos estudios sobre las condiciones óptimas de secado y almacenamiento en nuestras zonas de producción. Sin embargo, en el caso del pistacho existe todavía escasa información al respecto y en el caso de la almendra es necesario realizar estudios que aborden los problemas que pueden generar los nuevos modelos productivos, que implicarán también modificaciones en los sistemas de recolección y postcosecha. Los procesos

en castaña y piñones están actualmente ampliamente industrializados, en este sentido pocos cuidados de postcosecha son requeridos a nivel de productor transfiriéndose rápidamente la responsabilidad de la calidad del producto a la industria.

Respecto al almendro, el mayor contenido graso (en torno al 5% más de media) de la almendra mediterránea frente a la americana y australiana favorece a ciertos productos como la pasta de almendra que se ha convertido en una de las tendencias de su crecimiento ("growth drivers") del mercado actualmente. Sin embargo, respecto a la aptitud al procesado (descascarado, calibrado, repelado, etc.), la menor resistencia mecánica (en torno al 40% menos de media) de las almendras mediterráneas frente a las americanas y australianas es un inconveniente (J.L. Balanzá, comunicación personal) suponiendo su mejora un reto para la investigación y el desarrollo de nuevas variedades o procesos.

Seguridad alimentaria

La calidad de los frutos secos es especialmente relevante. La calidad y seguridad alimentaria empieza en el campo. Así, se deben considerar los residuos de productos fitosanitarios, dado que suponen una barrera importante para la exportación a algunos mercados, siendo cada vez

más restrictiva la legislación en esta materia. El número de compuestos químicos a analizar hace que se trate de un aspecto esencial, debido a los costes asociados al muestreo y al propio análisis, que requiere equipos de laboratorio y personal altamente especializados.

Los frutos secos se consideran como de bajo riesgo sanitario, aunque una manipulación incorrecta, tal como se ha comentado en el punto anterior, puede aumentar la presencia de agentes contaminantes como pueden ser los mohos. Estos hongos pertenecen principalmente a los géneros *Penicillium*, *Aspergillus* y *Fusarium* y producen estas sustancias tóxicas, especialmente del grupo de las aflatoxinas (*Aspergillus flavus* o *parasiticus*). La presencia de micotoxinas es un aspecto fundamental en los frutos secos, dado que constituyen, junto con algunos cereales, un sustrato muy adecuado para su desarrollo. Las aflatoxinas son producidas principalmente por dos especies de hongos *Aspergillus* que se en-

cuentran especialmente en áreas con climas cálidos y húmedos. *Aspergillus flavus* suele localizarse en ciertas partes de la planta como son las hojas y las flores, y produce aflatoxinas tipo B. Por otro lado, *A. parasiticus*, con preferencia a sobrevivir en el suelo, produce aflatoxinas tipo B y G. Hay más de 14 aflatoxinas identificadas, de los cuales las más importantes por su alto potencial cancerígeno, mutágeno y teratógeno son: B1 la más potente y activa, B2, G1, y G2 (CARVAJAL, 2013; EFSA, 2007, 2009).

Los frutos secos se pueden contaminar con estos hongos tanto antes como después de la recolección con una prevalencia y grado de contaminación que depende de la temperatura, humedad, condiciones del suelo y almacenamiento. Estas sustancias tienen efectos tóxicos, cancerígenos y son resistentes a la temperatura, por lo tanto, su presencia en alimentos se considera de alto riesgo para la salud (JUBEEN *et al.*, 2020). Se conoce que el tostado de los frutos se-

 **Bioiberica**



Equilibrium 

BIOESTIMULANTE DE ACCIÓN SINÉRGICA PARA UN CUAJADO EQUILIBRADO

- Mejor regulación fitohormonal de la planta.
- Optimización de los procesos de división celular y movilización de reservas.
- Mantiene su equilibrio fisiológico actuando en los órganos en crecimiento.
- Producto natural y certificado para agricultura ecológica.

Cuadro 7. Contenidos máximos de micotoxinas (aflatoxinas) permitidos en frutos secos (*).

Productos alimenticios	B1	Suma de B ₁ , B ₂ , G ₁ y G ₂
	Contenidos máximos (µg kg ⁻¹)	
Cacahuets y frutos secos y productos derivados de su transformación, destinados al consumo humano directo o a ser usados como ingredientes en productos alimenticios	2,0	4,0
Frutos secos destinados a ser sometidos a un proceso de selección, u otro tratamiento físico, antes del consumo humano directo, o a ser usados como ingredientes en productos alimenticios	5,0	10,0
Frutos secos y productos derivados de su transformación, destinados al consumo humano directo o a ser usados como ingredientes de productos alimenticios	2,0	4,0

Tipos de aflatoxinas: B₁, B₂, G₁ y G₂

(*) Fuente: <https://www.boe.es/doue/2006/364/L00005-00024.pdf>

cos puede reducir los niveles de aflatoxina según la duración del proceso, aun así, depende de la concentración inicial. Por esa razón, existe un reglamento europeo (Reglamento 1881/2006) que regula los límites máximos de contenidos de micotoxinas en los frutos secos (Cuadro 7).

El hecho de que algunos frutos secos se recolecten directamente del suelo aumenta el riesgo de contaminación microbiana externa. Por otra parte, la localización de las micotoxinas es muy puntual, de manera que es difícil establecer la seguridad absoluta de ausencia de contaminación en un lote grande de producto. Ello implica sistemas complejos de muestreo y dificulta el control a gran escala de la cadena productiva. Existen “kits” rápidos de análisis que suelen ser utilizados a nivel de industria y de las propias cooperativas al recepcionar frutos secos. Aun así, según EFSA, los numerosos estudios realizados confirman una alta presencia de micotoxinas en los frutos secos, aunque solamente un mínimo porcentaje supera los límites máximos establecidos por la legislación y para reducir la contaminación de micotoxinas se recomienda:

- Buenas Prácticas Agrícolas que implica la higiene y el adecuado manejo del cultivo desde el campo hasta la cosecha.
- Buenas Prácticas de Fabricación, que se refiere a la higiene y manipulación durante el envasado, almacenamiento, transporte y producción de otros alimentos utilizando como ingredientes los frutos secos.

- Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) donde se identifican las fases del proceso que son favorables a la contaminación.

La contaminación por aflatoxinas se declaró en 2007 como un riesgo emergente en el cultivo de almendras, avellanas y pistachos en el sur de Europa debido principalmente a factores climáticos de las campañas (EFSA, 2007 y 2021). Las almendras y los anacardos son los frutos secos con mayor propensión a contaminarse con aflatoxinas en un porcentaje de 99%, seguidos de la avellana (83%), aunque gran parte están en una concentración por debajo del límite de detección (LOD). En los estudios realizados por la EFSA, la presencia de aflatoxinas en concentraciones por encima del LOD se encontró para pistachos (44%), avellanas (30%), almendras (27%), cacahuets (20%) y anacardos (10%).

En este sentido, cabe destacar el proyecto europeo ICT-BIOFOS (www.ict-biofos.eu), con participación española del IRTA y de la cooperativa COVAP de Córdoba, para el desarrollo de un equipo portátil, de fácil manejo y con capacidad para operar en ambientes “sucios”, que permite la detección “in situ” de pesticidas y micotoxinas en frutos secos y fruta deshidratada (entre otros tipos de alimentos). Se trata de una tecnología que ha demostrado ser viable, con los límites de detección adecuados a las bajas concentraciones de estos contaminantes (ppm, ppb e incluso ppt en algunos casos). Sin embargo, todavía el equipo está a nivel de pre-prototipo.

Por otra parte, la almendra mediterránea presenta una problemática específica a nivel de seguridad alimentaria, relacionada con la presencia de almendras amargas mezcladas en los lotes entregados por algunos agricultores, y que posteriormente no pueden ser debidamente separadas. Las almendras amargas, procedentes normalmente de árboles de semilla, contienen amigdalina y prunasina que son compuestos glucósidos que pueden generar cianuro tóxico. Y así está considerado en algunos países (como EE. UU. o Japón). De manera que la presencia de almendras amargas en lotes comerciales es un problema más de tipo sanitario que de calidad comercial. En España, se constituyeron dos Grupos Operativos nacionales para abordar este problema y diseñar sistemas que permitan la detección de almendros amargos, de lotes con almendras mezcladas e incluso la separación industrial de dichas almendras amargas mezcladas en lotes dulces. Esta problemática también está disminuyendo en los últimos años con el aumento de producción de plantaciones monovarietales y su comercialización por grandes partidas.

