

CAPÍTULO 10



MEJORAMIENTO GENÉTICO

Miguel Ellena D., Ing. Agrónomo Dr.
Paola Sandoval F., Ing. Agrónomo
Felipe Marchant C., Ing. Agrícola

En general ninguna variedad es completamente perfecta desde el punto de vista de las propiedades agronómicas y exigencias del mercado, siendo necesario mejorar sus características considerando los recursos genéticos presentes, particularmente en la especie *Corylus avellana* L. En el caso de caracteres especiales es factible emplear otras especies, como *Corylus colurna* (para obtención de plantas sin emisión de hijuelos) y *Corylus heterophylla* (para la resistencia al frío).

En relación a los caracteres más importantes, como adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas, características de las avellanas, emisión de hijuelos, vigor, época de maduración de la fruta, resistencia o tolerancia a enfermedades y plagas entre otras, actualmente se conocen las variedades que tienen estos caracteres y que presentan resistencia o tolerancia a ciertas plagas y enfermedades. El origen ancestral del avellano europeo y la existencia de una enorme cantidad de árboles originados por semillas ofrecen un amplio abanico de individuos, de los cuales se han seleccionado y propagado aquellos con mejor adaptación a las condiciones ambientales del área de cultivo y a las necesidades culturales y demanda comercial (Tombesi *et al.*, 2010).

Entre las principales variedades de importancia por la calidad de su fruta a nivel mundial, pueden mencionarse: Tonda Gentile delle Langhe (TGL), Tonda di Giffoni, Tonda Romana (variedades italianas), Tombul (principal variedad turca), Negret, Barcelona. Todas estas variedades presentan alguna limitante en relación a su potencial productivo, calidad de fruta y resistencia a factores bióticos y abióticos. Por ello, es necesario considerar la posibilidad de mejorar estos materiales en uno o más caracteres. Para el mejoramiento de dichos materiales puede recurrirse a la selección de individuos con aquellas características requeridas, provenientes de poblaciones en las cuales ha ocurrido una gran variación y combinación de caracteres. Se podría señalar que la evaluación varietal sería el "primer paso" para el mejoramiento genético (Tombesi *et al.*, 2010).

La elección varietal condiciona el precio del producto, puesto que la calidad de las avellanas es muy dependiente de la variedad y de su interacción con factores ambientales y culturales. Gran parte de la producción de avellanas a nivel mundial, se destina a la industria de transformación (principalmente chocolates), que demanda un producto de calidad, libre de defectos y con características morfológicas y físico-químicas bien precisas (Bignami *et al.*, 1999).

No obstante, existe un mercado creciente para avellanas en cáscara, particularmente en Asia y en especial China, país que demanda fruta con calibres grandes. Esta fruta, si bien se orienta a un nicho de mercado específico, alcanza actualmente altos precios de retorno. Por ello, también

es necesario orientar el programa de mejoramiento nacional del avellano europeo a la obtención de variedades con producción de avellanas de gran calibre.

En los diferentes países productores de avellanas se cultivan variedades seleccionadas en el pasado y adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de las áreas de cultivo. En la actualidad, particularmente la industria agroalimentaria utiliza gran parte de la producción tiene exigencias específicas del producto, las cuales son de referencia para los programas de mejoramiento genético.

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 avellanas, resistencia o tolerancia a factores bióticos y abióticos, factores negativos del clima, en particular heladas en primavera y bajas temperaturas durante el proceso de cuaja.

Para la selección de nuevas variedades se deben buscar materiales con mayor formación de flores femeninas, y en cultivares polinizadores una elevada producción y calidad del polen y 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 a los frutos, forma redonda, alto rendimiento al descascarado, fácil desprendimiento del perisperma (luego del tostado de las semillas a nivel de industria), alto contenido en compuestos funcionales como antioxidantes, minerales, proteína, vitaminas y fibras, entre otros.

De los 500 cultivares citados en la literatura internacional, sólo alrededor de 15 tienen importancia comercial (Mehlenbacher, 1994, 2008) y la mayoría deriva de selecciones de poblaciones espontáneas. Además, los programas de mejoramiento en avellano europeo han sido muy escasos respecto a otros cultivos frutícolas de clima templado, como drupáceas y pomáceas. A la fecha se han licenciado alrededor de 73 variedades de avellano europeo, en comparación con 2 mil 500 de duraznos y 500 de perales.

