



Foto: Irving Rodríguez

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE CÍTRICOS EN URUGUAY: estrategia, variedades liberadas y nuevos desarrollos

Ing. Agr. Dr. Fernando Rivas

Sistema Vegetal Intensivo; Mejoramiento Genético y Biotecnología Vegetal; Mejoramiento Genético de Citrus - INIA

Secciones e instituciones involucradas en el Programa de Mejoramiento Genético de Citrus: Mejoramiento Genético de Citrus; Biotecnología; Saneamiento de Citrus; Fitopatología; Calidad y Postcosecha; UCTT; Operaciones; Consorcio Citrícola del Uruguay; INASE; Udelar.

Fruto de una colaboración sostenida en el tiempo entre diversos actores públicos y privados, del esfuerzo conjunto entre productores, equipos técnicos e investigadores, el mejoramiento genético cítrico contribuye a la competitividad de este sector a nivel nacional e internacional. Este artículo condensa el trabajo del Programa de mejoramiento genético de citrus de INIA: sus objetivos, sus estrategias de mejoramiento, sus productos más destacados y su inserción comercial.

INTRODUCCIÓN

La citricultura requiere innovar para mantenerse competitiva tanto a nivel nacional como internacional. El sector cítrico está sujeto a una demanda creciente por productos de mejor calidad, adaptados a las nuevas modalidades de consumo que involucran aspectos tales como la conveniencia, la salud, la innovación en

nuevos formatos y la sustentabilidad ambiental, entre otros. Asimismo, existen importantes restricciones para el acceso a nueva genética, debiendo pagar por los derechos de uso y restringiéndose la producción comercial de las nuevas variedades. Por tanto, el mejoramiento genético nacional se erige como una alternativa para mejorar la competitividad cítrica a nivel nacional e internacional, brindando alternativas

varietales adaptadas a nuestras condiciones, mercados y en ventanas de comercialización ajustadas a nuestra estrategia productiva. Asimismo, el modelo asociativo público-privado adoptado hace que el proceso de mejora varietal sea eficiente, acortando los períodos entre la creación, validación y liberación de la nueva genética.

OBJETIVOS DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE CITRUS

Los objetivos del Programa de mejoramiento genético de citrus (PMGC) se basan fundamentalmente en la mejora de mandarinas, naranjas y limones. Para el caso de las mandarinas, el foco está puesto en la producción de variedades de mejor sabor, sin semillas, de fácil pelado, resistentes a enfermedades, con buena conservación y en ventanas de mercado principalmente de abril a junio y de agosto a octubre, dado que el volumen de fruta para el período desde mediados de junio a mediados de julio se encuentra saturado (principalmente con mandarina Afourer y Orri). Para el caso de los limones, existe (o existirá) en el mediano plazo una tendencia creciente hacia la producción de limones sin semillas, dado que grandes compañías a nivel internacional vienen avanzando en diferentes zonas de plantación y forzarán la demanda. Para el caso de las naranjas, también existe tendencia a la demanda de naranjas sin semillas, tanto del tipo Valencia como Navels, con especial cuidado en la productividad, conservación en planta, tamaño de la fruta y la alternancia de cosecha, entre otros.

Uno de los aspectos importantes que determinan la selección de una variedad es la tolerancia a enfermedades, dado que el incremento en la calidad cosmética y la reducción del uso de fungicidas es una demanda constante por parte de los productores y comercializadores, respectivamente. Referido a nuestro país, las enfermedades que más impactan en la elección de la nueva genética son Mancha marrón (*Alternaria alternata*) y Cancro cítrico (*Xanthomonas campestris pv. citri*), con menores preocupaciones por sarna y mancha grasienta. La detección del HLB en nuestro país en 2023, hace que esta enfermedad pase también a constituir una preocupación para la selección de portainjertos o variedades con mayor nivel de tolerancia.

Los objetivos del Programa de mejoramiento genético de citrus se basan fundamentalmente en la mejora de mandarinas, naranjas y limones.

El impulso por generar innovaciones disruptivas motiva la aparición de nuevos productos que inducen la demanda. Así, a modo de ejemplo, es que existe una fuerte tendencia por cítricos de pulpas coloreadas (con licopeno o antocianos; Figura 1A) o nuevos híbridos interespecíficos que propongan nuevos formatos que reúnan características diversas.

ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

Creación de variedades sin semillas

En Uruguay desarrollamos una estrategia de mejoramiento genética diversa, primariamente en la generación de variabilidad genética mediante hibridación sexual de parentales con diferentes cualidades genéticas.



Foto: Fernando Rivas

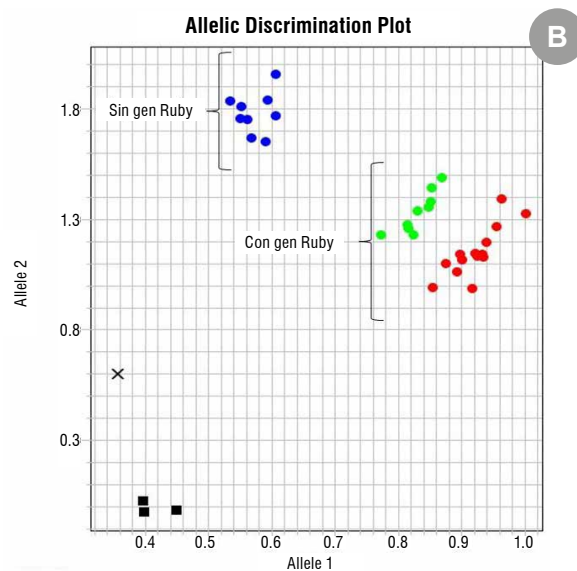


Gráfico: A. Arruabarrena

Figura 1 - A) Naranja antocianica que contiene el gen Ruby. B) Selección asistida por marcadores moleculares para el gen Ruby. Cada punto representa un individuo.

Para ello, mediante el uso de técnicas biotecnológicas, en los últimos 10 años hemos generado e identificado más de 40 nuevos genotipos parentales superiores para la producción de híbridos triploides, los cuales son capaces de producir frutas sin semillas en condiciones de polinización cruzada.

Esto es clave para el abordaje de la demanda de los consumidores y productores, que requieren variedades con esterilidad completa (sin semillas), y también por parte de los apicultores, quienes requieren de la presencia de flores de azahar para la producción de miel de calidad.

Con este mismo objetivo, también hemos introducido al país la variedad "seedless Kishu" que es capaz de inducir esterilidad femenina a la mitad de su descendencia y así producir mandarinas sin semillas. A la fecha, el programa de mejoramiento genético mantiene en campo más de 2500 nuevos genotipos en proceso de selección (Figura 2), de los cuales ya existen tres nuevos individuos promisorios que pasaron a ensayos avanzados de evaluación. Un aspecto relevante en la estrategia es que el 60 % de esta nueva genética es el resultado de cruzamientos originales, es decir con genética única, lo que agrega valor a la hora de generar productos diferenciados.

Asimismo, algunas variedades seleccionadas que no producen semillas en condiciones aisladas, pero sí en polinización cruzada, se someten a tratamientos para inducir cambios genéticos que permitan reducir el número de semillas. Esta es una técnica ampliamente

utilizada en el mundo para la creación de nuevas variedades de citrus. En este sentido, el PMGC mantiene módulos con más de 1000 individuos en selección mediante esta técnica.

Selección asistida por marcadores moleculares

El PMGC está enfocado en incorporar tolerancia a enfermedades de difícil control que demandan recurrentes aplicaciones de fungicidas, y así continuar mejorando la inocuidad y el impacto ambiental de la producción citrícola. Mediante técnicas moleculares de rápida implementación, se realiza la selección precoz de nuevos híbridos resistentes a *Alternaria alternata*. Del mismo modo, para mejorar la capacidad nutritiva de las nuevas variedades y promover la innovación, se realizan cruzamientos con variedades de pulpa roja (carácter heredable) y en la descendencia se identifica la presencia del gen responsable de brindar el color rojo (Figura 1B), por lo que en un futuro próximo estaremos evaluando nuevas alternativas de mandarinas sin semilla de pulpa roja. Otra de las aplicaciones de las técnicas de selección asistida implementadas es la caracterización reproductiva de nuevos genotipos con capacidad de producir híbridos (denominadas variedades monoembrionicas) y aumentar el espectro de cruzamientos posibles.

Proceso de selección

Los nuevos híbridos se evalúan en campo por un período de tres a cinco años (Figura 2) para pasar a módulos de evaluación experimentales o a predios comerciales,



Foto: Fernando Rivas

Figura 2 - Módulo de selección de nuevos híbridos de mandarina. INIA Salto Grande.