En el caso de los productos como la castaña y el piñón, su gestión productiva más agroforestal supone un bajo consumo de productos fitosanitarios siendo en muchos casos el control de plagas y enfermedades habitualmente hecho mediante control biológico.

Respecto al piñón real, el consumidor debe ser muy prudente y asegurarse de que lo que está consumiendo es realmente el fruto de *P. pinea*. Además de que los demás piñones son muy pobres en proteína y que el piñón real supera fácilmente el 25%, los demás parámetros bioquímicos son muy diferentes y mientras que en las dietas equilibradas se añaden piñones de *P. pinea*, la utilización de otras especies de piñones como sucedáneos puede llegar a provocar incluso problemas alimentarios (EVARISTO *et al.*, 2013). En los últimos años, los estudios han revelado casos de personas en Europa y los Estados Unidos que han experimentado una reacción de sabor amargo-metálico persistente tras consumir piñones. El síndrome de la "boca de pino", es una alteración en el sentido del gusto

que generalmente se inicia de 12 a 48 horas después de consumir piñones. Se caracteriza por un sabor amargo metálico, generalmente amplificado por el consumo de otros alimentos, que dura de 2 a 4 semanas. Los estudios realizados hasta ahora han correlacionado este trastorno gustativo con el consumo de piñones de la especie *Pinus armandii* (RISSO, HOWARD, VAN-WAES, & DRAYNA, 2015).

La castaña tiene a su favor el bajo contenido en grasas frente al resto de los frutos secos y especialmente que su harina puede ser el sustituto adecuado a la harina de trigo en las dietas para celíacos.

Calidad comercial

Dado que los frutos secos se tratan en muchos casos como productos industriales, son también fundamentales los aspectos relacionados con la calidad comercial de los lotes que entran en el mercado. Como industria en general, es muy importante la homogeneidad de lotes y la uniformidad entre lotes, que son claves para la comercialización de los frutos secos. Este aspecto supone una variable multi-componente y muy relacionada con cada cadena de transformación-comercialización. Así, en el caso de lotes suministrados a otras industrias como la chocolatera, la ausencia de artefactos es fundamental, pero también los son la presencia de frutos rancios o de campañas anteriores (que tendrán una vida útil inferior al resto de frutos que configuran el lote). La uniformidad de calibres (especialmente cuando se utiliza el fruto entero), la ausencia de malformaciones y manchas en el grano, etc., también son factores limitantes importantes.

La adaptación de los lotes a los diferentes procesos industriales es también muy relevante, aunque no siempre es debidamente atendida. Gran parte de dicha adaptación pasa por una adecuada homogeneización, no solo de calibres sino también de variedad, ya que es la variedad la que determina numerosas propiedades de aptitud industrial, como la resistencia mecánica, la vida útil, el sabor, la velocidad de desarrollo de aroma y color durante la cocción, e incluso el valor nutritivo que depende de su composición

Cuadro 8. Análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) del sector de los frutos secos en la península ibérica.

Análisis DAFO			
Frutos Secos (FS) en la península ibérica (PI)			
		Positivos (+)	Negativos (-)
Origen interno sectorial	FORTALEZAS	FS y relación con salud y dieta mediterránea Demanda internacional elevada PI proximidad al mercado europeo (consumidor con PIB elevado) PI liderazgo FS en el Mediterráneo (sur de EU) Nuevas plantaciones FS tecnificadas Reputación comercial FS producidos PI (almendra, nuez, pistacho y piñón) Capacidad y calidad de servicios Capacidad y calidad industria transformadora (incremento valor añadido) Existencia de DOPs e IGP en varios FS OPFHs consolidadas en España Sin competencia en algunos FS (piñón real) Sistema I+D consolidado en España, nuevas variedades y patrones	Preferencia industria EU por almendra homogénea: origen EE. UU. y Australia Almendra amarga Menor vida útil avellana ('Negret') Manejo productivo poco desarrollado en algunas especies (castaño y pino piñonero) Escasas alternativas varietales en algunos FS (pino piñonero y nogal) Algunos FS son causantes de alergias alimentarias OPFHs poco consolidadas en Portugal Financiación del Sistema I+D+t (pública escasa y privada mínima) Sistema I+D inexistente en Portugal y dependiente del español Sistemas de transferencia limitados
		Origen externo sectorial	OPORTUNIDADES
	AMENAZAS		

química (grasa, proteína, ácidos grasos, fibra, minerales, etc.). Existen numerosos estudios sobre estos aspectos, en el caso de la almendra y, en parte, para la avellana. Sin embargo, la nuez y

el pistacho todavía requieren ser mejor analizados, así como numerosos aspectos que relacionan variedad-proceso-aceptabilidad a nivel de consumidores y de industriales.

Retos y perspectivas (fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas)

En el Cuadro 8 se presenta un análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) del sector de los frutos secos a nivel de la península ibérica. La nueva Política Agrícola Común de la Unión Europea (PAC) 2023–2027 caracterizada por políticas derivadas del Pacto Verde europeo y de estrategias “del campo a la mesa” y de “biodiversidad”, que obligan a una importante reducción del uso de fitosanitarios, fertilizantes y a un aumento de la producción ecológica, van a marcar las directrices de la producción europea de frutos secos en los próximos años. A ello se debe añadir los objetivos de neutralidad climática en emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2050 y la seguridad alimentaria según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se consigue cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana de manera estable en el tiempo (FAO, 2011). La sostenibilidad general del sistema debe considerar conceptos como la economía circular (aprovechamiento del 100% de los productos y subproductos de los procesos), la huella de carbono generada, con tendencia a la neutralidad derivada de la actividad en todos los procesos y, por último, considerar que la producción de la península ibérica es la compra de proximidad de Europa y países mediterráneos y se debe explotar comercialmente. Otro aspecto a resaltar en el entorno mediterráneo es la previsible reducción de la disponibilidad de agua para riego y su gestión racional en las plantaciones implementando las prácticas más restrictivas y sostenibles.

Condiciones de tus parcelas en tiempo real

Consulta las condiciones agrometeorológicas de tus parcelas con sensores y ve un paso por delante gracias a Weenat.

-  Meteorología de precisión y pronóstico 15 días
-  Prever riesgo de heladas
-  Optimizar el riego
-  Recomendaciones para optimizar tratamientos
-  Alertas personalizadas (helada, estrés hídrico, lluvia etc.)



más informaciones en:
WEENAT.COM/ES/



Recolección mecanizada en una plantación de avellanos en Girona, España.

Respecto a la obtención y utilización de material vegetal (patrones y variedades), en almendro de cáscara dura se es autosuficiente (existen tres programas de mejora genética españoles, CITA, IRTA y CEBAS-CSIC) y en almendra de cáscara blanda (existe dependencia de las variedades californianas hasta hace poco tiempo). Recientemente, tanto el CEBAS-CSIC como el IRTA han introducido variedades de cáscara blanda en el mercado. En avellano, las variedades autóctonas son aún muy plantadas, pero hay iniciativas de uso de las nuevas variedades del programa de mejora de la Universidad de Oregón. En patrones prevalece básicamente el material de Oregón (patrón 'Dundee') que es libre. Respecto al material (patrones y variedades) de nogal y pistachero, la dependencia del material protegido californiano (Universidad de California) es casi total. En castaño, solo algunas nuevas plantaciones utilizan variedades foráneas y el gran aprecio del consumidor europeo por la castaña ibérica lleva a cultivar las variedades autóctonas. Cada zona de cultivo de castaño parece tener claras preferencias por sus propias variedades locales. Además, dado que en cada zona no existen los mismos GCV (Gru-

pos de Compatibilidad Vegetativa) del chancro y para controlar esta enfermedad por métodos biológicos mediante la aplicación de cepas hipovirulentas, es aconsejable no utilizar materiales propagados en otras zonas sin tener la seguridad de que están libres de chancro, una garantía a menudo difícil de cumplir (AGUIN *et al.*, 2011, MUÑOZ-ADALIA *et al.*, 2021). Los materiales seleccionados de pino piñonero son todos autóctonos, en España corresponden a selecciones clonales realizadas por el CIFOR-INIA (MUTKE, *et al.*, 2019). En el caso de los patrones de *Pinus*, el IRTA en colaboración con Forestal Catalana, está seleccionando pies francos en dos especies de *Pinus*, el propio *P. pinea* y el *P. halepensis* para así ampliar el área de cultivo de esta especie a condiciones de suelo más pesadas y calcáreas, muy abundantes en todo el litoral mediterráneo (GUÀRDIA *et al.*, 2021).

