

---

## Estrategias para la producción de frutos sin semillas en mandarina 'Afourer'.

Alvaro Otero, Fernando Rivas

Programa Nacional de Investigación en Producción Citrícola, INIA Salto Grande. Camino al Terrible s/n. Salto. Uruguay. [aotero@inia.org.uy](mailto:aotero@inia.org.uy); [cfrivas@inia.org.uy](mailto:cfrivas@inia.org.uy)

### Introducción

El número de semillas en los frutos del género Citrus y sus híbridos varía ampliamente, incluso en los cultivares comerciales (Vardi et al. 2008). El tangor 'Afourer' es un cultivar de alta calidad de fruta, con muy buena adaptación a las condiciones agroecológicas de Uruguay; por otro lado es un cultivar que con frecuencia produce semillas en condiciones de polinización abierta. La reducción del número de frutos con semillas o la disminución de semillas en el fruto, se ha buscado fundamentalmente a través de tres técnicas: a) la instalación de plantaciones de 'Afourer' asiladas o a distancias importantes de variedades potencialmente dadoras de polen (Chao et al. 2005); b) la utilización de mallas que cubran en su totalidad la planta impidiendo la entrada de insectos polinizadores o la aplicación de repelentes de abejas y similares y c) la utilización de reguladores del crecimiento o sulfato de cobre, con el propósito de acelerar el desarrollo del óvulo, impidiendo la fecundación o por la inhibición directa de la germinación del grano de polen (Mesejo et al. 2006, 2008). La estrategia de estos trabajos fue de evaluar la distribución espacial de frutos con semillas en 'Afourer'; determinar el efecto de las mallas en la producción de semillas y en el rendimiento; evaluar las aplicaciones químicas que permiten reducir la cantidad de frutos con semilla y las técnicas de manejo para incrementar en cuajado de los frutos en condiciones de aislamiento por mallas. También se presentan los resultados de la determinación del número mínimo de frutos que se deben muestrear en Afourer para estimar el número de semillas por fruto.

**Estrategia 1. Distribución espacial del número de frutos con semilla.** La distribución espacial de los árboles, teniendo en cuenta el porcentaje de frutos con al menos una semilla, presentó una distribución agregada en las 4.4 ha evaluadas. Las plantas con mayor porcentaje de frutos con semillas estaban geográficamente más cercanas al cuadro de mandarina Murcott, y disminuía el porcentaje de frutos con semillas a medida que se alejaban en distancia de ese cuadro de producción (Figura 1). El rango efectivo fue de 210 m, estimado a través del variograma del porcentaje de frutos con semillas en los árboles y la distancia entre ellos.

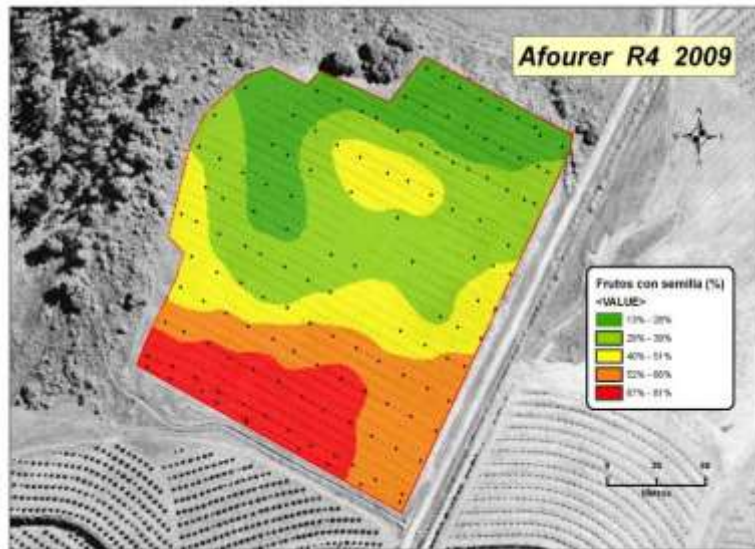


Figura 1. Distribución espacial de las plantas muestreadas (puntos negros) y distribución del porcentaje de frutos con semillas.

