

A photograph showing a tractor with a red pruning machine in an orchard. The machine is positioned to prune a tree. A person is standing next to the tractor, operating the machine. The orchard has many trees with bare branches, suggesting it is winter or early spring. The ground is covered with dry leaves and grass. A yellow flag is visible on the ground near the base of a tree.

CAPÍTULO 7

PODA Y SISTEMA DE CONDUCCIÓN

**Miguel Ellena D., Ing. Agrónomo Dr.
Alesandro Roversi, Ing. Agrónomo Dr.
Abel González G., Ing. Agrónomo M.Sc.
Paola Sandoval F., Ing. Agrónomo**

La poda comprende diferentes labores realizadas directamente en el árbol, para modelarlo según una determinada forma y regular su actividad vegetativa y productiva, con el objetivo de obtener el máximo rendimiento económico. Para ejecutarla adecuadamente es necesario conocer previamente las estructuras del árbol, el cual está constituido por dos partes fundamentales: la aérea y la subterránea (raíces).

La parte aérea o epigea en su conjunto se denomina copa, porta las hojas, flores (masculinas o amentos y femeninas) y frutos. En el avellano europeo, como en las demás especies caducifolias, las hojas nuevas se forman en primavera (septiembre-octubre) con una vida de algunos meses (septiembre-abril) y luego caen en otoño (abril-mayo). No obstante, según la variedad, condiciones edafoclimáticas los árboles pueden permanecer con sus hojas hasta inicios de invierno. Por otro lado, las componentes leñosas de la estructura esquelética tienen una vida más prolongada. Las ramas primarias (ubicadas directamente sobre el tronco) presentan una mayor vida, en cambio, las ramas secundarias y terciarias pueden tener una vida más breve y los brotes persisten como tales una estación vegetativa y luego se transforman en ramas.

En los primeros años de establecimiento del huerto, una poda de formación racional de los árboles tiene como finalidad constituir en un plazo relativamente breve la formación elegida de la estructura, en función de las condiciones agroecológicas y agronómicas específicas de cada lugar. Por lo tanto, el objetivo de la poda de formación es formar el árbol, rebajando las plantas a diferentes alturas, en relación a la fertilidad del suelo y de la forma de conducción elegida. Este tipo de poda es indispensable para asegurar el equilibrio futuro de los árboles y a la vez simplificar las futuras podas de fructificación de los árboles adultos. Adicionalmente, favorece la iluminación y aireación de la copa de los árboles. La poda racional de los árboles de avellano europeo, requiere un conocimiento previo de la fisiología, comportamiento biológico, hábito de crecimiento, fructificación y vigor de la variedad (Ellena, 2010; Ellena *et al.*, 2011; Ellena *et al.*, 2013).

7.1. Influencia de la poda sobre los árboles en formación

La influencia de la poda en árboles jóvenes debe considerar los siguientes aspectos:

- Lograr un equilibrio adecuado entre crecimiento vegetativo y reproductivo de los árboles, para acortar rápidamente la fase improductiva
- Alcanzar velozmente la formación del esqueleto productivo del árbol: desde el aspecto fisiológico y del productivo (cuantitativo y cualitativo)

En la construcción del esqueleto productivo se debe privilegiar la obtención de la mayor superficie fotosintética con el menor esqueleto posible. Por ello, la copa debe estar bien expuesta a la luz y al mismo tiempo, sostenida por una estructura sólida, capaz de soportar a futuro elevadas cargas de avellanas (Ellena *et al.*, 2013).

Esta labor permite:

- Formar un esqueleto adecuado del árbol, en relación a su propia capacidad de desarrollo
- Mejorar y regular la producción, obteniendo fruta de alta calidad y disminuir la tendencia del avellano al añerismo
- Mantener la vegetación equilibrada en todas las partes del árbol
- Conservar un buen equilibrio entre la zona radicular y aérea del árbol, regulando el vigor de la planta
- Favorecer la formación y desarrollo de ramas productivas y eliminar aquellas mal ubicadas y enfermas
- Facilitar la entrada de luz al interior de la copa del árbol, para alcanzar una alta producción y calidad de las avellanas
- Facilitar la cosecha y otras labores, como tratamientos para prevención de plagas y enfermedades.

De acuerdo a la época en que se efectúa la poda se puede diferenciar en invernal, con árboles en reposo vegetativo, verde con cortes en primavera o en verano, es decir con plantas en actividad vegetativa.

7.2. Poda de formación

La poda de formación es necesaria para asegurar el equilibrio futuro (vegetativo-productivo) del árbol y además simplificar la poda sucesiva de fructificación o producción, favoreciendo la entrada de luz y aireación al interior de la copa. Se realiza durante los primeros años en los diferentes tipos de formación de los árboles, es decir en monoeje, multieje, vaso arbustivo, plantaciones en palmeta, seto. Éste último, con árboles establecidos en pareja sobre la hilera e inclinados, con distancias de 5-6 m entre hileras y 2-4 m sobre la hilera (1.400-2.000 plantas), requiere poca poda luego que la estructura productiva del árbol ha sido formada. Por el contrario, se ha demostrado que las podas fuertes pueden prolongar el período improductivo de los árboles, induciendo un mayor crecimiento vegetativo. La poda también puede inducir el desarrollo de hijuelos a partir de heridas y este crecimiento vegetativo vigoroso puede sobrecargar el centro del árbol con brotes vigorosos que causan sombramiento en la copa, afectando con ello la producción y calidad de la fruta (Ellena, 2010; Olsen, 2013).

7.3. Poda de producción

En avellano europeo, la poda de producción se realiza principalmente durante el invierno en plantas en estado de reposo vegetativo, con pocos cortes de poda, para eliminar principalmente ramas secas, enfermas, senescentes y mal ubicadas (Ellena *et al.*, 2013).