Como consecuencia del cambio climático, en los últimos años el almendro, principalmente en algunas zonas, está sufriendo heladas muy tardías que afectan a su producción. Por otra parte, debido a la falta de frío invernal e irregularidades climatológicas en almendro, nogal y avellano se están produciendo desajustes fenológicos y de

ciclo vegetativo que afectan negativamente a su producción. Respecto al pistachero, para la mayoría de sus variedades las necesidades de frío son elevadas (aproximadamente 900 horas por debajo de 7°C), aunque existen también variedades originarias de zonas litorales mediterráneas (Grecia, Chipre, Israel, Túnez) y australianas con menores necesidades de frío invernal. En el castaño, la falta de agua en verano está condicionando enormemente su capacidad de llenado del grano, es muy conveniente disponer de un aporte hídrico en muchas de las zonas donde se cultiva. Tanto el castaño como el pino piñonero están sufriendo daños muy importantes ocasionados por plagas emergentes durante estos últimos años de manera recurrente. Para obtener producciones comerciales en estas especies, el manejo debe centrarse en paliar tanto los efectos de la sequía como los daños bióticos a los que se ven sometidas.

Los modelos y sistemas productivos de las especies de frutos secos han experimentado una innovación y tecnificación, similar a los de otros

frutales. La reestructuración y modernización del sector está realizándose actualmente con dinamismo y éxito. El sector afronta la amenaza de nuevas enfermedades y plagas (*Xylella*, bacteriosis, chinches, avispijas, etc.) que deberán estudiarse mejor para su adecuada gestión.

El almendro, el nogal y el pistachero en algunas zonas de buenos suelos y en regadío con ciclos vegetativos largos (Valles del Guadalquivir y del Guadiana) pueden alcanzar potenciales productivos elevados, al mismo nivel que en las mejores zonas de producción del mundo respectivamente. En la región del Alentejo, Portugal, la extensa zona (110.000 ha) puesta en regadío por del embalse de Alqueva sobre el río Guadiana, ha visto un desarrollo importante del cultivo del almendro y en menor medida del nogal y todavía ofrece grandes oportunidades de inversión y desarrollo del cultivo de frutos secos. El avellano y el castaño por sus exigencias edafoclimáticas tienen un potencial de cultivo más restringido a zonas muy delimitadas. En contrapartida



CULTIVOS FORESTALES Y MICOLÓGICOS

Vivero especializado en cultivos innovadores y planta micorrizada



Torre de las Arcas (Teruel)
+ 34 978 753 440
www.cultivosforestales.com

- Instalaciones especializadas con laboratorio micológico
- Servicios de análisis previo del terreno y acompañamiento.
- Alrededor de **3.000 clientes** en España e internacionales.
- **Más de 30 años produciendo** plantas micorrizadas (primera planta comercializada en 1991).

CULTIVO DE TRUFA

Amplia y diversifica tu explotación



- ✓ Varias especies para multitud de ambientes (Encinas, robles, avellanos, piñoneros, etc.)
- ✓ Rentabilidad interesante
- ✓ Producto gourmet diferencial
- ✓ Secano/regadío
- ✓ Fácil comercialización
- ✓ Viable en ecológico



el pino piñonero está demostrando una extraordinaria plasticidad productiva y, si se soluciona la selección de patrones, su expansión por la península ibérica en terrenos de secano y de escaso potencial agronómico puede ser importante (GUÀRDIA *et al.*, 2021; 2022).

El castaño empieza a ser considerado como una especie frutal. Sin embargo, este no es el caso del pino piñonero ya que, dado el origen principal de su producción, las masas forestales, resulta difícil que se le puedan aplicar tanto a nivel de manejo como de mercado las mismas tecnologías que al resto de los frutos secos.

La recolección de los frutos secos es una operación básica del cultivo por su elevado coste económico e incidencia en su calidad. En general, la almendra y el pistacho se recogen del árbol con vibradores, y la avellana y la nuez (tras un vibrado del árbol) del suelo con maquinaria especializada. La recolección de la castaña es todavía muy manual, los erizos maduros se recolectan del suelo a mano o por aspiración. En el caso del pino piñonero la recolección es directa del árbol siempre que el tamaño del árbol lo permita, con los adecuados elevadores. Sin embargo, en masas adultas, más de 20-25 años, se debe recurrir al vibrado para desprender las piñas y a mano se recogen del suelo.

Esta práctica, en el caso del almendro en nuevas plantaciones con mayores densidades, está cambiando a recogida directa con cosechadoras cabalgantes y en algunos casos del suelo mediante otros sistemas. La recogida de los frutos secos del suelo mediante aspiración y barredoras mecánicas tiene efectos medioambientales perjudiciales como es la contaminación aérea por polvo durante la cosecha en zonas de concentración productiva. El mantenimiento del suelo enherbado en estos casos puede ser beneficioso para reducir la generación de polvo y consecuentemente la contaminación del aire. Cuando los frutos secos se cosechan desde el suelo la operación debe hacerse con rapidez y limpieza para evitar mermas de calidad.

La mayor inversión en cualquiera de las seis especies es el coste de plantación. La preparación del terreno, la compra de los árboles y su realización representan el mayor gasto en la

vida de la explotación. El marco de plantación determina el número de árboles por hectárea y, por tanto, el presupuesto en material vegetal de la inversión. Existe una tendencia generalizada hacia el aumento de densidades y la mecanización integral en los seis cultivos. En almendro, hay notables diferencias de inversión según modelos productivos (secano *versus* regadío, densidades, tipos de formación, etc.) repercutiendo en los sistemas de recolección (sistemas discontinuos y continuos). La posibilidad de utilizar plántones autoenraizados para realizar plantaciones en varias especies (almendro, avellano y nogal) y en determinadas condiciones agroclimáticas puede reducir el coste de la inversión inicial.

La producción de frutos secos en España puede avanzar y ser más competitiva a nivel mundial si se invierte en su innovación en toda la cadena de valor. Las estructuras de transformación y comercialización están desarrolladas (existiendo diferencias entre cultivos), tienen gran capacidad y funcionan bien. Comparativamente con Portugal, las carencias de su sector de frutos secos son mayores que las españolas existiendo aún camino a recorrer, pero hay iniciativas actualmente, sobre todo productivas, importantes que están originando sinergias positivas con el sector español. A nivel mundial y respecto a los frutos secos, la actual incertidumbre y amenazas sobre el futuro económico en la mayoría de los países a largo plazo aparece como la principal preocupación del sector.

La industria chocolatera europea explora en los últimos años la viabilidad de abastecerse, al menos para algunas de sus especialidades, con frutos secos europeos. Ello se debe a diversos motivos, que afectan de manera diferente según sea el tipo de fruto seco.

Por una parte, las industrias deben cumplir con su responsabilidad en la sociedad (RSC), lo que implica la necesidad de poder asegurar que toda la cadena de producción ("farm-to-fork") ha respetado principios éticos, medioambientales, de derechos humanos y de desarrollo comunitario, entre otros, lo cual afecta más a determinados países productores y a sus principales frutos secos producidos: avellana, pistacho, cas-

ALMENDROS A RAIZ DESNUDA



**RESERVE SUS PLANTAS PARA
LA CAMPAÑA 2023**

Especialistas en plantas
de almendros a raíz desnuda

GARANTIA DE CONFIANZA

VIVEROS ORERO

taña (Turquía, Irán, China, etc.). Otros temas como la huella de carbono, huella hídrica y producción de proximidad afectan más a grandes países productores de almendra, nuez y piñón (Estados Unidos, Australia, España, Chile, Portugal, etc.).