**Estrategia 2. Efecto de la polinización entomófila en la producción de semilla.** El cubrimiento de las plantas con las mallas redujo significativamente el número de frutos con semillas en las plantas bajo las mallas respecto a las plantas de polinización abierta (Figura 2). Las mallas aumentaron la temperatura del aire bajo las mismas. La caída de flores y estructuras florales fue significativamente mayor en las plantas bajo las mallas, al mismo tiempo fue menor la retención de frutitos en los árboles bajo malla. Como consecuencia de esto el número de frutos cosechados por árbol fue significativamente inferior en las plantas bajo las mallas (Figura 3).

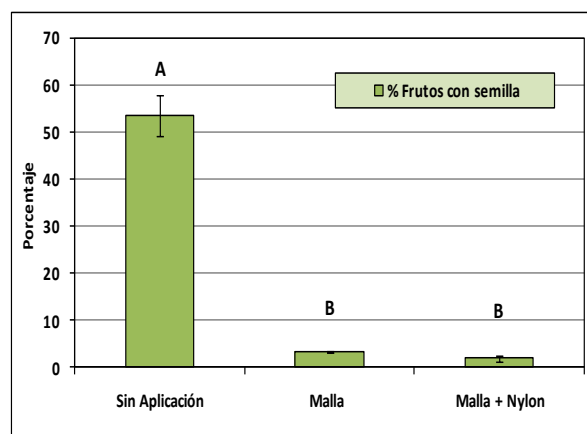


Figura 2. Efecto de la malla en el porcentaje de frutos con semillas. Las columnas seguidas de diferente letra son significativamente distintas ( $p < 0.05$ ), TRM Duncan.

**Estrategia 3. Medidas mitigantes del número de semillas en los frutos.** La aplicación de AG<sub>3</sub> (25 y 50 ppm) y de CuSO<sub>4</sub> (50 ppm), individualmente o combinados, redujeron significativamente el porcentaje de frutos con semilla en los árboles evaluados. Las aplicaciones consecutivas de CuSO<sub>4</sub> a 25 ppm no difirieron significativamente del testigo sin tratar (Figura 4). Se puede evidenciar un efecto directo de la dosis de AG<sub>3</sub>; dosis de 50 ppm redujo el número de frutos con semilla respecto a las dosis de 25 ppm. Se pudo evidenciar una interacción positiva en la reducción del número de frutos con semillas cuando se combinaba la aplicación de AG<sub>3</sub> con las aplicaciones de CuSO<sub>4</sub>. El promedio de semillas por fruto varió desde 2.8 a 3.9 en todos los tratamientos.

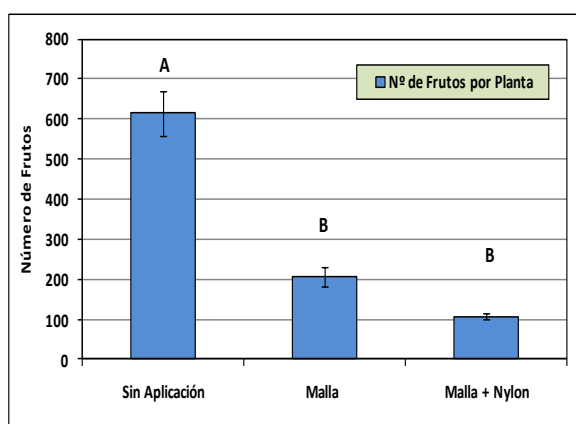


Figura 3. Efecto de la malla en el número de frutos por planta. Las columnas seguidas de diferente letra son significativamente distintas ( $p < 0.05$ ), TRM Duncan.

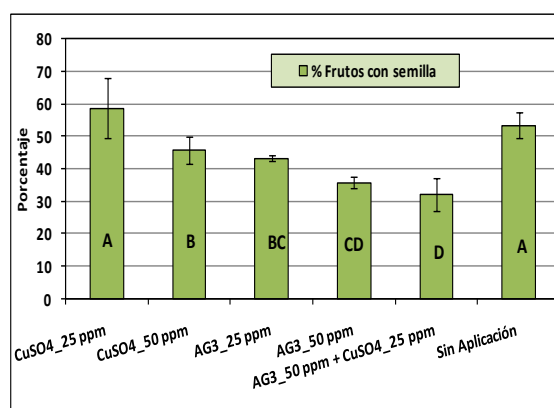


Figura 4. Efecto de las aplicaciones de sulfato de cobre y ácido Giberélico en el porcentaje de frutos con semilla por árbol. Las columnas seguidas de diferente letra son significativamente distintas ( $p < 0.05$ ), TRM Duncan.

