

Fotos: Natalia Guimaraes

MANDARINAS SIN SEMILLAS: intercompatibilidad y fenología floral de cultivares de origen nacional registrados. Parte I

Ing. Agr. MSc. Natalia Guimaraes¹, Ing. Agr. MSc. Ana Paula Mautone², Ing. Agr. Dr. Fernando Rivas¹, Ing. Agr. MSc. Alfredo Gravina², Ing. Agr. Dra. Giuliana Gambetta²

¹Sistema Vegetal Intensivo - INIA
²Facultad de Agronomía - Udelar

La producción de mandarinas sin semillas es clave en la citricultura uruguaya, cuyo objetivo es la exportación de fruta para consumo en fresco. En este artículo se presentan los resultados sobre la biología reproductiva e incompatibilidad de tres cultivares de origen nacional, y en un segundo artículo (parte II) se abordará su fenología floral. Ambas temáticas son fundamentales para la producción de mandarinas sin semillas, un atributo esencial para la calidad de fruta y la competitividad en los mercados internacionales.

INTRODUCCIÓN

La producción nacional de cítricos está orientada a la exportación de fruta para consumo en fresco, destacándose las mandarinas como la principal especie exportada. Uruguay se ha posicionado como un proveedor de frutos cítricos de alta calidad en los mercados mundiales

más exigentes, como Europa y Estados Unidos. La calidad de la fruta se define como un conjunto de propiedades que satisfacen las exigencias del consumidor, considerando las cualidades externas e internas (Bono *et al.*, 2000). La ausencia de semillas es uno de los atributos que definen la calidad de la fruta y, por tanto, el acceso a los mercados y su valor comercial.



Figura 1 - Procedimiento de las polinizaciones dirigidas: (A) flor en estado previo a antesis (estado 59 de la escala BBCH), (B) extracción de estambres (emasculación) y de pétalos, (C) polinización y (D) aislamiento y etiquetado de la flor.

La citricultura nacional tiene el desafío de adaptarse a la demanda de los mercados internacionales e innovar en nuevos productos, para mantener su competitividad. Esto ha impulsado una importante reconversión varietal en el sector. En este marco, el Programa de Mejoramiento Genético de Cítricos (PMGC) desarrollado entre INIA y Fagro, ha liberado nuevos cultivares orientados a cumplir con estas demandas, adaptados a nuestras condiciones ambientales y accesibles para el sector productivo nacional. La producción de frutos sin semillas, especialmente en mandarinas, es una de las características de selección utilizada en el PMGC. Así, se han registrado varios híbridos de mandarinas, entre ellos los codificados como F4P7, F3P8 y F2P3, que se destacan por su excelente calidad de fruta, abarcando un período de cosecha entre mayo y setiembre (Rivas & Vignale, 2015).

Los cultivares que son incapaces de fecundarse a sí mismos, aun produciendo gametos fértiles, se denominan autoincompatibles. Además, si estos cultivares poseen la capacidad de producir frutos sin semillas sin que ocurra la fecundación (partenocarpia), pueden producir frutos aspermos si se evita la polinización con polen compatible. Por lo tanto, la autoincompatibilidad y la partenocarpia son fundamentales para la producción de fruta sin semillas. El uso de mallas que impidan la llegada de abejas con polen compatible o el aislamiento geográfico entre cultivares intercompatibles, son estrategias utilizadas a nivel productivo para producir frutos sin semillas, ya que impiden la polinización cruzada (Gravina *et al.*, 2016; Otero & Rivas, 2017). El aislamiento geográfico establece una distancia entre cultivares donadores de polen compatible y el cultivar que se desea aislar, considerando que las abejas (*Apis mellifera*) pueden transportar el polen de cítricos hasta 960 m (Chao *et al.*, 2005).