Almendra

El almendra es un cultivo económica y socialmente muy importante en España, que se encuentra actualmente en un proceso de cambio y expansión. El almendra está sustituyendo tanto a cultivos herbáceos (leguminosas y cereales) como leñosos en varias zonas de agricultura avanzada (Valles del Guadalquivir y del Guadiana) y ocupando nuevas zonas de regadío (Castilla-La Mancha, Aragón y Cataluña) y Alentejo en Portugal. También otras regiones como Castilla-León están viviendo su expansión. La producción española, se basa en variedades de cáscara dura a diferencia de la californiana y australiana basadas en almendras de cáscara mollar o blanda y está aumentando considerablemente. Se prevé que la producción española de almendra en grano alcance unas 200.000 t en el período 2025-2030. En Portugal, el cultivo está también alcanzando una notable expansión, sobre todo en la zona del Algarve, básicamente con variedades de cáscara dura, pero existiendo plantaciones de cáscara blanda siguiendo el modelo productivo americano (DOLL *et al.*, 2021).

Aunque ya se han producido importantes mejoras, es necesario que el proceso continúe y se renueven o transformen grandes superficies de dudosa rentabilidad y escasas alternativas. El potencial productivo del cultivo en regadío, aplicando un adecuado manejo, es elevado, similar al de California y Australia. Es también un frutal con potencial para regadíos con dotaciones de agua escasas. En secanos frescales, con pluviometría en torno a 500 mm/año, puede ser un cultivo competitivo según la evapotranspiración de cada zona. Así, se han realizado plantaciones con variedades autoenraizadas cuyas producciones pueden competir ventajosamente con las de los cereales (IGLESIAS, 2021a). Existen muchas zonas de secano duro que no pueden ser rentables por sus bajas y aleatorias producciones. En estos se-

canos áridos, tiene una función medioambiental, más que económica. Por otra parte, la producción ecológica en estas situaciones puede ser una opción si se consiguen diferenciales de precio importantes de la almendra respecto a producción convencional como parece ser la tendencia de consumo actualmente en determinados países. En este sentido, es destacable la preocupación de los consumidores por el medio ambiente, dispuestos a pagar un precio más alto para almendras hidro-sostenibles (almendras cultivadas en condiciones de riego deficitario controlado, con propiedades nutricionales, funcionales y sensoriales superiores a las almendras cultivadas con riego total) (LIPAN *et al.*, 2019; LIPAN *et al.*, 2020; LIPAN *et al.*, 2021). También cabe destacar que en California, produciendo básicamente variedades de cáscara blanda, es casi imposible producir en ecológico por los daños del gusano de la naranja 'Navel' y subsecuente riesgo de contaminación por hongos que produzcan micotoxinas.

Uno de los retos más importantes que tiene el almendra en España es la actual modernización tecnológica para poder aumentar su productividad y acercarse así a la de los principales países productores del mundo: EE. UU. y Australia. Para conseguir este reto es necesario que el cultivo alcance su máximo potencial productivo, por lo que el manejo de las plagas y las enfermedades para evitar posibles pérdidas de cosecha resultará básico. En los próximos años, debido al incremento de la superficie plantada de almendra y al cambio del modelo productivo, con una tendencia a la intensificación de las plantaciones (mayor densidad de árboles y por tanto, mayor volumen total de copas y menor aireación), los daños y las pérdidas debidas a ciertos patógenos tenderán a incrementarse.

Han aparecido nuevas enfermedades o plagas, o incluso las que ahora son poco relevantes lo serán en nuevas zonas de la península ibérica, donde no se había cultivado anteriormente el almendra (TORGUET *et al.*, 2016). Entre las plagas y enfermedades, estas últimas posiblemente serán el factor más determinante. A la dificultad de su control se le añade el hecho de la poca disponibilidad de productos fungicidas o bactericidas. Por otra parte, la reciente aparición de *Xylella* en

zonas de Mallorca (2016) y Alicante (2017) (<https://gd.eppo.int/taxon/XYLEFA/distribution/ES>) representa una amenaza muy importante para el almendro y otros frutales. En este caso, el mayor conocimiento de la sensibilidad varietal a esta bacteria resulta clave en la elección varietal para su manejo y control.

Las enfermedades que pueden afectar gravemente a las plantaciones de almendro españolas son la mancha ocre, causada por el hongo *Polystigma amygdalinum* y la moniliosis, causada por el hongo *Monilia laxa*. Sin embargo, en las zonas litorales el chancro o “fusococcum” causado por el hongo *Phomopsis amygdali*, sigue siendo la enfermedad que produce mayores daños en el almendro. Además, en los últimos años también ha habido un repunte de enfermedades como la roya causada por el hongo *Tranzschelia pruni-spinosea*, el cribado producido por el hongo *Wilsonomyces carpophila* y la abolladura producida por *Taphrina deformans*. Entre las nuevas enfermedades destaca la mancha bacteriana (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*), que apareció inicialmente en ciruelo japonés en Extremadura en 2002 (<https://gd.eppo.int/taxon/XANT-PR/distribution/ES>) y se ha ido extendiendo por varias zonas de la península, Andalucía, Aragón, Baleares, Cataluña, Comunidad Valenciana, Navarra, etc. Es una enfermedad, en la cual la única estrategia de manejo es la aplicación de cobre en vegetación, para mantenerla por debajo del umbral de daños y prevenir contaminaciones en otras plantaciones. El chancro de la espuma es otra nueva enfermedad, observada de forma esporádica en diferentes fincas de almendros de toda España. Es una enfermedad de etiología aún desconocida, con una sintomatología muy espectacular, debido al chancro espumoso de color naranja que produce, acompañado de un olor a alcohol. Cabe destacar también, la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*), que no es una nueva enfermedad, pero que ha aparecido con cierta virulencia en zonas muy cálidas y de elevada humedad ambiental de Andalucía y el sur de Portugal, produciendo daños muy importantes con pérdidas de cosecha de alrededor del 80% de la producción en casos extremos. Finalmente, cabe comentar la gravedad de la enfermedad causa-

da por *Xylella fastidiosa*, muy nueva en España, pero que puede ser condicionante del crecimiento del cultivo en las zonas afectadas, tal como ya sucede en Mallorca y Alicante.

El manejo de estas enfermedades es y será clave para poder alcanzar el máximo potencial productivo de las nuevas variedades y poder asegurar la viabilidad económica de las nuevas plantaciones de almendro que se están realizando en España y Portugal. Conocer el ciclo de cada enfermedad, las herramientas de control y la sensibilidad varietal será básico para definir una adecuada estrategia de control en cada caso.

Avellano

En España, como se ha comentado anteriormente, después de la reducción drástica de la superficie destinada a este cultivo, en los últimos 10–12 años, se está produciendo una moderada recuperación. Los agricultores jóvenes arrancan las plantaciones viejas y plantan de nuevo, con plantones de calidad y con garantía sanitaria. La mayoría de las nuevas plantaciones se realizan a un solo pie (plantón autoenraizado o injertado) (ROVIRA *et al.*, 2015), aunque algunos agricultores aún optan por plantar 2 o 4 pies por árbol, como se ha hecho tradicionalmente. Se observa, de este modo, una renovación de las plantaciones, con la idea de poder realizar las tareas de campo y la recolección de un modo mecanizado, para reducir costes y facilitar el trabajo en campo de los agricultores. En las plantaciones de avellano es muy importante prever la polinización cruzada necesaria para producir ya que las variedades son autoincompatibles. Así se requiere la presencia de variedades polinizadoras (10–12%) que sean inter compatibles con la variedad principal y coincidan en su época de floración. En Portugal, también se ha producido, después de una época de bajos precios, un resurgimiento del cultivo durante los últimos años.

Como innovación del cultivo de avellano se está apostando por su intensificación. Así, se han iniciado ensayos de plantaciones de alta densidad en distintas zonas de España, teniendo como modelo las plantaciones intensivas, ya existentes, de olivo y almendro (IGLESIAS, 2020b). Ello posibilitaría una entrada en producción de

las plantaciones más rápida, la mecanización de la poda y una reducción de los costes de producción. Este tipo de plantaciones comerciales a marcos estrechos (5m x 3m o 5m x 2,5m), ya existen en Chile, con muy buenos resultados.