El desarrollo de nuevas variedades de avellano europeo es la base para el mejoramiento de la competitividad del cultivo. Ello ha sido determinante en Estados Unidos para superar el grave problema del "Eastern Filbert Blight" (EFB), enfermedad causada por un hongo biotrófico *Anisogramma anomala*, que ha provocado enormes daños a la industria, particularmente en el estado de Oregon, principal zona productora de avellana del país del norte (Mehlenbacher, 2009; Sathuvalli *et al.*, 2014).



Foto 1. Planta de avellano europeo con ataque de EFB.

Fuente: INIA Carillanca

En relación a los portainjertos el avance ha sido aún más lento. Con la obtención de dos híbridos (Dundee y Newberg) de baja emisión de hijuelos (Lagerstedt, 1993) y con la selección de materiales de avellano turco (*Corylus colurna*), nativo del Cáucaso y de los Balcanes, se ha logrado eliminar el problema de emisión de hijuelos a nivel basal de las plantas (Korac *et al.*, 1997) y solucionar situaciones de sequía y frío (Ninic-Todorovic *et al.*, 2009). Adicionalmente se ha evidenciado un efecto positivo de los portainjertos de avellano turco sobre el tamaño de la semilla, mayor tolerancia a plagas, enfermedades y sequía (Blagoeva y Nikolova, 2010; Miletic *et al.*, 2009; Miletic *et al.*, 2009). El control de hijuelos también se ha obtenido mediante el empleo de la especie *Corylus chinensis* y de algunas selecciones de *Corylus avellana* L. con baja presencia de sierpes (Fideghelli y De Salvador, 2009; Tous *et al.*, 1997; Tous *et al.*, 2009).

La selección de individuos, sin emisión de hijuelos, mediante cruzamientos entre variedades de *Corylus avellana* L. ha sido muy compleja, debido a que todas las variedades cultivadas producen sierpes y el carácter de producir hijuelos es de tipo cuantitativo. Además, el cruzamiento entre una especie que no emite sierpes (*Corylus colurna*) y otra que si produce (*Corylus avellana* L.), ha permitido obtener un buen porcentaje de individuos sin sierpe, con corteza no suberosa y buena afinidad de injerto (Valentini *et al.*, 2009).

No obstante, es importante la adaptabilidad de los materiales a las condiciones agroecológicas locales, puesto que muchas variedades de *Corylus avellana* L. han presentado solamente buena adaptación a las condiciones agroecológicas de su lugar de origen (Mirotadze *et al.*, 2009; Pop *et al.*, 2010; Salimi y Hoseinova, 2012).

Desde la década de los años 60 a la fecha, existen diversas instituciones dedicadas a nivel mundial al mejoramiento genético de esta especie de fruto seco, principalmente Estados Unidos, Francia, Italia, Rumania, China,

Chile, entre otros. Algunas de ellas se han orientado a resolver problemas propios, como es el caso del Programa de Mejoramiento Genético de la Universidad Estatal de Oregon (Estados Unidos), orientado a obtener materiales resistentes a *Anisogramma anomala* (Eastern Filbert Blight). En el caso de Chile, la Plataforma Frutícola de 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.

10.1. Métodos de mejoramiento genético

Los métodos más utilizados son el mejoramiento tradicional, basado en la valorización de la variabilidad genética existente, a través de selección clonal o sobre la creación de nueva variabilidad, mediante cruzamientos intervarietales, hibridaciones inter-específicas, mutagénesis y también la variación somaclonal *in vitro* que podría ser una estrategia interesante de explorar.

10.1.1. Selección clonal

El principal método de selección utilizado en muchos países productores de avellana europea es el de selección clonal de los principales cultivares, como es el caso de Italia con selección de los cultivares Tonda Gentile delle Langhe, Tonda Gentile Romana y Tonda di Giffoni; en Turquía, selecciones de las principales variedades Tombul y Palaz; y en España aquella del cultivar Negret.