En años recientes, investigaciones realizadas en Europa, particularmente Italia, se ha estudiado el efecto de diversos métodos de poda de producción, basados en diferentes intensidades de poda sobre la madera, en el desarrollo vegetativo, penetración de luz en la copa y superficie del suelo, producción y características tecnológicas y cualitativas de las avellanas (Cristofori y Rugini, 2012). La falta de poda de producción ha evidenciado una progresiva reducción del vigor de los brotes, aumento de ramas secas, escasa penetración de luz al interior de la copa de los árboles, reducción en los rendimientos y calidad de las avellanas. A consecuencia de ello, es necesario intervenir con podas muy fuertes para renovar la madera frutal, facilitando la entrada de enfermedades fungosas y bacterianas en la madera.

En plantas adultas, excesivamente envejecidas por falta de poda se ha observado un menor vigor de los brotes de un año de edad, afectando significativamente la producción y calidad de la fruta (Cristofori y Rugini, 2012; Tombesi y Cartechini, 1983). Se han evidenciado correlaciones entre la longitud y formación de yemas mixtas: los brotes de un año deberían tener una longitud de al menos 15-20 cm (Ellena *et al.*, 2013; Cristofori y Rugini, 2012). Una buena disponibilidad de luz en la copa tiene un efecto positivo en una mejor inducción y diferenciación de las yemas a flor. Estudios realizados en Italia en árboles adultos de avellano, han demostrado que la cantidad de radiación luminosa que penetra el interior de la copa y de aquella que llega al suelo solo se limita a un 0,5% de la plena luz (Bignami *et al.*, 1999, 2005). La falta de poda de producción provoca una menor formación de yemas a flor dentro de la copa de los árboles, con un desplazamiento de la producción de fruta hacia el exterior. Ello favorece la alternancia de producción y una progresiva disminución productiva, particularmente en la parte basal e interna del árbol. En la actualidad se realizan estudios con podas más intensivas en árboles adultos de avellano, con el objetivo de permitir una mejor distribución de la luz y en árboles senescentes podas drásticas con el fin de rejuvenecer la copa (Cristofori *et al.*, 2009).



Foto 1. Huerto adulto de avellano europeo cv Barcelona conducido en multieje, con escasa iluminación de la parte interna de la copa. Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca

7.3.1. Estudios recientes sobre manejo de la copa en árboles de avellano europeo

El desarrollo y productividad de los árboles frutales está influenciado por la calidad y cantidad de luz que dispone la copa. Se ha determinado que en avellano europeo, las limitaciones de la capacidad asimilativa de las plantas sería un factor crítico para esta especie, particularmente por su baja potencialidad productiva (Hampson *et al.*, 1996). Estudios realizados en el extranjero en árboles con copas muy densas se ha determinado una intensidad luminosa de $270 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y una tasa de fotosíntesis inferior en relación a la parte externa del árbol que ha recibido alrededor de $1.400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Bignami y Cammilli, 2002).

En general, en huertos adultos de avellano europeo, con sistemas de conducción en multieje o forma arbustiva y con manejos de poda muy suaves ha ocurrido un fuerte envejecimiento de los árboles, con reducciones importantes de su productividad (Cristofori y Rugini, 2012). Estudios de poda realizados en estos huertos, indican que las intervenciones drásticas

han permitido un rejuvenecimiento parcial de la copa, con efectos positivos sobre la productividad de las plantas al final de un trienio de investigación (Cristofori *et al.*, 2009). En los tratamientos con podas más fuertes se logró un mejor rendimiento luego de tres años de estudio, probablemente debido a una mayor intercepción de luz en la copa de los árboles menos densos, que condujo a una distribución más uniforme de las formaciones fructíferas incluso en las partes más internas de la copa (Cristofori y Rugini, 2012). En relación a las características tecnológicas de las avellanas (rendimiento al descascarado), estos estudios no han demostrado diferencias importantes entre los tratamientos de poda (intensidad de poda). Sin embargo, el control sin poda mostró un menor rendimiento al descascarado y un mayor porcentaje de frutos vanos que aquellos logrados con tratamientos con poda. Respecto a la calidad de las semillas, no existen diferencias importantes entre los tratamientos con distintas intensidades de poda, excepto para el contenido de aceite, que ha sido levemente mayor en árboles sometidos a podas suaves.

Se ha evidenciado la ventaja de realizar podas anuales en avellano europeo, particularmente con acortamientos de las ramas vigorosas de tipo vertical, que impiden la penetración de la luz al interior de los árboles. Investigaciones realizadas con podas manuales en este árbol frutal han demostrado efectos positivos sobre el rendimiento y calidad de la fruta (Roversi y Mozzone, 2005; Roversi *et al.*, 2007 y 2009a; Ughini *et al.*, 2009). Sin embargo, este tipo de poda tiene un mayor costo que la mecanizada por una alta demanda en mano de obra, requiriéndose entre 26-45 minutos por árbol versus 27 segundos para aquella mecanizada, dependiendo de su desarrollo.

Adicionalmente, las podas mecánicas racionales han permitido contener la alternancia de producción (años de carga y años de escasa carga de fruta), especialmente en huertos envejecidos. Además, se ha observado una menor incidencia de frutos vanos en huertos sometidos a poda. No obstante, en el primer año luego de realizada la poda hubo una pérdida importante de producción, debido a la eliminación de ramas con presencia de flores femeninas polinizadas (Roversi *et al.*, 2002, 2009b, 2011; Sonnati *et al.*, 2009; Ughini *et al.*, 2009 a,b; Malvicini *et al.*, 2014). Las pérdidas de rendimiento se recuperaron parcialmente al segundo año después de efectuada la poda (Roversi *et al.*, 2011). Dichos estudios indicaron que luego de dos años de realizada la poda mecánica se recuperan los rendimientos, con incrementos significativos respecto al testigo sin poda. En función de estos resultados, se sugiere que la poda del avellano europeo se realice cada tres años para mantener la producción y calidad adecuada de la fruta, y así evitar la entrada en añerismo de los huertos.



