

El avellano

Situación actual y

nueva propuesta

productiva en alta

densidad



AGROMILLORA

It's in our nature

Ignasi Iglesias

2D Technical Manager
Agromillora Group



El Avellano

01

Introducción

02

**Producción,
intercambios
comerciales y
consumo de
frutos secos**

03

**La situación del
cultivo
en España**

04

**Sistemas de
conducción
y evolución en
especies
leñosas**

05

**Sistemas de
conducción y
evolución en
avellano**

06

**La experiencia
del avellano
en alta densidad
y el
modelo
propuesto**

07

**Diseño y manejo
de la plantación
en
alta densidad:
factores a
considerar**

08

**Producción
de planta,
variedades y
polinizadores**

09

**Orientación de
las líneas**

10

**Distancia entre
líneas**

11

**Distancia entre
árboles**

12

Poda

13

**Forma y volumen
de la copa**

14

**Hábito de
crecimiento del
avellano**

15

Recolección

16

**Producciones,
costes e ingresos**



Introducción

Se describe la situación del cultivo del avellano por países, con especial referencia a Italia y España, en lo referido a producciones, importaciones, exportaciones y consumo. Tanto la producción mundial como el consumo presentan un incremento sostenido a lo largo de la última década.

Las variedades producidas son específicas de cada país y adaptadas a sus condiciones edafo-climáticas y mercados. Los sistemas de plantación muestran en todo el mundo una tendencia a la intensificación, con la generalización de árboles monotronco, con menor volumen de copa y una mecanización creciente de poda y recolección. Italia cuenta con una superficie de 86.235 ha y una producción de 143.000 t/año. En España el avellano ocupa 13.000 ha, con una producción anual de 9.500 toneladas, muy inferior al consumo nacional y su cultivo se basa en plantaciones en vaso multitrongo, con variedades tradicionales como 'Negret' o 'Pauetet'.

Se propone la formación de un seto con una densidad de plantación de 1.250 árboles/ha, un volumen de copa de en torno a los 14.000 m³/ha, mecanizable casi en su totalidad, con unas producciones esperadas contando con las variedades tradicionales o las nuevas variedades superiores al vaso tradicional. La intensificación de las plantaciones implica un menor volumen de copa con respecto al vaso tradicional, posibilita la reducción del período improductivo, la mecanización de las operaciones de cultivo y un uso más eficiente de los inputs que conducen a una producción más sostenible..

El avellano es un fruto seco cultivado en numerosos países del mundo a lo largo de los siglos y en los últimos años al igual que otros frutos secos, ha adquirido una importancia especial por el hecho de que el consumo crece constantemente y a mayor ritmo que la producción. Así el consumo mundial pasó de 357.993 t a 466.594 t en el período 2013-2018, mientras que para el mismo período la producción se incrementó de 469.908 a 530.000 t. Ello debido al aumento de las importaciones por países como China, Rusia o Canadá. Este escenario unido a la mejora constante de la tecnología del cultivo, a las nuevas variedades, a la percepción por el consumidor como un fruto saludable y sostenible en su producción y al rol de importantes empresas transformadoras y comercializadoras, abre interesantes perspectivas a un cultivo tradicional en que la innovación tecnológica ha sido menor comparado con otras especies.

Se exponen a continuación los principales aspectos relativos a su producción, exportaciones y consumo para pasar después a la producción y características del cultivo por países en particular Italia y España. Se exponen posteriormente los principios del sistema propuesto en alta densidad en base a la experiencia del almendro, en particular referentes al diseño de la plantación, variedades, marcos de plantación y poda.



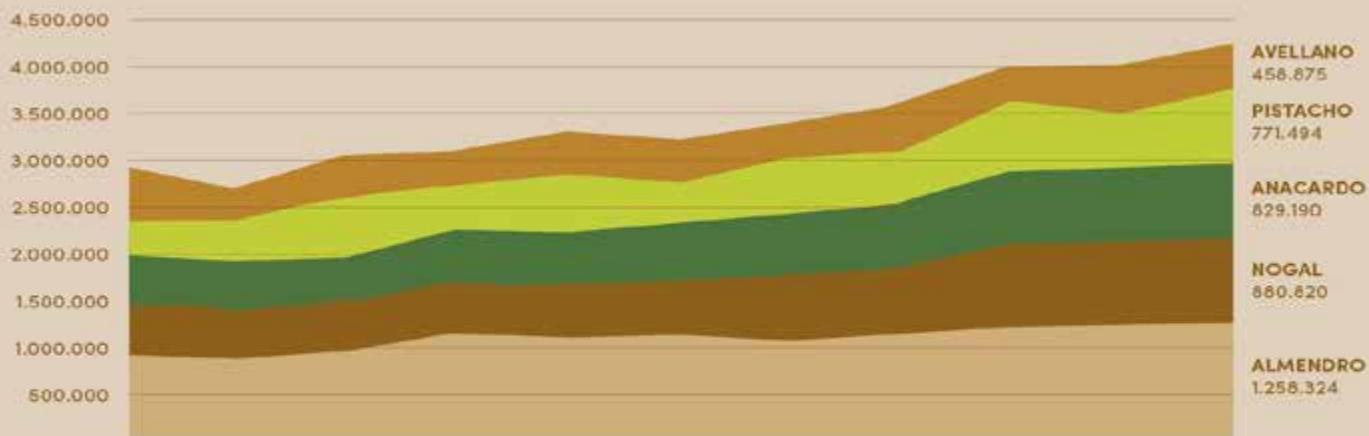


Figura 1. Evolución de la producción mundial de frutos secos a lo largo del periodo 2008/08-2018/19 en t grano (excepto pistacho). Fuente: Statistical Yearbook 2018/2019 INC.

En lo referente a las importaciones y considerando su valor, el primer importador mundial es Canadá (18,4%), seguido de China (17,9%), Vietnam (15%) e Italia (9%). España se sitúa en el octavo lugar con el 2% del valor total.

02

Producción, intercambios comerciales y consumo de frutos secos

El análisis de la evolución de la producción mundial de frutos secos a lo largo del período 2008/09 a 2018/2019, muestra una tendencia creciente. Particularmente importante ha sido el incremento del nogal, del pistacho y del almendro, mientras que el avellano y el anacardo están mostrando incrementos menores (Figura 1). La INC (International Nut & Dried Fruit Council), prevé una producción total de frutos secos a corto plazo de 4,5M t, gracias sobre todo a un incremento sostenido de la producción de nueces (969 mil toneladas +10%) y avellanas (530 mil toneladas de producto pelado, +15%), esta última atribuible a los nuevos desarrollos de este cultivo en Turquía, Chile, Francia y España.

El cultivo del avellano se caracteriza por una amplia dispersión geográfica, que se corresponde con las áreas que disponen de las condiciones edafoclimáticas apropiadas para su cultivo. La

producción mundial media de las campañas 2017/2018 y 2018/2019 fue de 520.135 t en grano y su evolución muestra una tendencia claramente alcista (Figura 2).

El primer productor es Turquía que con el 63% de la producción sigue siendo el líder mundial. Le sigue a notable distancia Italia con el 13%, Azerbaijan (6%) y Georgia y USA, ambas con el 4%. España tan solo aporta el 2% se sitúa en el noveno lugar del ranking mundial. Este incremento de la producción se debe al aumento de la superficie productiva registrada en Italia, pero también en Azerbaijan (+63%), Georgia (+23%) y USA (+22%), y en nuevos territorios como Chile o Sudáfrica (Tosi, 2019).

Las exportaciones mundiales alcanzaron en 2018 las 265.580 t, lo que equivale al 58% de la producción y evidencia la importancia de los intercambios globales. Turquía es también el primer exportador con el 66% del total, seguido por Italia (Figura 3). En lo referente a las importaciones y considerando su valor, el primer importador mundial es Canadá (18,4%), seguido de China (17,9%), Vietnam (15%) e Italia (9%).

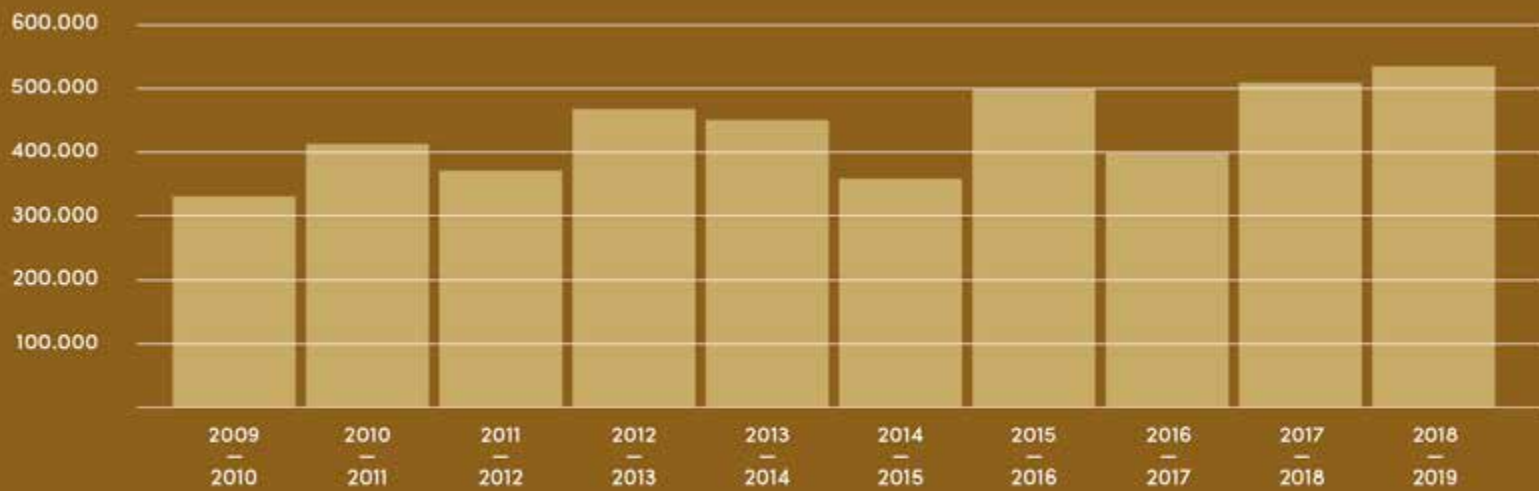


Figura 2. Evolución de la producción mundial de avellana grano (t) a lo largo del periodo 2009-2019.

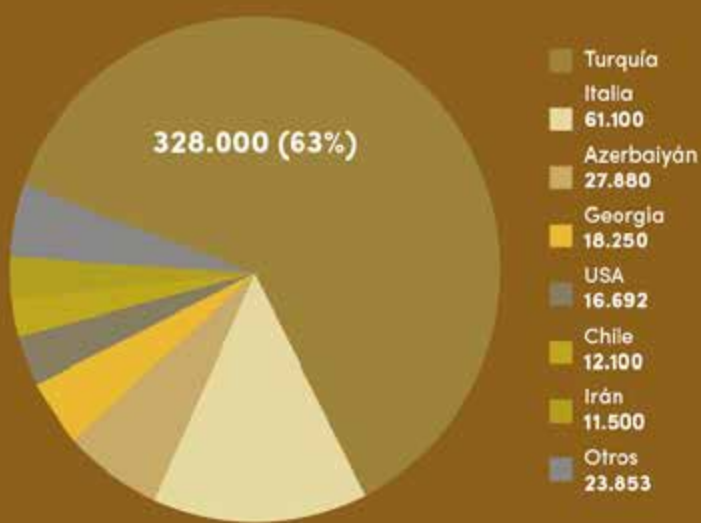


Figura 2.1. Distribución geográfica de la producción media de las campañas 2017/2018 y 2018/2019, por países. Fuente: Tosi, 2019.