En Italia los trabajos de selección de Tonda Gentile delle Langhe (80 clones), han determinado que la variabilidad encontrada es más atribuible al ambiente que a la matriz genética, concluyendo que esta variedad italiana (originaria de la Región de Piemonte, norte del país), debe considerarse como un cultivar bien definido y no como una población (Romisondo *et al.*, 1983a). Trabajos posteriores han permitido seleccionar un grupo más amplio de 200 individuos, entre estos BA8, GG5, PD6, que han permitido contar con materiales de elevada cualidad respecto al cultivar originario (Valentini *et al.*, 2001).

Por otra parte, prospecciones y selecciones realizadas de la variedad Tonda di Giffoni (Limongelli, 1980, 1983) en el ámbito de 64 clones, han permitido individualizar un primer grupo de 10 individuos con características comerciales y agronómicas superiores; otros 24 clones han sido individualizados con posterioridad en una sucesiva prospección de la Región de Campania, origen del cv. Tonda di Giffoni. El estudio comparativo de estas selecciones ha permitido seleccionar 5 individuos con características agronómicas y tecnológicas superiores (Limongelli y Consoli, 1996).

En relación a la variedad Tonda Gentile Romana, los trabajos de selección realizados han individualizado 5 clones con mejores características industriales, particularmente el rendimiento al descascarado, calibre de la semilla e índice de redondez (Preziosi y Cartechini, 1979), más otras 15 selecciones individualizadas sucesivamente con mejores características industriales. Prospecciones posteriores, realizadas por el Instituto Experimental de Fruticultura de Roma, han permitido individualizar y seleccionar otros 5 clones élite con mejores características agronómicas de los árboles, como: vigor medio, baja producción de sierpes, precocidad y contemporaneidad de maduración de las avellanas, tamaño medio-pequeño de las semillas, elevado rendimiento al descascarado, forma redonda, alta consistencia y pelado de la semilla (Monastra *et al.*, 1997; De Salvador, 1998).

En trabajos de selección clonal realizados en España se ha observado una elevada variabilidad genética en 44 árboles diferentes, estudiados en áreas interiores de Asturias (Rovira y Tous, 2005). De estos individuos se han pre-seleccionado 10 árboles por sus características agronómicas y frutos.

En Chile, durante la temporada 2010-2011 se realizó una primera prospección y selección de algunos materiales antiguos de *Corylus avellana* L. introducidos hace 120 años por los inmigrantes desde Europa. Los materiales preseleccionados se introdujeron a la colección de campo de la Plataforma Frutícola del Centro Regional de Investigación INIA Carillanca (Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía, en el sur de Chile), para su preservación y caracterización agronómica y comercial.

En esta primera prospección se estudiaron 28 árboles de avellano europeo, determinándose importantes diferencias entre ellos (Ellena *et al.*, 2014). Dicho estudio permitió establecer algunas características de las avellanas y semillas del germoplasma de avellano europeo en la zona sur del país, particularmente de la comuna de Gorbea (provincia de Cautín, Región de La Araucanía, sur de Chile). Las selecciones presentaron principalmente dos tipos de forma de los frutos: alargados y redondos (este último con cáscara más delgada para uso industrial). La principal forma fue la globular o redonda como Barcelona y Tonda di Giffoni (55,5%), con forma ovoide el 22% como los cultivares españoles Negret y Morel, con la forma subcilíndrica corta un 14,8% como la variedad italiana Mortarella y un 3,7% con forma cónica. En relación al peso de las avellanas, un 39,9% presentó un peso medio de 1,8-2,5 g, 14,3% tamaño pequeño (< 1,7 g), 39,3% gran tamaño de las avellanas, 2,6 y 3,3 g y un 7,1% presentó frutos muy grandes 3,5-3,8 g.

En relación al color, un 64,3 % presentó color café, como la variedad Tonda Romana; 21,4% café oscuro como la variedad Negret y un 17,9% café claro como la variedad Ennis. Respecto a la morfología de los frutos (tamaño de

la cicatriz pistilar), gran parte de los ejemplares 55,6% presentó un tamaño medio, 40,7 % tamaño pequeño y sólo 3,7% tamaño grande.