Foto 2. Poda mecánica de avellanos europeo en receso vegetativo (derecha) y verde (izquierda).

Fuente: Dr. Alesandro Roversi.

7.3.2. Estudios de optimización de la poda de producción

Estudios realizados durante primavera-verano con poda en verde, se lograron buenos resultados respecto a producciones acumuladas (tres años) y características tecnológicas superiores de las avellanas, con un menor porcentaje de frutos con defectos. Este tipo de poda ha permitido también obtener resultados positivos en producción y calidad de fruta, con podas alternadas de 3-4 años (Roversi *et al.*, 2007; Roversi *et al.*, 2009a; Ughini *et al.*, 2009). La poda en verde a fines de primavera verano puede ser una buena alternativa para el sur de Chile, dado que podrían evitarse las enfermedades fúngicas y bacterianas de la madera (Ellena *et al.*, 2011). Sin embargo, es necesario poner a punto esta tecnología para las variedades cultivadas en Chile, particularmente de elevado vigor, como es el caso de Barcelona y Tonda di Giffoni. Esto debe realizarse verificando el ciclo de repetición de los cortes de poda, intensidad, cantidad de masa vegetal a extraer, estudiando combinaciones o alternativas de corte (corte lateral o hedging, corte superior de la copa o topping, combinación de ambos cortes), épocas de corte (primavera, otoño, invierno) y evaluación de los efectos de esta práctica sobre la productividad en años sucesivos y aspectos cualitativos de las producciones (rendimiento al descascarado, peso de semillas, peso de frutos, frutos vanos y con defectos).



Foto 3. Poda en verde semi-mecanizada en huerto adulto de avellano europeo. Sin poda (izquierda) y con poda (derecha). Podado en verde el 07 diciembre en Centro Regional Carillanca.

Fuente: INIA Carillanca

7.4. Sistemas de conducción

En relación a los sistemas de conducción y distancias de plantación más adecuadas y eficaces (según punto de vista agronómico y económico), no existen opiniones coincidentes entre productores, técnicos e investigadores. Las formas de conducción mayormente utilizadas en los principales países productores de avellano europeo en el mundo son el multieje o sistema arbustivo, el vaso arbustivo y el monoeje o árbol (Bignami *et al.*, 1999; Ellena, 2010; Ellena *et al.*, 2014; Germain y Sarraquigne, 1997; Romisondo *et al.*, 1983b; Tous *et al.*, 1994).

7.4.1. Multieje o arbustivo

Forma de conducción muy difundida en los principales países productores de avellana, que respeta el modo natural de vegetación o crecimiento de la especie. En este sistema las plantas se establecen en otoño o invierno y al año siguiente, durante el receso vegetativo, se rebajan los árboles a nivel del suelo. Los brotes vigorosos que emergen posteriormente se seleccionan, eligiendo 4-5 distribuidos de manera adecuada, los que formarán el arbusto, eliminándose aquellos supernumerarios y vigorosos que nacen a partir del sistema radicular o base de la planta. En Chile han ocurrido problemas

con este sistema de formación, atrasándose innecesariamente la poda de formación de las plantas, que afecta la estructura productiva de los árboles y sus niveles de producción.



Foto 4. Huerto de avellano europeo, cv. Barcelona conducido en multijeje.
Fuente: INIA Carillanca



Foto 5. Inadecuada formación en multijeje de huerto joven de avellano europeo con falta de poda que impide la entrada de luz al interior de la copa.

Fuente: INIA Carillanca



Foto 6. Adecuada formación en multieje en huerto joven de avellano europeo.

Fuente: INIA Carillanca

La variedad Tonda di Giffoni presenta un crecimiento más vertical y cerrado, siendo más idónea para este tipo de conducción que la variedad Barcelona. Esta última tiene mayor vigor y crecimiento más expandido, particularmente de sus ramas laterales, que dificulta las labores mecanizadas del huerto, particularmente en árboles adultos en plena producción. Sin embargo, esto se puede solucionar realizando podas mecanizadas más severas en las entre hileras (hedging) y sobre la copa (topping), esta última para permitir la entrada de luz a su interior.



Foto 7. Poda lateral (hedging) y poda superior (topping).

Fuente: Dr. Alesandro Roversi.

7.4.2. Vaso arbustivo

Es una forma multieje en volumen cuyos brotes se ubican a 40-50 cm del suelo, con el fin de manejar más fácilmente la planta. Para la formación de este sistema de conducción se procede con la plantación de árboles de 1-2 años de vivero. Luego de la plantación, durante fines de otoño e invierno, las plantas se rebajan a 50-60 cm desde el nivel del suelo. En caso que la brotación y desarrollo de los brotes no haya sido adecuada, se procederá a rebajar nuevamente la planta en el otoño o invierno siguiente a una altura de 30-40 cm.

A la temporada siguiente se eligen 4-5 brotes de similar vigor, adecuadamente orientados hacia el exterior para formar la estructura de vaso, eliminándose aquellos supra numerarios y eventuales hijuelos que nacen de la base de la planta. Las ramas elegidas (4-5) se dejan crecer libremente en los años sucesivos, las que se revestirán de ramillas ubicadas regularmente en éstas, con el objetivo de permitir una correcta entrada y distribución de luz al interior de la copa del árbol.