En avellano es posible el cultivo en ecológico con un esmerado manejo de la plantación. Tanto en España como en Portugal la producción ecológica de avellana tiene su nicho y es cada vez mayor por los mejores precios obtenidos. Cabe mencionar también el interés manifestado en los últimos años por salvaguardar y dar valor al avellano de montaña. Por otra parte, trabajos realizados en el IRTA, concluyen que, para algunas variedades, la avellana cultivada en zonas montañosas tiene propiedades distintas que la avellana cultivada en el llano (PARCERISA *et al.*, 1993), siempre a favor de la avellana de montaña: mejor composición, más contenido en aceite y ácido oleico, mayor estabilidad, más vitamina-E y contenido en hierro, así como una menor acidez libre y menor contenido en ácido linoleico. Estas propiedades hacen de la avellana de montaña, un producto más saludable.

En los últimos años, se ha detectado en Cataluña, un interés por parte de los agricultores en adaptarse a la situación del mercado. Se han percatado que no pueden competir con la producción y precios de Turquía, por lo que se apuesta más por la calidad de la avellana que por la cantidad producida. En este sentido, existen iniciativas de los propios agricultores de transformar el producto (avellana tostada, caramelizada, con chocolate, etc.), siempre considerando la calidad del producto, y ofrecerlo al mercado de proximidad, mercado cada vez más valorado en muchas zonas. Es la única vía que los agricultores ven posible para continuar cultivando este fruto seco.

Todos estos aspectos considerados, y existiendo una demanda de consumo creciente a escala mundial de este fruto seco, superior a la producción actual, auguran un cambio positivo de la situación de la avellana en la península ibérica. Estos cambios que tendrían que ir acompañados, también, de una revalorización de la avellana, traducida a un mejor precio para el agricultor. A nivel europeo existe el grupo "Corylus europae", formado por Italia, Francia y Es-

paña, integrado dentro de la AREFLH (www.areflh.org) y establecido para favorecer la soberanía alimentaria de la UE.

Nogal

El futuro del nogal es prometedor en algunas zonas de la península ibérica, apropiadas para el desarrollo de este frutal, que está en lenta pero continua expansión desde hace décadas. Se realizan plantaciones grandes y con una gestión integral avanzada. En general, las modernas plantaciones se han llevado a cabo siguiendo criterios técnicos adecuados, pero no siempre eligiendo las variedades y patrones más idóneos. Con frecuencia, se ha recurrido a lo existente en el mercado viverista en el momento de plantar. Hay que incidir en ventajas competitivas como la recolección precoz utilizando determinadas variedades y el buen calibre de la nuez. Sin embargo, el cambio climático con la reducción de horas frío puede afectar muy negativamente a su producción en zonas de clima suave como se está ya observando desde hace años. España fue pionera a nivel mundial en la producción de planta "in vitro" de nogal. Sin embargo, este tipo de producción viverística se descontinuó y en la actualidad se realiza a pequeña escala para la producción de algunos patrones híbridos como el 'Vlach'. Las nuevas plantaciones se realizan mayoritariamente con planta injertada sobre patrón franco de *J. regia*.

Pistachero

El pistachero, por sus exigencias agroecológicas similares a las del almendro, es una alternativa a este cultivo en zonas continentales con escasa humedad. De hecho, se adapta y vegeta mucho mejor que el almendro bajo estas condiciones extremas de frío y calor sin humedad ambiental. Por su floración tardía (abril), el pistachero es potencialmente interesante en amplias áreas donde el almendro tiene un elevado riesgo de pérdida de cosecha por heladas primaverales. Sin embargo, algunos factores como su lenta entrada en producción (5º/6º año de injerto en regadío), el elevado precio de la planta, la baja calidad de algunos plantones, su escasa disponibilidad y el difícil manejo del cultivo, li-

mitan su potencial desarrollo. Tras la reintroducción inicial del cultivo del pistachero en zonas interiores de Cataluña en los años 1980, su gran expansión se ha producido en la región de Castilla-La Mancha y otras próximas significando su consolidación como una excelente alternativa de cultivo para zonas continentales con posibilidades de riego de apoyo.

Castaño

El futuro del castaño europeo pasa necesariamente por elegir bien el material vegetal para cada zona, lo que supone un reto de selección importante para los próximos años. Hay que tener cuidado con la proliferación de *Phytophthoras* y con la escasa resiliencia de esta especie frente a las sequías y a diferentes plagas emergentes. Difícilmente el hábitat de esta especie va a salir de las zonas húmedas de la península ibérica (precipitaciones próximas a 1.000 mm anuales), el buen llenado del fruto requiere agua en verano, lo que resulta difícil de garantizar en muchas de las zonas de clima mediterráneo.

Pino piñonero

La actual situación de decrepitud de las masas boscosas de *P. pinea* causada por las sequías recurrentes y los daños por plagas y enfermedades indica que en el futuro los piñones no van a ser un producto del bosque. Mantener la producción de piñón supondrá aplicar una adecuada gestión agronómica a las nuevas plantaciones. La selección de clones productivos de esta especie ha sido el gran logro sobre el que se sustenta el futuro de esta producción. El principal cuello de botella radica en la escasez de plantas injertadas y en que esta especie está considerada como forestal y como tal sometida a las normativas de producción y control sanitario del material forestal de reproducción. En los últimos dos años, se vislumbra un cierto optimismo por el interés

PULSAR + STRIPNET® X

LA SOLUCIÓN EFICIENTE PARA
PROTEGER TU CULTIVO EN SETO
DE LAS HELADAS



Microaspersión
por pulsos en
franja de 1,20 m.

demostrado por los viveros por esta especie. Su desarrollo como "cultivo frutal" está generando grandes expectativas dentro y fuera de la península ibérica, pero no hay que olvidar que esta especie está todavía poco estudiada como 'frutal' y que habrá que estar pendiente de los avances que en los próximos años se originen.

Viverismo

Un aspecto muy importante y no resuelto todavía en el sector viverista español es la utilización de material vegetal certificado, es decir, con garantías de autenticidad genética y sanitaria (libre de virus y de enfermedades). Actualmente en España solo el agricultor de almendro puede comprar planta certificada en vivero. Las otras cinco especies no disponen todavía de esquemas de certificación a nivel nacional. En Portugal la situación del viverismo es similar. Ello sitúa al sector ibérico en una posición de desventaja respecto a otros países que pueden garantizarla. La calidad y garantía del material vegetal inicial en plantaciones de larga vida útil son básicas. Por otra parte, cualquier error en el momento de establecer una plantación tiene un coste elevado si debe ser subsanado posteriormente. En España el sector productor cuenta con algunos viveros altamente tecnificados y de gran capacidad productiva.

Calidad nutricional y sensorial y desarrollo de nuevos productos

Como se ha comentado previamente, los frutos secos tienen un amplio uso en la industria alimentaria y gastronomía, tanto como producto crudo como transformado por sus propiedades sensoriales y nutricionales. La calidad sensorial de un producto es imprescindible y viene marcada por sus compuestos químicos tales como contenido graso, azúcares, composición volátil, etc. Por otro lado, la calidad funcional o saludable pertenece a los polifenoles, antioxidantes, ácidos grasos mono y poliinsaturados, vitaminas, minerales, fibra, etc. Partiendo de que cada variedad presenta un perfil único, es imprescindible caracterizar cada producto y variedad y conocer sus puntos fuertes para predecir su aptitud industrial y su destino final. Además,

conocer en profundidad cada una de las variedades permite realizar su transformación por separado y asegurar un producto final de alta calidad. Los frutos secos podrían estar implicados en el desarrollo de nuevas bebidas vegetales, yogur, kéfir como sustitutos de leche, prebióticos, probióticos y simbióticos ya que se han detectado componentes prebióticos a partir del grano, piel o cáscara; maridajes con diferentes tipos de chocolate, así como otros productos (UDAYARAJAN *et al.*, 2022; PAZ *et al.*, 2021).