En cuanto a la relación semilla/fruto, gran parte del material presentó un valor superior al 50%. Estos resultados indican que las avellanas mostraron una cáscara delgada y un buen llenado de la semilla. Por otro lado, el 32,1% de los frutos presentó un porcentaje de semilla \geq al 45% y sólo un 25% de las avellanas mostró un porcentaje inferior al 45%. En relación al rango del blanching o desprendimiento del perisperma luego del tostado, el 57,1% de las semillas mostró una buena aptitud para el proceso industrial, como es el caso de los cvs. Tonda Gentile delle Langhe, Tonda di Giffoni y Negret. Estos resultados preliminares indican que 9 ejemplares han 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 (Ellena *et al.*, 2014).



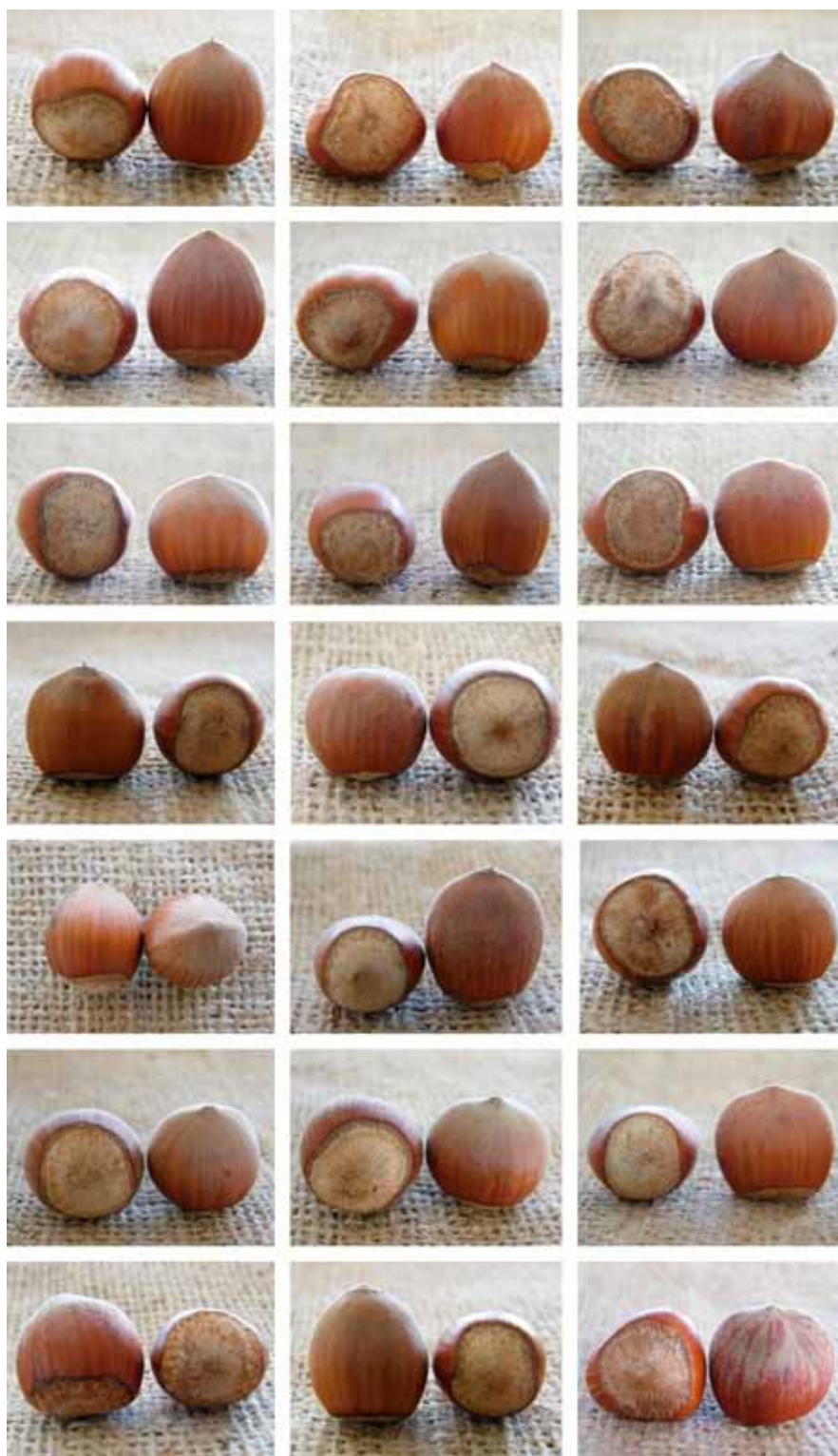
Foto 2. Ecotipo de avellano. Comuna de Gorbea, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca



Foto 3. Colección de campo en Centro de Investigación INIA Carillanca. Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca



Fotomontaje 1. Características de algunos frutos y semillas de 28 árboles de avellano europeo. Comuna de Gorbea, Región de La Araucanía, sur de Chile.

Fuente: INIA Carillanca



Foto 4. Clasificación comercial de avellano europeo basado en la forma del fruto, forma redonda (izquierda) y forma alargada (derecha).

Fuente: INIA Carillanca

Los estudios de selección clonal continúan con nuevas prospecciones y selecciones a nivel país, en la amplia zona productora de avellana europea, desde las regiones del Maule a Los Lagos. El objetivo es encontrar una mayor variabilidad genética para el programa de mejoramiento genético, con el fin de conservar y salvaguardar los recursos genéticos de esta especie en Chile.

En relación a los portainjertos, la selección de materiales con baja o nula emisión de hijuelos, particularmente de *Corylus colurna* ha sido probada como una alternativa y solución en los países productores de la región de los Balcanes (Fideghelli y Salvador, 2009). 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. Esto, empleando portainjertos que permitan adaptación a diferentes tipos de suelos, bajar vigor y anticipar la entrada en producción de los árboles, es lo que ha permitido modernizar la fruticultura a nivel mundial.



Foto 5. Avellano turco (*Corylus colurna*) (izquierda) y cv. Tonda Romana injertada sobre *Corylus colurna* (derecha). Gentileza de Alessandro Roverssi, Serbia.

Fuente: Dr. Alesandro Roversi.



Foto 6. Viverización de *Corylus colurna*, sin emisión de sierpes, Monferrato Italia

Fuente: Dr. Alesandro Roversi.

En Chile, INIA Carillanca ha iniciado recientemente un programa de selección clonal de portainjertos de menor vigor (intermedio), que permita aumentar la cantidad de plantas en huertos. El objetivo es modernizar a través del establecimiento de las variedades principales sobre patrones de vigor medio, con el fin de densificar los huertos y con ello aumentar los rendimientos por unidad de superficie y anticipar la entrada en producción de los huertos. Estas selecciones se han introducido a la colección de campo de INIA Carillanca, procediendo a la propagación de los materiales mediante propagación agámica por acodos, estacas semi-herbáceas, estacas-herbáceas y multiplicación *in vitro*. Los primeros ensayos se iniciaron en el invierno de 2015 con plantas del cv. Barcelona injertadas sobre portainjertos RST1, RST2 y RST3, y Tonda di Giffoni sobre RST4. Hasta la fecha, en estos materiales recientemente injertados (a nivel de cría en vivero), no se han observado diferencias importantes debido al efecto del portainjerto sobre el vigor de las plantas injertadas. Se espera que el diferente grado de vigor de cada uno de los portainjertos estudiados se exprese una vez que los materiales se establezcan en los huertos experimentales.



Foto 7. Selección de portainjertos clonales, RST 1 y RST 2. Centro Regional INIA Carillanca.

Fuente: INIA Carillanca



Foto 8. Multiplicación *in vitro* de portainjertos clonales seleccionados. Laboratorio de Fruticultura INIA Carillanca.

Fuente: INIA Carillanca



Foto 9. Portainjertos clonales de vigor intermedio y elevado, injertados con los cvs. Barcelona y Tonda di Giffoni. Centro Regional INIA Carillanca, Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca



Foto 10. Huerto experimental de portainjertos clonales de vigor intermedio y elevado, injertados con el cv.Tonda di Giffoni, establecidos en alta densidad (Año 1). INIA Carillanca, Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca

Las investigaciones se encuentran en pleno desarrollo y adicionalmente se espera obtener portainjertos híbridos de menor vigor, con escasa o nula emisión de hijuelos provenientes de programas de cruzamiento controlado, variabilidad somaclonal y mutagénesis *in vitro*, con el objetivo de obtener materiales adaptados a diferentes condiciones de suelo y clima de las zonas productoras de avellana en Chile. El desarrollo de variedades de portainjertos permitirá dar un gran salto tecnológico en esta especie frutal, permitiendo la modernización del cultivo y una mayor competitividad de la industria.