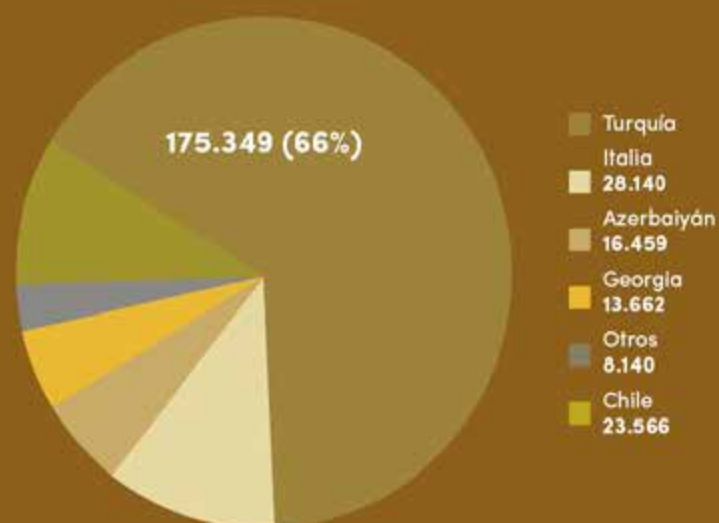


Figura 3. Exportaciones totales (t de avellana grano) por países productores (%), considerando la media de las campañas 2017/2018 y 2018/2019. Fuente: Tosi, 2019.

	2013		2014		2015		2016		2017	
	x 1.000t	Kg/cap.-año	x 1.000t	Kg/cap.-año	x 1.000t	Kg/cap.-año	x 1.000t	Kg/cap.-año	x 1.000t	Kg/cap.-año
Italia	88.227	1,945	79.130	1,771	89.473	1,995	78.000	1,750	83.921	1,888
Alemania	61.676	1,509	51.252	1,262	58.615	1,453	55.572	1,357	60.640	1,477
Turquía	65.000	1,777	60.531	1,596	40.000	1,017	60.000	1,509	50.000	1,232
Franca	26.145	1,661	24.699	1,492	27.181	1,688	25.290	1,563	24.099	1,485
Polonia	6.673	0,908	7.633	0,822	11.494	1,191	3.449	0,361	11.979	1,256
Canadá	9.596	0,852	9.504	0,816	12.652	1,067	11.331	0,946	11.647	1,256
España	12.343	1,536	11.000	0,466	12.228	0,530	10.038	0,433	10.596	0,457
Rusia	9.168	0,258	11.217	0,318	6.200	0,173	5.479	0,152	10.595	0,295
China	2.742	0,008	2.683	0,008	4.485	0,013	3.690	0,011	10.595	0,015
USA	6.003	0,059	4.477	0,043	2.979	0,028	6.712	0,063	5.250	0,049
TOTAL	357.993	0,052	433.270	0,063	380.915	0,053	436.015	0,059	466.594	0,062

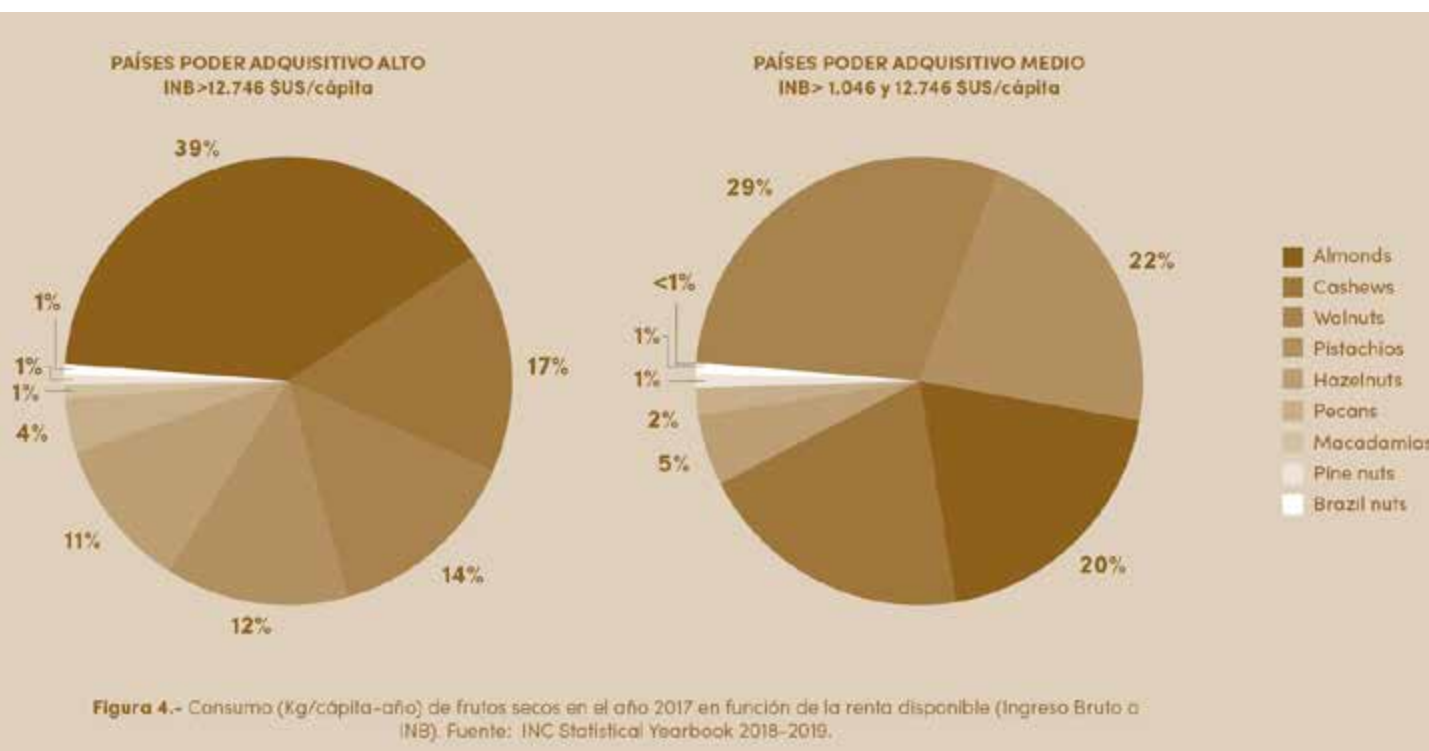
Tabla 1.- Consumo mundial de avellana por países en miles de t y en kg/cápita-año* a lo largo del periodo 2013-2017. Fuente: International Nut and Dried Fruit Council. (*): consumo per cápita estimado en base a la población efectiva que consume avellanas con respecto al total referido a toda la población.

España se sitúa en el octavo lugar con el 2% del valor total. El comercio mundial de avellana se complementa con importantes intercambios comerciales entre hemisferios y tiene como principales países Turquía, Azerbaiyán, China, Europa y Chile.

El consumo mundial medio de avellana sigue una tendencia alcista, habiendo pasado de 357.993 t (0,052 kg/cápita- año) en el año 2013 a 466.594 t (0,062 kg/cápita-año) en 2017 (INC, 2018). Este incremento ha sido particularmente importante en China, país que está escalando gradualmente la clasificación de los países de mayor consumo, situándose como el primer consumidor del mundo, y en Rusia, ambos países demográficamente muy importantes y con un elevado potencial de crecimiento. En otros países como Italia, Alemania, Francia o España, entre otros, tiende a disminuir ligeramente (Tabla 1). De hecho, el consumo global sigue creciendo a un ritmo superior al crecimiento de las nuevas plantaciones y de la producción. La INC cifró el incremento mundial del consumo en más del 30% desde el año 2013 al 2017.

En 2019 China se convirtió en el tercer destino de la avellana turca, sólo por detrás en número de las exportaciones realizadas a Italia y Alemania. Las avellanas y los productos elaborados con las mismas se sitúan en el primer puesto en valor de las importaciones chinas, con un valor de 71 millones de dólares (un 101% más que el año anterior). En Italia la demanda se ve muy favorecida en el mercado interno por el valor que atribuyen los consumidores a los factores de bienestar asociados a su consumo y a los de sostenibilidad ligados a su producción, pero también juegan de forma importante factores externos.

Ante esta situación los grandes grupos comercializadores empujan a la instalación de nuevas plantaciones con acuerdos beneficiosos para los agricultores. El análisis global del mercado del avellano muestra una clara tendencia alcista por el aumento del consumo, en particular en el continente asiático. Esta tendencia puede beneficiar tanto a Italia como a otros países productores, a parte de la guerra comercial USA-China. Actualmente el gigante asiático impone a la importación de avellana un 10% de tasas.



Un aspecto importante es conocer y cuantificar como afecta la renta per cápita o el poder adquisitivo de la población al consumo de los frutos secos. En la **Figura 4** se exponen los datos elaborados por la INC correspondientes al año 2017, para países con alto poder adquisitivo y para aquellos con un poder adquisitivo medio. Puede observarse que a mayor poder adquisitivo el consumo de avellana se duplica con respecto a los de menor poder adquisitivo.

Analizando la producción por países, Turquía se basa en parcelas pequeñas (de 0,5 a 1 ha), con una baja mecanización de las operaciones del cultivo, con recolección, secado y almacenamiento tradicionales, lo que dificulta obtener una calidad garantizada en el tiempo. Ello unido a la peculiar situación socio-política y a la cambiaria paridad de su moneda, añade incertidumbre y ha conllevado en la última década a que los compradores busquen otros países proveedores. El cultivo se basa en variedades tradicionales de cada región como 'Çakildak', 'Tombul', 'Palaz', 'Karafindik' y se sitúa en una amplia franja transversal que ocupa numerosas regiones del norte del país bordeando el mar Negro.



Los datos expuestos constituyen indicadores claros de que el cultivo del avellano no es una burbuja como sostienen sus detractores, sino una realidad destinada a crecer y a perdurar en el tiempo.



El Estado de Oregón (USA) con el 4% de la producción mundial se sitúa en el cuarto lugar junto con Georgia. La producción se basa en parcelas de dimensión media (de 20 a 40 ha), con un crecimiento continuo de las nuevas plantaciones, cada vez más intensivas, que reemplazan a las viejas plantaciones. Elevado grado de mecanización y coste muy elevado de la tierra y de la mano de obra.

Se cultivan principalmente variedades para mesa destacando 'Barcelona', 'Jefferson' (tolerante al Eastern Filbert Blight o EFB) y 'Ennis' junto con otras variedades del programa de mejora de la Universidad de Oregón (USA) como 'Sacajawea', 'Yamhill' o 'Mc-Donald', tolerantes o resistentes al EFB, y destinadas al mercado de industria.

