Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA

RESULTADOS Y LECCIONES EN

Mejoramiento de competitividad del cultivo de avellano europeo

Proyecto de innovación en

Región de La Araucanía

FRUTALES / FRUTALES DE NUEZ

148

SERIE **EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO**

Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

Fundación para la Innovación Agraria

RESULTADOS Y LECCIONES EN

Mejoramiento de competitividad del cultivo de avellano europeo

Proyecto de innovación en

Región de La Araucanía

Valorización a octubre de 2020

SERIE **EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO**

Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos
la colaboración, información y buena disposición
de Miguel Ellena Delliger, Doctor Ingeniero Agrónomo
del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.

Resultados y lecciones en
Mejoramiento de competitividad del cultivo de avellano europeo
Proyecto de innovación en Región de La Araucanía

Serie **Experiencias de innovación para el emprendimiento agrario**
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Santiago de Chile, diciembre 2020

Registro de Propiedad Intelectual Nº 2021-A-2734

ISBN 978-956-328-261-0

Elaboración del documento
Marcela Salinas Ballevona, ingeniera agrónoma y consultora.

Revisión y edición técnica del documento
Gabriela Casanova, ingeniera agrónoma, Fundación para la Innovación Agraria

Fotografías
Proyecto precursor, archivos FIA y Guillermo Feuerhake

Diseño gráfico y edición de textos
Guillermo Feuerhake

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida,
siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Presentación

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA) es la agencia del Ministerio de Agricultura orientada a promover la cultura de la innovación en el sector silvoagroalimentario nacional. Para ello, la Fundación apoya con incentivos financieros, información, capacitación y redes para innovar.

Fundamental para que los productores puedan innovar es contar con información relevante para tomar decisiones que les permitan acercarse de manera plausible al éxito de las iniciativas que realicen. Por su parte, los proyectos e iniciativas que se desarrollan bajo el alero de FIA generan resultados que representan un gran caudal de valioso conocimiento para el sector silvoagroalimentario nacional e internacional. Como toda innovación conlleva un riesgo, y tanto los resultados promisorios como aquellos de proyectos que no lograron alcanzar los objetivos esperados son puestos en valor por FIA, ya que ambos constituyen aprendizajes relevantes.

FIA desarrolló una metodología de valorización de resultados orientada a analizar la validez y potencial de aplicación de las experiencias, lecciones aprendidas y resultados de los proyectos al momento de su cierre. Es una metodología cercana a la de un estudio de viabilidad, compuesta de distintos análisis en los ámbitos comerciales, técnicos, de gestión, legal y/o financieros, dependiendo de la naturaleza del proyecto.

En este marco, el presente documento tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas de los proyectos "Modernización del cultivo del avellano europeo a partir del desarrollo de portainjertos clonales (Hazel-Rootstock INIA) que permitan la reducción de vigor y el manejo de huertos en alta densidad para superar el potencial de rendimiento" y "Generación de ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de prototipos varietales".

Espero que la información contenida en este documento sirva como aprendizaje y se transforme en un insumo provechoso, especialmente para productores que buscan incorporar nuevas tecnologías en sus predios para incrementar la eficiencia y competitividad de sus sistemas productivos.

Álvaro Eyzaguirre
Director Ejecutivo FIA

Contenidos

Presentación 5
Introducción 9

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas 11
1. Antecedentes 12
   1.1. El cultivo del avellano europeo en Chile 15
   1.2. Perspectivas de mercado 18
2. Base conceptual de la tecnología 31
3. La innovación tecnológica 34
4. El valor de la herramienta desarrollada 36
5. Conveniencia económica para el productor 38
6. Claves de la viabilidad 40
7. Asuntos por resolver 41

Sección 2. Los proyectos precursores 43
1. El entorno económico y social 45
2. Los proyectos precursores 47
   2.1. Características generales 47
   2.2. Validación de la tecnología 51
   2.3. Otros elementos importantes de destacar 51
3. El proyecto hoy 52

Sección 3. El valor del proyecto precursor y aprendido 53

Sección 4. Anexos
1. Bibliografía 57

Introducción

La presente publicación pone en valor los resultados de los proyectos "Modernización del cultivo del avellano europeo a partir del desarrollo de portainjertos clonales (Hazel-Rootstock INIA)" y "Generación de ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de prototipos varietales". Su finalidad fue mejorar la competitividad del cultivo de avellano europeo en Chile, mediante el desarrollo de portainjertos que permitan tener cultivos de mayor densidad y desarrollar nuevas variedades a través de selecciones clonales.

Los proyectos fueron ejecutados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias entre los años 2015 y 2019, en la Región de La Araucanía, y contaron con la participación de Avellanas del Sur S.A. como empresa asociada.

El presente documento está estructurado en tres secciones principales. La primera de ellas, "Resultados y lecciones aprendidas", tiene como finalidad proveer una visión sistematizada del nuevo servicio o herramienta tecnológica que derivó de los resultados y aprendizajes generados en el proyecto ejecutado. En su desarrollo, esta visión contiene los elementos que permiten a los productores interesados apreciar si la opción responde a sus necesidades y permite mejorar o hacer más eficientes sus procesos productivos y de gestión.

La segunda sección consiste en la descripción del "Proyecto precursor",[1] donde se ilustran las experiencias que condujeron a la validación y sistematización de la herramienta tecnológica evaluada, como forma de exponer el entorno, metodologías y aplicaciones prácticas que le dieron origen.

Finalmente, considerando el análisis realizado en la primera y segunda sección del documento, en una tercera, denominada "Valor del proyecto", se resumen los aspectos más relevantes y determinantes del aprendizaje, para la viabilidad futura de la innovación realizada.

Se espera que esta información, sistematizada en la forma de una "innovación aprendida",[2] aporte a los interesados elementos clave respecto de los beneficios del uso o incorporación de los nuevos servicios y herramientas tecnológicas desarrolladas.

---

1 "**Proyecto precursor**": proyecto de innovación a escala piloto financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que permite configurar la innovación aprendida que se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

2 **"Innovación aprendida"**: análisis de los resultados de proyectos orientados a generar un nuevo servicio o herramienta tecnológica. Este análisis incorpora la información validada del proyecto precursor, las lecciones aprendidas durante su desarrollo, los aspectos que quedan por resolver y una evaluación de los beneficios económicos de su utilización en el sector.

SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente documento tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas a partir de la realización de dos proyectos desarrollados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y cofinanciados por la Fundación para la Innovación Agraria, que estuvieron orientados a modernizar el cultivo del avellano europeo en Chile y mejorar la competitividad de huertos comerciales de esta especie.

Se espera que la información sistematizada en este documento aporte elementos relevantes a los interesados para apoyar la toma de decisiones respecto del cultivo comercial del avellano europeo, de modo de contribuir a posicionar a Chile como uno de los mayores productores y oferentes de avellanas en los mercados internacionales.

1. Antecedentes

El cultivo del avellano europeo (*Corylus avellana* L.) ha experimentado un fuerte desarrollo en Chile, particularmente entre las regiones del Maule y de Los Lagos. Su cultivo ha adquirido relevancia en la zona sur del país, principalmente como alternativa a rubros tradicionales como cultivos anuales, ganadería y lechería,[3] lo que se ha visto reflejado en un aumento de la superficie cultivada en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, pasando de 2.595 ha el año 2012 a 9.192 ha el año 2019.[4]

Los huertos comerciales de avellano europeo normalmente utilizan densidades de plantación que varían entre 300 y 500 plantas por hectárea, y sus sistemas de formación se caracterizan porque generan árboles de gran altura y baja eficiencia productiva, con rendimientos promedios, a nivel mundial, del orden de 3 ton/ha.[5] En pleno desarrollo, y dependiendo de la variedad, el árbol alcanza una altura de 3 a 4 metros con crecimiento arbustivo. Sin embargo, conducido en un solo eje, como ocurre en plantaciones en Estados Unidos, países europeos y Chile, puede alcanzar 4 a 6 metros de altura, particularmente en variedades vigorosas como Barcelona y otras.[6]

El sistema productivo de esta especie, a diferencia de otros frutales, no ha mostrado avances significativos en términos de su manejo y productividad, a diferencia de lo ocurrido en el caso del manzano y el cerezo, donde el uso de portainjertos enanizantes en huertos comerciales, en los últimos 20 años, ha permitido modernizar su cultivo, aumentar la densidad de plantación y anticipar su entrada en producción, a la vez de cuadruplicar su rendimiento. Lo mismo si se compara con el cultivo de otros frutos secos, como la nuez, que en los últimos 10 años ha aumentado su productividad de 4 hasta 8 ton/ha.[7]

La producción mundial de avellanas se basa principalmente en selecciones de materiales locales. De los 500 cultivares conocidos en el mundo, solo 20 se cultivan para fines comerciales en los principales países productores. No obstante, en los últimos años se han

[3] ELLENA, M., *et al*. "Avellano europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva". Boletín INIA N° 274. 2013.

[4] ODEPA-CIREN. "Catastro Frutícola Principales Resultados - Región de La Araucanía/Julio 2019" y "Catastro Frutícola. Principales resultados Región Biobío/Julio 2012. Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/catastros-fruticolas/catastro-fruticola-ciren-odepa

[5] FIA – INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Plan operativo proyecto precursor "Modernización del cultivo del avellano europeo a partir del desarrollo de portainjertos clonales (Hazel-Rootstock INIA) que permitan la reducción de vigor y el manejo de huertos en alta densidad para superar el potencial de rendimiento". 2016.

[6] ELLENA, M. *et al*. Op. cit.

[7] FIA – INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Plan operativo proyecto precursor "Modernización del cultivo del avellano europeo a partir del desarrollo de portainjertos clonales (Hazel-Rootstock INIA) que permitan la reducción de vigor y el manejo de huertos en alta densidad para superar el potencial de rendimiento". 2016.

licenciado nuevas variedades, provenientes principalmente del programa de mejoramiento genético de la Universidad de Oregon, Estados Unidos.[8]

El cultivo de esta especie se ha caracterizado por su lenta entrada en producción y bajos rendimientos durante los primeros años. El inicio de la etapa productiva comienza entre el tercer y sexto año, según la variedad, observándose los máximos rendimientos a partir del año 7, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas donde se ubique la plantación. Normalmente se utilizan amplios marcos de plantación (6 x 4, 6 x 3 y 5 x 4 m), dependiendo del vigor de la variedad, fertilidad y profundidad del suelo, y grado de mecanización del cultivo, con densidades de plantación relativamente bajas en contraste con la tendencia actual observada en huertos comerciales de frutales en general, en que se tiende a aumentar la densidad de plantación con el fin de adelantar la entrada en producción y aumentar los rendimientos por unidad de superficie, de manera de amortizar la inversión en un menor periodo de tiempo.[9]

En el caso del avellano europeo, las plantaciones intensivas presentan problemas de producción y calidad de fruta, principalmente por falta de iluminación en el interior de la copa y en la parte inferior de los árboles. Actualmente no existe una alternativa para establecer huertos que admitan densidades sobre 1.000 plantas/ha, que permitan adelantar la entrada en producción a la vez de elevar su productividad por sobre los 3.000 kg/ha. La única alternativa para aumentar la producción durante los primeros años es utilizar menores marcos de plantación en las primeras etapas de los árboles, para posteriormente eliminar árboles en exceso o realizar fuertes podas cuando las copas se entrecruzan entre sí y se produce un desplazamiento de la zona productiva a la parte alta del árbol. Se puede comenzar la plantación con densidades de 800 plantas/ha, y cuando la capacidad productiva comienza a resentirse se elimina la mitad de los árboles, obteniéndose una densidad definitiva de 400 plantas/ha.[10] Esto es lo que se conoce como "marco dinámico" de plantación; sin embargo, sus resultados son inciertos.[11]

INIA ha realizado estudios sobre el efecto de la densidad de plantación y el comportamiento vegetativo-productivo de los árboles de avellano de las variedades Barcelona y Tonda di Giffoni, junto con rescatar y conservar material genético proveniente del sur de Chile, que le ha permitido seleccionar material con hábito de crecimiento de bajo vigor, propagado clonalmente y sometido a injerto, cuyos resultados han mostrado una disminución de la fase improductiva y a su vez un menor desarrollo vegetativo.

8 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. "El avellano europeo en Chile: Una década de recopilación e investigación". 2018.
9 ELLENA, M. *et al*. Op. cit.
10 Ibíd.
11 FIA – INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Op cit.

Por otra parte, la producción de avellana europea en Chile se basa fundamentalmente en dos variedades: Barcelona chilena (70 %) y Tonda di Giffoni (30 %). La primera es la principal variedad producida en Chile para consumo directo y ciertos usos industriales. Existe una importante variabilidad en sus plantas, entre los distintos huertos ubicados en la zona centro-sur y sur de Chile, con diferencias significativas tanto en las características de los árboles (hábito de crecimiento, vigor, emisión de hijuelos, precocidad productiva, fenología floral, brotación, maduración de la fruta) como en las características de las avellanas (número de frutos/involucro,[12] largo del involucro, peso del fruto, espesor de la cáscara) y de las semillas (peso, diámetro, rendimiento al descascarado, porcentaje de pelado luego del proceso de tostado, contenido en aceite, tipo de ácidos grasos, y porcentajes de proteína, fibra, vitamina E, polifenoles, macro y microelementos). Esta variabilidad impide contar actualmente con frutas de calidad homogénea, particularmente con un alto porcentaje de calibres superiores y buen llenado de semilla, así como buenas condiciones organolépticas y funcionales que permitan acceder a mejores precios en el mercado, últimamente en crecimiento.[13]

Dada la importancia que ha adquirido el cultivo del avellano europeo en Chile, así como la necesidad de aumentar su competitividad en los mercados externos, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) cofinanció dos proyectos complementarios, orientados por una parte a modernizar su cultivo a través del uso de patrones enanizantes, de manera de aumentar la densidad de plantación y de esta forma adelantar la entrada en producción del cultivo, y por otra a la creación de variedades propias, a partir de selecciones clonales que produzcan frutos de mayor calibre y rendimiento industrial. Los proyectos precursores corresponden a "Modernización del cultivo del avellano europeo a partir del desarrollo de portainjertos clonales (Hazel-Rootstock INIA) que permitan la reducción de vigor y el manejo de huertos en alta densidad para superar el potencial de rendimiento" y "Generación de ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de prototipos varietales".