10.2. Cruzamientos controlados

Los programas de mejoramiento genético por cruzamiento tienen el objetivo de constituir nuevos cultivares aptos para la industria de transformación y para el consumo directo o mercado en cáscara, con mejores características respecto de aquellos actualmente presentes en el mercado. En estos programas, es importante considerar las demandas de los productores que buscan mayor productividad de los árboles y de la industria alimentaria quienes requieren una mejor calidad de semilla y calibre de las avellanas para el mercado en cáscara (> 20 mm). Por ello, es importante considerar los factores que tienden a aumentar la producción junto a un aumento total de frutos por unidad de superficie, con un mayor rendimiento al descascarado y un menor porcentaje de frutos vanos y de semillas con defectos. La calidad de la semilla, desde el punto de vista industrial, es un factor importante que debe considerar la forma esferoidal del fruto, uniformidad de los calibres (idealmente semillas con calibres de 13 mm), con fácil desprendimiento del perisperma luego del proceso del tostado, buen sabor y con porcentajes reducidos de ácido linoleico y linolénico, ambos responsables del enranciado de la semilla luego el tostado (Garrone y Vacchetti, 1994).

El mejoramiento genético tradicional, por cruzamiento y selección, utiliza los métodos clásicos de polinización cruzada con aislamiento de las flores femeninas. Para los cruzamientos se puede utilizar polen fresco de la temporada o conservado en frío entre -18 a -80°C con un contenido de humedad de 5-7% para su correcta conservación.

En los últimos años, han sido licenciadas diferentes nuevas variedades principalmente por el programa de mejoramiento genético del avellano llevado a cabo por la Universidad Estatal de Oregon, Estados Unidos, para el mejoramiento de la principal variedad (Barcelona) cultivada en dicho país y principalmente para la obtención de material resistente a la enfermedad Eastern Filbert Blight. Entre las variedades se pueden mencionar las siguientes: Willamette, Lewis, Clark, Sacajawea, Santiam, Yamhill, Jefferson, Tonda Pacifica, Mac Donald. En otros países, como Italia, destaca el trabajo de mejoramiento realizado por la Universidad de Torino con la obtención de

la variedad Daria, lograda mediante el cruzamiento de Tonda Gentile delle Langhe x Cosford, de vigor medio, alta productividad, floración femenina tardía y frutos de tamaño pequeño, con elevado rendimiento al descascarado pero con cáscara demasiado delgada, siendo susceptible a insectos que perforan el fruto (Valentini *et al.*, 2009). En Francia se han licenciado dos variedades Corabel y Ferial, la primera de escasa productividad respecto a una serie de variedades evaluadas (Solar y Štampar, 2010) y en Rumania las variedades Valcea, Arutela, Cozia y Romavel.

En relación a los portainjertos, los trabajos de cruzamientos han sido muy escasos a nivel mundial. Actualmente existen disponibles dos portainjertos híbridos (Dundee y Newberg) sin emisión de sierpes, obtenidos de cruzamientos entre *Corylus colurna* x *Corylus avellana* L. los cuales no se han difundido masivamente. En hibridaciones interespecíficas, se ha observado que es más fácil transferir el hábito de crecimiento sin emisión de sierpes desde *Corylus chinensis* que desde *Corylus colurna* (Erdogan y Mehlenbacher, 2000). Estudios realizados en España con la variedad Negret (N9) sobre el portainjerto Dundee han mostrado un aumento de los rendimientos y baja emisión de hijuelos respecto a plantas auto-enraizadas y otros portainjertos (Rovira *et al.*, 2007).

A nivel nacional, en el Centro de Investigación INIA Carillanca, Región de La Araucanía, se ha iniciado un trabajo de cruzamientos dirigidos con el objetivo de desarrollar nuevas variedades de avellano europeo adaptadas a diferentes condiciones agroecológicas del territorio nacional.