**Estrategia 4. Medidas mitigantes de la reducción del número de frutos en plantas bajo mallas.** Por tercer año consecutivo, los árboles bajo mallas tuvieron menor cantidad de frutos que los árboles en la intemperie (Figura 5). El aumento de la temperatura del aire y la disminución de la humedad relativa (hasta 15-20%) podrían ser causa de la caída de estructuras florales y pequeños frutitos. Por otro lado, cuando bajo las mallas, se realiza la aplicación de AG<sub>3</sub> (40 ppm) foliar en plena flor abierta, la caída de frutos disminuyó drásticamente, comparándose el número de frutos con los obtenidos en las plantas a la intemperie (Figura 6). Si bien el número de frutos en las plantas anilladas fue significativamente mayor que las no anilladas, comparativamente fue significativamente menor que el número de frutos a la intemperie (Figura 6). Se pudo evidenciar también la reducción del tamaño del fruto promedio por el efecto de las mallas y una relación directa entre el número de semillas y el peso del fruto ( $r^2 = 0.89$ ), para las plantas en la intemperie ( $n = 528$  frutos) (datos no mostrados).

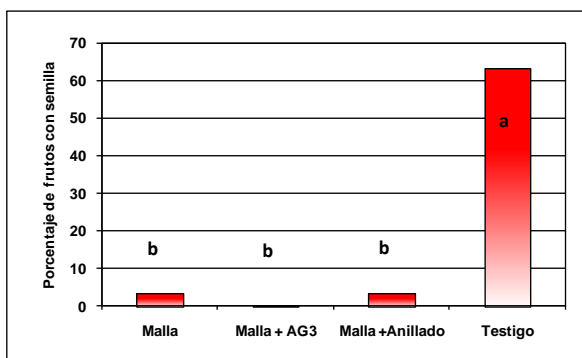


Figura 5. Efecto de las mallas en el porcentaje de frutos con semillas en Afourer. 2010-2011. Medias de los tratamientos con similar letra no son significativamente distintas por el TRM Duncan ( $p < 0.01$ ).

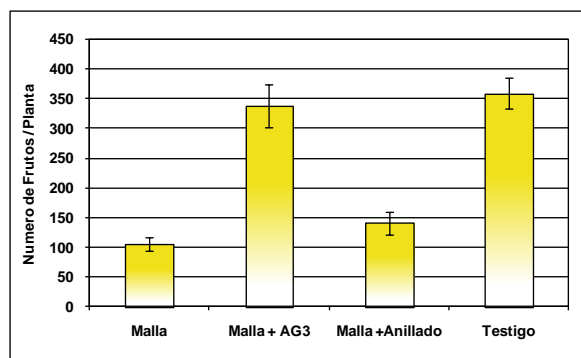


Figura 6. Efecto del anillado y la aplicación de ácido giberélico en el número de frutos por árbol bajo malla e intemperie para Afourer. 2010-2011. Barras representan el desvío de la media de los árboles ( $n=5$ ).

**Estrategia 5. Tamaño de muestra para determinar el número de semillas por fruto en cuadros comerciales de Afourer.** El número de semillas promedio en los frutos de Afourer varía no solo entre los cuadros comerciales sino también entre los años. Existe una relación directa entre el porcentaje de frutos sin semillas en la muestra con el número de semillas promedio por fruto. A medida que aumenta el porcentaje de frutos sin semillas se reduce el número promedio de semillas por fruto. El número óptimo de frutos a muestrear va a depender no solo del intervalo de confianza de la media de la muestra aceptado y de la precisión buscada, sino también de la media (número de semillas por fruto) de ese cuadro y año, así como de  $k$ . El número de frutos a muestrear en el cuadro de producción aumenta en relación con la precisión buscada (error relativo respecto a la media) y con la cantidad media de semillas por fruto presente (Figura 6). De esta forma con valores medios esperados de semillas por fruto menores a 1 semilla se necesitarían muestrear 150 frutos; entre 2 y 3 semillas necesitaríamos muestrear 100 frutos por cuadro para una precisión de la media del 25%; mientras que para valores esperados de la media de semillas por fruto superiores a 4 necesitaríamos muestrear 50 frutos por cuadro para tener la misma precisión.