De hecho, dada la notable incidencia de esta enfermedad en el Estado de Oregón, la tolerancia o resistencia a la misma, es el primer factor a considerar en la elección varietal y justifica en gran parte el objetivo más importante del programa de mejora genética de dicha universidad.

Por superficie ocupada, el almendro es la más importante y difundida, seguido a larga distancia por el nogal y el avellano.

Georgia ocupa el cuarto lugar en el ranking mundial de la producción. El avellano se cultiva en parcelas pequeñas, de 1 a 5 ha, con baja mecanización por las pendientes y baja tecnología por la dificultad de encontrar insumos y maquinaria. Ello unido a la alta pluviometría afecta negativamente a la calidad. Hay que destacar como principal plaga la BMSB (*Halyomorpha halys*) o Asioanstinkbug. La principal variedad cultivada es 'Atababa'.

En Chile, sexto productor del mundo y quinto exportador, el cultivo del avellano se encuentra en fase de plena expansión por sus peculiares características edafo-climáticas las mejores del hemisferio sur, disponibilidad de tierra y agua, limitado riesgo de enfermedades, elevada mecanización, calidad, trazabilidad y desarrollo tecnológico, unido a un entorno económico favorable (Ellena et al., 2013). Las parcelas son de dimensiones notables, entre 50 y 100 ha. 'Barcelona' y 'Tonda di Giffoni' son las dos variedades más importantes.

Italia es el segundo productor del mundo con una producción media anual de los años 2017 y 2018 de 143.000 t de avellana en cáscara (13% de la producción mundial) y una proyección futura estimada en 150.000 t. Esta especie ocupaba en 2019 una superficie de 86.400 ha, 13.000 más con respecto al 2015. Para el sector productor se basa en plantaciones de dimensión pequeña y media, mecanización concentrada en algunas regiones, un coste elevado de la tierra y de la mano de obra y ofrecer un producto de calidad. Las producciones muestran importantes variaciones anuales dependiendo

de las condiciones climáticas adversas en las fases más críticas del cultivo, como son las altas temperaturas en la época de floración y de la incidencia de plagas como la chinche asiática *Halyomorpha halys*, que se concentra principalmente en el norte.

Años con bajas producciones obligan a elevadas importaciones como ocurrió en la campaña 2014- 2015 con una producción escasa que condujo a la importación de 106.000 t, superiores a la producción de ese mismo año. La superficie cultivada actualmente es de 86.400 ha (ISTAT), y la superficie en producción ha crecido más de lo que lo ha hecho en Turquía y en el resto del mundo (+18% en cuatro años). Las regiones más importantes son la Campania (32%), el Lacio (31%) y el Piamonte (25%), con un crecimiento en las dos últimas y una disminución en las áreas de montaña Sicilia y Liguria.

La variedad 'Tonda di Giffoni' aporta más de la mitad de la producción nacional, seguida por 'Tonda Gentile delle Langhe' o 'TGDL', ambas representan el 85% del total, seguidas por 'Tonda Romana', 'San Giovanni', 'Moratella', 'Camponica' o 'Barcelona', entre otras. En un tercer lugar y a notable distancia se encuentra 'Nocchione', seguida por 'Barcelona', casi testimonial. La producción viverística ha alcanzado una notable especialización y tecnificación, e indica de forma nítida la polarización de las nuevas plantaciones en muy pocas variedades.

Así en el año 2019 la producción anual de planta "calificada" fue de 1.378.000 plantas de las 2.604.000 producidas en el ámbito del programa "Qualificazione Nocciolo Ferrero/Civi-Italia" y de las 3.465.000 plantas totales producidas en Italia. La producción viverística se polariza básicamente en una variedad 'Tonda di Giffoni' (Catalano et al., 2019; Corte et al., 2019).

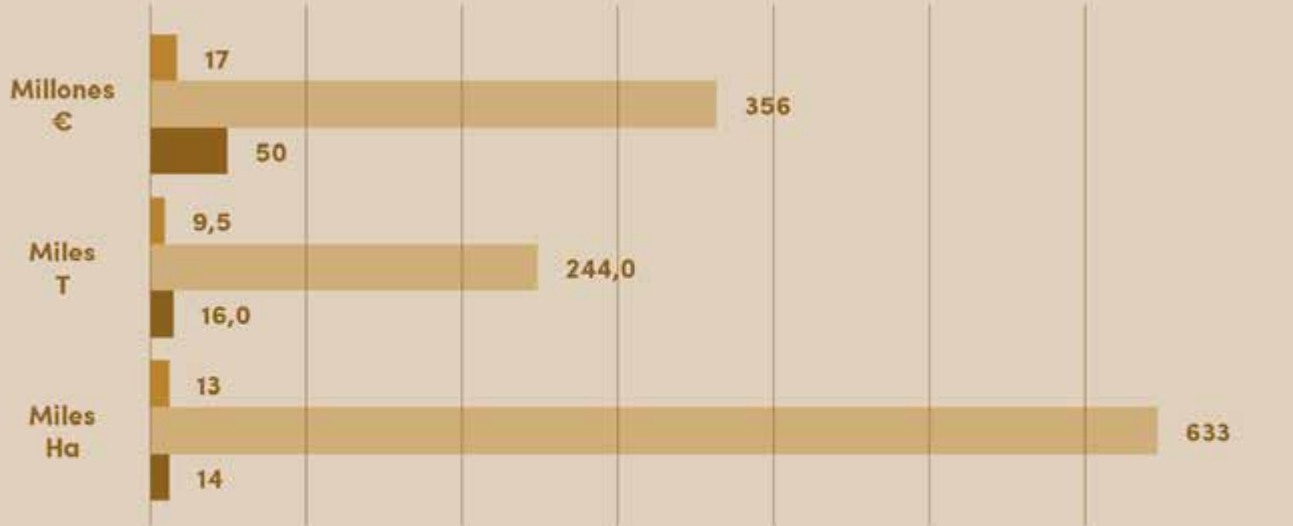


Figura 5. Superficies ocupadas en España por el avellano, almendro y nogal, producciones en cascara y valor de las mismas para el año 2018. Fuente MAPA.

En lo referido a costes, el coste total de implantación del cultivo varía entre 7.700 (referencia, empresa familiar) y 8.700 €/ha (emprendedor puro) y el de producción 5.052 €/ha-año (emprendedor puro), para una plantación de 20 ha de superficie. Considerando una producción media anual de 2.400 kg/ha de avellana cascara el coste de producción oscila entre 1,7 y 2,1 €/kg, según el tipo de productor (Palmiere y Pirazzoli, 2019).

Paralelamente al incremento de superficies, los precios en Italia han experimentado desde el año 2012 una revalorización del 12%, el doble con respecto a lo ocurrido a nivel mundial, y cuatro veces más si se comparan con los de Turquía. El constante incremento de la superficie destinada a este cultivo se ha debido en gran parte a los precios razonablemente buenos y constantes comparados por ejemplo con los de la fruta fresca.

Ello demuestra que el origen y el “Made in Italy” son todavía un aspecto fundamental junto al buen hacer de los agricultores. Esto ha conllevado a acuerdos sectoriales establecidos e impulsados por las grandes empresas transformadoras, con una fuerte demanda en origen por el concepto de bienestar y de sostenibilidad que están originando la reconversión de áreas enteras dedicadas tradicionalmente a la fruta fresca, casi en

crisis permanente en el caso de la futa de hueso, hacia el cultivo del avellano, basado en empresas agrarias con elevada especialización y profesionalidad, con una alta orientación a la sostenibilidad, más fácil en el avellano que en otras especies leñosas.

Además del factor sostenibilidad y rentabilidad, en Italia la producción de avellana se sitúa en zonas rurales donde los agricultores and modelado secularmente el territorio y su paisaje, sin agricultores desaparece la tutela del medio ambiente y consecuentemente el atractivo del medio rural, ya sean zonas de avellano, de almendro u olivo (Sansavini, 2019). El impulso transmitido por los proyectos de la cadena de suministros a la agricultura italiana no alcanza el objetivo, de aumentar la masa crítica de la avellana italiana en los mercados mundiales. Italia posee no obstante una gran experiencia en este cultivo que requiere capacidad de asociación. Los acuerdos entre los distintos eslabones del sector están contribuyendo a difundir su know how. Pero para el acierto tanto en la parte productiva como comercial, es preciso seguir mirando lo que sucede en los mercados internacionales. En definitiva, un nuevo horizonte de rentabilidad para un cultivo tradicional gracias al know how desarrollado por el sector productor y las empresas transformadoras.

Los datos expuestos constituyen indicadores claros de que el cultivo del avellano no es una burbuja como sostienen sus detractores, sino una realidad destinada a crecer y a perdurar en el tiempo. Su asociación directa por los consumidores con los valores de salud y bienestar personal, sostenibilidad, tipicidad y tradición, son los factores que están guiando la adquisición de productos top del sector agroalimentario en todo el mundo; cada una de estas cuestiones es una flecha en el arco del cultivo del avellano.

Se trata de un tren en marcha, que gracias a la innovación en toda la cadena de valor, acapara las miradas en un entorno de crisis de rentabilidad de la mayoría de los productos agrícolas como es el caso de los cereales o la fruta dulce en Europa.

03

La situación del cultivo en España

El almendro, el nogal y el avellano son tres especies de frutos secos cultivadas en diversas zonas de la geografía española. Por superficie ocupada, el almendro es la más importante y difundida, seguido a larga distancia por el nogal y el avellano, esta última con una superficie en 2018 de 13.000 ha. La producción anual de avellana cascara en España se sitúa entre 9.000 y 10.000 t/año, con tendencia a disminuir debido al bajo margen neto de este cultivo para los productores. Con tan solo el 2% de la superficie con respecto al almendro, el avellano y el nogal aportan en valor de la producción el 5% y el 14%, respectivamente (Figura 5).

El avellano en España se sitúa mayoritariamente en Cataluña con el 91% de la superficie y el 92% de la producción nacional. De manera testimonial se cultiva también en la cornisa cantábrica (Asturias, País Vasco, Navarra, La Rioja, Aragón, etc.). Considerando Cataluña, el 92% de la producción se sitúa en Tarragona y el 7% en Girona. En muchas regiones la producción se basa en árboles diseminados sin apenas plantaciones regulares (Figura 6). Su producción está basada en empresas familiares con una superficie media de 3 ha.

Agronómicamente el avellano es un cultivo muy atractivo para los productores dado que requiere menos tratamientos fitosanitarios con respecto a los frutales, la recolección y la poda se realizan mayoritariamente de forma mecánica, lo que resulta en menores gastos de explotación y posibilita su cultivo a tiempo parcial en explotaciones de dimensión pequeña o media.

La principal limitación actual es la rentabilidad del cultivo que por diversas razones ligadas a la tecnología de producción y estructurales no alcanzan las cotizaciones deseables. Para vislumbrar en España un nuevo horizonte de rentabilidad y buenas perspectivas futuras hace falta implementar el know how requerido tanto desde el punto de vista de la producción como de las empresas transformadoras y comercializadoras.



Figura 6. Distribución de la superficie de avellano en España correspondiente al año 2018 en plantaciones regulares y en árboles diseminados de las misma para el año 2018. Fuente MAPA.

