



Foto: INIA

# SER O NO SER: alternativas tecnológicas para la producción de cítricos sin semilla

Ing. Agr. MSc Alvaro Otero  
Ing. Agr. PhD Fernando Rivas

Programa de Investigación en Producción Citrícola

INIA viene trabajando en la generación de información y soluciones tecnológicas a corto, mediano y largo plazo que permitan la producción eficiente y sustentable de frutas cítricas sin semillas. Este artículo pone el foco en las estrategias implementadas y resultados alcanzados, en un contexto de creciente exigencia desde los consumidores a nivel nacional e internacional.

La citricultura uruguaya ha mantenido su competitividad exportadora gracias a la calidad organoléptica y sanitaria de su fruta fresca. Sin embargo, el concepto de calidad ha evolucionado rápidamente, surgiendo como grandes ejes impulsores de la demanda los conceptos de conveniencia, salud y cuidado ambiental: frutos de fácil pelado, sin semillas, manteniendo la inocuidad en los procesos de producción y del producto final.

Los programas de mejoramiento genético han contribuido a satisfacer las demandas de los consumidores en todo el mundo, mejorando la inserción comercial del cultivo. Asimismo, la adopción de nuevas tecnologías sustentables de alta eficiencia de producción está siendo impulsada rápidamente por la necesidad de intensificar los sistemas productivos en un contexto de cambio climático.

La vulnerabilidad de estos sistemas se evidencia durante los frecuentes eventos extremos que reducen la productividad, calidad y rentabilidad de las plantaciones cítricas. En este contexto, una citricultura de exportación con capacidad competitiva debe contar con investigación y desarrollo para la generación de tecnologías innovadoras que favorezcan una alta producción sostenida y sustentable, alcanzando altos estándares de calidad del producto y eficiencia en el uso de los recursos hídricos, nutricionales y ambientales.

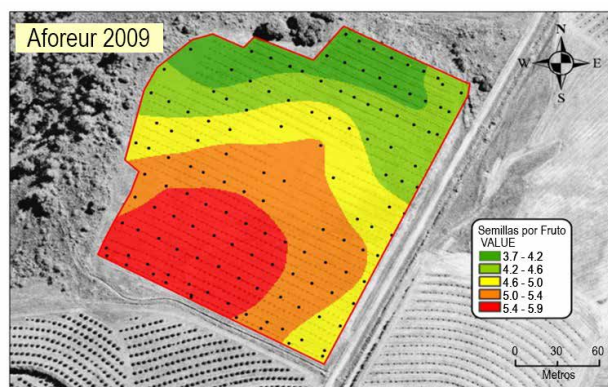
La producción de fruta sin semilla está limitada tanto por el tipo de variedades plantadas, como por el diseño de las plantaciones. En este sentido es imposible producir cítricos sin semillas con variedades autocompatibles (caso mandarina común) o extremadamente dificultoso, manteniendo variedades autoincompatibles adyacentes a variedades compatibles y en presencia de polinizadores. La floración en los cítricos tiene un período largo de flor abierta; en Salto, a partir de la primera semana de septiembre hasta mediados de octubre. Si bien los polinizadores son esenciales para los cultivos, en la producción cítrica disminuyen dramáticamente las expectativas de producir frutas sin semillas y por tanto la rentabilidad y capacidad comercial del cultivo.

INIA viene trabajando en la generación de información y soluciones tecnológicas a corto, mediano y largo plazo que permitan la producción eficiente y sustentable de frutas cítricas sin semillas. Estas estrategias consisten en:

- el estudio de la distancia de plantación entre variedades compatibles.
- la incorporación de tecnologías que eviten la polinización cruzada o que permitan la polinización controlada.
- el desarrollo de conocimiento de las causas fisiológicas que permiten la ausencia de semillas en los frutos a nivel metabólico y anatómico.
- la generación de nuevas variedades estériles incapaces de producir semillas en cualquier condición.