METODOLOGÍA

Los experimentos se realizaron en la Estación Experimental de INIA Salto Grande. Se utilizaron árboles adultos de los híbridos de mandarina F4P7, F3P8 y F2P3 injertados sobre 'Trifolia' (*Poncirus trifoliata* Raf.). Se estudió la capacidad de autofecundarse y la de fecundarse entre sí (intercompatibilidad) a través de polinizaciones dirigidas. Para esto se seleccionaron flores previo a su antesis [estado 59 de la escala BBCH (Agustí *et al.*, 1997)], de las que se retiraron los estambres para impedir la autopolinización, se polinizaron con un pincel y se aislaron (Figura 1). En cada cultivar, las flores fueron polinizadas con polen de F4P7, F3P8 y F2P3, y fueron colectadas luego de 12 días. El crecimiento de los tubos polínicos se determinó mediante la técnica de tinción con azul de anilina. Esta técnica permite observar la callosa depositada en las paredes de los tubos polínicos durante su crecimiento, que emite fluorescencia bajo



Figura 2 - Fotos del estigma y estilo de flores de F4P7, observadas en microscopio de fluorescencia: (A) granos de polen germinados en el estigma (aumento cuatro veces), (B) tubos polínicos creciendo a través del estilo (aumento cuatro veces), (C) detalle del crecimiento de tubos polínicos en el estilo (aumento 10 veces) y (D) porción basal del estilo sin presencia de tubos polínicos (aumento cuatro veces).

Los cultivares F4P7, F3P8 y F2P3 no son capaces de autofecundarse, dado que presentan algún mecanismo de incompatibilidad.

luz ultravioleta (microscopio de epifluorescencia). Se consideraron cruzamientos compatibles cuando los granos de polen fueron capaces de germinar y alcanzar los óvulos para su fecundación, mientras que, si el crecimiento de los tubos polínicos se detuvo imposibilitando la fecundación, se definieron como incompatibles.

ESTUDIOS DE COMPATIBILIDAD E INTERCOMPATIBILIDAD

Los análisis microscópicos permitieron evaluar el crecimiento de los tubos polínicos en los tratamientos de polinización (Figura 2), definiendo la compatibilidad o incompatibilidad de los cruzamientos (Figura 3). En ninguno de los tres cultivares, los tubos polínicos propios (autopolinización) pudieron completar el recorrido del estilo hasta alcanzar los óvulos, imposibilitando la fecundación.

Estos resultados confirman la presencia de algún mecanismo de autoincompatibilidad en F4P7, F3P8 y F2P3. También resultó incompatible el cruzamiento entre los híbridos F4P7 y F3P8, evidenciándose el cese del crecimiento de los tubos polínicos en el estilo, sin lograr la fecundación de los óvulos. Por otro lado, se registraron cruzamientos compatibles entre F2P3 y los cultivares F4P7 y F3P8, cuyos tubos polínicos recorrieron la totalidad del estilo y alcanzaron los óvulos, permitiendo su fecundación y la formación de semillas.

El mecanismo de autoincompatibilidad presente en los cultivares F4P7, F3P8 y F2P3, permitiría la producción de frutos sin semillas en condiciones de aislamiento de la polinización cruzada. Sin embargo, es necesario determinar la capacidad partenocárpica para definir un manejo agronómico que permita alta producción de fruta sin semillas.

F4P7 y F3P8 son capaces de fecundar los óvulos de F2P3 y viceversa, produciendo frutos con semillas.

♀ ^Z / ♂ ^Y	F4P7	F3P8	F2P3
F4P7	✗	✗	✓
F3P8	✗	✗	✓
F2P3	✓	✓	✗

Figura 3 - Compatibilidad (✓) e incompatibilidad (✗) de los cruzamientos dirigidos entre los cultivares F4P7, F3P8 y F2P3.

Z♀ Indica el cultivar polinizado (gineceo)

Y♂ Indica el cultivar polinizante (granos de polen)

CONSIDERACIONES FINALES

Los híbridos de mandarina F4P7, F3P8 y F2P3 son autoincompatibles y capaces de producir frutos sin semillas en condiciones de aislamiento de polinización cruzada. La producción de frutos aspermos es un aspecto destacado que define la calidad del fruto, particularmente en mandarinas de exportación. Por otro lado, el estudio de la intercompatibilidad de estos cultivares, permite establecer cruzamientos compatibles de F2P3 con F4P7 y F3P8 (Figura 4). Esto debe ser considerado en el diseño de montes nuevos con el objetivo de producir frutos sin semillas, requiriendo el aislamiento geográfico o físico (mallas excluidoras de abejas) entre estos cultivares. Sin embargo, F4P7 y F3P8 son incompatibles entre sí, por lo que es posible producir frutos sin semillas aun frente a la instalación de montes cercanos de estos cultivares.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado en el marco del Doctorado en Ciencias Agrarias (Fagro-Udelar) de la Ing. Agr. MSc Natalia Guimaraes Acuña, financiado con Beca de posgrado INIA.