Situar un cultivo en las zonas más próximas posible a su hábitat óptimo constituye siempre un factor de competitividad al reducir los costes de producción. De entre estos factores los más determinantes para el avellano son el clima y el suelo. En el primer caso tanto las temperaturas invernales como estivales y la acumulación de horas frío y horas calor necesarias para completar su ciclo anual son determinantes.

Conocer la pluviometría anual y su distribución en el tiempo también es fundamental si no se dispone de riego. En la **Figura 7** se muestra el mapa de distribución de pluviometría anual en España, observándose amplias zonas geográficas con pluviometrías superiores a los 500 mm anuales, a las que hay que añadir importantes áreas regables en numerosas regiones del Valle del Ebro, Castilla-León, Extremadura y Andalucía.

En el caso del suelo, pH neutro o ácido, suelos fértiles y bien drenados con un buen contenido de materia orgánica sean los óptimos, para favorecer el desarrollo de su sistema radicular que es superficial. Ambos factores suelo y clima suelen coincidir con las zonas de mayor pluviometría como es toda el área norte y determinadas zonas del oeste y sur del país. El avellano tiene unos requerimientos hídricos inferiores a otras especies frutales. El disponer de la aportación hídrica adecuada en las fases críticas del cultivo, de marzo a agosto se dan las máximas necesidades, es esencial para asegurar las producciones en cantidad y calidad.



Ambos factores suelo y clima suelen coincidir con las zonas de mayor pluviometría como es toda el área norte y determinadas zonas del oeste y sur del país. El avellano tiene unos requerimientos hídricos inferiores a otras especies frutales.



Figura 7.
Mapa pluviométrico de España con cinco clases de pluviometría.
Fuente: Iglesias, 2020.

En definitiva, se dispone en España de importantes superficies de cultivo dedicadas en la actualidad de forma mayoritaria a los cultivos extensivos, que aúnan tanto la disponibilidad de agua como las condiciones edafo-climáticas para el cultivo del avellano. Sin embargo, es también cierto que la tecnología del cultivo puede suplir en gran parte la disponibilidad de las condiciones edafo-climáticas óptimas de un área en concreto. Así la experiencia iniciada hace cuatro años en la Finca La Porxina (Mequinenza, Zaragoza) con la plantación de diversas variedades de avellano, demuestra que un óptimo manejo del riego y de la fertilización permiten compensar de

En los frutos secos el coste de la recolección no es el más importante, dado que permiten un grado importante de mecanización, por lo que la transición hacia sistemas más intensivos ha sido más lenta.

forma eficiente los factores clima y suelo cuando estos son distantes de los considerados como óptimos para la especie. De hecho, en esta zona del Valle del Ebro las pluviometrías anuales son inferiores a los 400 mm anuales, el pH es superior a 8 y la caliza activa superior al 12%. A pesar de ello, los avellanos muestran en su quinto año de plantación un perfecto desarrollo.

En lo referido a variedades y siendo Tarragona la principal provincia productora, la producción está basada en variedades tradicionales con fruto de calibre mediano- pequeño para usos industriales. En las plantaciones, se aprecia diversidad varietal, cultivándose alrededor de 8-10 variedades locales. La principal variedad es 'Negret' (65% de la superficie), muy apreciada por el sector por su gran aptitud industrial y

por sus cualidades comerciales (Romero et al. 1997). También hay mucho interés por la variedad local 'Pauetet', parecida a 'Negret'. Desde hace algunos años, se están realizando plantaciones con las variedades italianas 'Tonda di Giffoni' y 'San Giovanni', muy bien adaptadas a las zonas de cultivo de Tarragona (Rovira et al. 2017).

Entre otras variedades locales destacar 'Gironell' (en zonas llanas de regadío), 'Culplà', 'Grifoll', 'Morell' y 'Ribet' (en áreas de montaña, 300-800 m de altitud), o 'Vermellet' que se encuentra diseminada por casi todas las zonas de cultivo de Tarragona. Desde hace algunos años, agricultores de zonas más frías de montaña, plantan variedades de calibre grande, destinadas al mercado de consumo de mesa, como la variedad local 'Castanyera' ('Barcelona'), la americana 'Ennis' o las francesas 'Corabel' y 'Merveille de Bolwiler'.

04

Sistemas de conducción y evolución en especies leñosas

Un análisis de la evolución de los sistemas de conducción de las diferentes especies de fruta dulce y de fruta seca, muestra de una forma inequívoca la tendencia a la intensificación, asociada de forma inequívoca a una mayor eficiencia y sostenibilidad. Destacar entre otras ventajas la reducción del período improductivo, la mecanización más o menos importante según especies de operaciones como la poda y la recolección y la mayor eficiencia de los inputs, en particular de los tratamientos fitosanitarios, el agua y los fertilizantes.

Es decir, sistemas más eficientes y por lo tanto más sostenibles tanto desde el punto de vista medioambiental como de las rentas de los productores, en particular en cultivos con buenas perspectivas como los frutos secos. Las diferentes especies de fruta dulce han marcado hace décadas la pauta hacia una intensificación progresiva de las plantaciones, árboles más pequeños y copas bidimensionales, ante la necesidad imperativa de reducir los costes de producción y en particular de la mano de obra para la poda, el aclareo de frutos y la recolección, operaciones más difíciles de mecanización integral.

El manzano ha sido la especie de referencia por disponer ya desde principios del siglo XX de un patrón enanizante como es el M9. En los frutos secos el coste de la recolección no es el más importante, dado que permiten un grado importante de mecanización, por lo que la transición hacia sistemas más intensivos ha sido más lenta.

Así en almendro, las primeras plantaciones en alta densidad con el uso del patrón enanizante

RP-20 se realizaron hace poco más de 10 años; en la actualidad se cuenta con más de 5.000 ha a escala mundial, principalmente en España y Portugal. En este caso el modelo seguido se basa conceptualmente en el seto del olivo iniciado hace 25 años de la mano de Agromillora. Se basa en árboles con copas de pequeño volumen y bidimensionales para facilitar la mecanización, en particular la poda y la recolección con máquinas cabalgantes.

05 Sistemas de conducción y evolución en avellano

El avellano se ha cultivado tradicionalmente sobre sus propias raíces con variedades bien adaptadas a las diferentes zonas de cultivo. En lo referido a sistemas de formación, el más común en todo el mundo ha sido el vaso de volumen variable, amplios marcos de plantación (10 x 10, 8 x 7, 7 x 6, 6 x 5 m...), árboles multi-tronco o con múltiples pies, lo que con la poda oportuna permite la renovación y longevidad de las plantaciones.

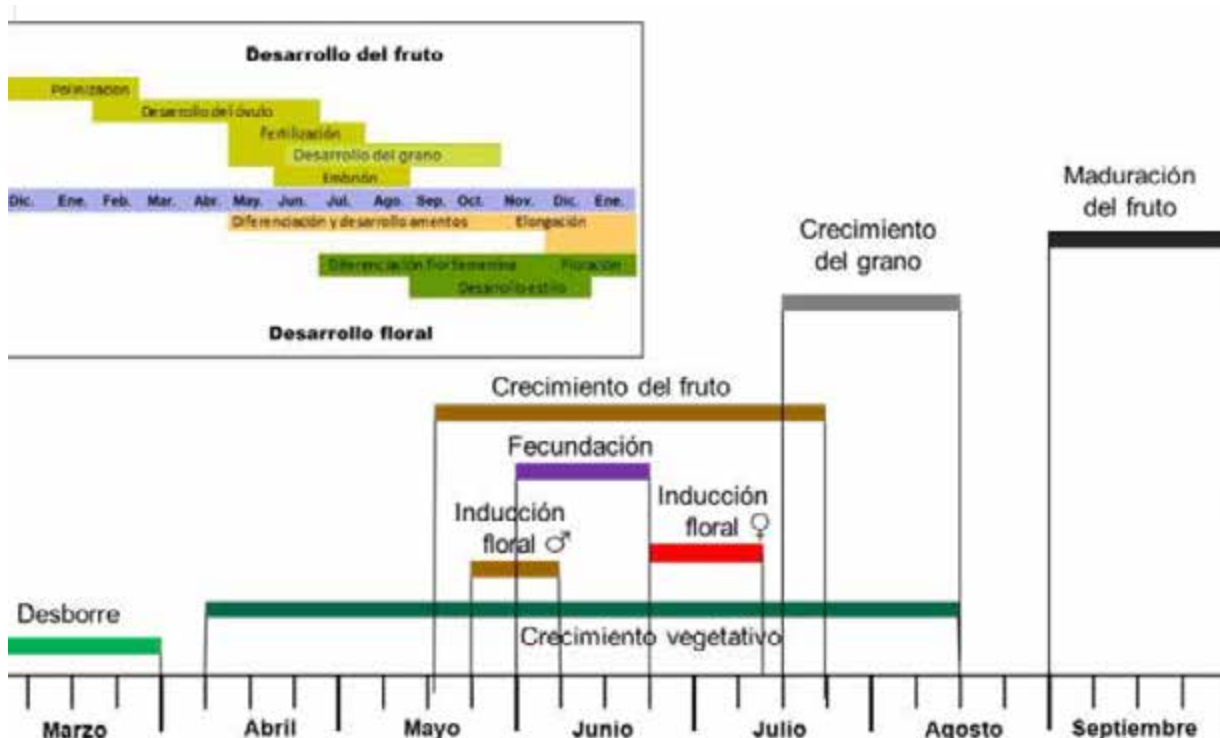


Figura 12: Superior: desarrollo de la flor y del fruto del avellano. Adaptado de "Pollination and Nut velopment", Oregon State University, 2013. Inferior: Estadios de desarrollo del avellano en el suroeste Francia a lo largo de su periodo vegetativo. Adaptado de INRA en: "Le Noisetier", Ctifl (France).



Figura 15: Diferencias en el porte y la ramificación de dos variedades de avellano en el CITYCEX. A la izquierda 'Tonda Gentile delle Langhe', a la derecha 'Yamhill'.

Las operaciones de poda se realizan manualmente con la eliminación de troncos o ramas secas y el aclareo de la base del árbol. En este sistema muy extensivo los árboles apenas se podan durante los primeros 5 o 10 años. El hecho de utilizar bajas densidades de plantación, a pesar de mecanizarse completamente la recolección, conlleva a una lenta entrada en producción.

La utilización de árboles multi-tronco y voluminosos encarece los costes de producción, en particular la mano de obra para eliminación de rebrotes y conlleva además a que los tratamientos fitosanitarios sean poco eficientes. Con el envejecimiento de las plantaciones y el no control de volumen de copa éste se incrementa progresivamente, aumentando las áreas de sombreado o improductivas, disminuyendo tanto la productividad como la rentabilidad al igual que ocurre en otras especies de frutos secos. Realizando una mirada retrospectiva a lo acaecido en otras especies leñosas es evidente que queda un largo camino por recorrer en los referidos a sistemas de conducción y que este camino pasa por la progresiva intensificación de las plantaciones.