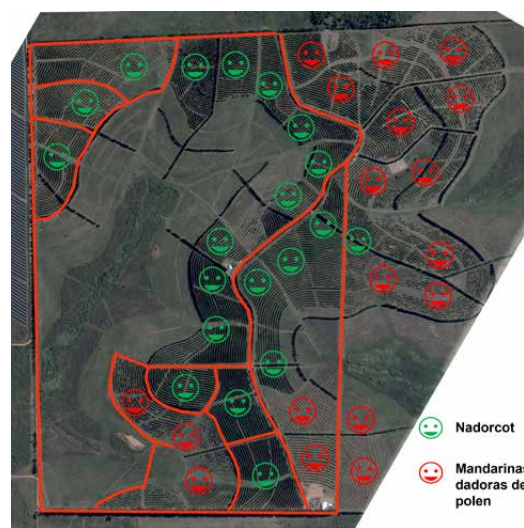
#### DISTANCIA ENTRE VARIEDADES Y MUESTREO DE SEMILLAS

En relevamientos realizados en plantaciones cítricas durante plena floración en Salto, se pudo identificar hasta 27 especies de artrópodos que asisten a la flor de citrus en busca principalmente de néctar (Santos *et al.*, 2017). El análisis de polen sobre el cuerpo de los insectos colectados muestra que al menos el 70 % de ellos pueden considerarse vectores polinizadores de cítricos y que la especie más abundante es *Apis mellifera*, que no solo busca néctar en la flor, sino que colecta polen como recurso de proteína y oligoelementos para sus crías (Santos *et al.*, 2017).



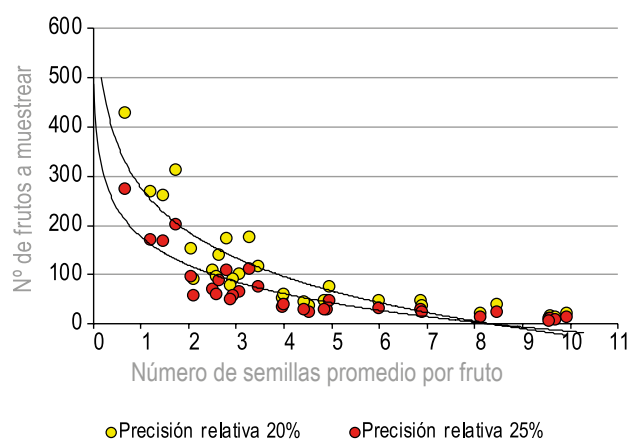
**Figura 1** - Variación espacial del número de semillas en los frutos en mandarina Nadorcott, Salto.

Una característica importante de la citricultura de Uruguay es el diseño de la plantación en cuadros de producción no mayores a 2 ha (Otero y Zefferino, 2007); cuadros de producción de diferentes variedades que, aunque algunas son autoincompatibles, pueden recibir polen de otras variedades dadoras, produciendo frutos con semillas. Es así que los primeros estudios realizados en Uruguay evidenciaron la dependencia de la distancia entre variedades dadoras de polen y variedades autoincompatibles en la producción de frutos con semillas (Otero y Rivas, 2017). A medida que la distancia aumenta entre las variedades dadoras de polen y las receptoras, tanto la cantidad de frutos sin semilla como de semillas por frutos disminuye rápidamente (Figura 1). Este estudio pudo identificar que la agrupación de plantas con más o menos semillas estaba directamente relacionada a la distancia de variedades cítricas dadoras de polen, especialmente en los cuadros de producción de variedades autoincompatibles rodeada de variedades potencialmente dadoras de polen y de alto valor comercial (Figura 2).



**Figura 2** - Presencia de cuadros de producción de potenciales dadores de polen (símbolos rojos) alrededor de variedades autoincompatibles (Nadorcott) (símbolos verdes), Salto, Uruguay.

El valor comercial de algunas variedades cítricas (caso Nadorcott o Clementinas) varía en forma inversa al número de semillas que tiene cada fruto. Es así que el valor potencial de una cosecha debe determinarse a través de la estimación del número de frutos con semilla en los cuadros comerciales previo a la cosecha, a los efectos de poder decidir el destino comercial de ese cuadro de producción. Se determinó el número de frutos que deben ser muestreados para estimar la cantidad de semillas por fruto previo a la cosecha (Otero et al, 2017). Por tener una distribución agregada en el espacio, el número de semillas en los frutos va a depender de su media real en el campo. Es así que, si queremos detectar un valor de 1 semilla por fruto con una precisión de  $1 \pm 0,25$  semillas, debemos muestrear 280 frutos (Figura 3).



**Figura 3** - Relación de frutos a muestrear en función del umbral de semillas por fruto que queremos detectar.

### PREVENCIÓN DE LA POLINIZACIÓN CRUZADA

Mallas perimetrales: a los efectos de restringir el acceso de las abejas, y así evitar la polinización cruzada, inicialmente se implementaron mallas fijas perimetrales (6 m de altura) en los cuadros de producción (Figura 4). Esta técnica, si bien disminuye el porcentaje de frutos con semillas en el cuadro de producción, su eficiencia no es muy alta ya que no elimina la producción de frutos con semillas.



