



# Mitigación de presencia de semillas en mandarinas: experiencias en aplicaciones de sulfato de cobre y ácido giberélico

Angélica Salvatierra G., Cornelio Contreras S., Solano Portilla R. y Mario Araya Z.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Intihuasi, La Serena.

Correo electrónico: asalvatierra@inia.cl

## RESUMEN

Mandarinas sin semillas es una cualidad valorada en el mercado. Por ello, los agricultores buscan alternativas como la barrera física (mallas tipo túnel), para impedir que las flores sean polinizadas. Dado que las mallas tienen un costo alto y generan daños en las plantas y frutas, este experimento buscó evaluar otras alternativas como el sulfato de cobre o el ácido giberélico bajo las condiciones de la comuna de Ovalle, en dos sectores y en las variedades Clemenules y W. Murcott cubriendo el período de floración. Los resultados indican que el ácido giberélico (50 mg/L) solo o en combinación con sulfato de cobre (125 mg/L) tuvo un efecto positivo sobre la mitigación en el número de frutos con semillas con respecto al testigo sin aplicación. En el caso de Clemenules, disminuyó el porcentaje de frutos con semilla ( $p = 0,0012$ ) en la segunda temporada a menos del 5%, cuando se realizaron 5 aplicaciones de los productos ya sea solo o combinados. En el caso de W. Murcott, el ácido giberélico y la combinación con sulfato de cobre disminuyó ( $p = 0,0004$ ) en 10 veces el porcentaje de frutos con semillas con respecto a testigo-agua, también en la segunda cosecha, lo que demuestra que el cubrimiento de toda la floración es un factor a considerar para lograr el mejor resultado.

**Palabras claves:** Clemenules, W. Murcott

## ABSTRACT

### **Mitigation of the presence of seeds in mandarins: experiences in applications of copper sulfate and gibberellic acid.**

Seedlessness mandarins is a valued quality in the market. For this reason, farmers seek alternatives such as physical barriers (tunnel-type nets), to prevent flowers from being pollinated. Given that the net have a high cost and generate damage to plants and fruits, this experiment sought to evaluate other alternatives such as copper sulfate or gibberellic acid, under the conditions of the Ovalle location, in two sectors and in Clemenules and W. Murcott varieties, covering the flowering period. The results indicate that gibberellic acid (50 mg/ L), alone or in combination with copper sulfate (125 mg/ L), had a positive effect on the mitigation of the number of fruits with seeds with respect to the control without application. In the case of Clemenules, in the second season, the percentage of fruits with seeds ( $p = 0.0012$ ) was less than 5%, when 5 applications of the products were made. In the case of W. Murcott, gibberellic acid and the combination with copper sulfate resulted ( $p=0.0004$ ) in 10 times minus the percentage of fruits with seeds with respect to control-water, also in the second harvest, which shows that the coverage of the entire bloom period is a factor to consider to achieve the best result.

**Kew words:** Clemenules, W. Murcott

## INTRODUCCIÓN

Mientras la ciencia trabaja para buscar formas de producir variedades sin semillas, cumpliendo con lo que los consumidores desean, los agricultores que tienen huertos con plantaciones de variedades más o menos susceptibles a la polinización cruzada, deben buscar la forma de evitar las semillas en los frutos. Lo más efectivo es el uso de las mallas, ya sea en forma de túnel o cierre completo, instaladas en la época de floración, para excluir la presencia de abejas. La malla tipo túnel tiene efectos adversos en los frutos que quedan en contacto con la malla y sobre el crecimiento de brotes que se deforman o quiebran en el momento del retiro de las mallas, y además es una práctica que aumenta los costos de producción, por lo que no todos los agricultores pueden disponer de este recurso menos ahora cuando todos los insumos han elevado sus precios. La malla actúa como un impedimento físico para que el polen no llegue a las flores transportado por los insectos polinizadores. No obstante, aún dado lo positivo de las mallas, también se ha observado una disminución del rendimiento en un 15 a 30% (Garmendia *et al.*, 2019), y en Otero y Rivas (2017) se vio que el número de frutos disminuyó a un 66%.

