

Programas de mejoramiento genético

# Fruta para el mundo

Si Chile persiste en la meta de convertirse en potencia alimentaria, una de las inversiones que debe hacer es en I+D, que permita aumentar aún más los atractivos de sus materias primas. La Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal UC está colaborando con este propósito, llevando a cabo al menos cinco programas de mejoramiento genético.

Daniela Jorquera / [djorque@uc.cl](mailto:djorque@uc.cl)



Convertir a Chile en una potencia alimentaria exige, dentro otras muchas estrategias, diversificar la matriz productiva y ampliar los mercados. Ello implica incorporar nuevos productos, como especies y variedades; innovar en la manera en que éstos se presentan; exportar a nuevos países; y conquistar nuevos nichos de mercado en aquéllos donde ya se tiene un posicionamiento. Pero ¿cómo remontar la reconocida bre-

cha en cuanto a capacidad productiva que tiene nuestra agricultura? Tanto el Estado como la academia y los productores concuerdan en que es indispensable apoyar la reconversión de variedades plantadas, a través de programas de I+D para la fruticultura.

Un estudio desarrollado por la Fundación para el Desarrollo Frutícola, en el marco de la Red Frutícola, señala que uno de los desafíos técnicos de la in-



dustria es el mejoramiento genético, que además de permitir desarrollar nuevos cultivos y variedades e incrementar los estándares para llegar bien a los mercados, puede poner en jaque la ventaja de contraestación.

Marina Gambardella, académica del Departamento de Fruticultura y Enología de la Facultad, explica que “las condiciones de cada país son importantes y por eso creo que el mejoramiento gené-

tico es un salto cualitativo que tiene que hacer la fruticultura de Chile”. Además, contar con distintas variedades permitiría a nuestro país presentarse de una manera distinta, competitivo en cualquier parte del mundo.

Es clara y enfática al decirlo: “La verdad es que Chile está súper atrasado con el mejoramiento genético”. Agrega que falta concientizar al sector sobre la necesidad del mejoramiento genético.

**Además de permitir desarrollar nuevos cultivos y variedades e incrementar los estándares para llegar bien a los mercados, el mejoramiento genético puede poner en jaque la ventaja de contraestación.**



### Dónde invertir

Durante abril pasado, la Fundación para la Innovación Agraria, por encargo del Ministerio de Agricultura, elaboró el documento “Propuesta de prioridades para financiamiento público de I+D en Mejoramiento Genético”. Como lo dice su título, en él se sugieren las variedades donde se propone invertir con fondos estatales.

Los académicos del Departamento de Fruticultura y Enología UC valoraron la iniciativa del Gobierno de buscar fórmulas de apoyo a los programas de mejoramiento genético en especies frutales. Sin embargo, concuerdan en que es importante incluir diversas variables a la hora de priorizar en cuáles invertir. Por ejemplo, además de la superficie plantada y de los aportes FOB al país que haga una y otra, es fundamental, según la profesora Johanna Mártiz, “ver si realmente es rentable

para el productor y sobre todo conocer la proyección que tiene en el mediano a largo plazo y cuál ha sido su comportamiento en la última década”.

Los docentes, además, creen que es indispensable tomar en cuenta el impacto social de las especies a apoyar: “Este punto es importante en regiones más pobres o con pocas alternativas productivas”, dice Marlene Ayala. Por otro lado, para José Antonio Alcalde y Alonso Pérez también es relevante que se considere el respaldo a aquellas especies de origen nativo “que no tendrán otros soportes, como la quínoa, las orquídeas, el maqui y la murtilla”.

Finalmente, los investigadores se muestran absolutamente disponibles para apoyar la elaboración de una propuesta final que contemple estos puntos y otros más, basándose en su experiencia en mejoramiento genético en los programas que hoy llevan a cabo en la Facultad y que se detallan a continuación.

### Programa de mejoramiento genético de cerezos (PMGCe)

Se inició en 2010 a petición de la ASOEX como un interés de la industria exportadora canalizado por el Consorcio Tecnológico de la Industria Hortofrutícola S.A. (Consortio de la Fruta).