Ello posibilita una entrada en producción más rápida, la mecanización de la poda y una reducción de los costes de producción, manteniendo la productividad. Esta transición hacia árboles más pequeños se inició hace más de una década en Estados Unidos (Oregón) y

Chile, donde se pasó en algunas plantaciones comerciales a marcos de plantación más estrechos (5 x 3 o 5 x 2,5 m) para reducir el periodo improductivo, sin apenas poda los primeros cinco años, para pasar a eliminar la mitad de los árboles a partir del 5º año. Esta experiencia ha servido de base para la propuesta productiva que se expone a continuación del avellano en seto, mejorándola gracias a la aplicación de la poda anual desde la plantación para así controlar el volumen de copa, adaptarla al espacio asignado y al mismo tiempo reducir el período improductivo sin la necesidad de eliminar la mitad de los árboles. Considerando los países donde la innovación en la tecnología del cultivo es mayor, se aprecia en los últimos años una clara tendencia en el diseño de las nuevas plantaciones que se traduce en:

» **Mayores densidades de plantación con la reducción de las distancias entre líneas y entre árboles, pasando 70 a marcos de hasta 5 x 2 m lo que supone un incremento de la densidad de más del 400% y consecuentemente una entrada en producción más rápida.**

» **Árboles de menor volumen con copas controladas mediante poda mecánica y más eficientes en el uso de inputs.**

» **Plantaciones mono-tronco que facilitan el mantenimiento y la poda, reduciendo los costes de producción.**

» Cultivo mayoritariamente de las variedades sobre sus propias raíces sin injertar.

» Desarrollo de nuevas variedades, principalmente en Oregón (USA), que aportan resistencias a determinadas enfermedades fúngicas y bacterianas y mejoras en la producción, el calibre y la calidad organoléptica de los frutos.

06

La experiencia del avellano en alta densidad y el modelo propuesto

El almendro en seto o SHD (Super High Density), ha constituido el modelo de referencia para el desarrollo del avellano en seto o en alta densidad. Pero es preciso especificar algunas diferencias notables entre especies y que afectan al sistema de conducción:

El avellano produce sobre madera de un año, es decir del año anterior, similar al olivo, por lo tanto, diferente de la mayoría de las variedades de

almendro que producen en ramilletes de mayo. La hoja es de tamaño considerable en comparación con el almendro, por lo que la distribución de la luz en el interior de la copa merecerá una especial atención al diseñar la forma, definir el volumen de la copa y la poda a realizar en árboles adultos. Los períodos de diferenciación, inducción floral, crecimiento de la cascara y del grano son diferentes a los del almendro y deberán tenerse en cuenta en el momento de realizar las podas en verde.

La recolección no se realiza con máquinas cabalgantes lo que permite un mayor volumen de copa y una forma geométrica diferente (Figuras 12 y 15). El avellano junto con el pistachero son las especies de fruto secos que se ha incorporado recientemente al modelo de plantaciones en alta densidad. Así la primera plantación de avellano en alta densidad se realizó en la Finca Experimental de La Porchina (Mequinenza, Zaragoza), en base a la experiencia del almendro en seto iniciada en el año 2013. Las características de la parcela de ensayo son las siguientes:

» Plantación de las primeras variedades en otoño 2015. En 2020 se encuentran en su quinto año de plantación.

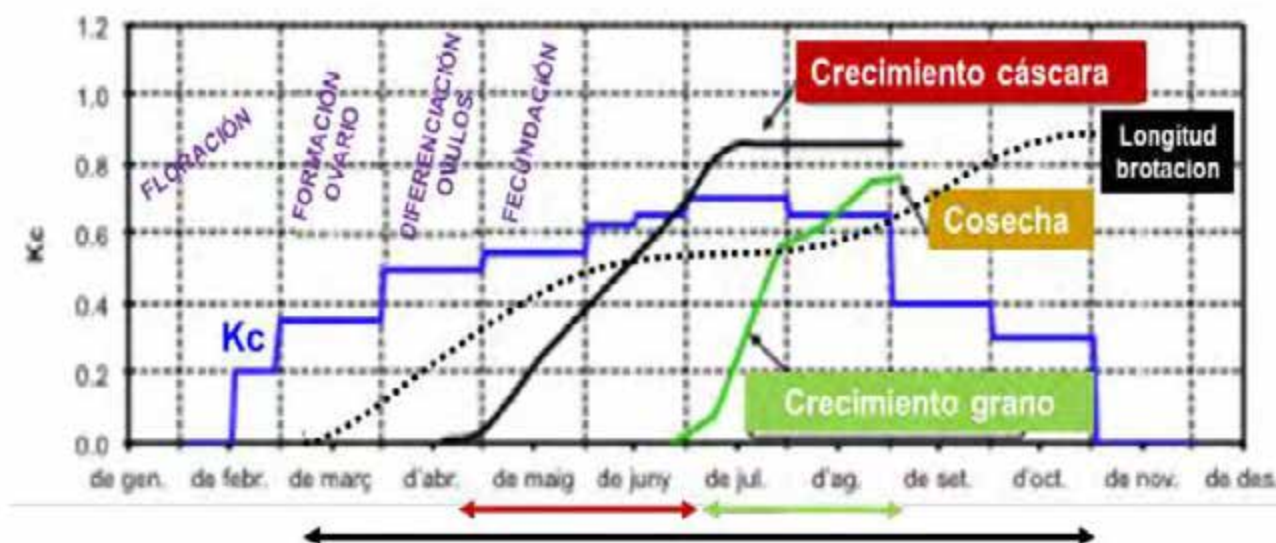


Figura 13: Ciclo anual del avellano indicando los diferentes estados fenológicos y la Kc. Fuente: adaptado de IRTA.

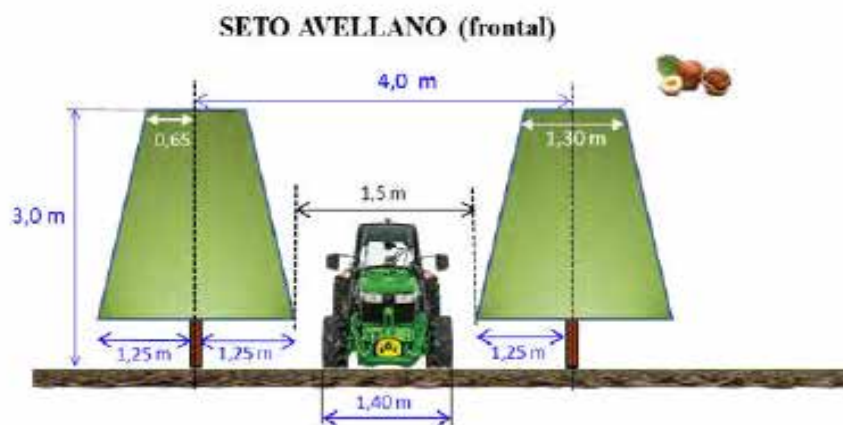
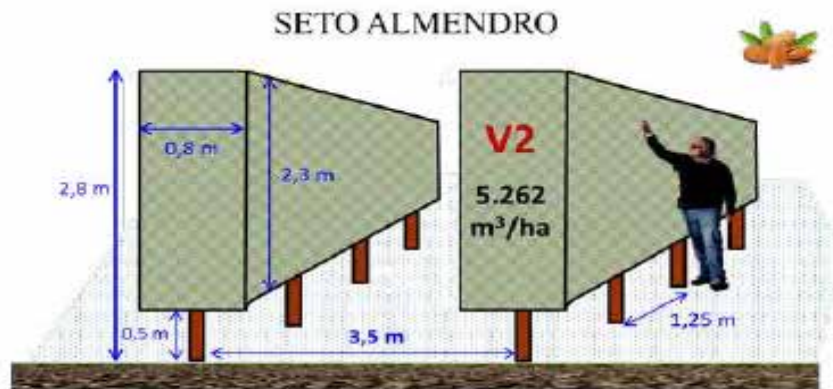


Figura 14: Sistemas de formación para el seto del almendro (superior) y del avellano (centro e inferior), con los correspondientes marcos de plantación y volúmenes productivos.

» Portainjerto: 'Dundee' para algunas variedades, aunque mayoritariamente se trata de variedades autoenraizadas.

» Marco de plantación: 3,5 x 1,20 m (2.381 árboles/ha), similar al utilizado en almendro en seto.

» Sistema de formación: seto con

despunte progresivos en verde.

» Tipo de árbol: monotonco.

» Variedades: europeas y americanas, injertadas o sobre sus raíces con plántones de una altura de 45 cm.

07

Diseño y manejo de la plantación en alta densidad: factores a considerar

El diseño de la plantación es básico para obtener producciones acordes en cantidad, calidad y durabilidad en el tiempo acordes con el potencial productivo de la variedad. Se exponen a continuación los principales factores a considerar para el diseño de una plantación en alta densidad, considerando también las variedades.

08

Producción de planta, variedades y polinizadores

La disponibilidad de plantones de calidad garantizada tanto desde el punto de vista de la autenticidad varietal y de su estado sanitario es clave para la moderna fruticultura y por supuesto en avellano. Esta especie se ha cultivado tradicionalmente sobre sus propias raíces y el uso de planta injertada es minoritario en comparación de otras especies leñosas.

Tradicionalmente el origen de la planta era a partir de los rebrotes de la base de los árboles en plantaciones comerciales, lo que condujo a un deficiente estado sanitario y frecuentemente a la mezcla de material vegetal de la propia variedad con el procedente de frutos germinados.

Desde hace ya varias décadas la situación mejoró sustancialmente gracias a la producción de planta de vivero por corte, recalce y anillado. Así el origen de la planta madre está controlado y también la autenticidad varietal/clonal y su estado sanitario, con la producción de los autoenraizados en

campo abierto con una tecnología similar a otras especies frutales como el manzano. Este sistema de producción expone a la planta a factores bióticos del suelo y del ambiente lo que puede afectar a su estado sanitario que será más difícil de controlar y garantizar.

Contrariamente, ya desde hace décadas se están utilizando otras técnicas de propagación como la micropropagación o propagación in vitro. En este caso y al realizarse el proceso en invernadero de forma totalmente controlada ambientalmente asegura la garantía sanitaria y la homogeneidad de la planta.

Por supuesto, al tratarse de una propagación clonal, las plantas serán idénticas genéticamente o clones, aunándose la homogeneidad de las plantas y su perfecto estado sanitario.

Este tipo de propagación aporta pues ventajas muy importantes respecto al método tradicional a campo abierto y es ya utilizado por numerosas empresas viverísticas para la producción de avellana como Agromillora, con más de 20 años de experiencia en la producción de este nuevo formato de planta.

Las variedades actualmente disponibles son mayoritariamente de dos procedencias: europeas y americanas. Ambas presentan diferencias importantes en cuanto a su comportamiento agronómico, tamaño de fruto, aptitud industrial o en fresco y período vegetativo.