Estos proyectos fueron desarrollados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias en la Región de La Araucanía, entre los años 2015 y 2019, y contaron con la participación como empresa asociada de Avellanas del Sur, constituida por 64 socios productores de avellanas europeas, dentro de los cuales se encuentra la empresa Pacific Nuts, que actúa como poder comprador y comercializador.

La sistematización de la información y lecciones aprendidas de los proyectos precursores, que pone en valor los distintos elementos que contribuyeron a sus buenos resultados, requiere avanzar en su adopción e incorporación en el cultivo comercial del avellano, como una forma de contribuir a modernizar su manejo.

[12] Involucro: conjunto de brácteas u órganos foliáceos situado en la base de una flor o de una inflorescencia, con funciones protectoras.

[13] FIA – INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Plan operativo proyecto precursor "Generación de ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de prototipos varietales". 2015.

Sin embargo, es importante tener presente que la producción de más y mejor fruta, principal interés de los productores, no solo depende del uso de material genético apropiado sino también de la combinación con manejo técnico del cultivo y condiciones agroclimáticas adecuadas, de manera de propiciar un salto productivo importante.

1.1. El cultivo del avellano europeo en Chile

Chile cuenta con condiciones agroclimáticas que favorecen el cultivo del avellano europeo, lo que se ha visto reflejado en la llegada de nuevas firmas extranjeras interesadas en producir en nuestro país y el aumento sostenido de la superficie cultivada con este frutal en la zona centro y sur del país. De acuerdo a información publicada por ODEPA, la superficie de avellano europeo en Chile al año 2019 se estima en 24.436,8 ha,[14] que representan aproximadamente el 7,1 % de la superficie frutícola del país, y se espera que para el año 2030 su superficie alcance las 30.000 ha.[15]

En el Cuadro 1 se muestra la evolución de la superficie de huertos comerciales de avellana europea en los últimos 19 años. Como se observa, la superficie cultivada ha experimentado un aumento sostenido, con un crecimiento anual promedio de un 18,6 %, en dicho periodo. Entre los años 2016 y 2019 se observa un crecimiento de un 86 %, pasando de 13.108,7 ha catastradas en 2016 a una superficie total de 24.436,8 ha el año 2019.

Este aumento de superficie está asociado principalmente a la mayor rentabilidad que ofrece este rubro frente a los cultivos tradicionales, ya que se trata de un frutal de bajos costos de establecimiento y fácilmente mecanizable, además de que la fruta se cosecha desde el suelo, con bajos costos de producción; sumado a la existencia de poderes compradores que ofrecen la opción de suscribir contratos para la compra de la fruta, como por ejemplo la empresa Ferrero, que es el mayor poder comprador que existe actualmente en el país.[16]

Cuadro 1. **Superficie de avellano europeo en Chile, periodo 2000 – 2019**

Especie	2000	2001	2006	2007	2012	2013	2016	2017	2018	2019	Variación 2018/2019
Avellano europeo	14,7	850	1.553,2	3.439	5.722,3	8.686,8	13.108,7	13.109,7	13.103,5	24.436,8	+86,5%

Fuente: ODEPA. Boletín fruta fresca. Julio 2019.

En el Cuadro 2 se muestra la distribución de la superficie de avellano europeo entre las regiones Metropolitana y de Los Lagos, para el periodo 2000 – 2019, destacándose las regio-

[14] ODEPA-CIREN. "Catastro Frutícola Principales Resultados - Región de La Araucanía/Julio 2019". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/catastro_araucania.pdf

[15] Nota de actualidad CIREN. "El avellano europeo sigue imparable". Disponible https://www.ciren.cl/actualidad/el-avellano-europeo-sigue-imparable/

[16] RED AGRÍCOLA. "Avellano europeo: 30.000 hectáreas a 2025, con el sur como protagonista". Abril 2017. Disponible en: https://www.redagricola.com/cl/avellano-europeo-30-000-hectareas-2025-sur-protagonista/

nes del Maule y La Araucanía como las principales zonas productoras de avellano europeo en el país, que concentran el 45,9 % y 28,8 % de la superficie total, respectivamente. Les siguen en importancia las regiones de Ñuble, Biobío y Los Ríos, que en conjunto representan el 21,4 % de la superficie total cultivada con avellano. Esto debido, principalmente, a que es un cultivo que se adapta a las diversas condiciones climáticas existentes en la zona centro y sur del país. En el periodo 2016 a 2019 la superficie de la Región del Maule aumentó en un 70,4 %, mientras que en la Región de La Araucanía aumentó en un 58,7 %.

Cuadro 2. **Superficie de avellano europeo en Chile, según región (huertos con superficie mayor a 0,5 ha)**

Región	2000	2001	2006	2007	2012	2013	2016	2017	2018	2019	Participación regional año 2019
Metropolitana			0,5	0,5	1,2	24,4	24,4	25,4	25,4	25,4	0,1%
O'Higgins							25,2	25,2	19,0	19,0	0,1%
Maule		835,4	853,4	2.739,2	2.739,2	5.680,5	6.586,3	6.586,3	6.586,3	11.225	45,9%
Ñuble/Biobío	2,4	2,4	49,1	49,1	386,4	386,4	1.218,3	1.218,3	1.218,3		
Ñuble										2.943,5	12,0%
Biobío										1.031,8	4,2%
La Araucanía	2,8	2,8	548,7	548,7	2.251,5	2.251,5	4.433,6	4.433,6	4.433,6	7.034,3	28,8%
Los Ríos/Los lagos	9,4	9,4	101,6	101,6							
Los Ríos					260,9	260,9	509,5	509,5	509,5	1.267,3	5,2%
Los Lagos					83,1	83,1	311,4	311,4	311,4	890,4	3,6%
Total	14,7	850	1.553,2	3.439	5.722,3	8.686,8	13.108,7	13.109,7	13.103,5	24.436,8	100%

Fuente: ODEPA. Boletín fruta fresca. Julio 2019.

En el Cuadro 3 se muestra la superficie de las principales variedades de avellano europeo plantadas en Chile, según la información de los últimos catastros frutícolas regionales publicados por ODEPA, destacándose las variedades Barcelona y Tonda di Giffoni, las que en conjunto representan el 48 % de la superficie total de huertos de más de 0,5 ha de avellano europeo catastrados en el país, al año 2019. Otras variedades de menor importancia son Tonda Gentile delle Langhe (TGL), Tonda Romana y algunas nuevas variedades de origen norteamericano, como Jefferson, Yamhill y Tonda Pacifica, entre otras, que han comenzado a plantarse recientemente.[17]

[17] INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. "El avellano europeo en Chile: Una década de recopilación e investigación". 2018.

Cuadro 3. **Principales variedades cultivadas (superficie en hectáreas)**

Variedad	2007	2012	2013	2016	2019	% Superficie 2019
Barcelona	496,4	1.349,9	1.420,0	4.434,3	5.828,2	45,4%
Tonda di Giffoni	447,1	314,8	1.454,2	4.451,2	5.932,8	46,3%
Tonda Gentille de la Lange	441,3	4,9	980,8	1.051,1	981,4	7,7%
Tonda Romana	70,1					0,0%
Azul			169,0	5,0		0,0%
Rojo				59,4		0,0%
Lewis					83,5	0,7%
Total	1.454,9	1.669,6	4.024,0	10.001,0	12.825,9	100%

Fuente: ODEPA. Catastro frutícola.

Barcelona es una variedad de origen desconocido, difundida en Estados Unidos (Oregon), Francia y Chile (zona centro-sur y sur), y en menor grado en otros países productores de avellana. En Chile predomina la variedad "Barcelona chilena", seleccionada y difundida en el país por uno de los agricultores pioneros de este cultivo. Esta variedad-población presenta crecimiento abierto, expandido, productividad media a elevada y vigor elevado. Este cultivar tiene gran potencial productivo, superior a 3.000 kg/ha, siendo posible lograr producciones de 4.500-5.000 kg/ha en la zona norte de la Región de La Araucanía y centro-sur de Chile, con gran adaptación a las condiciones edafoclimáticas del centro-sur y sur del país. Por su parte, la variedad italiana Tonda di Giffoni es la de mayor importancia para la industria en Chile, aumentando considerablemente su tasa de plantación en las últimas temporadas, debido a la alta calidad tecnológica de las semillas, buenos precios y alta demanda por parte de la industria alimentaria. Es de rápido crecimiento, vigor intermedio y con elevada precocidad productiva.[18]

Los dos principales mercados para la avellana europea son el *snack*, o consumo directo, y la industria. A diferencia de otras especies, el precio pagado por la industria es mejor que el precio que se paga para consumo directo. Ambos mercados requieren de variedades determinadas, imponiéndose en cada uno de ellos una variedad principal, por lo que los productores disponen de pocas alternativas para plantar.[19] La variedad Tonda di Giffoni es muy apreciada por la industria chocolatera, por el calibre medio de la semilla (14 mm) y

[18] Ibíd.

[19] RED AGRÍCOLA. "Avellano europeo: 30.000 hectáreas a 2025, con el sur como protagonista". Abril 2017. Disponible en: https://www.redagricola.com/cl/avellano-europeo-30-000-hectareas-2025-sur-protagonista/

1

por sus buenas características organolépticas,[20] siendo la empresa Ferrero el mayor poder comprador en Chile. Por su parte, la variedad Barcelona está más orientada al mercado de los *snacks*, siendo Asia un gran poder comprador debido al incremento de su demanda.

En cuanto a precios pagados en Chile, dependen principalmente de lo que suceda en Turquía, ya que AgriChile (empresa del Grupo Ferrero) ha establecido que el precio a pagar a los agricultores se calcula en referencia a los valores de transacciones públicas en ese país, entre septiembre y febrero. Así, en el caso de la variedad Tonda di Giffoni, el precio a productor el año 2019 llegó a US$ 3 por kilo, mientras que en 2018 fue de US$ 3,45 por kilo. En el caso de la variedad Barcelona y las variedades polinizantes se ha ofrecido US$ 2,24 por kilo, mientras que para la variedad Yamhill, parte del grupo de "variedades americanas", el precio alcanzó a US$ 2,7 por kilo.[21]

El nivel productivo en Chile está en torno a los 3.500 kilos por hectárea, aun cuando existen experiencias de huertos que superan sin problemas los 4.000 kilos y con potencial de seguir aumentando su productividad.[22] Esto asociado al nivel tecnológico de los huertos, que a juicio de expertos son más modernos que los que existen en Turquía, principal país productor del mundo, e incluso en Italia y España. Es así como, el valor de las avellanas se mantiene estable, y las cifras alcanzadas en 2019 están en el rango de un horizonte normal de precios.

1.2. Perspectivas de mercado

El cultivo del avellano europeo se concentra en zonas de clima mediterráneo. El año 2018 la producción de avellana europea con cáscara alcanzó a 884 mil toneladas, con una superficie cosechada de 966 mil hectáreas, de acuerdo a la información oficial registrada en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultora (FAO).[23] El principal productor de avellanas es Turquía, que ese año concentró el 75,4 % de la superficie total cosechada; seguido por Italia y Azerbaiyán, con un 8,1 % y 4 % del total de la superficie a nivel mundial (Figura 1).

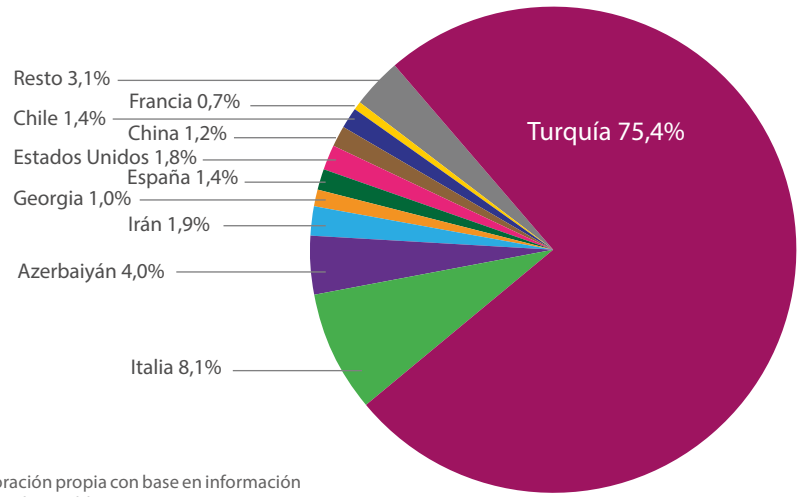
[20] Situación actual del avellano europeo en Chile En: Avellano Europeo: Establecimiento y formación de la estructura productiva. Disponible en: http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39138.pdf

[21] El Agro Agricultura. "Repunta el precio de las avellanas". Abril 2019. Disponible en: http://elagro.radioagricultura.cl/2019/04/08/repunta-precio-las-avellanas/

[22] Ibíd.