El objetivo principal es generar variedades tempraneras y tardías de cerezo dulce que satisfagan las necesidades de la industria chilena en cuanto a productividad (rendimiento + calidad) y vida de poscosecha. Se buscan variedades de cerezo con producciones altas y estables en el tiempo, asociadas a una fruta grande, firme y dulce que posea una larga vida poscosecha y que llegue en buenas condiciones al mercado asiático.

Los investigadores participantes de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal son: Marlene Gebauer, Juan Pablo Zoffoli y Marlene Ayala. El equipo técnico lo conforman: Luz Johow, Vania Espinosa, Eduardo Leiva, Sebastián Ortega y María Fernández. Durante la temporada *peak* trabajan alrededor de diecisiete personas entre las que se cuentan alumnos residentes, tesis y ayudantes, tanto en el campo como en los laboratorios del Campus San Joaquín, en la Estación Experimental Pirque y huertos comerciales.

“El proyecto PMGCe es desafiante”, dice Marlene Araya, académica del Departamento de Fruticultura y Enología, “porque el objetivo planteado es a largo plazo. Pero es interesante y pertinente si se considera que Chile es el mayor productor de cerezas del Hemisferio Sur en contraestación y que si bien la industria va por un buen camino en las exportaciones, existe la debilidad de la gran dependencia de variedades extranjeras”.

El PMGCe se basa principalmente en mejoramiento genético tradicional enfocándose en estos dos años en establecer la plataforma de técnicas de cruzamien-



tos, rescate de embriones y cultivo *in vitro*. El éxito del trabajo se traduce en la materialización de un banco de germoplasma y las primeras progenies en la Estación Experimental de Pirque.

Además, se han visitado otros programas de mejoramiento en Norteamérica y Europa en busca de alianzas estratégicas e intercambio de germoplasma. Algunos de los programas de referencia incluyen a Hungría, República Checa, Turquía, Italia, Canadá y Estados Unidos.

El financiamiento proviene de fondos FIA hasta este año y existe una contraparte de la industria exportadora que es coordinada a través del Consorcio de la Fruta S.A.

### Programa de mejoramiento genético de cítricos

A cargo de la doctora Johanna Márquez, este programa funciona desde hace cinco años. Cuenta con el apoyo de Fondef, la Pontificia Universidad Católica de Chile y de empresas privadas (Viveros Tamaya, Vivero San José, Vivero Limache, Viveros Deliplant, Vivero Penciahue y Exportadora Agricom).

El principal objetivo del programa es la obtención de variedades de mandarinas y limones libres de semillas, a partir de variedades de interés agronómico y comercial.

Durante el desarrollo del programa, se han utilizado diferentes técnicas como la hibridación sexual, fusión de

protoplastos y mutagénesis inducida. Mediante esta última se toman ramillas de variedades a mejorar y se irradian con rayos gamma, con el fin de obtener variedades libres de semilla, pero sin cambiar de forma significativa su fondo genético. Esta técnica ha resultado promisoriosa y se han obtenido hasta la fecha más de 200 selecciones de variedades sin semilla y *low seeded*, además de lograr otros caracteres deseables como, por ejemplo, en el caso de los limones, plantas con menor cantidad de espinas y con hábitos de crecimiento más compactos.

La primera etapa del programa contempla la obtención de plantas promi-

sorias que serán llevadas a evaluación de campo, bajo distintas condiciones edafoclimáticas, durante los próximos años. Así, se espera comenzar a evaluarlas comercialmente en cinco años y obtener variedades para registrar dentro de los próximos siete a diez años. Mientras se hace la evaluación en campo, se continuará con el programa de irradiación e hibridación.

El proyecto en total tiene un costo de 565 millones de pesos, y para seguir con su realización, y con el aporte que hace, aún se deben buscar más alternativas de financiamiento. También cuenta con la colaboración externa de países como Francia, Estados Unidos e Italia.