Investigación y organización del sector

Otro aspecto clave de este sector agrícola estratégico ibérico para su futura competitividad es la innovación y el desarrollo tecnológico del mismo. Ello requiere invertir en I+D+t y en España existen instituciones y grupos consolidados para obtener el material vegetal y desarrollar la tecnología adecuada para que toda la cadena de valor pueda utilizar y aplicar los avances alcanzados. Una parte muy importante de los esfuerzos de I+D+t españoles se centran en el almendro, estando el resto de frutos secos mucho menos atendidos en sus necesidades investigadoras. Resulta por ello imprescindible que el sector se implique en la financiación de la I+D+i, aportando recursos, como se realizan, desde hace muchos años, en nuestros países competidores (EE. UU. y Australia). En España, la mejora genética de variedades y patrones de almendro es un ejemplo del éxito de la investigación pública a nivel internacional. Su financiación, en parte, vía el cobro de "royalties" se ha consolidado, pero todavía se cometen muchos fraudes que deben evitarse. Diferente es la situación de la I+D+t en Portugal, con un menor desarrollo y dependiente de los resultados y experiencias de los centros de investigación, universidades y de las plantaciones de frutos secos españolas y otros países.

El sector de la fruta seca español está bien organizado (OPFHs) y capacitado técnicamente disponiendo de dos consolidadas asociaciones: Spanish Almond Board-ALMENDRAVE y AEO-FRUSE, que junto con DESCALMENDRA, deben jugar un papel clave en la renovación, expansión y el desarrollo del mismo. Sin embargo, en el caso

de la almendra de la península ibérica y a nivel de actuación e interlocución con otras organizaciones de productores de EE. UU. y Australia (y sus respectivas e importantes Almond Boards), se debe potenciar su presencia e influencia como considerable región productora. En el caso del pistachero se requiere aún desarrollar mejor la industria de procesado. En Portugal, el Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos (CNCFS) tiene como objetivo promover el desarrollo del sector de la fruta seca agrupando a más de 50 entidades relacionadas con la producción, el procesado, el “marketing” y la I+D+i. A nivel de la península ibérica, sería factible y necesario la constitución de una Iberian Almond Board para la representación conjunta del sector almendrícola de ambos países y con ello poder influir comercialmente más a nivel mundial. A nivel internacional, el International Nut Council (INC), con sede en Reus, agrupa a las principales industrias comercializadoras de frutos secos y desecados

del mundo (80 países) y tiene una destacada presencia, jugando un papel relevante a nivel comercial en el sector de la fruta seca mundial. •

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado en parte por el Ministerio de Economía y Competitividad español a través de varios proyectos y por el Programa CERCA de la *Generalitat de Catalunya*. Los autores agradecen a A. P. Silva de Universidade de Tràs os Montes e Alto Duoro, (UTAD) por la valiosa información facilitada referente a la situación actual y perspectivas sobre algunos frutos secos producidos en Portugal. La autora L. Lipan ha sido financiada por el Ministerio de Universidades y por la Unión Europea–Next Generation EU en el marco de las Ayudas para la Recualificación del Sistema Universitario Español, en la modalidad Margarita Salas. El autor F. Pérez de los Cobos agradece la beca doctoral otorgada por el MINECO.

ESTUDIO RIESGO Y CONTROL DE HELADAS MICROCLIMÁTICO

- Determinar cultivo y variedad a plantar
- Diseñar medidas Activas y Pasivas de control de heladas