[23] FAOSTAT. Base de datos de producción avellana con cáscara, periodo 2009 – 2018. Disponible en: http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC

Figura 1. **Distribución superficie cosechada de avellana europea por país, año 2018**



Fuente: elaboración propia con base en información de producción disponible en FAOSTAT.

La superficie cosechada de avellano europeo muestra una tendencia a crecer en la última década. Al analizar su evolución en el periodo 2009 – 2018, se observa que en promedio ha aumentado un 59 %, siendo Chile el país que ha mostrado el mayor crecimiento en comparación a los principales países productores de avellana (Cuadro 4). Entre 2009 y 2018 la superficie cosechada de avellana europea en Chile creció en un 96 %, mientras que en Turquía, Italia y Azerbaiyán este aumento fue de un 73,0 %, 11,4 % y 75,8 % respectivamente, lo que deja de manifiesto la importancia que ha cobrado este cultivo en el país durante la última década.

Cuadro 4. **Superficie cosechada de avellana europea 2009 - 2018, por país (en hectáreas)**

País	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Participación año 2018	Variac. periodo
Turquía	421.108	432.439	429.955	422.765	422.501	423.261	434.119	705.445	706.667	728.381	75,4%	73,0%
Italia	70.526	55.904	70.492	57.992	71.459	72.125	72.214	69.285	73.772	78.593	8,1%	11,4%
Azerbaiyán	22.193	22.691	23.242	23.768	24.822	25.207	27.322	31.814	35.782	39.021	4,0%	75,8%
Irán	19.962	19.133	16.610	13.614	20.416	20.631	16.513	18.353	17.654	17.957	1,9%	-10,0%
Estados Unidos	11.614	11.736	11.534	11.736	12.141	12.141	13.759	14.973	16.187	17.806	1,8%	53,3%
España	14.536	13.803	14.067	13.912	13.800	13.591	13.301	13.137	12.806	13.505	1,4%	-7,1%
Chile	6.678	4.199	7.544	8.687	8.712	8.686	8.712	13.109	13.110	13.104	1,4%	96,2%
China	10.500	10.645	11.000	11.500	11.500	11.991	12.701	11.808	11.820	11.775	1,2%	12,1%
Georgia	12.000	15.739	17.065	13.731	22.127	18.633	19.362	16.406	11.920	9.484	1,0%	-21,0%
Francia	3.572	4.166	4.101	4.294	4.682	4.995	5.146	5.868	6.232	6.644	0,7%	86,0%
Resto	14.942	16.972	18.944	19.851	21.289	21.763	24.812	25.850	27.151	29.926	3,1%	100,3%
Total	607.631	607.427	624.554	601.850	633.449	633.024	647.961	926.048	933.101	966.196	100,0%	59,0%

Fuente: elaboración propia con base en información de producción disponible en FAOSTAT.

Por otra parte, en términos de producción, aproximadamente el 60 % es producido por Turquía, mientras que Italia y Azerbaiyán aportan el 15,4 % y 6 % de la producción total, respectivamente. En el periodo 2009 – 2018, la producción mundial de avellana europea creció en un 11,8 %; sin embargo, a nivel de países, Chile, Azerbaiyán y Francia son los que mostraron el mayor crecimiento, destacándose Chile, cuya producción aumentó en un 200 %, seguido por Azerbaiyán con un aumento de un 71 % de su producción (Cuadro 5).

La calidad de los frutos producidos por Turquía es muy variable debido, entre otros factores, a que provienen de numerosos huertos pequeños y envejecidos, con distancias de plantación densas y prácticas culturales inadecuadas que afectan su productividad.[24] Su producción se orienta fuertemente a las harinas, aceites, picadillos y fruta con cáscara. Italia tiene cultivares locales seleccionados principalmente para la industria de la chocolatería, mientras que Estados Unidos se orienta a la producción de frutos para la industria de los bocados (*snacks*).[25]

Cuadro 5. **Producción de avellana europea 2009 - 2018, por país (en toneladas)**

País	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Participación año 2018	Variac. periodo
Turquía	500.000	600.000	430.000	660.000	549.000	450.000	646.000	420.000	675.000	515.000	59,6%	3,0%
Italia	106.600	90.270	128.940	85.232	112.650	75.456	101.643	120.572	131.281	132.699	15,4%	24,5%
Azerbaiyán	30.430	29.454	32.922	29.624	31.202	30.039	32.260	34.271	45.530	52.067	6,0%	71,1%
Irán	17.492	18.443	18.758	19.532	20.655	10.098	16.761	16.443	15.700	15.839	1,8%	-9,5%
Estados Unidos	42.638	25.401	34.927	35.500	40.823	32.659	28.123	39.916	29.030	46.270	5,4%	8,5%
España	10.290	15.086	17.590	14.406	15.300	13.542	11.423	9.510	10.487	8.033	0,9%	-21,9%
Chile	3.000	2.400	5.200	6.300	9.500	6.012	6.039	8.946	9.036	9.019	1,0%	200,6%
China	18.000	19.500	22.000	23.000	23.000	23.743	25.696	24.146	24.528	24.790	2,9%	37,7%
Georgia	21.800	28.800	31.100	24.700	39.700	33.800	35.300	29.500	21.400	17.000	2,0%	-22,0%
Francia	8.825	10.073	7.337	10.026	8.104	11.053	8.900	12.638	11.111	14.988	1,7%	69,8%
Resto	13.891	15.316	16.202	16.018	19.570	18.796	25.133	24.006	23.610	28.183	3,3%	102,9%
Total	772.966	854.743	744.976	924.338	869.504	705.198	937.278	739.948	996.713	863.888	100,0%	11,8%

Fuente: elaboración propia con base en información de producción disponible en FAOSTAT.

Consistente con lo anterior, el principal exportador de avellana europea es Turquía, cuyas exportaciones el año 2019 representaron el 60 % del volumen total exportado a nivel mundial, seguido por Estados Unidos e Italia, cuyas exportaciones representaron el 8 % y 7,1 % respectivamente. El principal destino de las exportaciones de Turquía son la Unión Europea y el Reino Unido, con el 74 % de dichas exportaciones. Dentro de la Unión Europea destacan

[24] ERDOGAN, V. International Society for Horticultural Science. Acta Horticulture 2018.1226.

[25] FIA. "Resultados y Lecciones en Producción de Avellano Europeo en la Zona Centro-Sur. Proyectos de Innovación desde VII Región del Maule a IX Región de La Araucanía". Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario. Junio 2008.

los mercados de Italia y Alemania,[26] siendo importante además el de China.[27] El año 2019 el 40,7 % de las exportaciones de avellana de Turquía tuvieron como destino Italia, mientras que Alemania concentró el 14,4% de dichas exportaciones.[28] El destino de las exportaciones de Italia fue la Unión Europea, principalmente Alemania, Francia y Polonia.

Chile, por su parte, en los últimos cinco años se ha situado en el sexto lugar como país exportador, con un volumen exportado el año 2019 de 12 mil toneladas, equivalente al 3,7 % del volumen total exportado a nivel mundial durante ese año (Cuadro 6 y Figura 2), cuyo principal destino fue Italia con un 97 % del volumen exportado.[29]

Cuadro 6. **Volumen total exportado de avellana europea con y sin cáscara, por país (en toneladas)**

País	2015	2016	2017	2018	2019	Participación año 2019	Variación periodo
Turquía	143.384	134.120	160.457	162.494	193.743	60,0%	35,1%
Estados Unidos	19.125	25.451	28.526	29.805	25.853	8,0%	35,2%
Italia	39.859	22.805	25.494	19.161	22.980	7,1%	-42,3%
Azerbaiyán	12.226	14.862	20.859	18.503	22.639	7,0%	85,2%
Georgia	19.335	27.008	15.137	11.308	12.361	3,8%	-36,1%
Chile (*)	6.520	6.817	8.296	9.922	12.062	3,7%	85,0%
Países Bajos	3.704	3.878	6.666	6.694	7.541	2,3%	103,6%
Alemania	5.092	6.081	5.061	4.960	5.791	1,8%	13,7%
Francia	3.128	3.895	3.776	5.025	4.218	1,3%	34,8%
China, Hong Kong	2.071	3.345	2.536	1.921	4.128	1,3%	99,3%
Resto del mundo	9.452	11.504	9.548	11.776	11.380	3,5%	20,4%
Total	263.897	259.767	286.357	281.569	322.696	100,0%	22,3%

(*) El volumen exportado de Chile fue corregido de acuerdo a las estadísticas de la Agencia Nacional de Aduanas.
Fuente: elaboración propia con base en estadística de comercio de UN Comtrade Database y el Servicio Nacional de Aduanas de Chile.

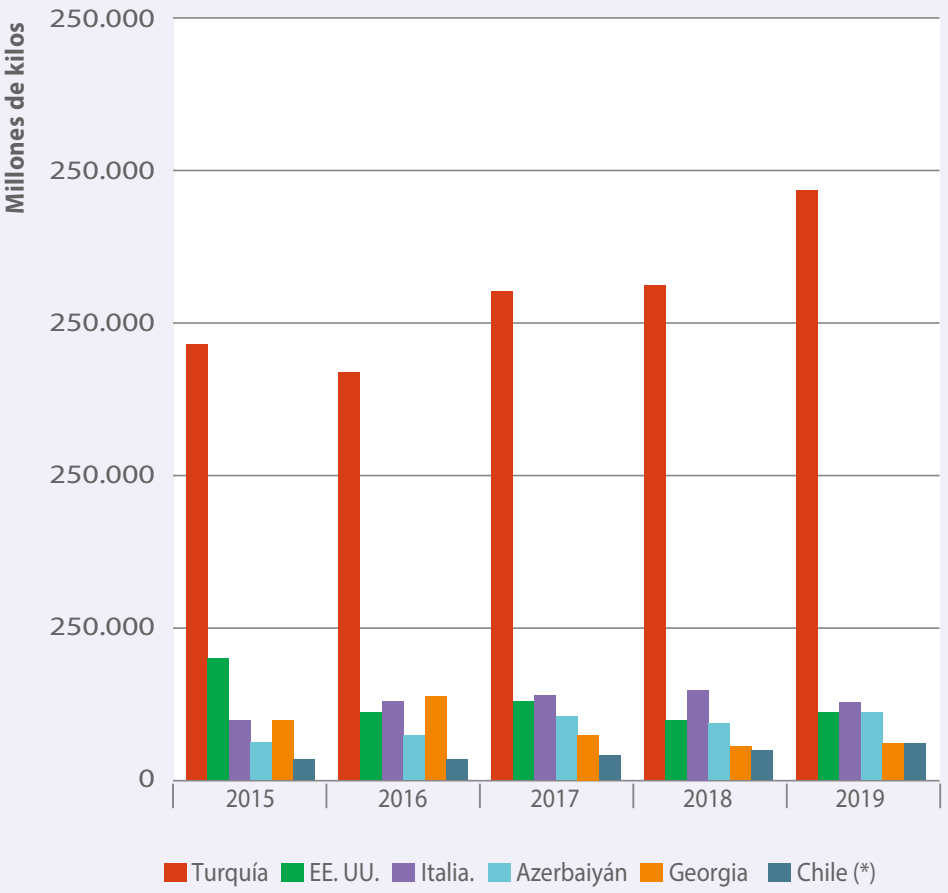
26 International Nut and Dried Fruit. "Nuts & Dried Fruits Statistical Yearbook 2019 / 2020".

27 MARKETFRESH. Turquía: 800 mil toneladas alcanzará la producción de avellanas esta temporada

28 International Trade Center. Información de Comercio. Disponible en: https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=3%7c792%7c%7c%7c%7c080222%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c2%7c1%7c1

29 Ibíd.

Figura 2. **Volumen total exportado de avellana europea con y sin cáscara, por país (en toneladas)**



(*) El volumen exportado de Chile fue corregido de acuerdo a las estadísticas del Servicio Nacional de Aduanas.
Fuente: elaboración propia con base en estadística de comercio de UN Comtrade Database.
Disponible en: https://comtrade.un.org/data/

Como se observa en el Cuadro 6, las exportaciones chilenas han aumentado en un 85 % los últimos cinco años, pasando de 6.520 toneladas el año 2015 a 12.062 toneladas el año 2019, siendo uno de los países que mostró mayor crecimiento porcentual de sus exportaciones, junto con los Países Bajos y Hong Kong.

En términos del valor de las exportaciones a nivel mundial, el año 2019 estas alcanzaron a 1.968 millones de dólares; sin embargo, en valor real, han disminuido en un 24,5 % en el periodo 2015 - 2019, esto debido principalmente al menor valor de las ventas de Turquía, cuya participación el año 2019 alcanzó a un 63,4 % del valor total exportado. A diferencia de ello, las exportaciones chilenas aumentaron su valor en un 4,4 %, ocupando el quinto lugar a nivel mundial el año 2019, con un valor de MUS$ 87.335 (Cuadro 7).