Figura 3 - A) Difusión de las nuevas variedades en puntos de venta en el mercado local; B), C) y D) Determinación de la firmeza, color y sólidos solubles del fruto, respectivamente.

dando el escalado y visibilidad necesaria para la toma de decisiones relativas al comportamiento agronómico de las selecciones promisorias. Paralelamente, se evalúan las características de calidad de la fruta, período de cosecha y aptitud para la conservación postcosecha, incluyéndose la opinión de los consumidores (Figura 3). Luego de finalizada la fase de selección, las variedades ingresan al Programa Nacional de Saneamiento y Certificación de Citrus (INASE, INIA, MGAP) y se procede a su desarrollo comercial.

ESTRATEGIA DE DESARROLLO COMERCIAL

El desarrollo comercial de las nuevas variedades se realiza en función del territorio de producción. Para su desarrollo, a nivel nacional, las variedades se licencian a viveros certificados y, a nivel internacional, las variedades se gestionan a través del Consorcio Citrícola del Uruguay (INIA, UPEFRUY, MGAP), velando por el resguardo de la propiedad intelectual de las nuevas variedades y la generación de alianzas para potenciar la I+D y la comercialización de los cítricos uruguayos en el exterior.

NUEVAS VARIEDADES LIBERADAS DESTACADAS

El PMGC ha generado diversas alternativas para incorporar en la producción cítrica.

A continuación, se describen algunas de las variedades liberadas por INIA y la Facultad de Agronomía (Udelar) en los últimos años:

Mandarina A172: variedad de maduración temprana (inicio de cosecha: mediados de abril), con características similares a mandarina común, con menos semillas, de alta productividad y reducida alternancia de cosechas. Es una buena opción para el mercado interno.

Mandarina F4P7: variedad de maduración intermedia (inicio de cosecha: de mediados a fines de mayo), de excelente calidad de fruta, buen tamaño, color, de fácil pelado, muy buen sabor y textura, resistente a alternaria y sin semillas en condiciones aisladas. Muy buena capacidad de conservación. Es una buena alternativa a la variedad 'Nova'.

La evaluación a nivel de campo se complementa con la evaluación de la calidad de la fruta, período de cosecha y aptitud para la conservación postcosecha, incluyéndose la opinión de los consumidores.

Mandarina F2P3: variedad de maduración tardía con extenso período de recolección (desde mediados de julio a octubre). Fruta de buen tamaño, firmeza, extraordinario sabor (muy dulce y buena acidez); produce frutos sin semillas cultivándola aislada de polinizadores. Se conserva muy bien en cámara de frío. Es una excelente alternativa para recolectar luego de la mandarina 'Afourer' u 'Orri'.



Figura 4 - Mandarina F2P3. Mandarina tardía de excelente sabor y extensa capacidad de conservación en frío.

Otras liberaciones de INIA:

Naranja Paylate: variedad tipo Valencia, de recolección posterior a 'Midnight'. Destaca su extraordinaria productividad, manteniendo frutos de muy buen tamaño y con baja tendencia a la alternancia de cosechas.

Los frutos no contienen semillas. Porcentaje de jugo entorno al 50 %. La planta es de porte abierto lo que deriva en la baja necesidad de intervención con poda.



Figura 5 - Naranja 'Paylate': de tipo Valencia, con excelente productividad y tamaño de fruta.

Para su desarrollo, a nivel nacional, las variedades se licencian a viveros certificados y, a nivel internacional, las variedades se gestionan a través del Consorcio Citrícola del Uruguay.

NUEVOS DESARROLLOS

Mandarina CP2-1: mandarina de maduración intermedia (fin de abril), de forma redondeada, firme, excelente sabor, fácil pelado, fundente y sin semillas en cualquier condición.

Su polen es estéril, lo que hace que no induzca la producción de semillas en otras variedades.



Figura 6 - Nueva selección promisoriosa de mandarina. De media estación, buena productividad, firmeza, excelente sabor y sin semillas en cualquier condición.

Limón CL067: limón sin semillas en condiciones aisladas (o bajo contenido en condiciones de polinización cruzada intensa). Buena productividad y tamaño de fruta con buenos calibres comerciales. Prácticamente no presenta espinas y es reflorescente.



Figura 7 - Limón CL067. Nueva selección de limón con bajo o nulo número de semillas.

PERSPECTIVAS FUTURAS

El PMGC ha puesto a disposición un abanico varietal para mejorar las oportunidades productivas de la cadena citrícola. La incorporación de nueva genética y el desarrollo de herramientas biotecnológicas, conlleva el desarrollo acelerado de nuevas variedades con características altamente demandadas por la producción.

El abordaje multidisciplinario, la íntima participación y compromiso del sector privado en las etapas de evaluación y gestión de las variedades, hacen que el proceso de selección y adopción sea consistente.