SATGarden

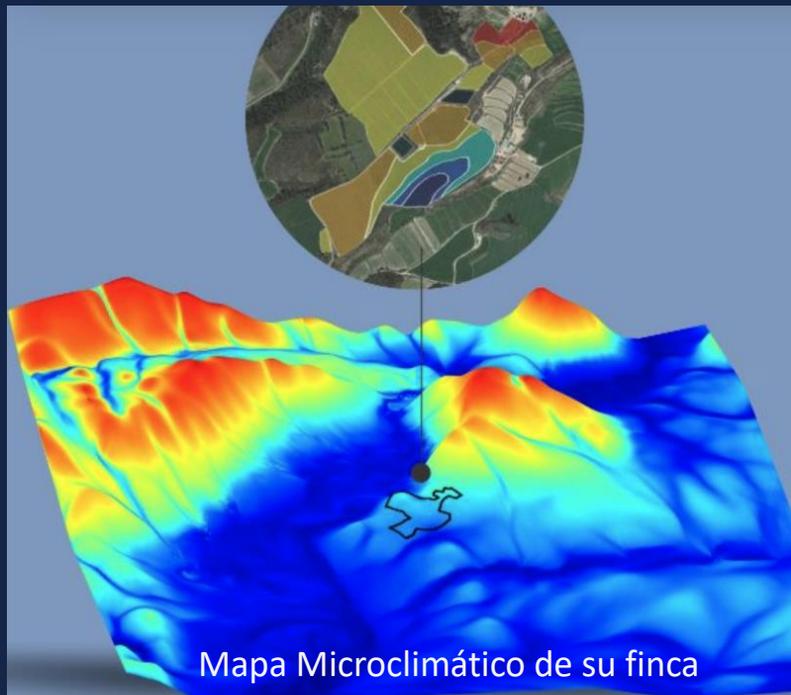
info@satgarden.com

+34 648410803



THE
CLIMATE BOX

www.theclimatebox.com



Mapa Microclimático de su finca

Bibliografía

- AGENCIA ESPAÑOLA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIÓN AESAN. (2021). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación a los efectos del cambio climático sobre la presencia de micotoxinas en los alimentos. *Revista del comité científico*, 33. https://www.aesan.gob.es/AECO-SAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/MICOTOXINAS_CAMBIO_CLIMATICO.pdf
- AGUÍN, O.; SAINZ, M.J.; MONTENEGRO, D.; MANSILLA, J. (2011). Biodiversidad e hipovirulencia de *Cryphonectria parasitica* en Europa: implicaciones para el control biológico del cancro del castano. *Recursos Rurales* no 7: 35–47.
- ALETÀ, N.; ROVIRA, M. (2014). El nogal para fruto en España. *Vida Rural*. Dossier Frutos Secos, 34–37.
- ALMOND BOARD OF AUSTRALIA (ABA). Disponible en: www.australialmonds.com.au
- BARRECA, D., NABAVI, S. M., SUREDA, A., RASEKHIAN, M., RACITI, R., SILVA, A. S., MANDALARI, G. (2020). Almonds (*Prunus dulcis* Mill. D. A. webb): A source of nutrients and health-promoting compounds. *Nutrients*, 12(3). doi:10.3390/nu12030672.
- BATLLE, I.; ALETÀ, N., ROVIRA, M., TORGUET, L., MIARNAU, X., ROMERO, A. (2017). Situación actual de los frutos secos en España. Especial Frutos Secos. *Vida Rural* 200. Año XXIV–24. No 440: 24–30.
- BATLLE, I.; ALETÀ, N., ROVIRA, M., TORGUET, L., MIARNAU, X., ROMERO, A. (2018). Retos de futuro de los frutos secos en España. *Vida Rural* 200. Año XXV–1. No 442: 70–78.
- BATLLE, I.; ROVIRA, M.; ALETÀ, N.; MIARNAU, X.; ABEL, J.; GUÀRDIA, M.; LIPAN, L. PÉREZ DE LOS COBOS, F.; CASADÓ, V.; ROMERO, A. (2022). Frutos secos en la península ibérica: situación y perspectivas En: A. Nemesny, C. Conesa, L. Martín Olmos y P. Papasseit (Editores). *Tecnología Hortícola Mediterránea. Evolución y Futuro: viveros, frutales, hortalizas y ornamentales*. <https://www.bibliotecahorticultura.com/publicaciones/frutas/tecnologia-horticola-mediterranea/>.
- BELTRÁN, M.; PALLARÉS, M.; COELLO, J.; BUSQUETS, E.; PIQUÉ, M. (2022). Gestió de les masses i plantacions de pi pinyer a Catalunya i els Pirineus Orientals: viabilitat de la producció de pinyó. *Projecte Quality Pinea*. 52 p.
- CALAMA, R.; GORDO, J.; MUTKE, S.; CONDE, M.; MADRIGAL, G.; GARRIGA, E.; ARIAS, M.J.; PIQUÉ, M.; GANDÍA, R.; MONTERO, G.; *et al.* (2020). Decline in commercial pine nut and kernel yield in Mediterranean stone pine (*Pinus pinea* L.) in Spain. *iForest-Biogeosciences For.* 13, 251–260.
- CAMPA, A.; ROVIRA, M.; FERREIRA, J.J. (2020). El avellano en Asturias: diversidad genética local y guía para su recuperación. *SERIDA, Gobierno del Principado de Asturias*, 75p.
- CARVAJAL, M. (2013). Transformación de la aflatoxina B1 de alimentos, en el cancerígeno humano, aducto AFB1-ADN. *TIP*, 16(2), 109–120.
- DE LA MATA, R.; TEIXIDÓ, A.; ALETÀ, N.; TORRELL, A.; ROS, L.; SEGARRA, M. (2019). La producció de pinyons en plantacions empeltades. In XXXVI Jornades Tècniques Silvícoles Emili Goletera; Consorci Forestal de Catalunya: Girona, Spain, p. 86.
- DICENTA, F.; CREMADES, T.; LÓPEZ-ALCOLEA, J. RUBIO, M.; MARTÍNEZ-GARCÍA, P. J.; SÁNCHEZ-PÉREZ, R.; MARTÍNEZ-GÓMEZ, P.; EGEA, J. (2022). 'Florida' y 'Alaska' dos nuevas variedades de almendra auto-compatibles de cáscara blanda. *Revista de Fruticultura* 87: 44–53.
- DOLL, D.A.; SERRANO, P.; FREIRE DE ANDRADE, J. (2021). Almond production in Portugal: planting trends and production challenges within a developing industry. *Acta Horticulturae*, 1327: 253–260.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). (2011). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to walnuts and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 1156, 1158) and improvement of endothelium-dependent vasodilation (ID 1155, 1157) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. Retrieved from <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2074>
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY EFSA (2007). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to the potential increase of consumer health risk by a possible increase of the existing maximum levels for aflatoxins in almonds, hazelnuts and pistachios and derived products. *EFSA Journal*, 446, pp: 1–127.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY EFSA. (2007). Opinion of the scientific panel on contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to the potential increase of consumer health risk by a possible increase of the existing maximum levels for aflatoxins in almonds, hazelnuts and pistachios and derived products. *EFSA Journal*, 446, 1–127.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY EFSA. (2009). Effects on public health of an increase of the levels for aflatoxin total from 4 µg/kg to 10 µg/kg for tree nuts other than almonds, hazelnuts and pistachios. *EFSA Journal*, 1168, 1–11.
- EVARISTO, I.; BATISTA, D.; CORREIA, I.; CORREIA, P.; COSTA, R. (2013). Chemical profiling of Portuguese *Pinus pinea* L. nuts and comparative analysis with *Pinus koraiensis* Sieb. & Zucc. commercial kernels. *Options Mediterr. Mediterr. Stone Pine Agrofor*. 2013, 105, 99–104.
- FAOSTAT (2021). Crops. Available online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- FARINHA, A.O.; CARVALHO, C.; CORREIA, A.C.; BRANCO, M. (2021). Impact assessment of *Leptoglossus occidentalis* in *Pinus pinea*: Integrating population density and seed loss. *For. Ecol. Manag.* 496, 119422.
- FELIPE, A.J.; RIUS, X.; RUBIO-CABETAS, M.J. (2022). El cultivo del almendro (El Almendro II, 2ª Edición) 567 pp.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). FAOSTAT. Disponible en: www.fao.org
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). (2017). Qualified health claims: Letter of enforcement discretion – nuts and coronary heart disease (docket No 02P–0505). Retrieved from FDA Completes Review of Qualified Health Claim Petition for Macadamia Nuts and the Risk of Coronary Heart Disease | FDA
- GRUNERT, K. G., JANSSEN, M., NYLAND CHRISTENSEN, R., TEUNISSEN, L., CUYKX, I., DECORTE, P., *et al.* (2022). "Corona Cooking": The interrelation between emotional response to the first lockdown during the COVID–19 pandemic and cooking attitudes and behaviour in Denmark. *Food Quality and Preference*, 96, 104425. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104425>
- GUÀRDIA, M. TEIXIDÓ, A.; SEGARRA, M.; ALETÀ N. (2022). Comportamiento productivo del pino piñonero injertado sobre *P. halepensis* con diferentes dotaciones hídricas. 8º Congreso SECF, Lleida.
- GUÀRDIA, M.; TEIXIDÓ, A.; SANCHEZ-BRAGADO, R.; ALETÀ, N. (2021). An Agronomic Approach to Pine Nut Production by Grafting Stone Pine on Two Rootstocks. *Agriculture* 2021, 11,1034. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111034>
- ICT-BIOFOS. Specific–target research program (STREP) co-funded by the European Commission under the 7th Framework Programme. Disponible en <http://www.ict-biofos.eu/>.
- IGLESIAS, I. (2020). El avellano: situación actual y nueva propuesta productiva de alta densidad. *Revista de Fruticultura*, 75: 6–51.
- IGLESIAS, I. (2021a). El almendro autoenraizado en seco. *Olint* 36: 20–25.
- IGLESIAS, I. (2021b). El avellano: situación actual y nueva propuesta productiva en alta densidad. *Olint* 37: 60–66.
- IGLESIAS, I.; FOLES, P.; OLIVEIRA C. (2021). A amendoeira em Portugal e Espanha: Situação, inovação tecnológica, custos, rentabilidade e perspectivas (Parte I). *Agriera*.
- INTERNATIONAL NUT COUNCIL (INC). Nuts and dried fruits. *Statistical Yearbook (2016–2017)*. Disponible en: www.nutfruit.org/files/tech/1497859419_Statistical_Yearbook_2016-2017.pdf
- JUBEEN, F., SHER, F., HAZAFA, A., ZAFAR, F., AMEEN, M., & RASHEED, T. (2020). Evaluation and detoxification of aflatoxins in ground and tree nuts using food grade organic acids. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 29.
- KADER, A. A. (2013). Improving the Safety and Quality of Nuts. En: L. J. Harris (Editor), *Impact of nut postharvest handling, de-shelling, drying and storage on quality*. pp. 22–34. Woodhead Publishing.