Cuadro 7. **Valor Exportaciones de avellana europea con y sin cáscara, por país (en miles de US$, moneda año 2019[30])**

País	2015	2016	2017	2018	2019	Participación año 2019	Variac. periodo
Turquía	1.756.630	1.232.500	1.113.959	955.895	1.247.733	63,4%	-29,0%
Italia	224.062	252.231	258.886	264.393	198.913	10,1%	-11,2%
Azerbaiyán	96.588	111.314	119.288	96.032	125.621	6,4%	30,1%
Estados Unidos	126.335	89.484	98.632	70.139	92.905	4,7%	-26,5%
Chile (*)	60.695	84.868	79.121	74.553	87.335	4,4%	43,9%
Georgia	188.542	189.306	85.638	58.411	63.343	3,2%	-66,4%
Países Bajos	44.722	36.601	53.746	44.082	50.348	2,6%	12,6%
Alemania	64.714	60.645	46.282	42.258	43.995	2,2%	-32,0%
Francia	19.253	21.981	20.623	17.631	17.952	0,9%	-6,8%
China, Hong Kong SAR	5.577	8.338	7.448	5.010	9.954	0,5%	78,5%
Resto del mundo	20.290	13.907	11.600	16.357	29.710	1,5%	46,4%
Total	2.607.409	2.101.175	1.895.224	1.644.762	1.967.809	100,0%	-24,5%

(*) El monto exportado de Chile, fue corregido de acuerdo a las estadísticas de la Agencia Nacional de Aduanas.
Fuente: elaboración propia con base en estadística de comercio de UN Comtrade Database. Disponible en: https://comtrade.un.org/data/

Los principales países compradores de avellana son los países europeos, principalmente Alemania e Italia, cuyas importaciones el año 2019 representaron el 50,9 % del volumen total importado a nivel mundial. La demanda de estos países está fuertemente asociada a su uso en la industria chocolatera, confitería o mezclado con otros frutos secos. Los mercados que han mostrado un mayor crecimiento en los últimos años son Polonia, Estados Unidos, Rusia y los Países Bajos, con aumentos entre 2015 y 2019 de un 231,8 %, 123,3 %, 99,1 % y 82 % respectivamente. Sin embargo Italia se perfila como uno de los mercados más promisorios, dado su tamaño y crecimiento en los últimos 5 años (Cuadro 8).

[30] Los valores en dólares se actualizaron en moneda del año 2019 utilizando el Índice de Precios al Consumidor (IPC) que provee la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico).

Cuadro 8. **Volumen importaciones de avellana europea con y sin cáscara, por país (en toneladas)**

País	2015	2016	2017	2018	2019	Participación año 2019	Variac. periodo
Alemania	66.295	64.361	67.694	66.642	67.753	26,3%	2,2%
Italia	47.219	47.580	46.044	51.905	63.432	24,6%	34,3%
Francia	20.486	22.314	23.876	29.271	23.687	9,2%	15,6%
Rusia	7.418	8.013	9.909	14.501	14.768	5,7%	99,1%
Suiza	9.065	9.391	10.280	9.570	9.128	3,5%	0,7%
Países Bajos	4.862	4.918	8.442	8.297	8.851	3,4%	82,0%
España	4.099	4.160	4.197	4.978	6.425	2,5%	56,8%
Polonia	1.787	2.861	3.883	13.939	5.931	2,3%	231,8%
Estados Unidos	2.558	3.145	3.487	6.029	5.711	2,2%	123,3%
Bélgica	12.486	6.277	6.235	5.383	5.251	2,0%	-57,9%
Resto del mundo	49.512	49.768	51.283	65.461	46.806	18,2%	-5,5%
Total	225.788	222.790	235.330	275.976	257.743	100,0%	14,2%

Fuente: elaboración propia con base en estadística de comercio de UN Comtrade Database.
Disponible en: https://comtrade.un.org/data/

En el Cuadro 9 se muestra la evolución del volumen exportado de avellana europea por Chile, en el periodo 2009 – 2019. Como se observa, este ha aumentado en más de 4 veces en los últimos 10 años.

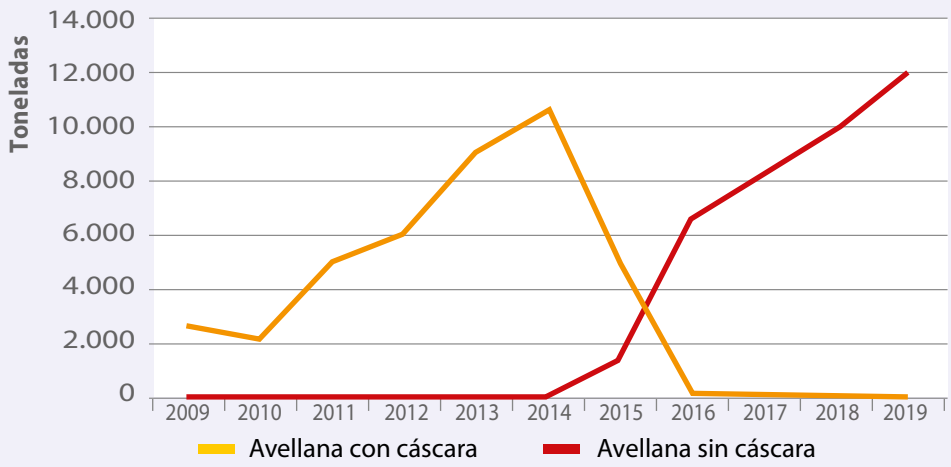
Cuadro 9. **Volumen exportaciones chilenas de avellana europea, con y sin cáscara, periodo 2009 – 2019, en toneladas**

Producto	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Avellana con cáscara	2.672	2.234	5.013	6.009	9.065	10.708	5.024	208	104	28	53
Avellana sin cáscara	40	50	116	114	62	88	1.496	6.609	8.192	9.894	12.009
Total	2.713	2.284	5.128	6.123	9.127	10.795	6.520	6.817	8.296	9.922	12.062

Fuente: elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

En este mismo periodo se observa un cambio en términos del producto exportado, pasando a partir del año 2015 a centrarse en la exportación de avellanas sin cáscara, lo que se puede apreciar gráficamente en la Figura 3.

Figura 3. **Evolución del volumen exportado de avellanas europeas por Chile, según tipo de producto (en toneladas)**



Fuente: elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

Dentro de las exportaciones de frutos secos la avellana sin cáscara es el segundo producto en importancia, después de la nuez con cáscara.[31] El principal mercado de destino de este producto es Italia, que el año 2019 concentró el 97,3 % del volumen total exportado, seguido por Brasil con el 1,3 % de participación. En el Cuadro 10 se muestra el volumen exportado de avellanas sin cáscara entre los años 2015 - 2019. Se observa que las exportaciones a Italia muestran una tendencia creciente, aumentando en un 798 % en el periodo, conforme al aumento de la superficie cultivada en el país. En el caso de Holanda y Alemania, también se

[31] ODEPA. Boletín de fruta, Julio 2020. Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletines/boletin-de-fruta-julio-2020

observa una tendencia creciente de las exportaciones, mientras que en los demás destinos las exportaciones han sido fluctuantes.

Cuadro 10. **Volumen exportaciones chilenas de avellana europea sin cáscara, según país de destino, periodo 2015 – 2019, en toneladas**

País de destino	2015	2016	2017	2018	2019	Participación año 2019 %
Italia	1.302	6.057	7.724	9.743	11.689	97,3%
Brasil	14	510	395	106	159	1,3%
Ecuador	8	6	40	19	47	0,4%
Alemania	0	0	0	6	45	0,4%
Argentina	93	31	33	10	39	0,3%
Holanda	0	0	0	7	24	0,2%
Venezuela	0	0	0	2	4	0,0%
Uruguay	0	0	0	1	2	0,0%
Estados Unidos	54	5	0	0	0	0,0%
Hong Kong	25	0	0	0	0	0,0%
Total	1.496	6.609	8.192	9.894	12.009	100%

Fuente: elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

En términos del valor de las exportaciones, el año 2019 las exportaciones de avellana europea sin cáscara alcanzaron los 87,1 millones de dólares, lo que significó un aumento real de un 252 %.

Cuadro 11. **Valor FOB Exportaciones chilenas de avellana europea sin cáscara, periodo 2015 – 2019 (en miles de US$, moneda 2019[32])**

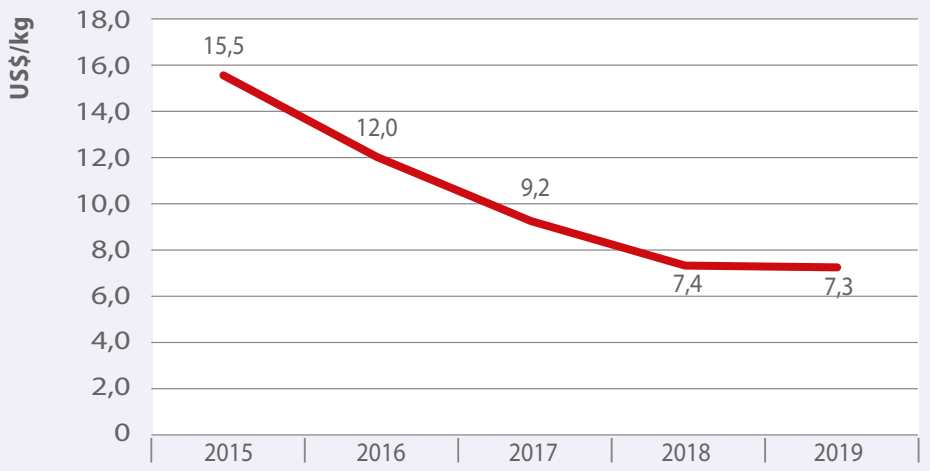
País de destino	2015	2016	2017	2018	2019	Participación año 2019 (%)
Italia	21.982	77.121	73.804	72.991	84.647	97,1%
Brasil	248	6.334	4.126	980	1.204	1,4%
Alemania	0	0	0	58	379	0,4%
Ecuador	121	65	415	190	389	0,4%
Argentina	1.444	324	309	97	301	0,3%
Holanda	0	0	0	60	173	0,2%
Venezuela	0	0	0	14	31	0,0%
Uruguay	0	0	0	4	20	0,0%
Estados Unidos	832	53	0	0	0	0,0%
Hong Kong	140	0	0	0	0	0,0%
Total	24.766	83.898	78.654	74.394	87.144	100%

Fuente: elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

[32] Los valores en dólares se actualizaron en moneda del año 2019 utilizando el Índice de Precios al Consumidor (IPC) que provee la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico).

El precio promedio FOB de exportación de la avellana europea sin cáscara se situó en US$ 7,3 por kilo el año 2019, permaneciendo estable respecto del año anterior. Sin embargo, como se aprecia en la Figura 4, este precio muestra una tendencia a la baja en los últimos 5 años, desde los 15,5 US$ FOB/kg el año 2015.

Figura 4. **Precio promedio FOB avellana europea sin cáscara, periodo 2015 – 2019 (en US$/kg)**



Fuente: elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

Estos valores están determinados principalmente por las exportaciones a Italia, ya que como se mencionó anteriormente, este país concentra más del 95 % del total de las exportaciones chilenas. Al analizar los precios según país de destino se observa una gran variación, siendo mayores en todos los demás países, salvo Holanda (Cuadro 12).

Cuadro 12. **Precio promedio FOB avellana europea sin cáscara, por país de destino año 2019 (en US$/kg)**

País de destino	2019
Holanda	7,1
Italia	7,2
Brasil	7,6
Argentina	7,7
Uruguay	8,1
Ecuador	8,3
Venezuela	8,3
Alemania	8,5

Fuente: elaboración propia con base en información de estadísticas de exportación del Servicio Nacional de Aduanas.

Finalmente, en cuanto a las perspectivas de crecimiento del mercado de las avellanas, se prevé que el consumo mundial registre una tasa anual compuesta de 10,1% para el periodo 2020 – 2025, siendo Turquía el principal consumidor, con una participación del orden del 52 % respecto del consumo a nivel mundial. Se espera que Europa registre la tasa de crecimiento más alta (7,6 %), debido a la creciente demanda de avellanas para la industria del chocolate, principalmente por tratarse de una rica fuente de proteínas, ácidos grasos insaturados y ácido linoleico, además de contener una mayor concentración de alfa-tocoferol (vitamina E) en relación a cualquier otro fruto seco, lo que proporciona beneficios para la salud. En el Cuadro 13 se muestra el consumo total y per cápita estimado por país, para el periodo 2014 – 2018. Se observa que a nivel mundial el consumo anual de avellana ha aumentado en un 36,5 %, pasando de 381 mil toneladas el año 2014 a 520 mil toneladas el año 2018, con aumentos significativos en los principales países consumidores de este producto, es decir Italia y Turquía, donde el consumo per cápita el año 2018 alcanzó a 2,2 y 1,83 kg/año respectivamente.