Estas variedades estarán orientadas al mercado en cáscara con frutos de gran calibre y cultivares destinados a la industria de transformación con cáscara delgada, frutos de tamaño pequeño-medio, alto rendimiento al descascarado (>47%), buen desprendimiento del perisperma después del tostado, bajo contenido en ácidos grasos que favorecen una mayor oxidación. Además, variedades con arquitectura de la estructura productiva menos extendida y con mayor capacidad para capturar la energía lumínica y de menor vigor respecto a las variedades actuales cultivadas en el país.

Adicionalmente, se espera obtener también variedades de cosecha más temprana para evitar cosechas tardías en otoño, con posibilidad de ocurrencia de lluvias, que dificultan la cosecha mecánica en algunas temporadas. En la actualidad, se cuenta con una cantidad importante de seedlings en crecimiento que luego serán sometidos a evaluaciones.



Foto 11. Cruzamientos controlados. Centro Regional de Investigación INIA Carillanca, Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca



Foto 12. Seedlings provenientes de cruzamientos controlados. Centro Regional INIA Carillanca

Fuente: INIA Carillanca



Foto 13. Seedlings en su primera (izquierda) y segunda etapa de evaluación en campo (derecha). Centro Regional INIA Carillanca, comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca

Existe también interés por parte de empresarios locales de comenzar programas de mejoramiento genético de la especie en Chile, con el fin de desarrollar nuevas variedades adaptadas a diferentes condiciones agroecológicas, de mayor rendimiento y tolerantes a enfermedades y plagas. En el caso de estas últimas, principalmente de aquellas endémicas.

Referencias Bibliográficas

Blagoeva, E., and M. Nikolova. 2010. Growth dynamics of hazelnut (*Corylus spp.*) grafted by different techniques. *Bul. UASVM Hort.* 67(1):96-100.

De Salvador, F.R. 1998. Indagine preliminare sulle caratteristiche produttive e merceologiche di alcuni presunti cloni della cultivar di nocciolo "Tonda Romana". *La coricoltura viterbese: risultati di un trienio di ricerche, Caprarola (VT), 19 dicembre.*

Ellena, M; Masia, A and Marino G. 2014. Physiological and biochemical aspect associated with the rizogenetics of hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Proc. VIIIth International Congress on Hazelnut. Acta Hort.* 1052: 157-161.

Erdogan, V; y Mehlenbacher S.A. 2000. Interspecific Hybridation in Hazelnut (*Corylus*). *J. Amer. Soc. Hort.Sci.* 125(4):489-497.

Fideghelli and De Salvador, F.R. 2009. World Hazelnut Situation and Perspectives. *Acta Hort.* 845: 39-51.

Korac, M; Ninic- Todorovic, J; Cerovic, S and Golosin, B. 1997. Results of hazelnut grafting on Turkish filbert (*Corylus colurna*). *Acta Hort.* 445: 419-422.

Garrone, W. e Vachetti, M. 1994. La qualità delle nocciole in rapporto alle esigenze dell'industria dolciaria utilizzatrice. *Acta Hort.* 351: 641-656.

Lagerstedt, H.B. 1993. Newberg and Dundee, two new filbert rootstocks. *Proc. Nut Growers Society of Oregon, Washington and British Columbia.* p.94-101.

Limongelli, F. 1980. Selezione clonale delle cultivar de nocciolo "Tonda di Giffoni", VI Convegno Pomolo Incontro frutticolo su frutta secca" pomologica caseta: 337-342.

Limongelli, F. 1983. Selezione clonale delle cultivar di cocchiolo "Tonda di Giffoni". *Convegno Internazionalale sul Nocciolo. Avellino 22-24. Settember.* P: 253-258.

Limongelli F., Consoli D., (1996) - Il miglioramento genetico della "Tonda di Giffoni" mediante selezione clonale. *Atti del Convegno "Il nocciolo". Avellino, 27 Aprile, 95- 101.*

Mehlenbacher SA, 1994. Genetic envelopment of the hazelnuts. *Acta Horticultural*, 351. pp 23-38.