Los cortes de poda en los primeros años de formación, están orientados principalmente al aclareo de las ramillas que se encuentran en número excesivo, particularmente para los brotes muy densos y vigorosos ubicados al interior del vaso. Los mejores brotes de un año serán aquellos que alcancen una longitud de 15-20 cm (Ellena *et al.*, 2013).



Foto 8. Huerto de avellano europeo conducido en forma de vaso arbustivo. Comuna de Gorbea, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca

7.4.3. Monoeje

El sistema de conducción en monoeje se recomienda principalmente para cultivares vigorosos como Barcelona, Oregon y Barcelona.

Para el establecimiento de huertos en sistema monoeje se requieren plantas con un año de vivero o más (dos años), vigorosas, preferentemente de 1 metro o más de altura, de buen desarrollo radicular y libre de enfermedades y plagas, particularmente de bacteriosis (*Xanthomonas campestris*) e insectos que ataquen el sistema radicular de las plantas como cabritos (*Aegorhinus superciliosus* y *A. nodipennis*), cabrito del Maitén y Coigüe respectivamente. No se recomienda utilizar árboles con escaso desarrollo, poco vigor y débiles, dado que se retrasa la entrada en producción del huerto y además son más propensos a ataques de enfermedades, particularmente bacteriosis (Ellena *et al.*, 2013).

Esta forma de conducción se caracteriza por presentar un tronco único del cual nacen 4-5 ramas, insertas a una altura de 89-90 cm desde el nivel del suelo (Bignami *et al.*, 1999; Ellena, 2010; Ellena *et al.*, 2013).

Para una adecuada formación de este sistema de conducción se procede con la plantación en otoño-invierno, rebajando a nivel de suelo si las plantas no tienen pre- formación en vivero. En el verano del año siguiente, se elige el brote más vigoroso para formar el tronco y a fines de la estación de crecimiento se procede a rebajarlo a 80-90 cm desde el nivel del suelo, con el fin de vigorizar y mejorar la brotación lateral. En caso de disponer de árboles terminados procedentes de vivero, posteriormente a la plantación, las plantas se rebajan a 70-100 cm (eje central) desde el nivel del suelo y se elimina el resto de los brotes (Ellena, 2010). Durante los años sucesivos se mantiene un eje central y se eligen las ramas (4-5) adecuadamente orientadas, con el fin de formar el volumen o futuro esqueleto del árbol. En variedades vigorosas (Barcelona, Tonda di Giffoni) cuando el vigor de los árboles es normal es importante lograr crecimientos idealmente superiores a 60-80 cm. En variedades de vigor medio, se recomienda despuntar a unos 60 cm desde el punto de la inserción de estas ramas con el eje principal, a objeto de promover el desarrollo de los brotes vigorosos que forman el primer nivel de ramas. Si el vigor de los árboles es débil y el crecimiento de los brotes es escaso, inferior a 60 cm en variedades vigorosas (ej. Barcelona) y 40 cm en variedades de vigor medio se recomienda realizar una poda fuerte a 2-3 yemas. En el caso de árboles que solamente han desarrollado un brote de suficiente vigor y el resto débiles, se deberán rebajar los brotes vigorosos a unos 60 cm y dejar intactos aquellos que se encuentran en el esqueleto de la planta (Ellena *et al.*, 2013).

Si el crecimiento del árbol es un solo brote vigoroso y los demás son muy débiles, se recomienda rebajarlo a 5-6 yemas para dar continuidad al árbol

desde este brote y el resto de los brotes se rebajan a 2-3 yemas o se dejan intactos. Se deben realizar tratamientos para eliminar los hijuelos que nacen de la base de la planta, mediante productos químicos como herbicidas o desecantes. Entre los productos comerciales más empleados destacan el Paraquat, Farmon, entre otros. Estudios recientes iniciados por la Plataforma Frutícola de INIA Carillanca han evidenciado efectos positivos en el control químico de hijuelos mediante el uso de ácido naftalen acético (NAA).

En todos los cortes realizados en este proceso es necesario cubrir o sellar con pasta poda, a fin de evitar la entrada de enfermedades a la madera, particularmente en cortes de madera más gruesa.



Foto 9. Sellado de herida con pasta poda.

Fuente: INIA Carillanca

7.5. Poda al segundo invierno y siguientes

Luego de la poda realizada el primer invierno se desarrollarán brotes vigorosos, sobre los cuales se recomienda realizar las siguientes labores de poda:

En árboles de buen vigor, en general los crecimientos normales varían entre 60-100 cm de longitud y en aquellos de vigor medio en torno a 40-60 cm. De cada rama pueden elegirse dos brotes. Uno para la continuidad como rama principal del árbol y otro de ángulo de inserción abierta para la formación de la rama secundaria. Sobre la rama seleccionada como principal, se recomienda realizar un despunte a unos 60 cm (variedades vigorosas, como Barcelona), mientras que en variedades de poco vigor, como Tonda Gentile delle Langhe, Tonda Romana, Negret, no es necesario realizar despunte, el cual puede ser sustituido por una desviación. El resto de los brotes puede quedar sin intervenir y podar solo aquellos que pueden producir competencia a la formación del árbol, especialmente los que estén

mal ubicados al interior de la copa. También se aconseja mantener algunos brotes horizontales y débiles para proteger los troncos. Por otro lado, se deben eliminar los brotes desarrollados en la proximidad de las ramas de formación elegidas que se entrecruzan, con el fin de evitar competencia. En los años siguientes debe mantenerse entre 60-70 cm de distancia entre las ramas de formación elegidas para variedades vigorosas (Barcelona) o entre 50-60 cm para aquellas variedades de menor vigor.