Cuadro 13. **Volumen importaciones de avellana europea con y sin cáscara, por país (en toneladas)**

País	2014		2015		2016		2017		2018	
	Consumo (ton)	Consumo per cápita estimado (kg/año)	Consumo (ton)	Consumo per cápita estimado (kg/año)	Consumo (ton)	Consumo per cápita estimado (kg/año)	Consumo (ton)	Consumo per cápita estimado (kg/año)	Consumo (ton)	Consumo per cápita estimado (kg/año)
Italia	83.809	1,88	91.506	2,04	103.969	2,33	88.139	1,98	100.098	2,20
Alemania	70.945	1,75	78.390	1,94	71.209	1,74	87.760	2,14	86.755	2,09
Turquía	20.599	0,54	65.393	1,66	55.043	1,39	67.706	1,67	75.458	1,83
Francia	31.824	1,92	32.947	2,05	32.144	1,99	31.049	1,91	30.352	0,93
Estados Unidos	4.477	0,04	2.979	0,03	6.712	0,06	5.250	0,05	16.913	0,16
Rusia	13.335	0,38	7.105	0,20	6.167	0,17	12.271	0,34	15.882	0,44
España	14.046	0,60	15.367	0,67	13.413	0,58	14.396	0,62	15.314	0,66
Polonia	9.647	1,01	13.124	1,36	12.065	1,26	13.792	1,45	14.451	1,52
Irán	4.646	0,07	4.418	0,06	4.605	0,06	5.928	0,08	11.679	0,16
China	4.079	0,01	6.116	0,02	6.410	0,02	10.467	0,03	11.170	0,03
Suiza	11.178	1,84	9.732	1,56	10.312	1,64	10.730	1,69	10.718	1,68
Bélgica	12.062	1,45	10.720	1,27	11.056	1,30	9.720	1,13	10.628	1,23
Austria	11.596	2,73	9.900	2,32	10.054	2,31	10.406	2,39	10.512	4,73
Azerbaiyán	1.683	0,20	8.407	0,96	9.942	1,14	6.082	0,69	10.444	1,17
Canadá	9.934	0,85	12.928	1,09	11.682	0,98	12.109	1,00	9.987	0,82
Países Bajos	5.192	0,62	5.955	0,70	5.389	0,63	5.527	0,65	5.383	0,63
Reino Unido	5.321	0,25	4.948	0,23	4.780	0,22	5.343	0,25	5.256	0,24
Brasil	2.967	0,06	3.049	0,06	2.647	0,05	3.114	0,06	4.082	0,08
Egipto	3.143	0,15	2.939	0,13	2.829	0,12	2.391	0,10	3.778	0,15
Australia	2.913	0,38	2.846	0,36	3.105	0,39	3.235	0,40	3.372	0,41
Total mundo	380.915		436.015		424.139		466.594		520.028	

Fuente: International Nut and Dried Fruit. "Nuts & Dried Fruits Statistical Yearbook 2019 / 2020".

▶ 2. Base conceptual de la tecnología

En Chile la propagación de especies frutales, como el avellano europeo, se realiza en viveros autorizados por el Servicio Agrícola y Ganadero, que garantizan la calidad y sanidad del material vegetal comercializado. A nivel de viveros comerciales, el método más utilizado en el mundo y en Chile para propagar esta especie es el acodo, con sus respectivas variantes (simple, de montículo, por trinchera), debido a su fácil manejo y buenos resultados.[33]

Las variedades de mayor importancia a nivel mundial, por la calidad de su fruta, son: Tonda Gentile delle Langhe (TGL), Tonda di Giffoni y Tonda Romana (variedades italianas); Tombul (principal variedad turca); Negret y Barcelona. Sin embargo, todas presentan alguna limitante en relación a su potencial productivo, calidad de fruta y resistencia a factores bióticos y abióticos. Por ello es conveniente avanzar en el mejoramiento de estos materiales, para lo cual un primer paso es la selección y evaluación varietal de aquellos individuos que posean las características requeridas; en particular, a partir de poblaciones en las cuales ha ocurrido una gran variación y combinación de caracteres.[34]

La elección de la variedad es un aspecto clave en el cultivo de esta especie, ya que condiciona el precio del producto, puesto que la calidad de las avellanas depende en gran medida de la variedad y de su interacción con factores ambientales y culturales. La mayor parte de la producción de avellanas se destina a la industria del chocolate, que demanda un producto de calidad, libre de defectos y con características morfológicas y físico-químicas específicas. Además existe un mercado creciente para avellanas sin cáscara, particularmente China, que demanda fruta con calibres grandes, donde el fruto alcanza actualmente altos precios de retorno.[35]

Lo anterior, sumado a la relevancia que ha adquirido el cultivo del avellano en el país, es una de las principales razones que justifican avanzar en un programa de mejoramiento de esta especie a nivel país, orientado a obtener variedades con producción de frutos de mayor calibre y otras características que la industria alimentaria, principal destino de la producción de avellana, requiera. A través de esta herramienta se eliminan algunos caracteres negativos de las variedades más difundidas y a la vez se introducen otros positivos, relacionados con el aumento de productividad, calidad de las avellanas y resistencia o tolerancia a factores bióticos y abióticos, así como a factores negativos del clima, en particular heladas en primavera y bajas temperaturas durante el proceso de cuaja.

33 INIA. El avellano europeo en Chile: una década de recopilación e investigación. Capítulo 9. Propagación. 2019.

34 Ibíd.

35 INIA. El avellano europeo en Chile: una década de recopilación e investigación. Capítulo 10. Mejoramiento genético. 2019.

En términos generales, la selección de nuevas variedades debiera privilegiar la búsqueda de material con mayor formación de flores femeninas, y en cultivares polinizadores una elevada producción y calidad del polen, así como: sincronización con la floración de las variedades principales o comerciales; constancia en la producción; rápido desarrollo de los árboles, y baja emisión de hijuelos desde la base de la planta. En relación con los frutos, se busca forma redonda, alto rendimiento al descascarado, fácil desprendimiento del perisperma (luego del tostado de las semillas a nivel de industria) y alto contenido en compuestos funcionales como antioxidantes, minerales, proteínas, vitaminas y fibras, entre otros.[36]

A nivel mundial, los programas de mejoramiento en avellano europeo han sido muy escasos respecto a otros cultivos frutícolas de clima templado. De los 500 cultivares citados en la literatura internacional, alrededor de 15 tienen importancia comercial y la mayoría deriva de selecciones de poblaciones espontáneas.

En relación a los portainjertos el avance ha sido aún más lento, aun cuando existen instituciones dedicadas a nivel mundial al mejoramiento genético de esta especie, principalmente en Estados Unidos, Francia, Italia, Rumania, China y Chile, entre otros. Algunas de ellas se han dedicado a resolver problemas propios, como es el caso del Programa de Mejoramiento Genético de la Universidad Estatal de Oregon, en Estados Unidos, orientado a obtener materiales resistentes a *Anisogramma anomala* (Eastern Filbert Blight). En el caso de Chile, la Plataforma Frutícola del INIA Carillanca efectúa trabajos de mejoramiento mediante cruzamientos controlados, orientados a obtener variedades con una época de cosecha más temprana y altos rendimientos al descascarado.[37]

Por otra parte, en Chile existe material vegetal de avellano introducido hace más de 120 años por inmigrantes europeos, que ha mostrado buenas características de las avellanas (forma redonda, cáscara delgada, elevada relación de semilla y buen pelado o *blanching*), muy importantes para el proceso industrial, cuya recolección y selección es importante en el desarrollo de un programa de mejoramiento genético que contribuya a mejorar la productividad de esta especie.

Entre los métodos de mejoramiento genético el más utilizado es el mejoramiento tradicional, basado en la valorización de la variabilidad genética existente a través de selección clonal, entre otros; siendo este el principal método de selección utilizado en muchos países productores de avellana europea, y en el cual se basó el proyecto precursor, orientado a mejorar la competitividad del cultivo a partir de la selección de material de avellano europeo existente en el país, para producir frutos de mayor calibre y rendimiento industrial.

[36] INIA. El avellano europeo en Chile: una década de recopilación e investigación. Capítulo 10. Mejoramiento genético. 2019.

[37] Ibíd.

En el caso del uso de portainjertos enanizantes, una de sus ventajas es que permite anticipar la entrada en producción del fruto y al mismo tiempo aumentar la producción por unidad de superficie, mediante la formación de árboles más pequeños, cuya arquitectura permite hacer más eficiente el ingreso de luz a la copa y de esta forma aumentar los puntos de fructificación y su producción, método que ha permitido modernizar el cultivo de otras especies frutales. No obstante, en los principales países productores de avellana los trabajos de mejoramiento en portainjertos han sido muy escasos. La principal forma usada ha sido la multiplicación de las variedades por auto-radicación, a diferencia de la mayoría de las especies frutícolas que se propagan a través de los injertos, empleando portainjertos que permitan adaptación a diferentes tipos de suelos, bajar el vigor y anticipar la entrada en producción de los árboles; técnica en la cual se basó el proyecto precursor, orientado a la obtención de portainjertos de menor vigor que permitan plantaciones de mayor densidad y anticipar la entrada en producción del cultivo.

▶ 3. La innovación tecnológica

Tal como se ha señalado, los proyectos precursores constituyen un avance en el área del mejoramiento genético del avellano europeo, orientados principalmente a aumentar su productividad y de esta forma la competitividad del cultivo.

Las principales innovaciones desarrolladas se pueden resumir en:

- Obtención de patrones enanizantes, que permiten el cultivo de las principales variedades cultivadas en Chile (Barcelona y Tonda di Giffoni) en alta densidad, logrando adelantar la entrada en producción respecto del cultivo tradicional de esta especie.

- Obtención de selecciones clonales Plus con mejor rendimiento industrial y selecciones clonales Plus con mayor calibre del fruto, en relación al estándar de la industria.

- Desarrollo y validación de un protocolo de propagación de plantas *in vitro* a través de tecnologías de última generación, como inmersión temporal, a través del uso de bioreactores y medios de cultivo líquidos. De igual modo fue posible establecer un método de aclimatación innovador, a través del uso de contenedores plásticos, desconocido en otras partes de Chile y el extranjero.

El proyecto precursor "Modernización del cultivo del avellano europeo a partir del desarrollo de porta injertos clonales (Hazel-Rootstock INIA) que permitan la reducción de vigor y el manejo de huertos en alta densidad para superar el potencial de rendimiento" generó portainjertos de selecciones clonales para patrones enanizantes con el fin de disminuir el vigor de las plantas y aumentar la densidad del cultivo. Los portainjertos desarrollados, denominados RST1, RST2 y RST3, fueron microinjertados con la variedad Barcelona; mientras que RST4 con la variedad Tonda di Giffoni, lográndose en ambos casos los objetivos propuestos.

La innovación en el proyecto "Generación de ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de prototipos varietales" consistió en la prospección, selección y multiplicación de ejemplares de avellano europeo introducidos al país. De un total de 363 individuos se eligieron 5 selecciones clonales Plus para consumo directo, en base a la calidad de fruto según las siguientes categorías: 1. Forma de fruto; 2. Calibre; 3. Distancia genética; 4. Contenido de ácido oleico; 5. Proteínas, y 6. Polifenoles totales.

Junto con la elección de selecciones clonales se desarrolló un protocolo protegible para la multiplicación *in vitro* de estas selecciones clonales de avellano europeo. Esta tecnología de propagación es por inmersión temporal (Figura 5), la cual se hace a través del uso de bioreactores y medios de cultivo líquidos. Además, se creó un método de aclimatación no conocido

a nivel nacional y en el extranjero. El protocolo de multiplicación *in vitro* fue desarrollado en preselecciones INIA PSI, PSII, PSIII y PSIV desde las fases de establecimiento de los explantes hasta la fase de aclimatación. Se obtuvo que la preselección INIA PSI fue la que mejor respondió a la tecnología, la cual establece un menor lapso y a su vez se multiplica, enraiza y aclimata con mayor eficiencia desde un punto de vista comercial.

Figura 5. **Imagen general del sistema de inmersión temporal con distintos materiales de avellano europeo**

Fuente: informe final proyecto precursor "Generación de ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de prototipos varietales". 2018.

De esta forma, ambos proyectos han contribuido al desarrollo de una línea de investigación de mejoramiento genético para el país, lo que cobra relevancia considerando que los programas privados de mejoramiento del extranjero protegen sus materiales, disminuyendo el intercambio de material genético entre países.

Finalmente, destacar que se avanzó en el rescate de patrimonio genético nacional con buenas características productivas, que estuvo en riesgo de erosión genética, lo que constituye un aporte para el desarrollo de la industria nacional y mundial del avellano europeo.

▶ 4. El valor de la herramienta desarrollada

Se ha observado que en Chile un proyecto de inversión en avellano europeo requiere de al menos 7 a 8 años de producción para alcanzar rendimientos acumulados del orden de 6.000 kg/ha, productividad necesaria para recuperar la inversión y el capital de trabajo. Estos plazos son más largos que los inicialmente proyectados, debido principalmente a la lenta entrada en producción y bajos rendimientos. Al respecto, es importante señalar que a nivel mundial el avellano presenta bajos rendimientos (3 ton/ha), siendo menos competitivo que otros frutos secos como la nuez, cuya productividad ha aumentado de 4 hasta 8 ton/ha en los últimos 10 años.[38]

Por otra parte, en los últimos años ha habido un crecimiento de la demanda por avellana europea en los principales países consumidores, lo que se ha traducido en un aumento de la superficie plantada y de las exportaciones chilenas, debido principalmente a que en el país existen condiciones agroclimáticas adecuadas para su cultivo, convirtiéndose en una alternativa competitiva en la zona centro-sur y sur de Chile frente a otros rubros como cultivos anuales y ganadería.

Así, frente a una oportunidad de mercado en expansión de la avellana europea, donde Chile se ha ido posicionando dentro de los seis principales países exportadores, es importante avanzar tanto en técnicas de manejo como en el uso de material genético que contribuya a mejorar su productividad y por tanto, su competitividad, como ocurre normalmente en los cultivos comerciales de otras especies frutales, donde el uso de patrones enanizantes, por ejemplo, ha permitido el establecimiento de huertos en alta densidad, aumentando la producción por unidad de superficie a la vez de anticipar la entrada en producción. Esto se consigue con la formación de árboles más pequeños, cuya arquitectura permite hacer más eficiente el ingreso de luz a la copa, aumentando los puntos de frutificación y por tanto su producción.