Así las procedentes de Oregón inician su brotación con un retraso considerable con respecto a las europeas. Una de las enfermedades de mayor importancia en Oregón (USA) es la Eastern Filbert Blight (EFB), enfermedad causada por el hongo *Anisogramma anomala*, frente a la cual se han obtenido numerosas variedades resistentes por el programa de mejora genética de la

Variedades polinizadoras	Fertile de Coutard S ₁ , S ₂	Ennis S ₁ , S ₁₁	Corabel* S ₃ , S ₁	Segorbe S ₉ , S ₂₃	Pauetet S ₁₈ , S ₁	Tonda di Giffoni S ₂ , S ₂₃	Negret S ₁₀ , S ₂₂	Butler S ₃ , S ₂	Jemtegaard-5 S ₃ , S ₂	Mreveil de Bollwiller S ₈ , S ₁₅
Variedades hembras										
Fertile de Coutard S ₁ , S ₂										
Ennis S ₁ , S ₁₁										
Corabel* S ₃ , S ₁										
Segorbe S ₉ , S ₂₃										
Pauetet S ₁₈ , S ₁										
Tonda di Giffoni S ₂ , S ₂₃										
Negret S ₁₀ , S ₂₂										
Butler S ₃ , S ₂										
Jemtegaard-5 S ₃ , S ₂										

Tabla 2: Compatibilidad polínica entre 10 variedades de avellano, indicándose los alelos de incompatibilidad. Fuente: 'Le Noisetier', Ctifl (France).

Universidad de Oregón (Mehlenbacher, 2018). De entre las diferentes variedades destacar:

» **Europeas: 'Tonda Giffoni', 'Tonda Romana', 'Tonda Gentile delle Langhe', 'Barcelona', 'Negret', 'Pauetet', etc.**

» **Americanas: básicamente procedentes de Oregón: 'Ennis', 'Yamhill', 'Jefferson', 'Theta', 'Sacajawea', etc.**

Es importante destacar que la aptitud para la industria o para su consumo en fresco depende en gran parte de la variedad y que muchas de ellas poseen doble aptitud.

Así en las variedades destinadas a su uso industrial, el calibre no va a ser un factor determinante, pero si lo es en las destinadas al consumo en fresco. En el grupo de aptitud industrial, destacar entre otras 'Tonda Gentile delle Langue' (muy valorada en Italia), 'Tonda di Giffoni', 'Tonda Romana', 'Negret' o 'Pauetet'. Para consumo en fresco son 'Ennis', 'Barcelona', 'Jefferson', 'Yamhill' o 'Tetha'.

El avellano (*Corylus avellana* L.), es una especie monoica, es decir, tiene flores femeninas y masculinas (en amentos) sobre el mismo pie.

Su polinización es estrictamente anemófila (por el viento); posee dicogamia, es decir, las flores masculinas y femeninas del mismo árbol/variedad maduran desfasadas, por lo que no coinciden en el tiempo. Otro factor de importancia es que es autoincompatible y presenta incompatibilidad genética cruzada, o sea, no todas las variedades sirven como polinizadores, aunque coincidan en el tiempo.

Más del 90% de las variedades son protándricas, lo que significa que los amentos maduran antes que las flores femeninas. Todas estas características, además de las condiciones climáticas durante el desarrollo de los órganos reproductivos y la época en que se realiza la polinización (invierno), desembocarán en que el avellano se enfrente a determinados problemas (Ellena et al., 2013). Por lo mismo, las recomendaciones apuntan siempre a que se disponga de variedades polinizadoras en la plantación establecidas para proporcionar polen, más aún cuando no existan en los alrededores avellanos silvestres.

Y es que, pese a que la transferencia de polen o polinización en pleno invierno, la fertilización propiamente tal -unión de gametos femeninos y masculinos, y formación de la semilla comestible- solo

ocurre tres a cuatro meses después, lo que en la práctica hace más complejo todo el proceso (Figuras 13 y 14). Por todo ello, un aspecto clave en el diseño de la plantación y que va a incidir de forma directa en las producciones es la correcta elección de las variedades y de sus correspondientes polinizadores así como su número y disposición en el campo. Las variedades polinizadoras en plantaciones de alta densidad, como el modelo propuesto a continuación, deberán disponerse en líneas enteras para facilitar el manejo de la recolección y a razón del 8 al 12%. Se recomienda una línea o hilera de variedad polinizadora por cada 6 o por cada 9 líneas de variedad a polinizar (según

autores) y al mismo tiempo utilizar al menos dos variedades polinizadoras. Éstas deberán presentar una floración constante a lo largo de los años y situarse en la parte de la parcela que favorezca su dispersión con la dirección del viento dominante. En las Tablas 2 y 3 se indican las variedades a polinizar en la parte izquierda y las variedades polinizadoras y por tanto de polen compatible en la parte superior derecha de la tabla.

Para la compatibilidad entre variedades, además de concordar en el tiempo la fecha de floración (variedad a polinizar) y la de liberación de polen (variedad polinizadora), depende la

	POLLEN		BARCELONA	CASINA	DORRIS	ENNIS	EPSILON	ETA	FELIX	GAMMA	HALLS GIANT	JEFFERSON	LEWIS	MCDONALD	POLLY O	SACAJAWEA	SANTIAM	THETA	WEPSTER	WILLAMETTE	YAMHILL	YORK
	PARENT ♂																					
FEMALE	Alleles			10	1			11	15		5		3					5				
PARENT ♀	Expressed		1	21	12	1	1	26	21	10	15	3	8	15	10	1	3	15	1	3	8	21
BARCELONA	1	2																				
CASINA	10	21																				
DORRIS	1	12																				
ENNIS	1	11																				
EPSILON	1	4																				
ETA	11	26																				
FELIX	15	21																				
GAMMA	2	10																				
HALLS GIANT	5	15																				
JEFFERSON	1	3																				
LEWIS	3	8																				
MCDONALD	2	15																				
POLLY O	2	10																				
SACAJAWEA	1	22																				
SANTIAM	3	15																				
THETA	5	15																				
WEPSTER	1	2																				
WILLAMETTE	1	3																				
YAMHILL	8	26																				
YORK	2	21																				

BOLD indicates Gasaway resistance. Allele number expressed in pollen (top row) will NOT pollinate if the same number is in the flower (left side). For example, JEFFERSON will pollinate BARCELONA, but BARCELONA will NOT pollinate JEFFERSON.
* Read chart from left to right – Then refer up to identify pollinizer

Tabla 3: Compatibilidad polínica de variedades de avellano, indicándose los alelos de incompatibilidad. Fuente: Oregon State University, Hazelnut Breeding Program (USA).

combinación alélica que se muestra en las **Tablas 2 y 3**. Así la presencia de un alelo común entre las dos variedades (y que éste sea dominante en la variedad polinizadora) hace que la combinación sea incompatible. Los alelos subrayados en la parte superior son dominantes o codominantes a nivel de polen. En blanco cruzamientos incompatibles, Cruzamientos compatibles.

Este tipo de propagación aporta pues ventajas muy importantes respecto al método tradicional a campo abierto y es ya utilizado por numerosas empresas viverísticas para la producción de avellana.



Figura 8: La orientación de las líneas deberá ser siempre que sea posible N-S (Foto: G. Rutigliano).

09

Orientación de las líneas

La correcta orientación de las líneas es importante para asegurar la óptima distribución de la radiación solar a ambos lados de la copa de los árboles y a lo largo del período vegetativo. Por ello, la plantación deberá realizarse siempre en la dirección N-S (**Figura 8**).

10

Distancia entre líneas

La distancia entre líneas es importante, dado que junto con la separación entre árboles definen la densidad de plantación y por tanto la rapidez

de entrada en producción, pero también la producción en la plantación adulta. A mayor densidad de plantación, antes la copa de los árboles ocupa el espacio asignado y más pronto se alcanzará la plena producción, pero mayor será también es el coste de plantación.

Deberá por tanto encontrarse el punto óptimo entre la densidad de plantación y el equilibrio vegetación-producción en árboles adultos.

Para optimizar el potencial productivo de una plantación, la separación entre líneas depende principalmente de la altura de los árboles, a mayor altura mayor separación. La norma general es por cada 1 m de interlinea 1 m de altura, pero esta relación deberá corregirse por la latitud, como se ilustra en la **Figura 9**.

En el caso del avellano se establece para las plantaciones en alta densidad una separación entre líneas de 4m, superiores por tanto al almendro en SHD, debido también a que la altura de la copa es mayor y la interlinea deberá posibilitar la recolección mecanizada.

Otro factor de importancia es que es autoincompatible y presenta incompatibilidad genética cruzada, o sea, no todas las variedades sirven como polinizadores, aunque coincidan en el tiempo.

11

Distancia entre árboles

La distancia entre árboles, junto con la separación entre líneas, determina la densidad de plantación, el volumen de copa y el potencial productivo por unidad de superficie. En avellano no se dispone de patrones enanizantes. Tampoco suelen injertarse las variedades que mayoritariamente son de vigor medio-alto. En base a la experiencia experimental previa, se ha establecido para las primeras plantaciones comerciales una distancia entre árboles de 2 m, tal como se observa en la Figura 10. Entre líneas

se ha fijado una distancia de 4 m, por tanto, el marco de plantación será de 4 x 2 m, lo que equivale a 1.250 árboles/ha.

12

Poda

Al igual que en el seto de olivo o de almendro, en el del avellano podemos distinguir la poda de formación y la poda de producción. La poda de formación se realiza a lo largo del período vegetativo de los dos o tres primeros años (Figuras 10 y 11) y tiene por objetivo la multiplicación de las ramas para así ocupar el volumen asignado a cada árbol de la forma más rápida y efectiva (Figura 11).

La multiplicación de las ramas se realiza por despuntes o pinzamientos repetidos en verde, entre 2 y 4 por año según variedad, vigor y longitud del período vegetativo. El primer despunte se realiza de forma manual cuando los brotes del año alcanzan los 30-50 cm de longitud, dependiendo de la variedad y de su aptitud a la ramificación. Así en variedades con poca aptitud a la ramificación y de porte erecto (Figura 8, derecha), los despuntes se realizarán

Figura 9: Separación y altura entre las líneas de una plantación de avellano en seto función de la latitud, considerando que su orientación es N-S.