Otras alternativas químicas aplicadas en la época de floración han sido reportadas ser más o menos efectivas para atenuar la presencia de semillas. Por ejemplo, aplicaciones de ácido giberélico previenen la fertilización del óvulo, ya sea acelerando el crecimiento del óvulo o impidiendo que el tubo polínico crezca hasta alcanzar el óvulo. También el sulfato de cobre impide el crecimiento del tubo polínico o evita la germinación

del polen. Estos productos aplicados pre anthesis o en la floración han sido evaluados en distintas condiciones y variedades (Gambetta *et al.*, 2013; Garmendia *et al.*, 2019; Mesejo *et al.*, 2006; Mesejo *et al.*, 2008; Otero y Rivas, 2017; y Pereira *et al.*, 2022) donde el número de frutos con semillas disminuyó.

El objetivo de este ensayo fue evaluar, bajo las condiciones locales de la provincia de Limarí, el uso de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) y sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) en mandarinas, para generar protocolos alternativos al uso de malla, que disminuyan la presencia de semillas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Experimento 1

El ensayo se realizó en un huerto de variedad Clemenules de 14 años sobre patrón Carrizo, ubicado en el sector Los Olivos en la comuna de Ovalle. Antes del inicio del ensayo, en abril de 2018, se hizo una evaluación inicial de la presencia de semillas. En esa oportunidad el 28% de los frutos tenían semillas, provenientes de un sector del huerto que estaba ubicado fuera de una barrera tipo cortina instalada en la periferia y al lado de una plantación de paltos. El ensayo se realizó en dicho sector externo a la cortina barrera.

Los tratamientos consistieron en aplicaciones a las flores de sulfato de cobre y/o ácido giberélico, en contraste con tratamiento malla túnel. Solo en el año 2018 se consideró tratamiento de malla tipo túnel. Durante el año 2019, se excluyó el tratamiento de malla tipo túnel. Los productos y dosis de producto se indican en Tabla 1.

**Tabla 1**

### Descripción de tratamientos aplicados

T1: Malla túnel	Malla Bee Net (malla de 60 g/m <sup>2</sup> ) instalada el 24 septiembre
T2: CuSO <sub>4</sub>	Aplicaciones de sulfato de cobre (CuSO <sub>4</sub> ) en dosis de 125 mg/L
T3: CuSO <sub>4</sub> + AG <sub>3</sub>	Aplicaciones CuSO <sub>4</sub> en dosis 125 mg/L + AG <sub>3</sub> en dosis de 50 mg/L
T4: AG <sub>3</sub>	Aplicaciones de AG <sub>3</sub> en dosis de 50 mg/L
T0: Testigo agua	Sin aplicaciones, solo agua

Cada tratamiento se realizó en 5 árboles, dejando árboles bordes, y se incluyó tratamiento testigo a los cuales solo se les aplicó agua. Las aplicaciones se realizaron desde las primeras flores abiertas estado 60, según carta fenológica BBCH, aplicando un mojamiento de 6 L/planta dirigido a las flores en dicho estado (Figura 1 y 2).

Durante la primera temporada del ensayo se realizaron 3 aplicaciones, la primera en el estado 55 a 60, es decir cuando los botones florales eran visibles, y se continuó hasta fines de floración. En la segunda temporada, la floración fue más tardía y prolongada y las plantas del huerto presentaban

flores en distintos estados dependiendo de la exposición. Por ello, las aplicaciones se extendieron hasta mediados de noviembre, siendo en total 5 aplicaciones (Tabla 2). La cosecha se hizo el 30 de abril y el 24 de mayo de 2019, y el 22 de mayo de 2020. Se colectaron 40 frutos al azar por árbol y se evaluó la presencia de semillas (%), el número de semillas por fruto y el diámetro de frutos (mm).

### Experimento 2

El segundo ensayo se realizó en el sector de La Placa comuna de Ovalle durante el año 2019. Los mismos tratamientos (productos y dosis) se aplicaron en un huerto de la variedad



**Figura 1.** Los Olivos, primera aplicación el 28 de septiembre de 2018.

**Tabla 2**

#### Fechas de aplicaciones realizadas en Clemenules durante el 2018 y 2019 en Los Olivos

Año	Fecha de aplicación	Estado predominante BBCH	Descripción
2018	28-09-2018	55	Flores visibles aún cerradas
	18-10-2018	67	Flores con pétalos cayendo
	15-11-2018	69	Fin de floración
2019	2-10-2019	55-56-61	Yemas florales en estado verdes (55), pétalos elongando (56) y flores abiertas (61).
	09-10-2019	-	
	16-10-2019	-	
	15-11-2019	-	
	22-11-2019	-	