En el caso del avellano europeo, actualmente no existe una alternativa para establecer huertos en alta densidad que admitan sobre 1.000 plantas/ha y al mismo tiempo permitan adelantar la entrada en producción y elevar su rendimiento por sobre los 3.000 kg/ha. La alternativa utilizada –con resultados inciertos– es lo que se conoce como "marco dinámico", que consiste en plantar hasta 800 plantas/ha en marcos de 4 x 2,5 m, y luego, al octavo año, eliminar árbol por medio de la hilera, convirtiéndolo en un huerto de baja densidad (4 x 5 m), con la consecuente menor producción a contar de ese año.[39]

[38] INIA. Plan operativo proyecto proyecto precursor "Modernización del cultivo del avellano europeo a partir del desarrollo de porta injertos clonales (Hazel-Rootstock INIA) que permitan la reducción de vigor y el manejo de huertos en alta densidad para superar el potencial de rendimiento". 2014.

[39] Ibíd.

De ahí la importancia de las investigaciones realizadas por INIA en los dos proyectos precursores analizados en este documento, ya que ambos contribuyen a mejorar la productividad del avellano europeo, modernizando su cultivo. Por una parte, se desarrollaron portainjertos enanizantes con el fin de disminuir el vigor de las plantas y aumentar la densidad del cultivo, permitiendo mayores densidades de plantación; y por otra, la selección de variedades clonales con mejores rendimientos que los obtenidos con Barcelona y Tonda di Giffoni –principales variedades cultivadas en Chile–, a partir de material genético presente en el país, introducido por inmigrantes europeos el siglo pasado. Esto último, además, permitió rescatar patrimonio genético nacional de gran potencialidad productiva, que estaba en riesgo de erosión, constituyendo un aporte para el desarrollo en el país de una línea de investigación de mejoramiento genético que podrá contribuir al desarrollo de la industria, tanto nacional como internacional, del avellano europeo.

En el caso de los portainjertos desarrollados, los resultados indican que la variedad Barcelona injertada sobre el patrón RST3 alcanza la entrada en producción durante la primera temporada de post-establecimiento, con una densidad de plantación de 1.333 plantas/ha, y que al ser injertada sobre los patrones RST1 y RST 2 el inicio de la producción se logra durante la segunda temporada después del establecimiento. En el caso de la variedad Tonda di Giffoni, en combinación con el patrón RST4, logra entrar en producción durante la temporada de establecimiento, con rendimientos de 398 y 634 kg/ha para un marco de plantación de 5 x 1 y 5 x 1,5 m respectivamente, superando la meta propuesta en el proyecto (375 kg/ha).

En cuanto al desarrollo de variedades clonales, la innovación más importante fue la obtención de 6 selecciones clonales Plus (de un total de 362 individuos prospectados), con rendimiento industrial entre 49 % y 52,3 %, superior en un 46 % al de la variedad estándar que se cultiva en Chile (Tonda di Giffoni). A su vez se obtuvieron 5 selecciones Plus para consumo directo, de calibre 5,6 cm^3 y 8,1 cm^3, valores superiores al estándar de la variedad Barcelona, que alcanza a 4,7 cm^3.

Es importante destacar que, junto con los resultados mencionados, las investigaciones realizadas permitieron desarrollar y validar un protocolo de propagación de plantas *in vitro* mediante tecnología de última generación como la inmersión temporal –a través del uso de bio-reactores y medios de cultivo líquidos–, lo que permite obtener un mayor volumen de plantas injertadas en un menor periodo de tiempo, a partir de un bajo número de portainjertos seleccionados. De acuerdo a ello, esta herramienta tecnológica hace viable la multiplicación masiva del avellano europeo a escala comercial, permitiendo su cultivo en alta densidad, lo que representa un avance en el campo de la propagación de esta especie, que por décadas ha usado métodos tradicionales y de baja eficiencia.

▶ 5. Conveniencia económica para el productor

Tal como se ha señalado anteriormente, las investigaciones desarrolladas en los proyectos precursores y el material obtenido se traducen en dos grandes beneficios para los potenciales productores de avellana europea. Por una parte, acortar el plazo de entrada en producción, y por otra el aumento de redimiento y calidad del fruto.

El uso de patrones enanizantes permite aumentar la densidad de plantación, lo que lleva a anticipar la entrada en producción además de aumentar la producción por hectárea, mientras que el uso de las selecciones Plus desarrolladas permite obtener mayor calibre y rendimiento del fruto. Sin embargo, lo que no se ha evaluado es el efecto combinado de estas dos innovaciones; es decir, el comportamiento de las selecciones clonales injertadas en los portainjertos enanizantes.

Si bien es prematuro establecer la rentabilidad económica para el productor de utilizar los portainjertos enanizantes desarrollados, dado que los resultados de la investigación abarcan solo tres temporadas de cultivo y no se pudo establecer la curva de producción completa del cultivo, a continuación y a modo de referencia se realiza un análisis de la conveniencia de utilizar este tipo de portainjerto, tomando como base el análisis desarrollado en el proyecto precursor a partir del mejor resultado productivo, obtenido con la combinación Giffoni/RST4.[40]

Para el análisis de rentabilidad, se supuso que los costos de operación por hectárea son iguales tanto para un cultivo tradicional de avellano europeo (situación sin proyecto) como para una plantación de mayor densidad, utilizando portainjerto enanizante (situación con proyecto). De esta forma los flujos relevantes a considerar son, por una parte, los costos provenientes de la mayor inversión por número de plantas y costo de las mismas, y por otra, los mayores ingresos debidos a un adelanto en la entrada en producción y mayor rendimiento.

En el Cuadro 14 se muestra el flujo de caja, que resulta de comparar la situación con proyecto versus la situación sin proyecto, comparación que resulta rentable con un VAN de US$ 10.410/ha, para una tasa de descuento del 10 %. En otras palabras, el adelanto en la entrada en producción, junto con el mayor nivel productivo que se puede lograr, rentabiliza la inversión incremental que significa adoptar esta tecnología. Paralelamente, se determinó que el menor precio que viabiliza la adopción de esta tecnología es de US$ 1,6/kilo. Lo mismo ocurre con una disminución de un 24 % de la producción anual esperada.

[40] En el caso de las variedades clonales, la información disponible no permite realizar un análisis de rentabilidad económica.

Cuadro 14. **Evaluación de la conveniencia de utilizar portainjerto enanizante**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Producción sin proyecto en kilos	0	0	150	450	1.100	1.800	2.100	2.200	2.500	2.500
Producción con proyecto en kilos	68	566	634	1500	2100	2400	3200	3500	4000	4000
Mayor producción en kilos	68	566	484	1.050	1.000	600	1.100	1.300	1.500	1.500
Precio avellana (US$/kg)	3,5									
Mayor ingreso	238	1.981	1.694	3.675	3.500	2.100	3.850	4.550	5.250	5.250
Inversión sin proyecto	1.200									
N° plantas /ha	500									
Valor planta (US$/planta)	2,4									
Inversión con proyecto	9.864									
N° plantas /ha	1.333									
Valor planta (US$/planta)	7,4									
Mayor inversión	8.664									
Flujo de caja relevante	-8.426	1.981	1.694	3.675	3.500	2.100	3.850	4.550	5.250	5.250
VAN (10%) US$	10.414									

Fuente: elaboración propia con base en información del Informe Final del proyecto "Modernización del cultivo del avellano europeo a partir del desarrollo de portainjertos clonales (Hazel-Rootstock INIA) que permitan la reducción de vigor y el manejo de huertos en alta densidad para superar el potencial de rendimiento". 2018.

▶ 6. Claves de la viabilidad

Tal como se ha señalado, el cultivo del avellano europeo se caracteriza por su lenta entrada en producción y bajos rendimientos durante los primeros años; sin embargo, la viabilidad de su cultivo comercial impone el desafío de aumentar su competitividad en los mercados externos. En este sentido se identifican dos aspectos claves, complementarios entre sí, que es preciso abordar para avanzar en la modernización del cultivo de esta especie y mejorar su nivel productivo.

• Uso de material genético mejorado

Contar con variedades que tengan el mejor rendimiento posible es clave en el caso del cultivo del avellano europeo, que tiene una rentabilidad sensible a los precios, volúmenes de producción y costos de operación. Por ello, el uso de variedades que permitan el cultivo en mayor densidad o de variedades que tengan un rendimiento de producción mayor resulta fundamental al momento de iniciar un proyecto de producción de estos frutales.

Las líneas de mejoramiento genético desarrolladas en los proyectos precursores tuvieron como objetivo central contribuir a modernizar el cultivo del avellano europeo en Chile y a mejorar la competitividad de huertos comerciales de esta especie, a partir del desarrollo de material genético que permite adelantar la entrada en producción, aumentar el nivel de producción y mejorar el rendimiento del fruto, con buenos resultados.

• Mecanización del cultivo tradicional de avellano europeo

No obstante lo anterior, si bien el uso de material genético mejorado permitiría aumentar el nivel productivo del huerto, es importante también avanzar en otros aspectos técnicos propios del manejo del cultivo, con el fin de optimizar la eficiencia de la inversión que se haga en este material.

Si bien el avellano europeo posee una larga tradición de cultivo en Chile, la cosecha y poda son dos aspectos de su manejo que no se han modernizado. El escenario óptimo es avanzar hacia la automatización y mecanización de este proceso, como ha ocurrido en el caso de otros frutales como el almendro, en el que la cosecha y poda se hacen de forma totalmente mecanizada.[41] Este aspecto adquiere relevancia considerando que estos procedimientos manuales encarecen los costos de operación, dependiendo de la disponibilidad de mano de obra, cada vez más escasa.

[41] Redagricola Nº 110. Abril 2020. Disponible en: https://www.redagricola.com/cl/assets/uploads/2020/04/ra110_abr.pdf

▶ 7. Asuntos por resolver

Si bien los resultados alcanzados en los proyectos precursores son auspiciosos, en términos de la factibilidad de modernizar el cultivo del avellano europeo a través del desarrollo de material genético que permita plantaciones en alta densidad, anticipar su entrada en producción y mejorar su productividad, tanto de rendimiento industrial como calibre del fruto, entre otras características, existen algunos aspectos sobre los cuales es importante continuar con investigaciones, a fin de poder establecer su real potencial en términos de mejorar la rentabilidad y competitividad de este cultivo.

Lo anterior debido, por una parte, a que el ciclo productivo del avellano excede el plazo de ejecución de los proyectos precursores, de manera que los resultados son preliminares y no representan una condición en régimen o plena producción. Por otra parte, los resultados alcanzados también generan nuevos desafíos, como por ejemplo evaluar la compatibilidad entre portainjerto y selecciones clonales obtenidas.

- **Evaluar el comportamiento productivo de las selecciones clonales seleccionadas y de las combinaciones portainjerto/selección clonal o variedad bajo diferentes condiciones agronómicas**

Un aspecto clave para establecer la potencialidad del material generado, en el cultivo comercial del avellano europeo, es conocer su comportamiento productivo bajo diferentes condiciones edafoclimáticas, aspecto que excede el horizonte de las investigaciones realizadas.

El conocimiento de las curvas de producción, así como del comportamiento agronómico de las combinaciones portainjertos/selección clonal, que permita determinar aquellas con mayor afinidad y compatibilidad genética, además de cronológica en relación a los cultivares polinizadores, son aspectos fundamentales para apoyar el establecimiento de huertos de mayor productividad.

- **Desarrollo de portainjertos sin emisión de hijuelos**

El avellano europeo posee una tendencia natural a producir hijuelos desde las raíces que se encuentran más próximas a la superficie del suelo, formando un tipo de arbusto. Esta condición depende genéticamente, por lo que existen variedades que producen una elevada cantidad de hijuelos, como la variedad Barcelona. Estos hijuelos se deben eliminar, ya que de lo contrario causan un debilitamiento de la planta, afectando su productividad y calidad de la fruta. Al respecto, los portainjertos desarrollados también presentaron esta condición, de manera que el desarrollo de patrones con una menor o nula emisión de hijuelos es un aspecto relevante, más aun considerando que contribuye a disminuir los costos de producción.

SECCIÓN 2

Los proyectos precursores

Los resultados y lecciones aprendidas y sistematizadas en este documento de aprendizaje surgen de una investigación realizada por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y cofinanciada por la Fundación para la Innovación Agraria, con el objeto de mejorar la competitividad del cultivo de avellano europeo en Chile, mediante el desarrollo de portainjertos que permitan tener cultivos de mayor densidad y desarrollar nuevas variedades a través de selecciones clonales.

Los proyectos precursores lograron cumplir con sus objetivos, en términos de aportar adelantos para el desarrollo de un programa de mejoramiento genético del avellano europeo en el país, con el fin de contribuir a mejorar la productividad comercial de esta especie. Entre los principales logros se cuenta el desarrollo y validación de un protocolo de propagación que permite obtener un mayor número de plantas en menos tiempo y espacio, además de la obtención de patrones enanizantes que permiten, con buenos resultados, disminuir el vigor de las plantas, permitiendo realizar plantaciones en una mayor densidad junto con adelantar el inicio de la entrada en producción. Finalmente la obtención de selecciones clonales a partir de material existente en el país, con mejor rendimiento industrial y calibre.

▶ 1. El entorno económico y social

El proyecto precursor se desarrolló en la Región de La Araucanía, ubicada entre los 37°35' y los 39°37' de latitud sur, y desde el límite con la República Argentina hasta el Océano Pacífico. Comprende 31.842,30 km^2 de superficie, equivalentes al 4,2 % del territorio nacional. Con relación al relieve, la región presenta: Cordillera de los Andes, depresión intermedia, Cordillera de la Costa y planicies litorales. Cuenta con un clima templado mediterráneo húmedo, hacia un clima marcadamente lluvioso, denominado clima templado oceánico.