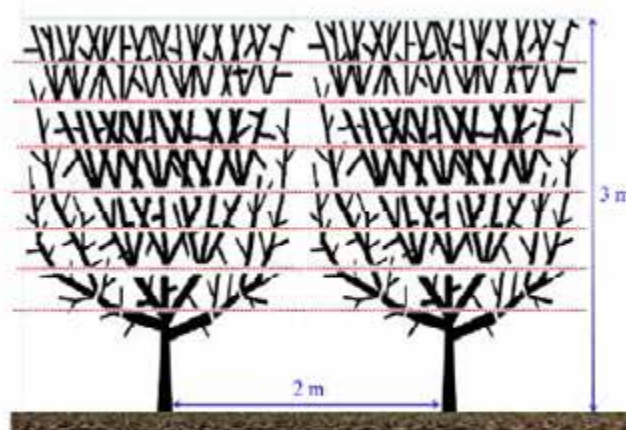
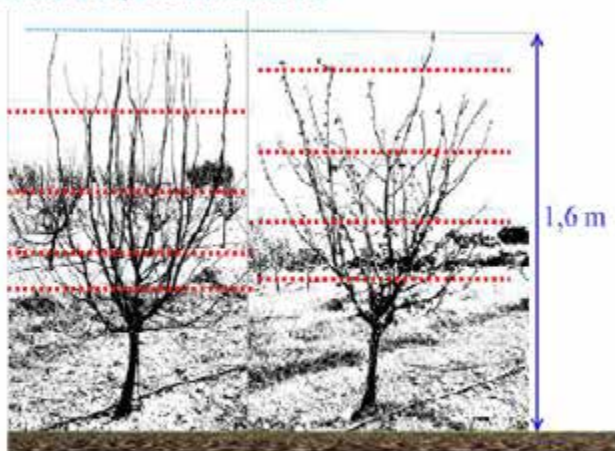


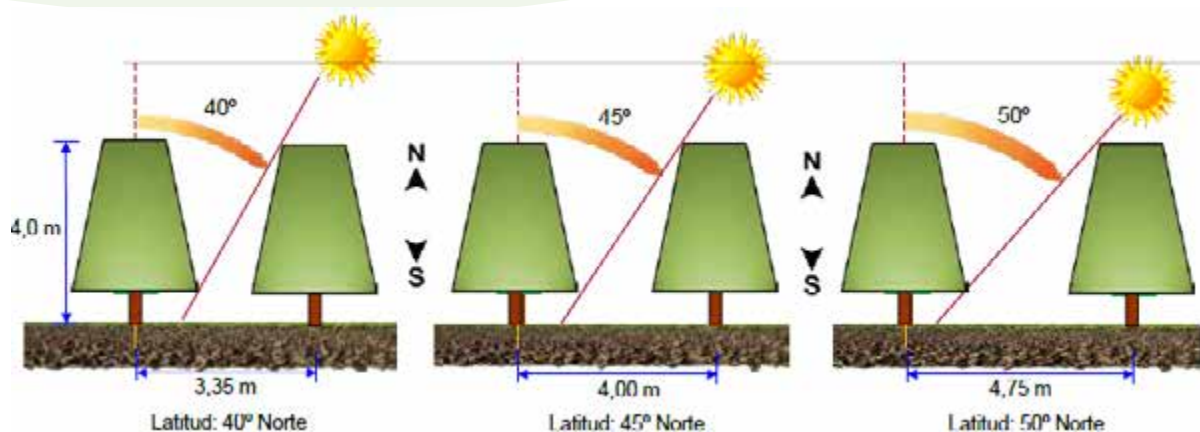
Figura 10: Vista frontal de la copa de los avellanos en seto al final de su segundo año (izquierda) variedades 'Jefferson' y 'Tonda Gentile Trilobata' (árbol derecha). Esquema de la ramificación en árboles adultos, indicando los despuntes realizados y la altura del árbol (esquema derecha).

antes y en mayor número. El segundo despunte y consecutivos pueden realizarse de forma manual con espada corta-seto, pero habitualmente se realizan de forma mecánica con una barra de discos o de doble cuchilla.

En cualquier caso, será siempre necesario realizar de forma manual la poda entre árboles, donde no alcanza la cuchilla, en el período de formación (1-3 primeros años). Ello permite asegurar la multiplicación de las ramas y asegurar la ocupación del espacio entre los mismos de forma eficiente, especialmente en la parte baja de los mismos (Figura 11). Las

primeras producciones se obtendrán en el tercer año y en el cuarto o quinto se alcanzará la plena producción.

La poda de producción se realizará en árboles a partir del cuarto año y ya en plena producción. El objetivo es mantener constante el volumen de la copa a lo largo de los años y así mantener la eficiencia en el uso de las máquinas, de los inputs y de la mano de obra necesaria. En esta fase de producción, si el manejo de la plantación es el adecuado, el vigor de los árboles deberá estar controlado por lo que la energía del árbol deberá focalizarse principalmente en



la producción y la preparación de la cosecha del año siguiente. Por supuesto se trata de una poda que a partir del tercer año es casi completamente mecanizada con discos o doble cuchilla tal como se indica en la Figura 11.

En árboles adultos deberá evaluarse la necesidad de la eliminación de forma manual ramas enteras (al igual que en el seto del olivo), para mejorar la distribución de luz en el interior de la copa, imprescindible para mantenerla productiva. Ésta poda será también necesaria en el caso de que el vigor del árbol disminuya demasiado y para sanear la copa de los árboles eliminando ramas secas, rotas o dañadas por la maquinaria.

En cuanto a los momentos de realización de la poda de producción, es importante tener en cuenta el ciclo anual del avellano para saber cuándo tiene lugar el desarrollo floral y del grano. Las épocas de ocurrencia de dichos procesos en Oregón y en el suroeste de Francia, se indican en la Figura 12. esencial para asegurar las producciones en cantidad y calidad. Si a las fases de desarrollo de la cascara y del grano expuestas en la Figura 12, se añaden las de crecimiento de los brotes, podemos observar de forma conjunta el ciclo vegetativo y reproductivo anual del avellano en la Figura 13. Las época de realización de la poda en verde en el período de formación no tienen más importancia al no interferir en la producción y su objetivo es tan solo multiplicar el número de ramas para ocupar el espacio asignado a cada árbol.

En árboles en producción y como se acaba de exponer, la poda consistirá en mantener constante el volumen de copa mediante uno o dos pases de poda. El primer despunte será opcional y dependerá del vigor de la planta, de la variedad y de la producción.

Se realizará a finales de mayo-principios de junio, época coincidente con la fase de crecimiento de la cáscara (Figura 13), diferenciación y desarrollo de los amentos, la fertilización y desarrollo del fruto y formación del embrión (Figura 12). El segundo despunte es obligatorio y se denomina también de retorno. Se realizará después de la recolección (septiembre- noviembre) y su objetivo es mantener constante el volumen de copa en árboles adultos.

Esta poda coincide con la fase de diferenciación de la flor femenina y desarrollo del estilo (Figura 12). En principio y en base a las experiencias disponibles, la intervención o las dos intervenciones anuales de poda en verde mencionadas en árboles en producción no deberían interferir con ninguna fase crítica del ciclo de desarrollo de la flor o del fruto del avellano.

Cabe recordar finalmente que las podas en verde por el hecho de eliminar parte de los brotes y hojas reducen la actividad fotosintética disminuyendo la disponibilidad de fotoasimilados por la planta, por lo que su efecto es debilitante, en particular la realizada en el mes de mayo. Después de la recolección este efecto es menor cuanto más se aleje de la misma dado que el crecimiento vegetativo ya ha finalizado.

13

Forma y volumen de la copa

La forma de la copa unido a la densidad de plantación, definen el volumen de copa por unidad de superficie y por tanto la producción potencial de la plantación. La fisiología del avellano es sustancialmente diferente a la del almendro como lo testimonian sus hábitos y fases de crecimiento (Figuras 12 y 13) y sus centros de biodiversidad como origen de ambas especies.

Así, mientras el almendro es la típica especie constituyente de la trilogía mediterránea junto con la viña y el olivo, el avellano es la clásica especie atlántica.

El almendro presenta hojas pequeñas con una morfología diferencial en altura y con una superficie pequeña y de forma acicular que le permite una buena adaptación al estrés hídrico, típico de climas cálidos.

Contrariamente, el avellano como especie típica de zonas húmedas de montaña y hábitat en el sotobosque se ha adaptado a captar la luz de forma eficiente disponiendo de amplias hojas. Dichas consideraciones, unidas al concepto diferencial de seto con respecto al del almendro en la mecanización de la recolección dan lugar a formas y volúmenes de copa muy diferenciados, tal y como se observa en la Figura 14.

El seto en almendro debe posibilitar la recolección con máquinas cabalgantes y ello obliga a trabajar con anchuras de seto de entre 80 y 100 cm y con una altura total de alrededor de 2,70-2,90 m. En avellano al realizarse la recolección por aspiración del suelo, la copa no presenta limitación alguna ni en anchura ni en altura. Ésta deberá adaptarse solamente a la densidad

de plantación establecida posibilitando el tránsito de la maquinaria de poda, del mantenimiento del suelo, de los tratamientos fitosanitarios y de la recolección.

Además, por ser esta copa más ancha que un seto de olivo o de almendro, ésta deberá adoptar una forma trapezoidal que facilite la entrada de la luz al interior de la copa, tal y como se expone en las Figuras 11 y 14. El almendro se ha considerado como referencia en cuanto al concepto de seto.

En concreto para la Figura 14 se ha elegido la denominada Versión 2 o V-2 con un marco de plantación de 3,25 x 1,25 que corresponde a un volumen de copa de 5.262 m³/ha (Iglesias, 2020). En el avellano el marco de plantación propuesto para el modelo es de 4 x 2 m y una altura del árbol de alrededor de 3 m lo que equivale a un volumen de copa de 14.250 m³/ha. La distancia libre en la interlinea es de 1,5 m que posibilita el paso de la maquinaria. La proyección vertical de la copa supone una superficie sombreada en

árboles adultos próxima al 65% del total.

Las dimensiones del seto y el marco de plantación expuestos podrán ir ajustándose en el futuro según localidades, condiciones edafoclimáticas, variedades y respuesta productiva. Ello requerirá un importante esfuerzo en investigación y desarrollo con el objetivo de conocer aspectos tan importantes como el volumen y la forma de copa óptimos, épocas de realización de la poda según variedades y los marcos de plantación a elegir y su interacción con la variedad.

14

Hábito de crecimiento del avellano

Como en la mayoría de especies leñosas, en el avellano se dan diferencias muy importantes entre variedades en lo referido al hábito de crecimiento, vigor y ramificación (Figura 15).

VIGOR	MUY BAJO	BAJO	INTERMEDIO	ALTO	MUY ALTO
VARIETADES	«IMPERIALE DE TRÉBIZONDE» «101» «ROJO»	«NEGRET» «TOMBUL» «TONDA GENTILE ROMANA»	«TONDA GIFFONI» «TONDA GENTILE DELLE LANGUE» «ENNIS»	«NOCCHIONE» «PAUETET»	«BUTLER» «SAN GIOVANNI» «SEGORBE» «BARCELONA»
PORTE	MUY ERECTO	ERECTO	SEMI-ERECTO	EXPANDIDO	CAÍDO-PÉNDULO
VARIETADES	«DAVIANA»	«BUTLER» «SAN GIOVANNI» «PAUETET» «SEGORBE»	«TONDDI GIFFONI» «TONDA GENTILE DELLE LANGUE» «TONDA ROMANA» «NEGRET» «ENNIS»	«MORELL» «TOMBUL»	«IMPERIALE DE TRÉBIZONDE» «PALAZ» «TORCIDO»
RAMIFICACIÓN	ESCASA	INTERMEDIA	DENSA		
VARIETADES	«BUTLER» «TONDA GENTILE ROMANA»	«TONDA GENTILE DELLE LANGHE» «NEGRET»	«ENNIS»		

Tabla 4: Clasificación de las variedades de avellano en función de su vigor (superior), porte (centro) y aptitud a la ramificación (inferior). Fuente: Ellena et al., 2013.

CONCEPTO	TRADICIONAL (6 X 3 M) €/HA	INTENSIVO (4 X 2 M) €/HA
COSTE DE PLANTACIÓN	5.500	7.700
COSTE AMORTIZACIÓN/AÑO (25 AÑOS)	220	308
COSTE OPORTUNIDAD TIERRA	400	400
COSTES ANUALES DIRECTOS:		
TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS (2 INSECT. + 1 FUNGIC.)	350	290
FERTILIZACIÓN Y RIEGO	600	550
PODA (MECÁNICA + MANUAL)	250	160
MANTENIMIENTO SUELO (PICADORA INTERLÍNEA: 200 + HERBICIDA BANDA: 120)	320	320
AHILERADO Y RECOLECCIÓN AVELLANA	340	390
LIMPIEZA, SECADO, ALMACENAJE, TRANSPORTE	120	110
OTROS	50	50
COSTE TOTAL (SIN AMORTIZACIÓN NI COSTE DE OPORTUNIDAD)	2030	1870
COSTE TOTAL	2650	2578

Tabla 5: Coste de plantación, costes de producción, recolección y procesado y su desglose para 1 ha de avellano en cultivo tradicional y en el modelo intensivo.

