



Figura 1. Realización de cruzamientos dirigidos en el Arboretum de CEAF. Se observa una flor emasculada siendo polinizada con polen de interés.

La búsqueda del patrón ideal en programa pionero en Chile

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PORTAINJERTOS PARA CEREZO

Una de las decisiones estratégicas más importantes en la planificación de una plantación frutal es la selección del portainjerto, ya que éstos componen el sistema radical de los árboles frutales y proporcionan elementos vitales como son el anclaje, la absorción de agua y nutrientes, así como protección frente a diversos patógenos que afectan la sostenibilidad del huerto. Considerando estos aspectos, el Centro de Estudios Avanzados en Fruticultura implementó un Programa de mejoramiento genético de portainjertos para cerezo.

✍️ ISMAEL OPAZO Y MAURICIO ORTIZ. CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS EN FRUTICULTURA (CONTACTO@CEAF.CL).

La tendencia hacia una agricultura más sustentable y con menor impacto ambiental, es decir, reducir el uso de agroquímicos, hacen que el fitomejoramiento de portainjertos sea la alternativa más viable para combatir los patógenos del suelo y afrontar los problemas de replante causados, mayoritariamente, por estos agentes bióticos. A esto hay que agregar otros desafíos de gran importancia en estos tiempos, tales como

el cambio climático, el cual modifica las horas de calor, frío, precipitaciones, con consecuencias en eventos más frecuentes de sequía e inundaciones; el crecimiento de la población y aumento de la demanda por alimentos con menor disponibilidad de suelos óptimos para la agricultura; la globalización con movimiento constante de plagas, enfermedades, malezas; y recursos que disminuyen, como el agua y los nutrientes del suelo (USDA, 2015). Otro carácter

importante es la reducción de vigor que pueda inducir el portainjerto en la variedad, con el objetivo de implementar huertos peatonales, que disminuyan los costos de mano de obra y aumenten la eficiencia productiva de los árboles.

Considerando estos aspectos, el Centro de Estudios Avanzados en Fruticultura (CEAF) implementó un Programa de mejoramiento genético (PMG) de portainjertos para cerezo, en el marco del Programa Tecnológico "Centro

para la investigación e innovación en fruticultura para la zona sur" que financia CORFO. El objetivo es contar con portainjertos con adaptación a los problemas locales de suelo y clima. Sin embargo, en cerezo es un desafío particularmente importante, ya que en la actualidad se distribuye entre las regiones de Coquimbo y Aysén, lo que implica una gran diversidad de suelos con diferentes limitaciones.

El mejoramiento genético de portainjertos es un proceso de largo aliento, ya que se debe evaluar la producción de los huertos establecidos con los nuevos portainjertos, en diferentes ambientes, por lo que son pocos los programas activos en el mundo. El programa de CEAF está estructurado en dos grandes áreas: creación de nuevos portainjertos y evaluación de materiales nuevos y otros comerciales; además de considerar la participación de las líneas de investigación del mismo centro: mejoramiento genético, genómica, fisiología del estrés, agronomía y fitosanidad.

DESARROLLO DE NUEVOS PORTAINJERTOS PARA CEREZO

Para ampliar las posibilidades de encontrar resistencias a los principales factores bióticos y abióticos, es fundamental contar con un banco de germoplasma, y en esto CEAF ha sido pionero al establecer un banco de polen, que ha

El mejoramiento genético de portainjertos es un proceso de largo aliento, ya que se debe evaluar la producción de los huertos establecidos con los nuevos portainjertos, en diferentes ambientes, por lo que son pocos los programas activos en el mundo.



Figura 2. El trabajo en el laboratorio de cultivo in vitro es fundamental en el rescate temprano de embriones, la evaluación de la capacidad de propagación in vitro y la multiplicación clonal de plantas para someterlas a ensayos.

permitido acceder a genética que no está presente en el país y disponer de ella para hacer cruzamientos dirigidos de inmediato, reduciendo los tiempos de importación, cuarentena y espera a floración que implica la importación de plantas. Nuestro interés está centrado en genotipos que permitan ampliar las posibilidades de encontrar resistencias para los caracteres deseados, por lo que hemos incorporado polen de especies de *Prunus* de distintas regiones del mundo, siendo particularmente interesantes aquellas originarias de zonas áridas y de bajo vigor.

Al estar el mejoramiento de portainjertos centrado en el sistema radical de las plantas, y no en la fruta, es posible hacer cruzamientos entre distintas especies del género *Prunus*, que pueden no ser interesantes desde el punto de vista de la calidad de la fruta, pero sí por sus tolerancias y resistencias a estreses bióticos y abióticos. Esto marca una de las principales diferencias entre el mejoramiento genético de variedades con el de portainjertos: la generación de híbridos interespecíficos, los cuales tienen una probabilidad de cuaja mucho menor a los cruzamientos realiza-

dos dentro de una misma especie y que obliga a realizar un alto número de polinizaciones cada año.

Si bien la utilización de plantas injertadas tiene más de 2000 años de antigüedad en la agricultura, solo hace 200 años comenzó el interés por los portainjertos y, actualmente, es una disciplina específica dentro de la agronomía, con pocos profesionales a nivel mundial, lo que también se ve reflejado en la investigación científica. Sin embargo,

la evidencia científica internacional, así como también las investigaciones realizadas en CEAF, dan cuenta de que los portainjertos son determinantes en conferir tolerancia a diversos estreses en plantas injertadas, incluyendo la tolerancia al déficit hídrico, que será clave para la fruticultura nacional en el futuro.

Los cruzamientos dirigidos (Figura 1) se hacen tanto en la colección de portainjertos que se encuentra en CEAF en



*"La investigación, acompañada de un permanente desarrollo, son elementos que garantizan nuestra calidad y compromiso"
Somos el resultado de la Biotecnología*



www.vitromaule.cl



contacto@vitromaule.cl



Viveros Vitromaule





Figura 3. En la fotografía se aprecia uno de los genotipos obtenido como resultado de los cruzamientos realizados por el PMG de portainjertos para cerezo de CEAF.

condiciones de campo (*Arboretum*) como en condiciones más controladas, en árboles establecidos en macetas, los que se mantienen en invernadero. Durante el invierno, estas macetas son almacenadas en una cámara fría para controlar el momento de floración. Cada año se van generando nuevos híbridos, utilizando los pólenes importados, que entran posteriormente al proceso de multiplicación clonal para disponer de un amplio número de individuos y someterlos al proceso de selección. Adicionalmente, la utilización de técnicas como el rescate temprano de embriones, ha permitido generar híbridos que, utilizando métodos tradicionales, serían muy difíciles de obtener debido a que en muchos casos la distancia genética entre los padres es alta y se producen abortos tempranos. En paralelo al programa de mejoramiento genético, CEAF ha realizado convenios con la empresa Agromillora para incorporar nuevos genotipos experimentales desde España, acelerando la disponibilidad de nuevas líneas para las evaluaciones.

EL CAMINO A RECORRER

El primer criterio de selección es el vigor observado en los nuevos genotipos y su hábito de crecimiento. Lo ideal es disponer de genotipos con un vigor moderado a bajo, y con un crecimiento erecto que facilite su crianza e injertación en vivero. Posteriormente se realiza la introducción a cultivo *in vitro* para evaluar la facilidad de establecimiento y de multiplicación *in vitro*, y luego se evalúa la facilidad de enraizamiento (Figura 2). En paralelo, también se determina la facilidad para propagar por estaca leñosa en condiciones de cama caliente. Si se logra una multiplicación exitosa, se dispone entonces de material para poder realizar las diversas evaluaciones, con lo que se logra obtener información para diferentes caracteres en un mismo año (Figura 3). CEAF ha implementado metodologías para evaluar la tolerancia de los nuevos materiales a estreses abióticos y bióticos. En el primer

caso se determina la tolerancia a déficit hídrico, inundación y salinidad, mediante ensayos específicos que permiten no solo conocer su tolerancia o susceptibilidad, sino que también entender cuales son los parámetros fisiológicos y/o anatómicos que determinan la respuesta, y a través de eso optimizar el proceso de selección. Entre los parámetros estudiados está el intercambio gaseoso, el potencial hídrico foliar, la eficiencia en el uso del agua y la conductividad hidráulica. En el caso de modelos interesantes de estudio, se incluye la expresión de proteínas y genes que puedan conferir tolerancia/susceptibilidad, con el fin de generar conocimiento científico en relación a los mecanismos de tolerancia. También se evalúa, al final de la temporada, la producción de biomasa aérea y de raíces en los diferentes ensayos (Figura 4). Con esto tenemos una visión integral de cómo se comportan los portainjertos frente a un determinado estrés. Por ejemplo, en el caso del estrés hídrico, se ha llegado a identificar el valor umbral de reducción del contenido de agua con el cual se inicia el cierre de estomas, es decir, el punto en que se comienza a afectar el crecimiento o la producción de la planta.

En cuanto a estreses bióticos se está evaluando la resistencia a nematodos agalladores, en colaboración con la Universidad de Chile, y se han realizado los primeros ensayos para determinar la resistencia a cáncer bacterial y agalla del cuello.

En paralelo, las líneas más interesantes son injertadas con diferentes variedades de cerezo y plantadas en el Huerto de Compatibilidad, con el objetivo de evaluar el desarrollo de los injertos a través de los años. Este es uno de los factores más limitantes en la liberación de un nuevo portainjerto, debido a que existen incompatibilidades que pueden manifestarse varios años después de realizado el injerto, pudiendo afectar huertos adultos productivos, por lo tanto, se debe dar certeza de que estos portainjertos no presentan ese problema.



Figura 4. El estudio de aspectos como la conductividad hidráulica de las raíces es importante para la caracterización de los nuevos portainjertos y su relación con la variedad injertada.

Tabla 1. Listado de materiales obtenidos en CEAF y en co-obtención con Agromillora.

CÓDIGO	TIPO DE MATERIAL	ORIGEN
PACER 120102-08	Co-obtención con Agromillora	España
PACER 120102-36		
PACER 130402-06		
PACER 130407-03		
PACER 130805-03		
PACIR 130402-01		
PACIR 120102-29		
PACIR 130402-03		
CEAF 169901	Material generado en CEAF	Chile
CEAF 167201		
CEAF 167401		
CEAF 175803		
CEAF 177782		
CEAF 177812		

Finalmente, las líneas que inicialmente se ven más promisorias serán establecidas en huertos experimentales con agricultores para poder evaluar la producción y calidad de la fruta sobre estos nuevos portainjertos. En esta etapa contaremos con la colaboración de las Universidades de Concepción, de La Frontera y Austral de Chile, para establecer una red de ensayos de campo en las condiciones de suelo y clima de las regiones de Ñuble, Araucanía y Los Ríos. Esta última etapa está pronta a ser iniciada con los portainjertos ingresados en el convenio de co-obtención con la empresa Agromillora, y a futuro también se incluirán las líneas generadas en el Centro (Tabla 1).

Con esto esperamos disponer de un conjunto de nuevos portainjertos que se puedan adaptar a las condiciones de suelo y clima de las zonas donde tradicionalmente se ha establecido el cultivo del cerezo, para las nuevas zonas hacia donde se expanda, así como para replante. **Ra**

AGRADECIMIENTOS

Programa Tecnológico "Centro para la investigación e innovación en fruticultura para la zona sur" (16PTECF-66647) y a su proyecto "Programa de mejoramiento genético de portainjertos para Cerezo", ambos apoyados por Corfo. Para mayor información visita: www.centrofruticulturasur.cl