Se divide administrativamente en 2 provincias: Cautín y Malleco, y la capital regional es Temuco. Su población alcanza a los 957.224 habitantes (CENSO 2017), con una densidad de 30,06 habitantes por kilómetro cuadrado.[42]

Las principales actividades económicas que se desarrollan en la Región de La Araucanía son las vinculadas a la agricultura, destacando cultivos de avena, cebada, centeno, lupino y papa. Además se ha registrado un aumento en la producción de avellanas europeas y berries, como el arándano, destinados a exportación. También se destaca la industria ganadera y forestal. El año 2018 el PIB de la región alcanzó a los 3.952 miles de millones de pesos, equivalente a un 2,6 % del PIB nacional y un 4,09 % superior al del año anterior. En cuanto al PIB de la actividad silvoagropecuaria, en la región este alcanzó un valor de $430 mil millones, posicionándose la región en el sexto lugar con mayor PIB silvoagropecuario del país (7,7 %).[43]

Una de las principales razones por las cuales se desarrolló el proyecto en la Región de La Araucanía es que esta región es la segunda zona productora de avellanas del país, después de la Región del Maule, concentrando al año 2019 el 28,8 % de la superficie nacional. De acuerdo al último catastro frutícola realizado en esta región (2019), la superficie total de avellana alcanza a las 6.930,8 ha, de las cuales 2.626,5 ha corresponden a la variedad Barcelona y 1.593,2 ha a Tonda di Giffoni, equivalentes al 45,1 % y 26,9 % de la superficie total de avellana europea cultivada en el país. En el Cuadro 15 se muestra la producción y densidad de plantación promedio en la región para las variedades Barcelona y Tonda di Giffoni.

Cuadro 15. **Producción promedio por hectárea según variedad, Región de La Araucanía**

Variedad	Superficie (ha)	Producción promedio ton/ha	Densidad promedio plantas/ha	% Exportación
Barcelona	2.626,5	2,1	531,0	1,4
Tonda di Giffoni	1.593,2	1,9	604,0	0

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola Región de La Araucanía. Principales resultados /julio 2019.

La mayor superficie de avellano europeo se encuentra en la provincia de Cautín (5.676,7 ha) que concentra el 81,9 % de la superficie regional. En ella se destacan las comunas de Gorbea y

42 Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region9

43 Información del Banco Central.

Freire, que en conjunto representan el 38,5 % de la superficie provincial; mientras que en la provincia de Malleco la superficie cultivada con avellano europeo alcanza a 1.251,1 ha (Cuadro 16).

Cuadro 16. **Superficie cultivada con avellano europeo, Región de La Araucanía, año 2019 (en hectáreas)**

Especie	Provincia		Total
	Malleco	Cautín	
Avellano europeo	1.251,1	5.679,7	6.930,8

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola Región de La Araucanía. Principales resultados /julio 2019.

La producción de avellana europea en la Región de La Araucanía, de acuerdo con lo informado en el catastro frutícola 2019, alcanzó las 8.236,5 toneladas, valor que corresponde a la producción del 27,5 % de la superficie informada. Su principal destino es la agroindustria, que concentra el 97,3 %[44] de la producción, seguido, en menor medida, por el mercado interno y la exportación, que representan un 1,9 % y 0,9 % de la producción total, respectivamente. En el Cuadro 16 se muestran la superficie, producción promedio por hectárea y destino de la producción para las principales variedades de avellana europea cultivadas en la Región de La Araucanía.

Cuadro 17. **Producción de avellano europeo, Región de La Araucanía y destino. Año 2019**

Especie	Producción de fruta			Destino de la producción informada (%)			
	Superficie en producción (ha)	% que informó producción	Producción informada (ton)	Exportación	Mercado interno	Agroindustria	Desecho
Avellano	4.585,9	27,5	8.236,5	0,9	1,9	97,3	0,00

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola Región de La Araucanía. Principales resultados /julio 2019.

Respecto del perfil de los productores frutícolas de la Región de La Araucanía, en ella predomina la existencia de huertos con un tamaño entre 5 y 500 ha, que concentran el 79,6 % del total de las explotaciones frutícolas, equivalente al 84,5 % del total de la superficie cultivada. Con respecto a las explotaciones con menos de 5 ha, ellas representan el 17,7 % del total de los huertos, y las explotaciones con más de 500 ha corresponden solo al 2,7 % (Cuadro 18).

Cuadro 18. **Número de huertos por provincia de la Región de La Araucanía, según tamaño de las explotaciones**

Tamaño de las explotaciones	Número de huertos				Superficie	%
	Cautín	Malleco	Total	%		
Menos de 5,0 ha	80	17	97	17,7%	120,1	0,8%
De 5,0 a 49,99 ha	194	47	241	44,0%	1.792,4	12,4%
De 50,0 a 499,99 ha	133	62	195	35,6%	10.412,6	72,1%
Más de 500,0 ha	7	8	15	2,7%	2.115,5	14,6%
Total	414	134	548	100	14.440,6	100

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola Región de La Araucanía. Principales resultados /julio 2019.

[44] ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola Región de La Araucanía. Principales resultados /julio 2019.

2. Los proyectos precursores

Los resultados sistematizados en este documento surgen de la realización de dos proyectos precursores, complementarios entre sí, que llevó a cabo el Instituto de Investigaciones Agropecuarias entre los años 2015 y 2019 y cuyos principales antecedentes se sintetizan en este capítulo. Los proyectos precursores corresponden a "Modernización del cultivo del avellano europeo a partir del desarrollo de portainjertos clonales (Hazel-Rootstock INIA) que permitan la reducción de vigor y el manejo de huertos en alta densidad para superar el potencial de rendimiento" y "Generación de ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de prototipos varietales".

2.1. Características generales

2.1.1. Proyecto precursor 1: *Modernización del cultivo del avellano europeo, a partir del desarrollo de portainjertos clonales*

Este proyecto se desarrolló entre enero de 2015 y octubre de 2018, y contó con la participación como empresa asociada de Avellanas del Sur, constituida por 64 socios productores de avellanas europeas, dentro de los cuales se encuentra la empresa Pacific Nuts, que actúa como poder comprador y comercializador. La participación de Avellanas del Sur en el proyecto fue relevante, ya que permitió evaluar el comportamiento de los portainjertos en huertos comerciales, además de gestionar la comercialización y exportación de la producción.

El objetivo general del proyecto consistió en incrementar el rendimiento potencial del avellano europeo, a través de aumentar la densidad de plantación mediante el uso de portainjertos enanizantes (Hazel-Rootstock INIA), con el fin de contribuir a mejorar la competitividad de la industria. Sus objetivos específicos incluyeron:

- Obtener plantas injertadas de avellano europeo sobre portainjertos clonales enanizantes, a partir de la validación de la técnica de micro-injerto *in vivo*, de manera de obtener un alto volumen de plantas en espacios reducidos y en periodos de tiempos más cortos.

- Incrementar la densidad de plantación de dos variedades de avellano europeo injertadas sobre portainjertos clonales enanizantes (Hazel-Rootstock INIA), para anticipar la entrada en producción e incrementar el rendimiento potencial de los huertos.

- Evaluar económicamente la producción de plantas injertadas y la producción de nuez con las tecnologías desarrolladas.

- Difundir y transferir las tecnologías desarrolladas a empresas asociadas y productores de avellano europeo en Chile.

Para ello, a partir de material vegetal previamente seleccionado por INIA, el proyecto se centró en validar, a nivel de prototipo, el uso de portainjertos de bajo y mediano vigor en combinaciones portainjerto/variedad que permitan establecer huertos en alta densidad en forma permanente. Con ello, permitir el crecimiento de árboles más pequeños, cuya arquitectura permita hacer más eficiente el ingreso de luz a la copa, induciendo el desarrollo de un mayor número de puntos de fructificación y de esta forma incrementando la producción por unidad de superficie.

Junto con lo anterior, se propuso validar un método de propagación de patrones y variedades *in vitro* y establecer un protocolo de microinjertación *in vitro* que permita obtener en un menor periodo de tiempo un mayor volumen de plantas injertadas, a partir de un bajo número de portainjertos provenientes de material madre seleccionado.

En la ejecución de este proyecto se consiguieron todos los resultados esperados, lográndose el 100 % de los objetivos específicos propuestos. Según los resultados informados, los portainjertos desarrollados permitieron aumentar y adelantar la entrada en producción de los avellanos; además, el cambio tecnológico propuesto y desarrollado en este proyecto hace viable la multiplicación masiva del avellano europeo a escala comercial, permitiendo su cultivo en alta densidad, lo que representa un avance significativo en el campo de la propagación de esta especie, que por décadas ha usado métodos tradicionales de baja eficiencia.

Durante la realización del proyecto precursor se desarrollaron protocolos de micropropagación *in vitro*, aclimatación y microinjertación, en portainjertos clonales provenientes de microestaquillas de plantas madre seleccionadas por bajo vigor. Los portainjertos fueron evaluados en huertos de alta densidad para las variedades Barcelona y Tonda di Giffoni. Entre los resultados más importantes se destaca la combinación de la variedad Barcelona con el patrón RST3, que en densidad de 1.333 plantas/ha permite la entrada en producción durante la primera temporada post-establecimiento. Por su parte, en el caso de la variedad Tonda di Giffoni en combinación con el patrón RST4, para todas las densidades probadas, se logró iniciar la entrada en producción durante la temporada de establecimiento.

Con respecto a la productividad, en la variedad Barcelona fue posible determinar que el efecto de un patrón de mediano vigor y viverizado durante la temporada produce rendimientos acumulados significativamente superiores, al compararlo con los portainjertos RST1 y RST2. En la variedad Tonda di Giffoni, el uso de patrones en alta densidad produce incrementos significativos en los rendimientos acumulados, y la combinación Tonda di Giffoni con el patrón RST4 supera la meta propuesta (375 kg/ha), con una producción de 398 kg/ha en un marco de plantación de 5 x 1 m y de 634 kg/ha en un marco de plantación de 5 x 1,5 m.

2.1.2. Proyecto precursor 2: *Generación de ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de prototipos varietales*

Este proyecto se llevó a cabo entre agosto 2015 y agosto 2019, y contó con la participación de Avellanas del Sur S.A. como empresa asociada.

El objetivo general del proyecto consistió en generar ventajas competitivas para los productores, a través de la obtención de selecciones clonales de avellano europeo que produzcan frutos de mayor calibre y rendimiento industrial. Sus objetivos específicos incluyeron:

- Prospectar, caracterizar y elegir selecciones clonales de avellano europeo, a partir de germoplasma introducido por inmigrantes europeos en Chile, para la obtención de frutos de alto calibre para consumo directo o bien de alto rendimiento en pepa para la industria chocolatera.
- Evaluar, bajo condiciones cultivadas, selecciones clonales y preselecciones INIA para obtener material Plus de alto calibre o bien de alto rendimiento en pepa.
- Obtener protocolos de multiplicación *in vitro* de preselecciones INIA a partir de germoplasma introducido, para la producción masiva de plantas en cortos periodos de tiempo.
- Difundir las tecnologías desarrolladas a las empresas asociadas y productores de avellano europeo en Chile.

Durante el periodo de ejecución del proyecto se prospectó un total de 363 individuos en diferentes regiones del país, provenientes de material introducido por inmigrantes en el siglo pasado. En una primera etapa, se preseleccionaron los 10 mejores individuos para mercado en cáscara, de acuerdo con características del fruto tales como forma del tipo redondo y calibre mayor a 16 mm, además de la característica de desprendimiento o no del fruto del involucro. De igual forma, se preseleccionaron los 10 mejores individuos para mercado industrial, considerando características tales como: forma del fruto de tipo redondo; rendimiento industrial mayor a 45 %; *blanching* mayor a 50 %; composición química de los frutos (ácidos grasos, proteínas, polifenoles, actividad antioxidante y vitamina B), además de la condición de desprendimiento o no del fruto del involucro.

El material preseleccionado se caracterizó genéticamente y luego se seleccionaron los 5 mejores individuos Plus para el mercado en cáscara, en base a polimorfismo, tamaño y forma de fruto, y los 5 mejores individuos Plus para el mercado industrial, en base a polimorfismo, rendimiento industrial, *blanching* y composición química del fruto.

Durante la realización del proyecto se consiguieron todos los resultados esperados, lográndose el 100 % de los objetivos propuestos. De esta forma, los nuevos varietales generados podrían ser la base de un programa de mejoramiento genético.

La innovación más importante fue la obtención de 6 selecciones clonales Plus con rendimiento industrial entre 49 % y 52,3 %, superior en un 46 % al de la variedad estándar que se cultiva en Chile (Tonda di Giffoni). A su vez se obtuvieron 5 selecciones Plus para consumo directo, de calibre 5,6 cm^3 y 8,1 cm^3, valores superiores al estándar de la variedad Barcelona, que alcanza a 4,7 cm^3 (selección primaria).

En relación a los análisis químicos (perfil de ácidos grasos y grasa total), en general todos los materiales seleccionados se caracterizan por presentar un alto contenido en ácidos grasos insaturados como oleico y linoleico, ambos beneficiosos para la salud, particularmente para prevenir enfermedades cardiovasculares. Cabe destacar que ninguna de las selecciones Plus, tanto para calibre como para rendimiento industrial, supera el contenido de ácido oleico presente en Tonda di Giffoni, aunque está variedad presenta valores de ácido linoleico más bajos que una buena parte de las selecciones Plus. Dentro de las selecciones de calibre alto, la selección Barra 6 presentó el mayor porcentaje en ácido oleico (78,0 %); mientras que dentro de la categoría rendimiento industrial, la selección La Ocasión 16 presentó el mayor porcentaje en ácido linoleico (16,80 %). Por su parte, Barcelona presentó los valores más bajos de ácido oleico y los mayores porcentajes de grasa total, característica no deseable para la conservación de las avellanas debido a los procesos de oxidación o enranciado.