W. Murcott sobre patrón Citrange C- 35, de 5 años de edad y con una distancia de plantación de 5 x 2 metros. Al igual que en Los Olivos, las aplicaciones semanales comenzaron a inicios de septiembre, totalizando 4 intervenciones que cubrieron el período de floración, cuidando de llegar a todos los puntos florales en estado 59. Las fechas de aplicación fueron el 3, 10, 16 y 24 de septiembre del 2019.

La cosecha en el caso de W. Murcott se realizó el 21 de julio y el 10 de agosto de 2020. El número de árboles tratados por tratamiento fue de 10, cosechándose 15 frutos por árbol en cada cosecha, totalizando 300 frutos por tratamiento.

Al igual que en el ensayo 1, al momento de la cosecha se evaluó en los frutos la presencia de semillas (%), el número de semillas y el diámetro ecuatorial (mm).

### Análisis estadísticos

Los datos fueron sometidos a Análisis de Varianza y las comparaciones entre medias de tratamientos mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan con una significancia de  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

### Experimento 1

En la cosecha del 2019 en Los Olivos, la malla túnel fue 100% efectiva en términos de ausencia de semillas en los frutos, tal como se esperaba. En la primera cosecha, los tratamientos con aplicaciones de sulfato de cobre o giberélico no mostraron diferencias entre ellos, pero si en la cosecha de mayo, en donde la aplicación de giberélico produjo un menor porcentaje de frutos con semillas ( $p=0,0001$ ) (Tabla 3).

Sin embargo, en la cosecha del 2020, donde ya no se incluyó la malla túnel como tratamiento, se observó que en general el porcentaje de frutos con semillas fue bastante menor que en la temporada anterior, apenas sobrepasando el 10%. Solo en la cosecha del 22 de mayo, se presentaron diferencias en el porcentaje de frutos con semillas entre el testigo y el resto de los tratamientos, siendo el menor

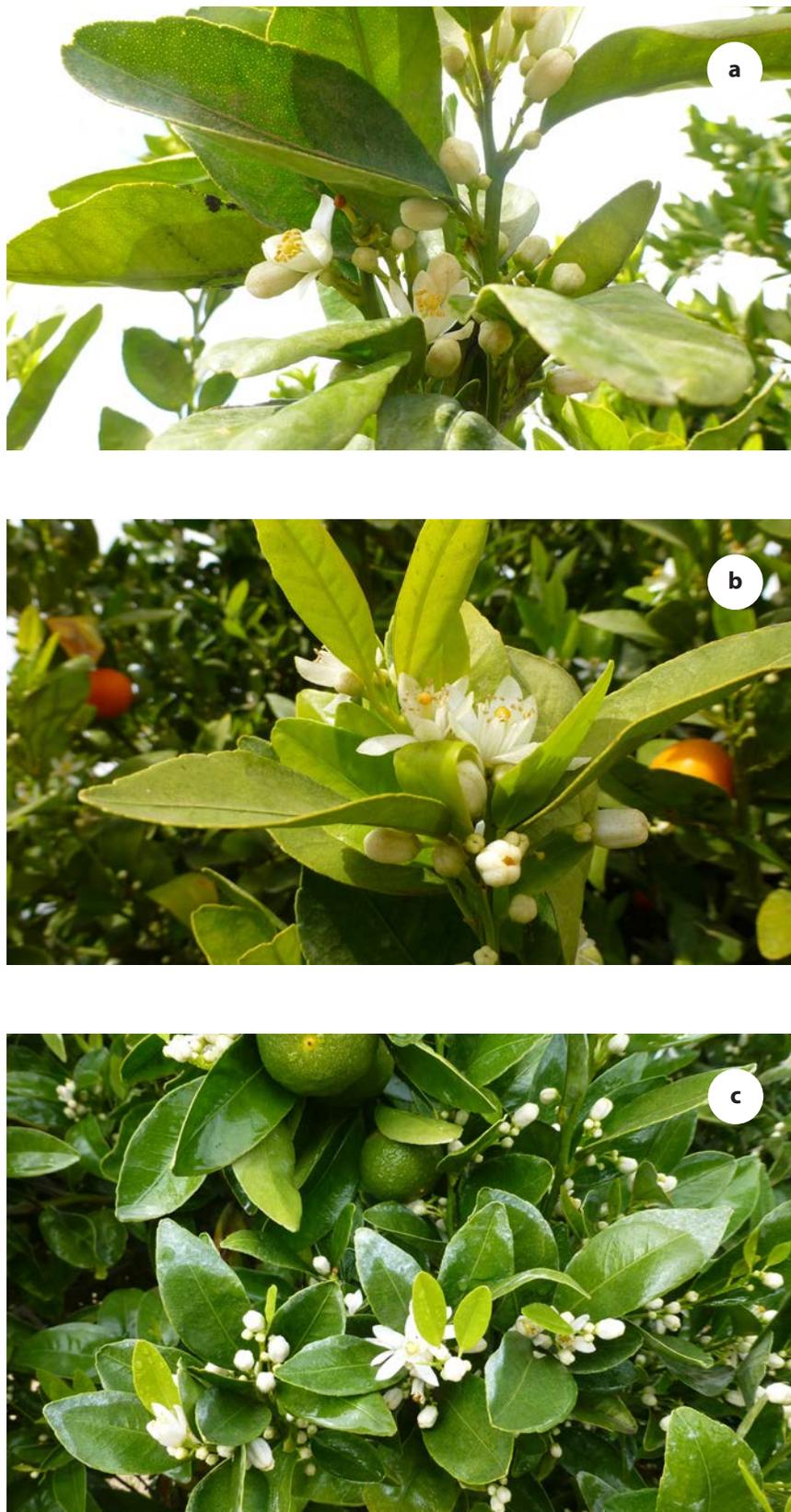
valor para el tratamiento giberélico + sulfato de cobre, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos con aplicaciones de productos. El número de semillas por fruto, fue menor a 1 semilla promedio por fruto y no presentó diferencias (Tabla 4).