Es necesario resaltar que las podas muy fuertes debilitan mucho al avellano europeo. Después que el árbol está formado se recomienda realizar podas de mantenimiento e idealmente efectuarlas en forma alternada respecto a las caras del árbol. Este sistema de conducción facilita las labores mecánicas ejecutadas en el huerto, particularmente la cosecha, realizada del suelo con máquinas aspiradoras y poda (Ellena *et al.*, 2013).

7.6. Seto

Forma de conducción con árboles establecidos en parejas sobre la hilera e inclinados, con distancias de plantación de 5-6 m entre las hileras y 2-4 m sobre la banda de plantación (1.400-2.000 plantas ha⁻¹). Este sistema ha sido evaluado en Italia (Romisondo *et al.*, 1983b) y posteriormente en Francia (Germain y Sarraquigne, 1997) y en España (Tous *et al.*, 1994) con elevadas producciones durante los primeros años. Sin embargo, este sistema de conducción, sin embargo, ha presentado resultados no homogéneos probablemente por la variabilidad en vigor y estructura vegetativa de los cultivares utilizados, diversas condiciones culturales y edafoclimáticas de los sitios experimentales (Bignami *et al.*, 1999).

El sistema seto, a pesar de presentar ventajas productivas inmediatas con una precoz entrada en producción tiene mayores costos iniciales para el establecimiento y formación del huerto. Para la conducción en seto se requieren plantas de buena calidad y cañas de soporte empleadas para la inclinación de las plantas. En Chile no existen huertos comerciales manejados con este sistema de conducción. Recientemente la Plataforma Frutícola de INIA Carillanca ha establecido huertos experimentales manejados bajo forma de setos, para evaluar la respuesta agronómica del cultivo en un sistema de elevadísima densidad de plantación, utilizando plantas autoradicadas del cv. Barcelona.

7.7. Palmeta

La palmeta es un sistema de conducción en parte constituida por un esqueleto con eje central de dos a tres pisos de ramas primarias, no necesariamente ubicada en pareja, sobre las cuales se insertan ramillas secundarias de escasa longitud y brotes productivos.

Este sistema de conducción ha sido recientemente introducido en la zona de Monferrato, Región de Piemonte, norte de Italia, con el objetivo de capturar la luz y facilitar las labores mecánicas. Para el establecimiento de este sistema se requieren plantas vigorosas (categoría extra). Durante el establecimiento los árboles son despuntados a 50-70 cm desde el nivel del suelo con el fin de formar el primer piso. En la temporada siguiente la planta generará una serie de brotes, de éstos, antes que lignifiquen completamente se elegirá el más vigoroso y central que constituirá el eje central de la futura palmeta. Los otros que formarán las dos ramas del primer piso, se elegirán 1-2 por cada uno de los lados de la futura palmeta. En los dos años siguientes se elegirán los brotes que formarán el segundo y tercer piso. Análogamente a lo realizado en los sistemas de conducción de vaso y monoeje, se eliminarán los brotes sobre el tronco.

Es importante mantener el equilibrio del eje central con las ramas, eligiendo éstas con un diámetro no superior al del eje central (1/3 sobre el cual se encuentran insertas). La distancia entre los pisos no debería ser inferior a 80 cm. Se requiere mantener siempre bien despejada la parte superior de las ramas, respetando el gradiente de vegetación (cono lateral estrecho) desde la parte inferior a aquella superior del árbol. En verano es recomendable realizar podas en verde con el objetivo de aclarar las ramas mixtas y evitar competencias. Durante el segundo y tercer año las podas en verde tienen el objetivo de eliminar los brotes vigorosos y las ramas mixtas en exceso, favoreciendo las ramas de los dos pisos principales. Con la poda de invierno se pueden eliminar ramillas secundarias y terciarias excesivas.

7.7.1 Palmeta irregular

Este sistema de conducción utiliza las ramificaciones laterales (brotes del eje principal del árbol). Para la formación de la estructura principal no es estrictamente necesario el despunte del eje principal. Las ramificaciones laterales deberían ubicarse 30-40 cm una de la otra. Es necesario regular el número de los brotes que formarán las ramas principales sobre los dos lados del eje principal.

7.7.2 Palmeta de crecimiento libre

Es aquella de crecimiento libre, es decir, que se obtiene sin formar pisos sobre el árbol. La emisión de los brotes laterales se logra con el ejercicio o poda del caporal en los puntos deseados o bien tratando las yemas con inhibidores de las auxinas. En Chile se realiza este tratamiento en cerezos y kakis, con el fin de lograr una buena ramificación lateral.

La conducción en palmeta asegura una óptima iluminación de la copa, facilita la eliminación de sierpes y la cosecha mecanizada. Este sistema permite rendimientos unitarios significativamente superiores a los alcanzados con los sistemas tradicionales de conducción en mono y multieje. En Italia

estudios realizados en la Región de Piemonte (Monferrato), con la variedad TGL, han evidenciado un mayor rendimiento ha^{-1} del sistema de conducción en palmeta con poda mecanizada en huertos de 8 años ($1,76 \text{ ton ha}^{-1}$), respecto al sistema de conducción en vaso y multieje de 10 años ($1,22 \text{ ton ha}^{-1}$) (Roversi, 2016, comunicación personal).



Foto 10. Sistema de conducción en palmeta, cv. Tonda Gentile delle Langhe. Monferrato, Región de Piemonte, Italia (2012).

Fuente: Dr. Alesandro Roversi.

7.8. Estudios de sistemas de conducción

En la temporada 2008 se establecieron ensayos con sistemas de conducción (monoeje y multieje) en avellano europeo, cvs Barcelona y Tonda di Giffoni, para evaluar su comportamiento productivo en dos sitios de la Región de La Araucanía (Comunas de Vilcún y Nueva Imperial, con diferente condición edafoclimática). Los resultados pueden apreciarse en las siguientes figuras.