Información complementaria

- Video de Mejoramiento Genético de Citrus:

Acceda **AQUÍ** 

- Mandarina A172:

Acceda **AQUÍ** 

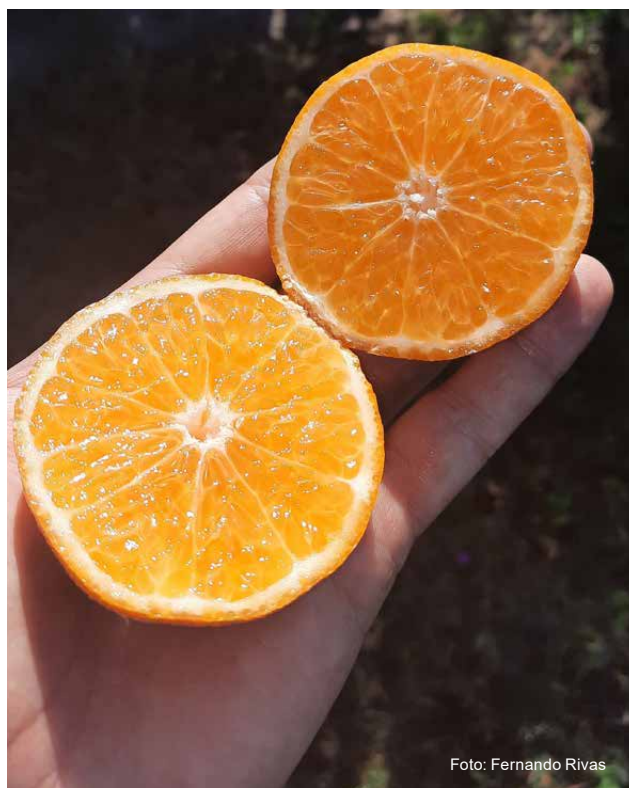


Foto: Fernando Rivas

Figura 8 - Nuevo híbrido triploide de mandarina. Destaca su capacidad de producir frutos sin semillas en condiciones de polinización cruzada.



Foto: Irvin Rodríguez

Figura 9 - Limequat: híbrido introducido derivado del cruzamiento de Lima con "Quinoto" (formalmente llamado Kumquat).

INTEGRANTES DE LAS SECCIONES DE INIA

Mejoramiento Genético de Citrus: Julio Laxague; Cristian de los Santos; Elbio Adalid; Ruben Menes; Diego Suárez; Lucía Goncalves.

Operaciones INIA SG: Marcelo Richard; Julio Benítez; Rodolfo Correa.

Operaciones INIA LB: Peter Schlenzak; Jonathan Macchi; Jorge Secco; Rubén Nuñez; Gerardo Casella; Alfredo Fernández; Gonzalo Vázquez; Gastón Tejera; Katherine Rodríguez.

Saneamiento de Citrus: Ana Bertalmío; Diego Maeso; Roque Rolón; Estefany Bertoni; Alvaro de los Santos.

Fitopatología: Elena Pérez; Carolina Leoni; Oribe Blanco.

Calidad y Postcosecha INIA SG: Joanna Lado; Ana Moltini; Pedro Pintos; Eleana Luque; Candela Yorio.

Biotecnología: Marco Dalla Rizza; Alicia Castillo; Victoria Bonnacarrere; Ana Arruabarrena; Mario Giambiasi; Juan Pablo Gallino; Ana Britos; Maribel Ceppa; Belén Bonilla; Marlene Bentancor; Laura Rogel.

UCTT: Pablo Varela; Nicolas Zunini; Monica Trujillo; Irvin Rodríguez.

Direcciones Regionales: Mariana Espino (INIA SG); Alejandro Pizzolon (INIA LB); Santiago Cayota (Ex Dir. INIA LB).

INTEGRANTES DE LAS INSTITUCIONES ASOCIADAS

Consortio Citrícola del Uruguay: Federico Montes; Gastón Di Lorenzi; Martín Lanfranco; Herald Mendez; Pablo de Marcos; Carlos Frascini; Alejandro Buratovich; Washington Guarino; Leonardo Olivera; Cristian Inzaurrealde.

INASE: Carlos da Rosa; Gabriel Fontán.

Udelar: Fagro: Luis Bisio; Beatriz Vignale; Alfredo Gravina; Giuliana Gambetta; Natalia Guimaraes; FQ: Horacio Heinzen; Verónica Cesio; Gastón Ares; Florencia Alcaire; Adriana Gámbaro; Ignacio Migues; FCien: Marcos Tassano; Mirel Cabrera.