**Los académicos del Departamento de Fruticultura y Enología valoran la iniciativa del Gobierno de buscar fórmulas de apoyo a los programas de mejoramiento genético. Sin embargo, concuerdan en que es importante incluir otras variables al priorizar en cuáles invertir.**

## Programa de mejoramiento genético de carozos (PMGCa)

Se inició en julio de 2007 y la fecha de término para la primera etapa fue marzo de 2012. A cargo del académico Basilio Carrasco, las especies en las que se centra son: durazneros y nectarines (*Prunus persica*), y ciruelo japonés (*P. salicina*). Este programa es desarrollado con el Consorcio de la Fruta.

Entre sus objetivos está el de establecer un huerto de líneas de parentales (banco de germoplasma) de duraznero, nectarino y ciruelo japonés, que permita acceder a la mayor cantidad de diversidad genética de estas especies. A esto se le agrega el obtener líneas de segregantes como resultado de la estrategia de cruzamientos del programa de mejoramiento genético de carozos, enfocado a obtener nuevas variedades para exportación de fruta fresca de alta calidad en el mediano a largo plazo.

Entre los resultados obtenidos se cuenta un banco de germoplasma en el que se estableció a nivel de campo 75 cultivares de duraznero y nectarino y 31 cultivares de ciruelo japonés. Todos ellos corresponden a cultivares comerciales. Además, en el cruzamiento y selección de progenies, se realizan anualmente entre 100 a 120 cruzamientos distintos. En cinco temporadas de cruzamientos se han producido 25.728 híbridos de los cuales 16.724 corresponden a durazneros y nectarinos, y 9.004 a ciruelo japonés.

**La Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal realiza a través de sus investigadores proyectos de mejoramiento genético de: cerezos, cítricos, carozos, frutillas y frambuesas, y cereales.**



Actualmente, en el huerto de primera selección se han evaluado aproximadamente 5 mil híbridos, de los cuales se han preseleccionado 42 genotipos de duraznero y nectarino y 25 genotipos de ciruelo japonés. Estas preselecciones se establecerán en condiciones de cultivo comercial en un huerto denominado de segunda selección. Se estima que cada año se preseleccionarán diez nuevos genotipos que se incorporarán a este huerto.

En el ámbito del desarrollo de capital humano avanzado se han realizado seis tesis y residencias para alumnos de pregrado (Agronomía y Biología). Además, se han efectuado tres tesis de postgrado. Se han desarrollado dos publicaciones ISI y se ha marcado presencia tanto en congresos nacionales como internacionales.

Para el financiamiento se proyecta la adjudicación del “Concurso Consorcio 2.0”, a fines de 2012, el cual dará los fondos al programa por diez años más.

## Programa de mejoramiento de frutillas y frambuesas

La académica Marina Gambardella es quien dirige el proyecto de mejoramiento de *berries*. Con dos años de trabajo consistente, sus proyecciones son a largo plazo, pero confía en los buenos resultados. “La idea es contar y desarrollar variedades que se adapten a las condiciones de Chile como el clima y el suelo, para permitir que el país se potencie como productor de otras variedades y dar un paso más allá de las que ya están presentes”, dice Gambardella.

El proyecto cuenta con el apoyo de algunas empresas, pero la académica del Departamento de Fruticultura y Enología lo denomina como “modesto y autofinanciado”. El programa escogió la variedad de las frutillas debido al alto consumo que hay de ella a nivel mundial, además de poseer una gran variabilidad interna y contar con un ciclo de vida más corto. Los cruzamientos se han realizado con variedades que actualmente se encuentran disponibles en Chile de diversas procedencias: de un programa español, un vivero italiano y de la Universidad de Florida en EE.UU., zona que, a su vez, tiene una fuerte competencia con las variedades que son producidas en el otro lado del país, California.

En el caso de la frambuesa, la investigación cuenta con la participación de INIA, el apoyo de Innova-Corfo, del Consorcio Tecnológico de la Fruta y Fundación para el Desarrollo Frutícola.

“Tanto en frutillas como en frambuesas hemos visto selecciones que pueden ser interesantes”, indica Gambardella, y explica que en el caso de las frambuesas, los resultados son más atractivos debido a que se busca generar alternativas a la variedad Heritage que, a su juicio, es antigua y es casi la única que está en el mercado. “A nivel comercial tiene problemas debido a que tiene un fruto muy pequeño” señala.