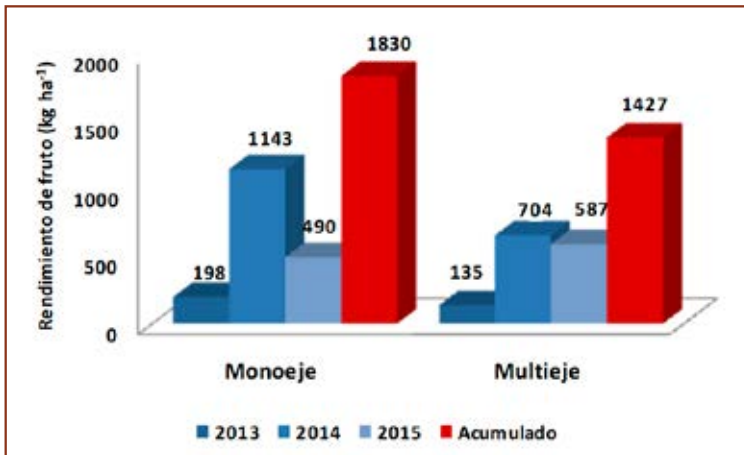


Figura 1. Efecto del sistema de conducción en monoeje y multieje sobre el rendimiento de fruto anual y acumulado, cv. Barcelona (2013-2015). Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

En el caso del cv. Barcelona (comuna de Vilcún) con el sistema monoeje, se aprecia una tendencia a un mayor rendimiento acumulado (1.830 kg ha^{-1}) (temporadas 2013-2015) que el alcanzado con el sistema multieje (1.427 kg ha^{-1}) (Figura 1). Los rendimientos decayeron fuertemente en la temporada 2014-2015 por problemas climáticos, particularmente heladas tardías en primavera, bajo las condiciones agroecológicas del sitio de plantación y en gran parte de la zona sur de Chile, desde la comuna de Victoria al sur, incluyendo la provincia de Osorno en la Región de Los Lagos. Sin embargo, con el sistema monoeje, la reducción de rendimiento fue mayor en el cv. Barcelona que con Tonda di Giffoni (Figura 2).

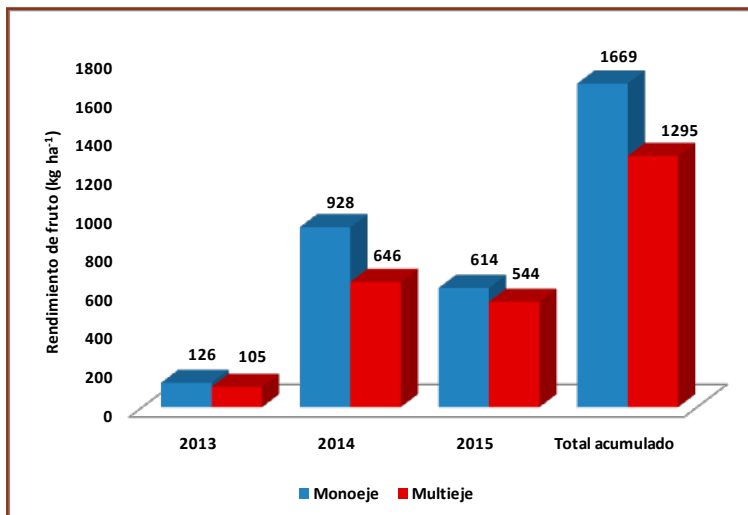


Figura 2. Efecto del sistema de conducción en monoeje y multieje sobre el rendimiento acumulado (kg ha^{-1}), cv. Tonda di Giffoni (2013-2015). Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

Con la variedad Tonda di Giffoni (comuna de Vilcún) se aprecia la misma tendencia descrita para Barcelona, con una mayor producción acumulada por hectárea para el sistema monoeje (1.669 kg ha^{-1}), respecto de aquella lograda con el sistema multieje (1.295 kg ha^{-1}). Cabe destacar, que el rendimiento promedio por hectárea del cv. Barcelona en los dos sistemas de conducción fue superior al de Tonda di Giffoni, en las condiciones edafoclimáticas del sitio experimental.

Los valores menores de producción se alcanzaron con el sistema de conducción en multieje en ambos cultivares de avellano europeo. Ello probablemente se debería a que los árboles bajo este sistema de conducción, luego de su plantación a la temporada siguiente fueron rebajados a nivel de piso, con el fin de promover el desarrollo de los brotes basales para la formación del sistema (4-5 ramas madres o estructurales). Durante la primera temporada las plantas se dejaron crecer libremente para favorecer el desarrollo radicular. Este sistema atrasa al menos en una temporada la entrada en producción del huerto, afectando los niveles de rendimiento durante la primera temporada productiva. En los años sucesivos es esperable un rendimiento similar respecto al sistema monoeje.

En las condiciones agroecológicas de la comuna de Nueva Imperial, con el cv Barcelona no se observa una tendencia definida sobre el rendimiento de frutos al comparar los sistemas de conducción, a pesar de un ligero mayor rendimiento acumulado de frutos (2.274 kg ha^{-1}) con el sistema monoeje que con el multieje (2.162 kg ha^{-1}), (Figura 3). Al contrario, en el caso del cv Tonda di Giffoni se observa una tendencia a un mayor rendimiento acumulado con el sistema monoeje (1.831 kg ha^{-1}) que con multieje (1.552 kg ha^{-1}), (Figura 4).