REFERENCIAS

Agustí, M., Zaragoza, S., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Klose, R., & Stauß, R. (1997). Adaptation de l'échelle BBCH à la description des stades phénologiques des agrumes du genre Citrus. *Fruits*, 52(5), 287-295.

Bono, R., Soler, J., & Buj, A. (2000). Parámetros de calidad de los cítricos. El problema de las semillas. *Revista Comunidad Valenciana Agraria*, 16, 7-15.

Chao, C. C. T., Fang, J., & Devanand, P. (2005). Long distance pollen floe in mandarin orchards determined by AFLP Markers Implications for seedles mandarin protection. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 130(3), 374-380.

Gravina, A., Gambetta, G., Rey, F., & Guimaraes, N. (2016). Mejora de la productividad en mandarina "Afourer" en aislamiento de polinización cruzada. *Agrociencia Uruguay*, 20(2), 22-28.

Otero, A., & Rivas, F. (2017). Field spatial pattern of seedy fruit and techniques to improve yield on 'Afourer' mandarin. *Scientia Horticulturae*, 225, 264-270.

Rivas, F., & Vignale, B. (2015). Nuevas oportunidades varietales de Citrus para la mejora de la competitividad. *Resultados de Investigación En Citricultura*, 8-12.

F4P7 no es capaz de fecundar los óvulos de F3P8, ni viceversa, por lo que pueden producir frutos sin semillas aun plantándose en forma contigua.

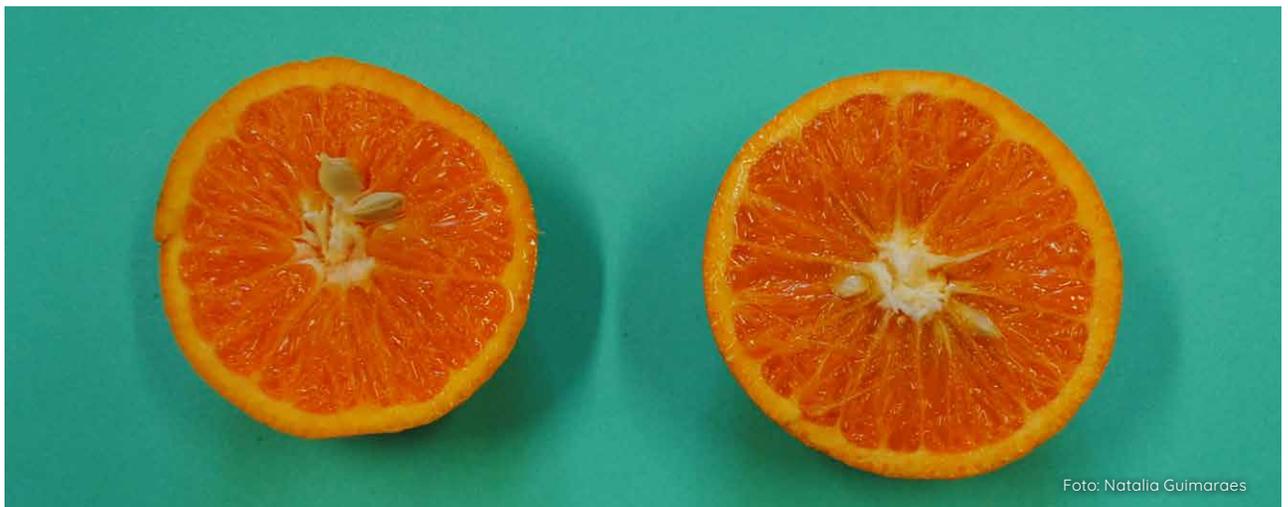


Foto: Natalia Guimaraes

Figura 4 - Presencia de semillas en cruzamientos compatibles: corte transversal de un fruto de F2P3 perteneciente al tratamiento de polinización con F4P7.