Mehlenbacher, S.A; Smith, D.C and Mc Cluskey, R.L. 2008. Sacajawea hazelnut. HortScience 43: 255-257.

Mehlenbacher, S.A; Smith, D.C; and Ma Cluskey, R.L. 2009. "Yamhill" hazelnut. HortScience 44: 845-847.

Miletic, R., Mitrovic, M., and M. Rakicevic. 2009. Contrasting fruit properties of hazelnut cultivars grown on different rootstocks. Acta Hort. 845: 283-286.

Mirotadze, N., Gogitidze, V., Mikadze, N., Goginava, L., and M. Mirotadze. 2009. Agro-ecological zones of hazelnut in Georgia. Acta Hort. 845: 291-294.

Monastra, F. Raparelli, E e Fanigliulo, R. 1997. Clonal Selective of Tonda Gentile Romana" Acta Horticultural. P 445:39-43.

Ninic-Todorovic, J; S. Cerovic, V. Ognjanov, B, Golosin, S. Bijelic, G. Jacimovic, y A. Kurjakov. 2009. Rootstocks of *Corylus colurna* for nursery production. Acta Hort. 845: 273-278.

Pop, I. F., Pamfil, D., Raica, P.A., Petricele, I.V., Botu, M., Vicol, A.C., Harta, M., and C.R. Sisea. 2010. Evaluation of the genetic diversity of several *Corylus avellana* L. accessions from the Romanian national hazelnut collection. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca J. 38(2): 61-67.

Preziosi, P. and Cartechini, A. 1979. Indagine preliminare su alcune caratteristiche merceologiche di alcuni cloni della cultivar di nocciolo Tonda Romana. Atti del Convegno "Il miglioramento della coltura del Mandorlo e del nocciolo": 67-81. Messina 29-30 novembre.

Romisondo, P, Me G, Radicati L. 1983a. Ulteriori indagini sulla selezione clonale del nocchilo cultivar Tonda Gentile delle Langhe. Convegno Internazionale sul Nocchilo Avellino 22-24 settembre, p 243-251.

Rovira, M; Cristofori, V; Sivestri, C; Celli, T; Hermoso, J.F; Tous, J; y Romero, A. 2007. Acta Horticulturae 1052: VIII International Congress on Hazelnut.

Rovira M, Tous J. 2005. Producción y viabilidad del polen. In: Rallo L, editor. Variedades de olivo en España. Madrid-Barcelona-México: Junta de Andalucía, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Ediciones Mundi-Prensa; p. 295-299.

Sathuvalli, V.R. and S.A. Mehlenbacher. 2014. High resolution genetic and physical mapping of the Eastern Filbert Blight resistance region in Jefferson hazelnut (*Corylus avellana* L.). Leído en: https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr240/psw_gtr240_174.pdf

Salimi, S., and S. Hoseinova. 2012. Selecting hazelnut (*Corylus avellana* L.) rootstocks for different climatic conditions of Iran. *Crop Breeding Journal* 2(2): 139-144.

Tous, J; Romero, A; Plana, J; Rovira, M and Vargas, J.F. 1997. Performance of Negret hazelnut cultivar on several rootstocks. *Acta Horticulturae* 445: 433-439.

Tous, J., Romero, A., Plana, J., Rovira, M., and F.J. Vargas. 2009. Performance of Negret hazelnut cultivar on several rootstocks. *Acta Hort.* 845: 89-94.

Solar, A and Stampar, F. 2010. Characterisation of selected hazelnut cultivars: Phenology, growing and yielding capacity, market quality and nutraceutical value. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91(7): 1205-12.

Tombesi, A., Farinelli, D., e S. Tombesi. 2010. Le varietà per il progresso della coltura del nocciolo. *Corylus & Co.* 1: 7-16.

Valentini, N; Me, G; Vallania, R; and Zeppa, G. 2001. New hazelnut selections for direct consumption. *Acta Hort.* 686: 485-489.

Valentini, N; M. Caviglione, G. Gaiotti, M. D'Oria y G.Me (2009). Hazelnut research at the University of Torino in the frame of the Italian "CORIBIO", project. *Acta Horticulturae* vol. 845.