Por otra parte se generó un protocolo de propagación de plantas *in vitro*, a través del método de inmersión temporal,[45] tecnología de última generación mediante el uso de biorreactores y medios de cultivos líquidos. De igual modo, fue posible establecer un innovador método de aclimatación a través de uso de contenedores plásticos, desconocido a nivel nacional e internacional.

Los resultados de este proyecto de investigación han contribuido al desarrollo de una línea de investigación de mejoramiento genético para el país, particularmente importante en el escenario actual, en el cual los programas privados de mejoramiento del extranjero protegen sus recursos genéticos, disminuyendo de esta forma el intercambio de material entre países. Por otra parte, el proyecto contribuyó al rescate del patrimonio genético presente en el país, que ha estado sujeto a riesgo de erosión genética, lo que es un aporte a la ciencia y al desarrollo de la industria nacional y mundial del avellano europeo.

La tecnología y los resultados fueron transferidos a través de diferentes actividades de extensión, como el Seminario Frutícola Araucanía, encuentros FEDEFRUTA y seminario "Avellano Europeo 2019: Desafíos para la producción sostenible e innovación en el Sur de Chile", de la Universidad de La Frontera.

[45] El sistema de inmersión temporal (SIT) consiste en el uso de biorreactores donde se introduce un gran número de explantes (a diferencia del medio sólido). Al interior de los biorreactores se produce un microambiente que combina etapas de oxigenación e inmersión temporal de los tejidos, usando medios de cultivos líquidos, lo que permite obtener material de alta calidad para la proliferación masiva.

2.2. Validación de la tecnología

Los proyectos precursores impulsados por FIA permitieron el desarrollo de nueva tecnología, en materia de portainjertos y variedades, para apoyar el cultivo comercial del avellano europeo. Por un lado, portainjertos enanizantes que permiten aumentar la densidad de plantación y adelantar la entrada en producción del cultivo, y por otro selecciones clonales que permiten mejorar la productividad del cultivo, ya sea en términos de la obtención de frutos de mayor calibre para consumo directo, como de alto rendimiento en pepa para la industria.

El material genético desarrollado consistió en cuatro portainjertos denominados RST1, RST2, RST3 y RST4, que permiten el cultivo en alta densidad del avellano, adelantando la entrada en producción del cultivo, tal como se ha señalado anteriormente; además de 6 selecciones clonales Plus que muestran un rendimiento industrial superior en un 46 % al de la variedad estándar que se cultiva en Chile para estos efectos (Tonda di Giffoni) y de 5 selecciones clonales Plus para consumo directo, de calibre superior al estándar de la variedad Barcelona.

Estos resultados fueron validados en terreno, en huertos comerciales de la Región de La Araucanía, y han sido difundidos no solo a nivel de productores sino también de la comunidad científica, mediante seminarios. Además estas investigaciones han contribuido a la generación de material escrito, resumido en el libro "El Avellano Europeo en Chile: 10 años de recopilación e investigación", que aborda los distintos aspectos del manejo técnico de este cultivo.

Desarrollo de selecciones Plus

Finamente, es importante señalar que el desarrollo de los proyectos precursores generó otros beneficios, tales como el desarrollo y validación de un protocolo de propagación de plantas *in vitro*, a través del método de inmersión temporal, tecnología de última generación mediante el uso de bio-reactores y medios de cultivo líquidos, que permite la multiplicación masiva de plantas de avellano europeo en menor tiempo y espacio que los métodos tradicionalmente utilizados, junto con el rescate de patrimonio genético nacional que sirve de base para el desarrollo de mejoramientos genéticos posteriores.

2.3. Otros elementos importantes de destacar

Un elemento importante de destacar es el aporte de los proyectos realizados en crear las bases para el desarrollo de un programa de mejoramiento genético del avellano europeo en Chile, que le permite al país proyectarse como un actor importante en este campo; más aun considerando que a nivel mundial el cultivo del avellano europeo no ha mostrado cambios significativos, en términos de su manejo y productividad, así como en el desarrollo de nuevas variedades.

▶ 3. El proyecto hoy

En la actualidad, a partir de los buenos resultados obtenidos en ambos proyectos, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias ha continuado con la propagación del material vegetal generado y las investigaciones, a fin de avanzar en un programa de mejoramiento genético para el avellano europeo.

Lo anterior se ha traducido en tres importantes convenios de investigación, complementarios entre sí, que se encuentran en ejecución y que dan continuidad a las líneas investigativas exploradas en los proyectos precursores cofinanciados por FIA. Con el Grupo Ferrero se han iniciado trabajos orientados a generar portainjertos sin emisión de hijuelos (sierpes) con el fin de contribuir al desarrollo de un manejo más sustentable del cultivo, sustituyendo las aplicaciones de desecantes químicos para el control de estos, que además de ser un riego para los operarios agrícolas aumentan los costos de operación. También se realizarán trabajos orientados a estudiar las selecciones clonales Plus obtenidas, con el fin de validar sus características y evaluar su compatibilidad con los portainjertos desarrollados.

Otra línea de investigación que ha iniciado INIA, en conjunto con CORFO y la Universidad de Chile, está orientada a la introducción de germoplasma, con el fin de aumentar la diversidad genética y disponer de nuevas selecciones y variedades con mayor calidad industrial. A través de esta investigación se evaluará el comportamiento de los materiales seleccionados en diferentes condiciones agroecológicas, determinando la compatibilidad genética y cronológica de cultivares polinizadores, de manera de disponer de nuevas selecciones para la industria del avellano europeo en Chile.

Finalmente, en el contexto del "Plan Impulso de La Araucanía", con financiamiento del Gobierno Regional, se ha iniciado el programa "Polo de innovación frutícola" con el fin de incorporar nuevas áreas al cultivo del avellano, en particular mediante la extensión a la pequeña y mediana agricultura. Entre sus objetivos se encuentra estudiar el efecto del cambio climático en la producción de los frutos, ya que las variaciones de temperaturan afectan el proceso de formación y cuaja de estos.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto precursor y aprendido

El cultivo del avellano europeo (*Corylus avellana* L.) ha experimentado un fuerte desarrollo en Chile, particularmente entre las regiones del Maule y de Los Lagos, asociado a un crecimiento importante de la demanda por avellana europea en los principales países consumidores, lo que se ha traducido en un aumento de la superficie plantada y de las exportaciones chilenas.

El sistema productivo de esta especie, a diferencia de otros frutales, no ha mostrado avances significativos en términos de su manejo y productividad, utilizando normalmente densidades de plantación que varían entre 300 y 500 plantas por hectárea y los sistemas de formación se caracterizan porque generan árboles de gran altura y baja eficiencia productiva, con rendimientos promedios, a nivel mundial, del orden de 3 ton/ha.

El cultivo de esta especie se ha caracterizado por su lenta entrada en producción y bajos rendimientos durante los primeros años. El inicio de la etapa productiva comienza entre el tercer y sexto año, según la variedad, observándose los máximos rendimientos a partir del año 7, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas donde se ubique la plantación.

En este contexto, las investigaciones realizadas en la Estación Carillanca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias lograron los resultados propuestos, lo que se tradujo en la obtención de portainjertos que permiten aumentar la densidad de plantación del cultivo y adelantar su entrada en producción, junto con el desarrollo de selecciones clonales que producen frutos de mayor calibre y rendimiento industrial que las variedades comúnmente cultivadas, lo que tiene un alto valor para la industria y el consumo, no solo a nivel nacional, sino también en el resto del mundo.

Además de lo anterior, el trabajo realizado permitió generar y validar un protocolo para la micropropagación *in vitro*, aclimatación y microinjertación, que hace viable la multiplicación masiva del avellano europeo a escala comercial, permitiendo su cultivo en alta densidad, lo que representa un avance significativo en el campo de la propagación de esta especie que por décadas ha usado métodos tradicionales de baja eficiencia.

Finalmente, es importante destacar el valor de los proyectos realizados en términos de contribuir a crear las bases para el desarrollo de un programa de mejoramiento genético de esta especie en Chile, que proyecta al país como un importante actor en este campo, más aun considerando que a nivel mundial el cultivo del avellano europeo no ha mostrado cambios significativos en términos de su manejo y productividad.

No obstante lo anterior, y a la luz de los resultados obtenidos, aún restan desafíos que abordar. Estos se refieren principalmente a la obtención de portainjertos con nula emisión de hijuelos, y a evaluar el comportamiento productivo de las selecciones clonales Plus seleccionadas, así como de las combinaciones portainjerto/selección clonal bajo diferentes condiciones agronómicas, a fin de determinar las más convenientes desde el punto de vista productivo. Todos aspectos en los cuales el Instituto de Investigaciones Agropecuarias se encuentra trabajando.

Anexos

Anexo 1. Bibliografía

ANEXO 1. **Bibliografía**

Banco Central de Chile. Base de Datos Estadísticos. Sector Externo. Comercio Exterior Bienes. Disponible en: https://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/home.aspx

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region9

CIREN. "El avellano europeo sigue imparable". Disponible EN: https://www.ciren.cl/actualidad/el-avellano-europeo-sigue-imparable/

El Agro Agricultura. "Repunta el precio de las avellanas". Abril 2019. Disponible en: http://elagro.radioagricultura.cl/2019/04/08/repunta-precio-las-avellanas/

ELLENA, M., *et al*. "Avellano europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva". Boletín INIA N° 274. 2013.

ERDOGAN, V. International Society for Horticultural Science. Acta Horticulture 2018.1226.

FAOSTAT. Base de datos de producción avellana con cáscara, periodo 2009 – 2018. Disponible en: http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC

FIA – INIA. Plan operativo proyecto precursor "Modernización del cultivo del avellano europeo a partir del desarrollo de portainjertos clonales (Hazel-Rootstock INIA) que permitan la reducción de vigor y el manejo de huertos en alta densidad para superar el potencial de rendimiento". 2014.

FIA - INIA. Informe final proyecto precursor. "Modernización del cultivo del avellano europeo a partir del desarrollo de portainjertos clonales (Hazel-Rootstock INIA) que permitan la reducción de vigor y el manejo de huertos en alta densidad para superar el potencial de rendimiento". 2018.

FIA – INIA. Plan operativo proyecto precursor "Generación de ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de prototipos varietales". 2015.

FIA - INIA. Informe final proyecto precursor. "Generación de ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de prototipos varietales". 2019.

FIA. "Resultados y Lecciones en Producción de Avellano Europeo en la Zona Centro-Sur. Proyectos de Innovación desde VII Región del Maule a IX Región de La Araucanía". Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario. Junio 2008.

INIA. "EL avellano europeo en Chile: Una década de recopilación e investigación". 2018.

International Nut and Dried Fruit. "Nuts & Dried Fruits Statistical Yearbook 2019 / 2020".

International Trade Center. Información de Comercio. Disponible en: https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=3%7c792%7c%7c%7c%7c080222%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c2%7c1%7c1

MARKETFRESH. Turquía: 800 mil toneladas alcanzará la producción de avellanas esta temporada.

ODEPA-CIREN. "Catastro Frutícola Principales Resultados - Región de La Araucanía/Julio 2019" y "Catastro Frutícola Principales Resultados Región Biobío/Julio 2012". Disponibles en: https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/catastros-fruticolas/catastro-fruticola-ciren-odepa

ODEPA-CIREN. "Catastro Frutícola Región del Maule. Principales resultados /julio 2019". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/catastro_maule.pdf

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región del Libertador Bernardo O'higgins. Mayo 2009". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/catastroFruticolaOhiggins2009.pdf

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región Metropolitana/ Octubre 2010". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/catastroFruticolaMetro2010.pdf

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región de Coquimbo / Julio 2011". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/catastroFruticolaCoquimbo2011.pdf

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región Biobío/ Julio 2012". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/catastroVIIIRegion2012.pdf

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región del Maule/ Junio 2013". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2012/09/catastro_Maule_junio2013.pdf

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región Metropolitana / Julio 2014". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/catastroFruticolaRegionMetropolitana2014.pdf

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región del Libertador General Bernardo O'Higgins / Julio 2015". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/CF-VI-Region-2015.pdf

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región del Maule/ Julio 2016". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2016/08/Catastro-Fruticola-VII-Maule-2016.pdf

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región Metropolitana / Julio 2017". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/04/CatastroMetropolitana2017.pdf

ODEPA-CIREN. "Catastro frutícola. Principales resultados Región de O´Higgins / Julio 2018". Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/CatastroOhiggins2018.pdf

ODEPA. Boletín de fruta, Julio 2020. Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletines/boletin-de-fruta-julio-2020

RED AGRÍCOLA. "Avellano europeo: 30.000 hectáreas a 2025 con el sur como protagonista". Abril 2017. Disponible en: https://www.redagricola.com/cl/avellano-europeo-30-000-hectareas-2025-sur-protagonista/

SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS. Estadísticas COMEX. Exportaciones por país, producto arancelario. Disponible en : https://www.aduana.cl/aduana/site/edic/base/port/estadisticas.html?filtro=20181205220946_3

Situación actual del avellano europeo en Chile. En: *Avellano Europeo: Establecimiento y formación de la estructura productiva*. Disponible en: http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39138.pdf

148

SERIE **EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO**