

SELECCIONES AVANZADAS

Manzanos con Resistencia a *Venturia* y Oídio

Magdalena Cruz A.
Ingeniera Agrónoma, Ph.D.
macruz@inia.cl

INIA Quilamapu

Cada año en el mundo son incorporadas nuevas variedades de manzanos; algunas, originadas de mutaciones espontáneas; la mayoría, resultado de programas de mejoramiento. Aunque numerosas, muy pocas alcanzan calidad comercial. El mercado se concentra en las estrellas del momento –Gala, Fuji y Braeburn–, pero sin desplazar del todo a las veteranas –Granny Smith y Delicious–, que mantienen su segmento de consumidores.

Chile aparece en el año 2004 como el país más competitivo en la industria manzanera, con modernas tecnologías de almacenamiento y embalaje. Sin embargo, su gran debilidad como exportador es no contar aún con variedades propias, a diferencia de Nueva Zelanda, Japón, Australia, Estados Unidos, Brasil y la mayoría de los países europeos. Y es una debilidad no tan sólo por el costo que implica el uso de variedades protegidas por el derecho del obtentor, sino también por el freno que significa para el uso a nivel local de tecnologías de última generación.

Hace 10 años el INIA Quilamapu inició en el Campo Experimental Santa Rosa las primeras hibridaciones de manzano en busca de nuevo germoplasma con resistencia a la sarna o *Venturia* y al oídio, las dos enfermedades más importantes de este frutal en Chile y en el mundo (Tierra Adentro 9, 1996, y Tierra Adentro 50, 2003). Hoy día este programa de mejoramiento genético ha logrado más de treinta selecciones avanzadas (ver recuadro en página 31).

Desde 1995 se ha incorporado genes de resistencia a *Venturia* y oídio en variedades de calidad comercial. En el cuadro 1 (página 30) se indica el número de semillas y selecciones obtenidas cada año.

Una familia está constituida por los descendientes de un mismo cruzamiento. Cuando ambos progenitores son de buena calidad –referida principalmente a su aspecto, calibre y sabor–, se puede trabajar con pocas familias y un gran número de cruzamientos dentro de ellas, lo que aumenta las probabilidades de recombi-



nación de algunos de sus caracteres más deseables, como sería la resistencia a *Venturia*, junto a un atractivo color rojo y buen contenido de azúcar. Otra estrategia es realizar una cantidad de cruzamientos similar, pero repartidos en un mayor número de familias. La heredabilidad de determinados rasgos sólo se conocerá al evaluar la descendencia. Sin embargo, para buscar la mejor combinación de progenitores para características de sabor, textura y color, es posible utilizar un índice de selección en función de su heredabilidad y correlación genética.

Considerando la probabilidad generalizada en los centros de mejoramiento de 1 en 50.000 semillas de acertar con una variedad competitiva, se espera tener un resultado proporcional al material de selecciones avanzadas disponibles. Hasta aquí se ha cumplido uno de los objetivos establecidos en el proyecto de ampliar la diversidad genética del germoplasma de manzano en el país. En Nueva Zelanda evalúan cada año entre 15.000 y 20.000 plántulas procedentes de tres a cuatro familias, y la relación por cada 10.000 plántulas en diferentes años ha sido de 250 selecciones avanzadas, diez selecciones destacadas, dos a tres variedades potenciales y, finalmente, una variedad comercial cada cinco años. Sin embargo, la variedad Pink Lady en Australia fue



Foto 1

Fotos 1 y 2. Cruzamiento Gala x Pink Lady. Fruto bicolor, rojo claro sobre fondo amarillo verdoso. Tamaño medio, pedúnculos delgados y forma cónica. Pulpa color crema, firmeza 5,3 kg/cm², acidez titulable 5,9 g/l y sólidos solubles 13,3%.

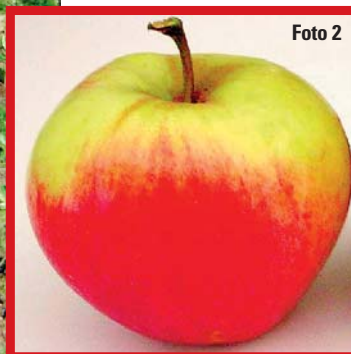
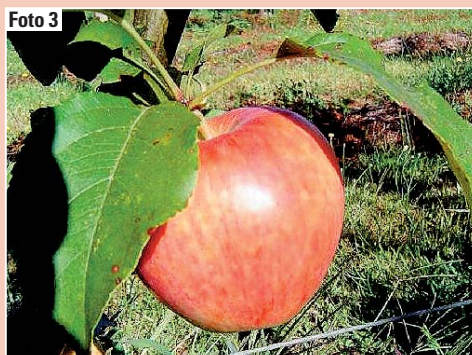


Foto 2

EL FRUTO PROHIBIDO

Aunque por sus antecedentes bíblicos el manzano recibió el nombre en latín de *Malus* (malo), está muy lejos de serlo. Por el contrario, es una de las frutas más apetecidas en el mercado internacional. La condición, en su momento, de fruto prohibido debió disputarse, según algunos estudiosos del tema, entre el higo (*Ficus carica*) y el damasco (*Prunus armeniaca*), ambos abundantes en la zona de Mesopotamia, cercana a la cual, suponen, pudo estar el paraíso. Por vestigios arqueológicos, los tres frutos habrían existido ya en el período neolítico, al menos mil años antes de Moisés. Como fuere, el género *Malus* quedó asignado al manzano, cuyo tipo cultivado es *Malus x domestica*, donde el signo de multiplicación (x) dice relación con las numerosas hibridaciones interespecíficas que le dieron origen. Procedente de la China, el manzano fue diseminado hacia Europa por la vía que llegó a ser la "ruta de la seda". Alrededor del año 300 a.C. Teofrasto describía seis clases (variedades) de manzano en Grecia. Los romanos se encargaron de repartirlo en la vastedad de su imperio.



Fotos 3, 4, 5 y 6. Selecciones de cruzamientos Gala x Murray. Frutos rojo estriados, tamaño medio, forma cónica y pedúnculos largo medio y delgados. Pulpa color crema, firmeza entre 7 y 8 kg/cm², acidez titulable 1,2 a 2,4 g/l y sólidos solubles entre 13 y 15%.

obtenida de una población de 16.000 plantas procedentes de cruzamientos repartidos a lo largo de trece años (1972 a 1985).

Fotos 7, 8, 9 y 10. Cruzamientos Red Chief x Murray. Fruto rojo oscuro cubierto. Tamaño medio y forma globosa aplanada con hombros tipo Delicious. Pulpa color crema, firmeza entre 6 y 8 kg/cm², acidez titulable 5 a 7 g/l, y sólidos solubles entre 12 y 14 %. La foto 9 corresponde a selección en tercera hoja injertada sobre patrón M9. Ramificación divergente y hojas horizontales.

Marcadores moleculares o inoculación artificial

El mejoramiento asistido con uso de marcadores moleculares para las características buscadas, por lo general queda reservado para objetivos muy precisos, como detección de plantas homocigotas o portadoras de genes piramidados (dos o más genes de resistencia a la misma enfermedad, o determinantes de una característica dada). Existen varios cientos de marcadores moleculares en manzano, de los cuales más de una docena están asociados al gen Vf de resistencia a *Venturia* descubierto en la especie de manzano *Malus floribunda*.

Por el costo de estas tecnologías, en selecciones masivas resulta más conveniente el método práctico de inoculación artificial con *Venturia*, de plántulas de tres semanas de edad en invernadero y



Cuadro 1

Hibridaciones en el Centro Experimental Santa Rosa (INIA Quilamapu) desde 1995 a 2005

Año	Familias	Nº semillas	Nº selecciones
1995/96	9	2.145	110
1996/97	8	16.418	
1997/98	12	8.729	455
1998/99	26	70.130	190
1999/2000	20	42.414	220
2000/01	4	21.876	260
2001/02	3	22.800	230
2002/03	3	1.508	
2003/04	6	2.948	
2004/05	8	12.000	
Total	99	200.968	1.465

Cuadro 2**Valores de firmeza, acidez titulable y sólidos solubles de variedades comerciales de manzanos***

Variedad	Firmeza (kg/cm ²)	Acidez titulable (ácido málico g/l)	Sólidos solubles (% azúcar)
Braeburn	9,4	7,00	12,00
Fuji	6,8	2,10	16,60
Granny Smith	8,8	6,70	12,00
Pink Lady	7,8	5,9	12,00
Prima	5,8	4,85	12,33
R. Delicious	8,2	1,90	12,00
Red Chief	7,90	2,35	10,50
Royal Gala	8,13	2,61	11,67
Scarlet	10,70	2,55	17,00

*Fuente: Boletines Cifl (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes) y Laboratorio INIA Quilamapu.

la eliminación del material con síntomas en las tres semanas siguientes. Al cabo de dos meses las resistentes son trasplantadas a vivero donde, después de 18 meses, previa selección adicional por resistencia a oídio, son injertadas de ojo dormido en patrones M9. La fructificación en tercera hoja, o tercera temporada de crecimiento, permite la calificación como selección avanzada de aquellas que reúnan características de calidad de fruta y resistencia a *Venturia* y oídio.

Una variedad: 15 años

El proceso completo para el desarrollo de una nueva variedad se extiende alrededor de 15 años, porque luego de seleccionada se debe conocer todos los aspectos

del manejo productivo del árbol (patrones, distancias de plantación, polinizantes, plagas, enfermedades, raleo químico, poda y otros), además de su comportamiento en postcosecha.

De acuerdo a las normativas, las selecciones avanzadas tienen que ser injertadas en patrón M9, o MM106 si existe riesgo de pulgón lanífero y MM111 para los tipos spur. Se debe disponer de al menos 10 árboles por selección, en condiciones normales de crecimiento, sin tratamientos químicos. Es preferible no utilizar material de propagación in vitro.

En la evaluación de las plantas cada una debe ser descrita detalladamente según su hábito de crecimiento, morfología de las hojas en brotes vigorosos en verano, estados fenológicos, características de las flores, y mediciones del crecimiento anual en brotes en receso invernal.

La evaluación de la fruta se hace al menos en dos cosechas, seleccionando 10 frutos desde un mínimo de 20 cosechados de 10 árboles. Deben estar en su máxima madurez de consumo. Se registra su peso, firmeza de la pulpa, contenido de sólidos solubles y acidez titulable. De acuerdo a una escala numérica, se describe su color, forma, tamaño, color de pulpa, apertura de lóculos, características del cáliz, del pedúnculo, presencia de russet, tamaño de lenticelas y otros detalles.

En el cuadro 2 se indican datos de firmeza, acidez titulable y sólidos solubles de variedades comerciales de manzanos, como referencia de los valores obtenidos

CONCEPTOS DE VARIEDAD Y SELECCIÓN AVANZADA

La Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), de la cual Chile es miembro, incluye el concepto de "variedad esencialmente derivada". Una variedad tiene esa condición si es predominantemente derivada de otra y retiene las características esenciales resultantes del genotipo o de la combinación de genotipos de la variedad inicial. Es lo que sucede cuando a través de ingeniería genética se logra cambiar algún atributo importante en una variedad existente, como podría ser la incorporación de resistencia a una enfermedad, plaga o herbicida, con genes provenientes incluso de otra especie (transgenia). Mediante esta herramienta biotecnológica se puede mejorar algunos rasgos de control genético, pero la identidad varietal se mantiene.

En cambio, en el mejoramiento tradicional (mediante hibridaciones) la identidad varietal es modificada. Aunque las plántulas tengan una apariencia muy similar a sus progenitores, no serán nunca idénticas a ellos. Las características complejas, como el rendimiento, sabor, textura y color, que a diferencia de las simples están gobernadas por muchos genes, con una expresión a su vez condicionada por el ambiente, no pueden ser modificadas mediante las herramientas biotecnológicas disponibles. Hasta el momento sólo el mejoramiento tradicional puede crear nuevas variedades.

De acuerdo a las normativas de la legislación que regula el derecho del obtentor en Chile, homologadas con las internacionales de la UPOV, una variedad protegida puede ser utilizada libremente para crear una nueva cuando no se la necesite en forma permanente para el proceso.

Las selecciones avanzadas son aquellas con resistencia a las enfermedades mencionadas y buenas propiedades organolépticas (color, sabor, aroma, firmeza de pulpa, etc.), que le otorgan un relativo potencial de mercado.



Foto 8




Foto 10



Foto 11. Cruzamiento Alton x Prima. Frutos rojos estriados, tamaño medio, forma cónica. Pulpa crema, firmeza 6,6 kg/cm², acidez titulable 8,2 g/l y sólidos solubles 13,1%.

en distintos cruzamientos realizados por INIA (fotos 1 a 11).

Para que una nueva variedad sea reconocida como tal se exige que sea distinta de las existentes, uniforme en su población y estable en sus características. El o los rasgos que la individualizan no tienen que ser necesariamente atractivos o comerciales. La norma exige únicamente que ese rasgo sea distinto. En nuestro caso vamos indudablemente tras el objetivo comercial, pero en su búsqueda se origina también una cantidad importante de nuevo germoplasma que, si bien no alcanza la categoría de variedad, es interesante como portador de resistencia para nuevas hibridaciones.

En la reglamentación interna del INIA, las potenciales nuevas variedades deben satisfacer las exigencias del Comité Regional para Liberación de Nuevas Variedades, y las del Comité Nacional respectivo. Recién entonces se efectúa la presentación al Servicio Agrícola y Ganadero, el que a través del Comité Calificador de Variedades, es el encargado de verificar que una nueva variedad cuya inscripción se solicita cumple con los requisitos exigidos por la ley. Este Comité, designado por el Ministro de Agricultura, lo integran seis miembros especialistas en genética, botánica o agronomía, del sector público o privado. 

PLANTAS INJERTADAS Y NO INJERTADAS

Productividad d

Nicole Hewstone O.
Ingeniera Agrónoma, Dra.
nhewston@inia.cl

Jorge Valenzuela B.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

INIA La Platina

Durante los últimos cinco años la viticultura de mesa chilena, tradicionalmente desarrollada con plantas sin injertar, ha ido evolucionando al uso de plantas injertadas. En Europa y Norteamérica, desde inicios del siglo 20, la vid vinífera y de mesa se cultiva sobre plantas injertadas para prevenir ataques principalmente de filoxera (*Dactylosphaera vitifolia*), que puede destruir todo un cultivo. Desde esa época se determinó que, además de la resistencia o tolerancia a esta enfermedad, muchos portainjertos poseen otras ventajas, como son la resistencia a ciertas especies de nematodos y a limitaciones físico-químicas de suelo.

En nuestro país, donde la filoxera no existe, se ha considerado como una ventaja adicional de dichos portainjertos el constituir una solución para cultivos de replante y con problemas de vigor. Así, en las condiciones locales, se ha determinado un importante efecto del portainjerto sobre el

Plantas de la variedad Red Globe de la misma edad, injertadas (primer plano, izquierda) y franca (primer plano, derecha).