Para ambas variedades en los dos sistemas de conducción, los rendimientos promedios disminuyeron fuertemente en la cosecha 2015. Ello se debe a condiciones climáticas adversas que ocurrieron a fines de primavera en la temporada anterior, que afectaron de manera importante la disponibilidad de flores femeninas y con ello los rendimientos. Estos resultados indicarían que en el transcurso del tiempo los niveles productivos se podrían equiparar entre ambos sistemas de conducción; incluso ser superiores para el multieje, particularmente para las condiciones climáticas de Nueva Imperial donde ocurren fuertes vientos (sur) en primavera, que afectan el desarrollo y mantenimiento de la verticalidad del eje principal en el sistema monoeje.

En zonas ventosas, se ha observado un mejor comportamiento del desarrollo vegetativo y productivo de los árboles con el sistema multieje, con un desarrollo más equilibrado de las plantas (Ellena *et al.*, 2013). Por ello, en las nuevas plantaciones, en zonas con ocurrencia de vientos sur fuertes y recurrentes en primavera verano es preferible conducir los árboles con el sistema multieje, excepto que se cuente con cortinas cortavientos

establecidas con anterioridad a la plantación de los árboles. Otros sistemas posibles de utilizar serían la palmeta italiana y el seto, sin embargo aún no se evalúan bajo las condiciones de cultivo del avellano europeo en Chile.

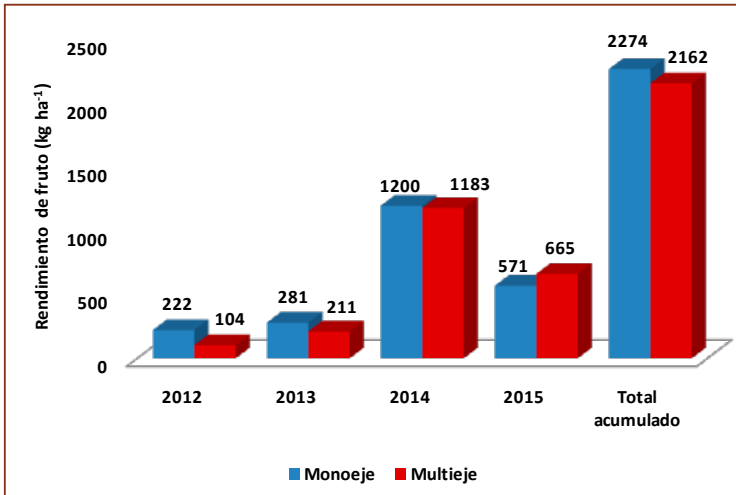


Figura 3. Efecto del sistema de conducción sobre el rendimiento de fruto acumulado (kg ha⁻¹), cv. Barcelona (2012-2015). Comuna de Nueva Imperial, Región de La Araucanía.

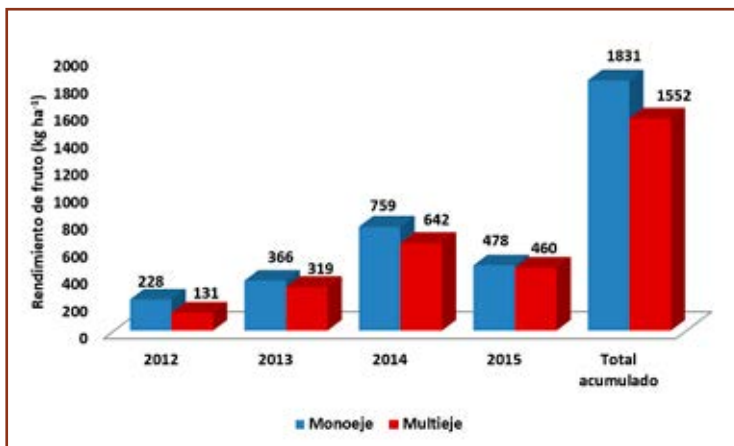


Figura 4. Efecto del sistema de conducción sobre el rendimiento de fruto acumulado (kg ha⁻¹), cv. Tonda di Giffoni (2013-2015). Comuna de Nueva Imperial, Región de La Araucanía.



Foto 11. Árboles conducidos en monoje afectados por el viento. Comuna de Nueva Imperial, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca

Con el desarrollo de portainjertos clonales de menor vigor a desarrollarse en el futuro, los sistemas a utilizar serían: monoje, eje arbustivo, palmeta italiana y sistema seto, este último para densidades altas y muy altas de plantación, dependiendo del vigor de la combinación portainjerto-variedad.

Los sistemas de conducción en alta densidad permitirán aumentar los rendimientos unitarios por superficie, adelantar la entrada en producción, mejorar la calidad de la fruta por una mejor iluminación del árbol, y aumentar la cantidad de yemas reproductivas por mejor desarrollo de los brotes portadores de éstas y su mejor iluminación (Ellena *et al.*, 2014). Por otra parte, los sistemas de conducción con densidades altas con variedades injertadas sobre portainjertos clonales facilitarán el manejo agronómico de los huertos, especialmente la cosecha y poda mecanizada, mayor eficiencia de los agroquímicos y formulados (líquidos o sólidos) para la polinización asistida o suplementaria, más rápida amortización de los huertos y finalmente mayor competitividad de la industria del avellano europeo en Chile.



Foto 12. Sistema de conducción en alta densidad con uso de portainjertos de menor vigor, injertado en la variedad Tonda di Giffoni. Centro Regional INIA Carillanca, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca

Referencias Bibliográficas

Bignami, C., De Salvador, R.F., e G. Strabbioli. 1999. Aspetti agronomici e prospettive di valorizzazione della corilicoltura nel Lazio. *Rivista de Frutticoltura e di Ortofloricoltura* N° 11: 16-27p.