**Figura 4** - Malla perimetral para aislar cuadros de producción, San Miguel Global S.A.

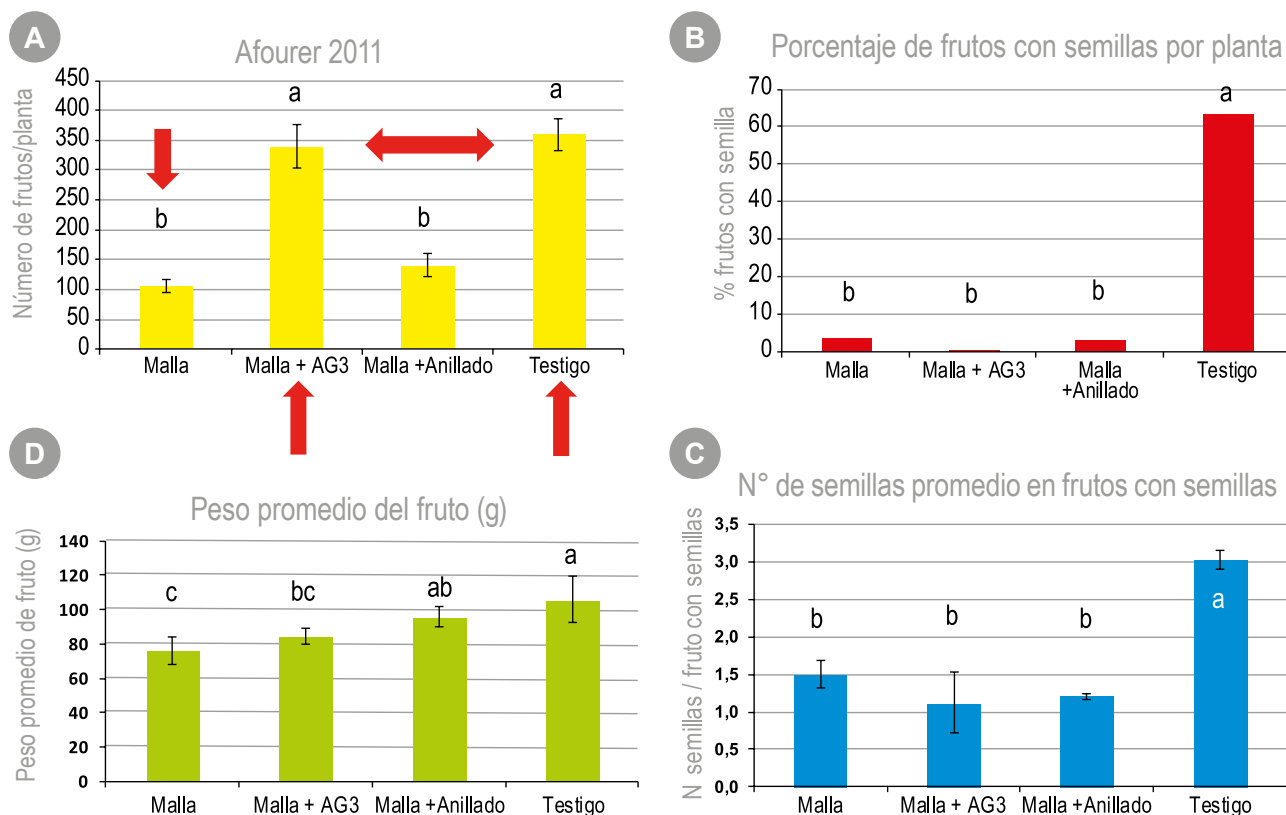
También, el anclaje de estas estructuras reduce la caminería, dificultando el traslado; y la presencia de vientos fuertes hizo que esta técnica no fuera adoptada en toda la citricultura.

Mallas en la fila de plantación: la técnica de cubrir con mallas la fila de plantación (Figura 5) que impide el ingreso de las abejas es actualmente la más empleada en la producción cítrica de Uruguay. Los primeros ensayos cubriendo la totalidad de la planta con mallas fueron realizados en Salto (2009-2010).



**Figura 5** - Enmallado en la fila plantaciones de cítricos (Azucitrus, Paysandú).

La técnica de cubrir con mallas la fila de plantación, que impide el ingreso de las abejas, es actualmente la más empleada en la producción cítrica de Uruguay.



**Figura 6** - Efecto de aplicaciones de ácido giberélico y rayado de los troncos en las plantas bajo mallas: A) Efecto en el número de frutos por planta. B) Efecto en el porcentaje de frutos con semillas. C) Efecto en el número de semillas por fruto. D) Efecto en el tamaño del fruto (g). Medias con diferente letra son significativamente distintas TRM Duncan,  $p < 0,05$ .

Esta técnica reduce significativamente el número de frutos con semilla y el número de semillas por fruto, pero se constató una reducción, tanto del número como del tamaño de frutos y en consecuencia del rendimiento (Figura 6). Uno de los factores que más afectó el rendimiento fue la caída de los frutos pequeños por el incremento de la temperatura bajo las mallas. Para solucionar esta caída prematura de frutitos, se ensayaron alternativas de manejo conocidas: la aplicación de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>; 25 ppm) luego de la caída de pétalos y el anillado del tronco 20 días después de la caída de pétalos (Figura 6).

El anillado aumentó el número de frutos en las plantas bajo la malla respecto a las plantas testigo; este aumento fue relativamente pequeño. Sin embargo, el enmallado combinado con la aplicación de AG<sub>3</sub> logró incrementar el número de frutos sin semillas, manteniendo el tamaño y el número de frutos por planta (Figura 6). De esta forma tenemos herramientas para mantener altos rendimientos bajo las mallas con una cantidad muy reducida de frutos con semillas. Esta técnica es adoptada a nivel comercial en variedades como Nadorcott, con un diseño del enmallado que limita el pasaje de las abejas, pero no limita a otros polinizadores de menor tamaño que, junto a pequeñas

aberturas en las mallas, mantiene un porcentaje muy bajo pero aceptable de frutos con semillas (Figura 6).

A modo de mejorar la eficiencia de la técnica del enmallado, actualmente estamos trabajando en dos nuevas líneas de investigación: a) el confinamiento de abejas dentro de las mallas de cítricos y b) el enmallado total y permanente de las plantas cítricas.

El confinamiento de las abejas (colmenas) bajo las mallas es una técnica prometedora que permitiría el acceso de las abejas a los azahares, pero limitadas solamente a las plantas de la misma variedad, evitando la presencia de semillas y al mismo tiempo el estímulo de las abejas reduciría la caída de frutitos. El enmallado completo y permanente de los cuadros de producción (Figura 7) es una alternativa en evaluación en un proyecto financiado por ANII y coejecutado por INIA, Fagro-Udelar y la empresa Noridel S.A. El objetivo es proporcionar información científica y tecnológica sobre el desempeño agronómico del cultivo de un nuevo sistema de producción bajo cubierta total de mallas, poniendo énfasis en el estudio de la dinámica del agua, los nutrientes, factores ambientales, la dinámica de plagas y enfermedades y la disminución del uso de pesticidas.



Figura 7 - Enmallado total y permanente Noridel S.A.

Generación de nuevas variedades estériles: desde 2010 estamos trabajando en la generación de nuevos parentales superiores para el desarrollo de variedades completamente estériles, utilizando técnicas avanzadas de análisis y herramientas de cultivo *in vitro*. Con un equipo multidisciplinario estamos obteniendo nuevos híbridos triploides incapaces de producir semillas, aunque sean polinizados; no poseen polen fértil por lo que tampoco son capaces de inducir la producción de semillas en variedades comerciales, lo que eliminaría definitivamente la necesidad del aislamiento de polinizadores. En 2018 se instaló el primer módulo de selección utilizando esta tecnología y, en 2021, comenzamos con las primeras evaluaciones y selección de genotipos promisorios (Figura 8). Estos genotipos promisorios pasan a una fase de evaluación tanto en INIA como en empresas interesadas en su evaluación temprana.

Con estas tecnologías intentamos que, en el corto, mediano y largo plazo, Uruguay se mantenga como

un proveedor de cítricos de excelencia, basados en investigación y desarrollo nacional, enfocados en la intensificación sostenible del cultivo y que atienda las demandas de consumidores exigentes a nivel nacional e internacional.

#### BIBLIOGRAFÍA

Otero, A. y E. Zefferino. 2007. Algunos aspectos a tener en cuenta para el muestreo de árboles y frutas con síntomas de *Xanthomonas axonopodis* pv. *Citri* en montes cítricos. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Técnica 171. Noviembre de 2007. Montevideo. Uruguay.

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

Santos E., Otero A., Machado D., Cardozo W., Malaquina F., Jorge F., Grasso R., Alsogaray Y., Yaque y A., Mendoza Y. 2017. Entomofauna asociada a la floración de Citrus con potencial polinizador. En resúmenes XIII Congreso Latinoamericano de Apicultura. 2 al 5 agosto de 2017. Montevideo. Uruguay.



Figura 8 - Nuevos híbridos seleccionados de mandarina triploides sin semillas.