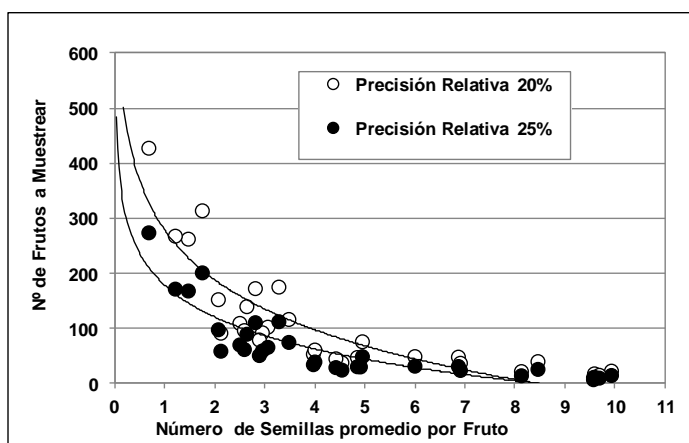


Figura 5. Número de frutos a muestrear por cuadro en función del promedio esperado de semillas por fruto y a la precisión buscada. En este caso para un intervalo de confianza del 95% del valor de la media y para un error relativo del 20 y 25% de la media.

## Conclusiones

La instalación de cuadros de producción cercanos a otros cuadros con cultivares potencialmente dadores de polen, incrementa la producción de semillas en los árboles y esta disminuyen a medida que nos alejamos de la fuente de polen. Si tenemos en cuenta que el rango efectivo estimado es de 210 m para el porcentaje de frutos con al menos una semilla, podemos proponer que una distancia segura mínima de 250 m entre plantas para cercanas para que no haya interferencia de polinización cruzada. La auto compatibilidad en 'Afourer' no es un componente importante en la presencia de semillas en los frutos. Por otro lado, la presencia de mallas recubriendo las plantas reduce la cantidad de frutos con semilla pero también reduce el número de frutos en el árbol y en consecuencia el rendimiento. Una única aplicación de AG<sub>3</sub> reduce significativamente el número de frutos con semilla y si se le adiciona CuSO<sub>4</sub> (varias aplicaciones) la reducción es aún mayor. El efecto adverso de las mallas en la caída de estructuras fructíferas, puede ser evitado por aplicaciones foliares en plena flor de ácido giberélico. Si bien desde el punto de vista biológico podemos incorporar herramientas que reduzcan significativamente la presencia de semillas en el fruto, debemos considerar también el costo económico de éstas técnicas.

## Bibliografía.

**Agustí, M., S. Zaragoza, L. Bleiholder, H. Buhr, H. Hack, R. Klose, R. Staub.** 1997. Adaptation de l'échelle BBCH a` la description des stades phénologiques des agrumes de genre Citrus, Fruits 52: 287–295.

**Chao, C.; J. Fang; y P. S. Devanand.** 2005. Long distance pollen flow in mandarin orchards determined by AFLP markers –Implications for seedless mandarin production. J. Am. Soc. Hort. Sci. 130(3):374-380.

**Mesejo, C., A. Martínez-Fuentes, C. Reig, F. Rivas, M. Agustí.** 2006. The inhibitory effect of CuSO<sub>4</sub> on Citrus pollen germination and pollen tube growth and its application for the production of seedless fruit. Plant Sci. 170:37–43.

**Mesejo, C., A. Martínez-Fuentes, C. Reig, M. Agustí.** 2008. Gibberellic acid impairs fertilization in Clementine mandarin under cross-pollination conditions. Plant Science 175: 267–271.

**Vardi, A.; I. Levin y N. Carmi.** 2008. Induction of Seedlessness in Citrus: From Classical Techniques to Emerging. Biotechnological Approaches. J. Am. Soc. Hort. Sci. 133(1):117–126.