En el caso de las frutillas, los investigadores están trabajando para lograr una



variedad que se adapte lo mejor posible a las características de la nación sudamericana. “Yo apuesto a que mi variedad va a tener un mejor resultado agronómico y comercial si es que la selecciono bajo las condiciones nacionales”, señala Gambardella.

Firmeza, sólidos solubles, sabor y productividad bajo las condiciones chilenas son los temas importantes de acuerdo a la académica, quien además puntualiza la necesidad de poder contar con una variedad que pueda ser enviada en fresco al resto del mundo, ya que la producción destinada a la exportación está basada en el producto congelado.

Una fruta regular, que no sea ni muy grande ni muy pequeña, que tenga buen sabor, que sea entera, que no posea un hueco en su interior y que sea roja por dentro, son algunas de las características a las que se apunta en el programa de mejoramiento de las frutillas.

En este programa se utiliza la biotecnología pero a un nivel muy básico, ya que fundamentalmente se trata del cultivo *in vitro* para generar mayor cantidad de material y manejar los bancos de germoplasma para sanear el material y chequear si una variedad es tal. “No estamos usando ningún tipo de ingeniería genética, no porque no crea en ella, sino porque los mercados se han cerrado demasiado a esas posibilidades. Entonces creo que todavía no tiene mucho sentido”, finaliza. 



## PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE CEREALES

Este programa está a cargo del doctor Andrés Schwember. Sus áreas de investigación abarcan la genética, el fitomejoramiento y la producción de cultivos. Incluye cultivos como el trigo harinero (harina para panificación) y el trigo candeal (tallarines, pasta).

El trigo es el principal cultivo anual sembrado en el país (250 mil a 300 mil hectáreas/año, siendo las regiones VIII y IX las dos principales productoras del país, con sobre el 70% del total nacional).

Las agrónomas de estos cultivos, aumentando el rendimiento, mejorando la resistencia a enfermedades y la adaptación al estrés ambiental. Otro de los objetivos es mejorar aspectos industriales específicos de los granos, como aumentar la amarillez de los trigos candeales nacionales, y el contenido y la calidad de proteínas de los cultivares nacionales de trigo harinero para mejorar las propiedades de panificación de las harinas de trigo.

LAS ÁREAS DE INVESTIGACIÓN abarcan la genética, el fitomejoramiento y la producción de cultivos. Incluye cultivos como el trigo harinero y el trigo candeal.



El trigo es estratégico para nuestro país por su importancia nutricional: aporta cerca del 50% de las proteínas y el 35-40% de los carbohidratos de la ingesta promedio por habitante. Además, Chile es el segundo principal consumidor de pan del mundo, con cerca de 100 kg de pan/año/cápita, sólo superado por Alemania. Por otra parte, tiene una gran importancia económica: hay cerca de 45 mil productores de trigo en Chile, por lo que la actividad genera una importante fuente de empleo directo e indirecto; y es importante en la agronomía ya que desde la VIII Región al sur, hay pocas alternativas de rotación de cultivos aparte del trigo.

El Programa utiliza métodos convencionales y técnicas más modernas de mejoramiento como la selección asistida por marcadores moleculares. No se utiliza transgenia por el momento. Dentro de sus objetivos está mejorar las caracterís-

El Programa de mejoramiento genético de cereales utiliza las estaciones experimentales de Pirque y Curacaví, y planea utilizar la sede de Villarrica en un futuro cercano.

En la actualidad, Schwember está ejecutando el Proyecto Fondecyt de Iniciación “Mejora genética de la amarillez y del valor nutricional de granos de trigo candeal (*Triticum turgidum* L.ssp. durum)”. Su objetivo es aumentar el contenido y la calidad de los pigmentos carotenoides de los granos de trigo candeal para mejorar la calidad de la pasta en Chile. Además, los nuevos hallazgos de este proyecto contribuirán a una mejor comprensión científica de cómo los genes fitoeno sintasa (PSY), licopeno épsilon ciclasa (LCYE), y el QTL localizado en el cromosoma 6A afectan a esta ruta metabólica, que se reflejará en distintos niveles de amarillez de granos y en distintos contenidos nutricionales de los granos de trigo candeal.