Así, la tipología del árbol es diferente, siendo el vigor de las plantas un factor de tipo genético. Esta característica, junto a los hábitos de crecimiento y la densidad de ramas o aptitud a la ramificación se exponen en la [Tabla 4](#).

Al igual como ocurre en el almendro, para el avellano en seto, las variedades mejor adaptadas serán las de porte semi-erecto y expandido, de vigor medio y bien ramificadas. Así, un vigor medio permite una mayor facilidad de control en suelos fértiles o muy fértiles. La buena ramificación unido al porte abierto o semiabierto permiten una ocupación más fácil del volumen asignado a cada árbol, con respecto a variedades poco ramificadas de porte erecto.

14

Recolección

Se han expuesto anteriormente los criterios para el diseño de la plantación y para la conducción de los árboles en un seto de volumen más reducido con respecto al sistema tradicional, por el hecho de tratarse de menores distancias de plantación.

Las dimensiones expuestas de mismo ([Figura 15](#)) habilitan una interlinea de 1,5 m de anchura que posibilita el uso de la maquinaria adecuada tanto para los tratamientos fitosanitarios, como para el mantenimiento del suelo y la recolección.

Ésta se realizará de forma totalmente mecanizada. En el avellano, la dimensión del seto es mayor a la del almendro, dado que la recolección no se realiza con máquina cabalgante por la peculiar fructificación y maduración de la avellana. Es por ello que las avellanas se recolectaran del suelo con los frutos caídos de forma natural del árbol. Para evitar la excesiva permanencia en el suelo, con el riego que supone de enfermedades y de alteraciones en el color, la recolección se realizará normalmente en dos pases, aunque dependiendo de la variedad, en climas más lluviosos y húmedos pueden ser necesarios tres pases. Para ello se utilizará una máquina barredora-ahileradora que situará la avellana en una hilera en el centro de la interlinea. A continuación, pasará una aspiradora que cargará la almendra y otros restos vegetales al remolque realizando una separación los mismos antes de caer a la caja.



Se presenta una nueva propuesta o modelo para la producción del avellano en seto en alta densidad, de la que se dispone de referencias a nivel experimental con diversas variedades.

15

Producciones, costes e ingresos

La eficiencia productiva de la plantación, los costes asociados a la misma y el precio de venta de la avellana determinan la rentabilidad de la explotación. Los costes de producción en fincas modernas de Cataluña bien diseñadas y gestionadas en vaso tradicional (multi-tronco o mono-tronco) con un marco de plantación de 6 x 3 m se sitúan entre 2.030 €/ha y 2.650 €/ha, según se consideren o no los costes de amortización y de oportunidad.

Su desglose se indica en la [Tabla 5](#). El coste de plantación, incluida la preparación del terreno, la plantación, los plantones, el tutor, el protector y la instalación del riego es de 5.500 €/ha. Se han considerado variedades poco sensibles a rebrotes o bien injertadas sobre 'Dundee' y un rendimiento en grano del 46 al 50%. Si se considera un precio medio para el productor de 2,1 €/kg de avellana cáscara (a partir de las cotizaciones medias de la Lonja de Reus, España) y una producción media anual de 2.000 kg/ha, el beneficio resultante sería de 2.170 y 1.550 €/ha.

El coste de producción resultante oscila entre 1,01 y 1,32 €/kg de avellana cáscara. Está claro pues, que la rentabilidad del cultivo va a depender básicamente de dos factores: la eficiencia en la producción que dependerá del productor y el precio de venta, ligado al mercado

y a su capacidad de valorizar la avellana por las empresas participantes en la cadena de valor.

En la Finca de Porchina se obtuvieron en el tercer verde (2019) las primeras producciones significativas. Por ejemplo, con la variedad 'Tonda di Giffoni' éstas fueron de 1,2 kg/árbol, que con una densidad de plantación de 2.381 árboles/ha equivale una producción de 2.857 kg/ha de avellana cáscara.

Con un marco de plantación de 4 x 2 m (1.250 árboles/ha) la producción hubiera sido de 1.500 kg/ha. Los árboles habían ocupado una buena parte del espacio asignado pero el volumen final no se ha alcanzado todavía, por lo que, en plena producción a partir del quinto año de plantación, con variedades tradicionales o nuevas, plantaciones bien diseñadas y con un buen manejo, se esperan producciones de medias de 2.500 a 3.000 kg/ha-año, según variedades. Se trata de datos preliminares de producción en seto, que habrá que ir contratando en los próximos años para las diferentes variedades y localidades.

Los costes de plantación y los costes anuales asociados al modelo intensivo, se exponen en la [Tabla 5](#) en comparación con el vaso tradicional de plantaciones modernas. El coste total, sin considerar la amortización ni la renta de la tierra, son inferiores en el modelo intensivo, por la mayor mecanización de la poda y por la mejora de la eficiencia de los tratamientos fitosanitarios.

El coste total es similar en ambos sistemas. El coste de plantación es superior en el intensivo por la mayor densidad de plantación, pero la entrada en producción es más rápida y se alcanza en el 5º en lugar del 8º año en el sistema tradicional.

Puede concluirse, que la intensificación en avellano permite, al igual que en otras especies frutícolas, reducir el período improductivo y disminuir los costes de producción gracias a la mecanización de la poda y a la mejor eficiencia de los tratamientos fitosanitarios y de otros inputs. Al final, al igual que en el sistema tradicional, en el sistema intensivo propuesto las producciones obtenidas junto a los costes de producción y el precio de venta van a determinar la rentabilidad del cultivo.



16

Conclusiones

En España el cultivo del avellano es minoritario si se compara con otras especies de frutos secos. Las zonas de cultivo son muy específicas y presentan una larga tradición que, desde el punto de vista de tecnología del cultivo, incluidas variedades, ha experimentado un menor progreso con respecto a otras especies.

Se cuenta con extensas áreas potencialmente aptas para su cultivo, así como de disponibilidad de agua. Una vía por tanto de mejora es la innovación para transitar hacia plantaciones más eficientes productivamente, con un mayor grado de mecanización y una mayor rentabilidad, que pasa por la intensificación de las plantaciones, la mejora del manejo, de la mecanización y de

la calidad final del producto. Se presenta una nueva propuesta o modelo para la producción del avellano en seto en alta densidad, de la que se dispone de referencias a nivel experimental con diversas variedades. Será preciso en los próximos años contrastar a escala comercial el potencial productivo, la tecnología aplicar y el comportamiento agronómico con las principales variedades.

Las producciones esperadas se han considerado superiores al sistema tradicional debido a la mayor eficiencia del sistema y de los inputs productivos, a lo que se pueden unir las nuevas variedades más productivas, aunque este hecho deberá confirmarse. La base del sistema, como en otras especies, lo constituye el aumento de la densidad de plantación. Ello permite, además de una mecanización integral del cultivo, reducir el

período improductivo y disponer de árboles con volumen de copa más reducido y controlado con respecto al sistema tradicional, con una mayor eficiencia en la intercepción de luz y en el uso de los inputs, en particular de los tratamientos fitosanitarios, agua, fertilizantes, mano de obra y más sostenible desde el punto de vista ambiental.

La opción productiva del avellano intensivo en seto, supone una innovación interesante al tratarse de un fruto seco con un consumo y con una demanda creciente a escala global, superiores a la producción. Importantes empresas transformadoras de numerosos países precisan de un suministro consistente, con calidad garantizada, mientras que otras de menor dimensión apuestan por el sello “local”. Se trata, en definitiva, de reinventar el cultivo del avellano con un sistema de producción alineado con el de otros cultivos basado en los conceptos de eficiencia y sostenibilidad. Y por supuesto contando con las mejores variedades adaptadas a cada zona de producción. En este contexto la producción ecológica, por la menor incidencia de plagas y enfermedades con respecto a otros frutos secos, puede aportar un valor añadido.

El mantenimiento y la conservación de áreas rurales gracias a esta actividad productiva y la generación de puestos de trabajo, añade un valor paisajístico y económico destacables a este cultivo centenario.



AGRADECIMIENTOS

A las Dras. Mercè Rovira y Neus Aletà del IRTA y a los Srs. Joan Samsó y Joan Torrents de Agromillora, por sus inestimables aportaciones al artículo.

Al Sr. Josep Maria Roca por poner a disposición la Finca de Porchina (Mequinenza) donde se está evaluando el modelo productivo de avellano en seto.

Al Sr. Pere Arbonés por la cesión de material fotográfico y su contribución en los apartados de recolección y costes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Catalano, L.; Giandomenico, C.; Faraglia, B.C. 2019. Vivaismo professionale, il nocciolo fa sistema. *Terra e Vita*, 37, 19-23.

Corte, M.; Pizzinat, A.C.; Sonnati, C. 2019. Il Vivaismo, In: "Nociolo in Piemonte: linee tecniche per una corilicoltura sostenibile. Ed. Agrion, Cuneo (Italy).

Ellena, M.; Sandoval, P.; González, A.; Montenegro, A.; Azócar, G. 2013. Evaluación de tecnologías para mejoramiento de la productividad y la calidad del fruto del avellano europeo (*Corylus avellana* L.) en la zona sur de Chile destinado a la industria alimentaria. *Boletín INIA N°274*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Vilcún, Chile.

Germain, E. y Sarraquigne, J.P. 2004. *Le noisetier*. 296 pp. Ctifl, France.

Iglesias, I. 2020. El almendro autoenraizado en seto. Aspectos técnicos y económicos. *Tierras*, 285, 52-61.

International Nut and Dried Fruit Council INC www.nutfruit.org/industry

Mehlenbacher, S.A. 2018. Advances in genetic improvement of hazelnut. *Acta Hort.* 1226, 1-12.

Palmiere, A. y Pirazzoli, C. 2019. La variable costi di produzioni fa la differenza. *Terra e Vita*, 37, 8-11.

Romero, A.; Tous, J.; Plana, J.; Díaz, I.; Boatella, J.; García, J.; López, A. 1997. Commercial quality characterization of Spanish 'Negret' cultivar. *Proceedings of the Fourth International Symposium on Hazelnut, Ordu, Turkey (1996)*. *Acta Hort.* 445:157-163.

Rovira, M.; Hermoso, J.F.; Romero, A. 2017. Performance of hazelnut cultivars from Oregon, Italy and Spain, in north-eastern Spain. *HortTechnology*, 27 (5):631-638.

Sansavini, S. 2019. Il nocciolo corre avanti con la Ricerca. Fermento per le iniziative industriali. *Terra e Vita*, 37, 8-11.

Tosi, L. 2019. Cresce la produzione mondiale ma aumenta di più il consumo. *Terra e Vita*, 37, 4-7.



P/Manuel Raventós 3-5 | 08770 Sant Sadurní d'Anoia
info.es@agromillora.com