- LIPAN, L., CANO-LAMADRID, M., CORELL, M., SENDRA, E., HERNÁNDEZ, F., STAN, L., *et al.* (2019). Sensory profile and acceptability of hydrosustainable almonds. [Article]. *Foods*, 8(2).
- LIPAN, L., CANO-LAMADRID, M., HERNÁNDEZ, F., SENDRA, E., CORELL, M., VÁZQUEZ-ARAUJO, L., *et al.* (2020). Long-Term Correlation between Water Deficit and Quality Markers in HydroSustainable Almonds. *Agronomy*, 10(10), 1470.
- LIPAN, L., CANO-LAMADRID, M., VÁZQUEZ-ARAUJO, L., ISSA-ISSA, H., NEMS, A., CORELL, M., *et al.* (2021). "HydroSustainable" Concept: How Does Information Influence Consumer Expectations towards Roasted Almonds? *Agronomy-Basel*, 11(11).
- LIPAN, L., MARTÍN-PALOMO, M. J., SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, L., CANO-LAMADRID, M., SENDRA, E., HERNÁNDEZ, F., *et al.* (2019). Almond fruit quality can be improved by means of deficit irrigation strategies. [Article]. *Agricultural Water Management*, 217, 236–242.
- LOEWE MUÑOZ, L.; DEL RÍO, R.; DELARD, C.; BALZARINI, M. (2022). *New Forests* 53:37–55. <https://doi.org/10.1007/s11056-021-09842-5>
- MAGAN, N., & ALDRED, D. (2004). The Role of Spoilage Fungi In Seed Deterioration. *Fungal biotechnology in agricultural, food and environmental application*.
- MARIOTTI, F. (2019). Animal and Plant Protein Sources and Cardiometabolic Health. *Advances in Nutrition*, 10 (Supplement_4), S351–S366. [10.1093/advances/nmy110](https://doi.org/10.1093/advances/nmy110)
- MARTÍN CERDEÑO, V.J. (2017). Consumo de frutos secos en España. Un análisis de los perfiles de la demanda. *Distribución y Consumo*, Vol. 1: 103–110.
- MAZZAGLIA, A.; DRAIS, M.I.; TURCO, S.; SILVESTRI, C.; CRISTOFORI, V.; AYMAMÍ, A.; CASADÓ, V.; ROVIRA, M. (2021). First report of *Erysiphe corylacearum* causing powdery mildew on *Corylus avellana* in Spain. *New Disease Reports*, 44:e12035. DOI:10.1002/ndr.12035.
- MIARNAU, X.; TORGUET, L.; BATLLE, I.; ROMERO, A.; ROVIRA, M.; ALEGRE, S. (2016). Comportamiento agronómico y productivo de las nuevas variedades de almendra. *Revista de Fruticultura*, Especial Almendra 2016, 49: 42–59.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA). Anuario de Estadística Agroalimentaria. Disponible en: www.magrama.gov.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agraras/agricultura/superficies-producciones-anales-cultivos/
- MUÑOZ-ADALIA, E.J.; MEIJER, A.; ABEL, J.; COLINAS, C. ALETÀ, N.; GUÀRDIA, M. (2021). Evaluation of Chestnut Susceptibility to Cryphonectria parasitica: Screening under Controlled Conditions. *Agriculture* 11–115
- MUTKE, S.; CALAMA, R.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S.; MONTERO, G.; GORDO, F.J.; BONO, D.; GIL, L. (2012). Mediterranean Stone Pine: Botany and Horticulture. In *Horticultural Reviews*; Janick, J., Ed.; John Wiley & Sons Inc.: Hoboken, NJ, USA. Volume 39, pp. 153–201.
- MUTKE, S.; GUADAÑO, S.; IGLESIAS, S.; LEÓN, D.; ARRIBAS, S.; GORDO, J.; GIL, L.; MONTERO, G. (2019). Selection and identification of Spanish elite clones for Mediterranean pine nut as orchard crop. *Options Méditerranéennes A*. 112: 71–75.
- NUTFRUIT (2021). Pine Nuts–Statistical Review. *Nutfruit Magazine*, March; p. 76
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). 2011. Retrieved from <https://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>
- PARCERISA, J.; BOATELLA, J.; CODONY, R.; FERRAN, A.; GARCIA, J.; LÓPEZ, A.; RAFEQUES, M.; ROMERO, A. (1993). Influence of variety and geographical origin on the lipid fraction on hazelnuts (*Corylus avellana* L.) from Spain. I. Fatty acid composition. *Food chemistry*, 48: 411–414.
- PAZ, L. I., JANUSZEWSKA, R., SCHOUTETEN, J. J.; VAN IMPE, J. (2021). Challenges of pairing chocolates and nuts: Perceptions, interactions and dynamics of contrasting chocolates with nuts. *Food Research International*, 148, 110620.
- PEREIRA-LÓRENZO, S.; DÍAZ, M.B.; CIORDIA, M.; ASCASIBAR, J.; RAMOS, A.; SAU, F. (2001). Spanish Chestnut Cultivars. *HortScience*. 36(2): 344–347.
- PÉREZ DE LOS COBOS, F.; MARTÍNEZ-GARCÍA, P.J.; ROMERO, A.; MIARNAU, X.; EDUARDO, I.; HOWAD, W.; MNEJJA, M.; DICENTA, F.; SOCIAS I COMPANYY, R.; RUBIO-CABETAS, M.J.; GRADZIEL, T.M.; WHIRTHENSOHN, M.; DUVAL, H.; HOLLAND, D.; ARÚS, P.; VARGAS, F.J.; BATLLE, I. (2021). La genealogía de 220 genotipos de almendra revela dos líneas de mejora principales basadas solamente en tres variedades. *Revista de Fruticultura* 84: 6–25.
- PIQUÉ, M.; COELLO, J.; AMMARI, Y.; ALETÀ, N.; SGHAIER, T.; MUTKE, S. (2017). Grafted stone pine plantations for cone production: Trials on *Pinus pinea* and *Pinus halepensis* rootstocks from Tunisia and Spain. *Options Mediterr.* Ser. A Mediterr. Semin. 122, 17–23.
- RAJARAM, S.; SABATÉ, J. (2008). Nuts, body weight and insulin resistance. *Br. J. Nutr.* 2006, 96, S79–S86.
- REGLAMENTO (CE) No 1881/2006 DE LA COMISIÓN de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Retrieved from <https://www.boe.es/doi/2006/364/L00005-00024.pdf>
- RISSO, D. S., HOWARD, L., VAN WAES, C.; DRAYNA, D. (2015). A potential trigger for pine mouth: a case of a homozygous phenylthiocarbamide taster. *Nutrition Research*, 35(12), 1122–1125.
- ROBIN, C.; HEINIGER, U. (2001). Chestnut blight in Europe: Diversity of *Cryphonectria parasitica*, hypovirulence and biocontrol. *For. Snow Landsc. Res.* 76, 361–367.
- ROMEO-ARROYO, E., MORA, M., VÁZQUEZ-ARAUJO, L. (2020). Consumer behavior in confinement times: Food choice and cooking attitudes in Spain. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 21, 100226. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100226>
- ROVIRA, M.; FERREIRA, J.J.; TOUS, J. (2008). Prospección de avellanos (*Corylus avellana* L.) en Asturias. *Fruticultura Profesional*, 174: 16–23.
- ROVIRA, M.; GATELL, J.M.; PEZZOLLA, A.; CLIMENT, M.; BARRIOS, G.; ROMERO, A. (2021). Elitos provocados por la actividad trófica del chinche *Palomema prasina* L. en las avellanas: caída prematura y manchas blancas en el grano. *Revista de Fruticultura*, 81: 50–63.
- ROVIRA, M.; HERMOSO, J.F.; ROMERO, A.; BATLLE, I. (2015). Las nuevas plantaciones de avellano injertado. *Especial Frutos Secos. Vida Rural* 200. Año XXII–15. Nº 404: 44–48.
- ROVIRA, M.; HERMOSO, J.F.; RUFAT, J.; CRISTOFORI, V.; SILVESTRI, C.; ROMERO, A. (2022). Agronomical and Physiological behaviour of Spanish hazelnut selection 'Negret–N–9', grafted on non-suckering rootstocks. *Frontiers in Plant Science*, 12: 1–12.
- ROVIRA, M.; HERMOSO, J.F.; TOUS, J.; ROMERO, A. (2013). Comportamiento de la variedad de avellano 'Negret' injertada sobre patrones no rebrotantes. *Crisol*, núm. 32.
- SARDA, B., DELAMAIRE, C., SERRY, A.–J.; DUCROT, P. (2022). Changes in home cooking and culinary practices among the French population during the COVID–19 lockdown. *Appetite*, 168, 105743. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105743>
- SHIRMOHAMMADI, M.; FIELKE, J. (2017). Conditioning reduces kernel damage when impact shelling almonds. [Article]. *International Journal of Food Engineering*, 13(8).
- SOCIAS I COMPANYY, R.; COUCEIRO, J.F. (2014). Frutos Secos. Almendra y pistachero. La fruticultura del siglo XXI en España. Hueso, J.J.; Cuevas J. (coordinadores). Ed. Cajamar Caja Rural, 157–181. www.publicacionescajamar.es
- TORGUET, L.; BATLLE, I.; ALEGRE, S.; MIARNAU, X. (2016). Nuevas plagas y enfermedades emergentes, una amenaza para el cultivo del almendra en España. *Revista de Fruticultura*, Especial Almendra 2016, 49: 152–165.
- UDAYARAJAN, C. T., MOHAN, K.; NISHA, P. (2022). Tree nuts: Treasure mine for prebiotic and probiotic dairy free vegan products. *Trends in Food Science & Technology*, 124, 208–218.
- VARGAS, F.J. (2005). Árboles productores de frutos secos. Origen, descripción, distribución y producción. Frutos secos, salud y culturas mediterráneas. SALAS, J.; ROS, E.; SABATÉ J. (editores). Ed. Glosa: 21–54.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS WHO. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID–19) Situation Report – 51. Disponible en: <https://www.who.int/publications/m/item/situation-report-51>