Bignami, C., e C. Cammilli. 2002. Fattori ambientali e colturali e funzionalità fogliare del nocciolo. VI Giornate Scientifiche S.O.I; 24-25 aprile 2002, Spoleto (PG). Atti: 163-164p.

Bignami, C., Bertazza, G., Bizzarri, S., Brusiches, A., Cammilli, C., and V.Cristofori. 2005. Effect of high density and dynamic tree spacing on yield and quality of the hazelnut cultivar Tonda Gentile Romana. Proc. VI International Congress on Hazelnut. *Acta Hort.* 686: 263-270.

Cristofori, V., Cammilli, C., Valentini, B., and C. Bignami. 2009. Effect of different pruning methods on growth, yield and quality of hazelnut cultivar Tonda Gentile Romana. *Acta Horticulturae* 845: 315-322p.

Cristofori, V., and E.Rugini. 2012. Gestione della chioma nei nocciolati del viterbese: stato dell'arte e modalità di potatura a confronto. *Corylus & Co.*, Anno III, N° 1/2012: 40-47p.

Ellena, M. 2010. Polinización y manejo del avellano europeo. *Boletín INIA* N° 202.88p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional INIA Carillanca, Temuco, Chile.

Ellena, M., Sandoval, P., González, A., Jequier, J., Contreras, M., y G. Azócar. 2011. Poda en avellano europeo. *GTT Vanguardia y Tecnología.* p. 62-63.

Ellena, M., Sandoval, P., González, A., y G. Azócar. 2013. Poda y sistemas de conducción. p. 152-162. En: Ellena, M. (ed.) *Avellano europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva.* *Boletín INIA* N° 274. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional INIA Carillanca, Temuco, Chile.

Ellena, M., Sandoval, P., González, A., Jequier, J., Contreras, M., y C. San Martín. 2014. Advantages of High Density Planting of Hazelnut Orchards in South Chile: preliminary data. Proc. VIIIth Int. Congress on Hazelnut. *Acta Hort.* 1052: 235-240.

Germain, E., and J-P. Sarraquigne. 1997. Hazelnut training systems: comparison between three system used on three varieties. *Acta Hort.* 445: 237-245.

Hampson, C.R., Azarenko, A.N., and J.R.Potter. 1996. Photosynthetic rate, flowering and yield component alteration in hazelnut in response to different light environments. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121 (6): 1103-1111.

Malvicini, G.L., Roversi, A., and A.Pansecchi. 2014. Some observations on hazelnut mechanical pruning in the North of Italy. *Acta Hort.* 1052: 169-174.

Olsen, J. 2013. Growing hazelnut in the Pacific Northwest. Training and pruning. OSU Extension Catalog. EM 9078. Oregon State University, Extension Service, Oregon, USA.

Romisondo, P., Me, G., Manzo, P., e A.Tombesi. 1983b. Scelta delle cultivar. Aspetti della tecnica colturale e loro riflessi sulla qualità delle produzioni. Atti del Convegno Internazionale sul Nocciolo. Avellino 22-24 settembre. p. 61-78.

Roversi, A., Ughini, V., Scocco, C., Mozzone, G., e C. Sonnati. 2002. Prove di potatura meccanica del nocciolo. *Quaderni della Regione Piemonte Agricoltura* 32: 16-20.

Roversi, A., and G. Mozzone. 2005. Preliminary observations on the effects of renewal pruning in hazelnut orchard. *Proc. 6th Int. Congress on Hazelnut.* *Acta Hort.* 686: 253-258.

Roversi, A., Mozzone, G., Castellano, L., e F.S. Tosun. 2007. Nocciolo: produzioni più elevate e frutti migliori con la potatura verde. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura* 4: 64-66.

Roversi, A., Pansecchi, A., e G.L. Malvicini. 2009b. Potatura meccanica del nocciolo per migliorare resa e qualità. *L'Informatore Agrario* 34: 56-58.

Roversi, A., Malvicini, G.L., Mozzone, G., and T.Dimalcun. 2009a. A simple summer pruning trial on hazelnut. *VII Int. Congress on Hazelnut.* *Acta Hort.* 845: 367-372.

Roversi, A., Pansecchi, A., e G.L. Malvicini. 2011. La potatura meccanica del nocciolo: ulteriori indagini nel Monferrato. *Frutticoltura* 12: 46-50.

Sonnati, C., Ughini, V., and G.Facciotto. 2009. Prune and recycle: mechanical hazelnut pruning and energetic recovery of its biomass. *Acta Hort.* 845: 413-418.

Tombesi, A., e A. Cartechini, 1983. La Ristrutturazione delle piante adulte di nocciolo. Atti del Convegno Internazionale sul nocciolo. Avellino, Italia. p. 405-408.

Tous, J., Girona, J., and J.Tasias. 1994. Cultural practices and cost in hazelnut production. Proc. 3rd Int. Congress on Hazelnut. Acta Hort. 351: 395-418.

Ughini, V., Malvicini, G.L., Roversi, A., Sonnati, C., Facciotto, G., e S. Bergante. 2009a. Potatura meccanica del nocciolo e convenienza al recupero delle biomasse. Quaderni della Regione Piemonte 64: 32-35.

Ughini, V., Roversi, A., Malvicini, G.L., and C.Sonnati. 2009. Effects of hazelnut summer pruning made in different months. VII Int. Congress on Hazelnut. Acta Hort. 845: 363-366.

Ughini, V., Sonnati, C., Malvicini, G.L., Roversi, A., Facciotto, G., e S.Bergante. 2009b. Ecosostenibilità della potatura meccanica del nocciolo e convenienza al recupero delle biomasse prodotte. Quaderni della Regione Piemonte Agricoltura & Ricerca "Ricerca Applicata in Corilicoltura", p.26-44.