### Experimento 2

En el ensayo realizado en mandarinas cv. W. Murcott en la cosecha de julio, los tratamientos no muestran diferencias en cuanto al porcentaje de frutos con semillas. Sin embargo, para la cosecha de agosto, el tratamiento con giberélico o en combinación con sulfato de cobre disminuyó el porcentaje de frutos con semilla a valores cercano a 0%, siendo el tratamiento de AG<sub>3</sub> + sulfato de cobre, 10 veces menor que el testigo-aguas. En este ensayo, se observó presencia de semillas vanas, las cuales en ambas fechas de cosecha fueron significativamente menores en el tratamiento de uso de giberélico o en combinación con sulfato de cobre. El número de semillas por fruto no presentó diferencias y los valores promedios fueron de menos de 2 semillas por fruto (Tabla 5).

## DISCUSIÓN

El tratamiento de malla túnel muestra 100% efectividad en evitar la presencia de semillas. En el experimento 1 en cv. Clemenules de la temporada 2019, la diferencia observada ( $p = 0,0001$ ) del porcentaje de frutos con semillas entre tratamientos muestra al ácido giberélico como una alternativa, disminuyendo a un 18% de frutos con semillas con respecto al testigo que presentó un 32% de frutos con semillas. Se entiende que la reducción a un 18% es un valor alto para un huerto que destina su fruta a exportación. El alto porcentaje de frutos con semillas puede deberse a que las 3 aplicaciones no fueron suficientes en cubrir todo el período de floración, especialmente las primeras flores. El tiempo efectivo de floración que se debe proteger de la contaminación de polen, depende también del período de receptividad de las flores que está dada por la longevidad del óvulo y la receptividad estigmática.



**Figura 2.** Estado fenológico en mandarinos: A. Estado fenológico 59 (BBCH) en primera aplicación de W. Murcott el 3 de septiembre de 2019; en B y C. Estado fenológico 60 (BBCH), botón blanco y también flores abiertas (Agustí, 1995).

**Tabla 3****Evaluaciones de frutos de cv. Clemenules sometidos a tratamientos en sector de Los Olivos, 2019.**

Tratamiento	Frutos con semillas (%)	Número semillas /fruto	Calibre (mm)	Cosecha 2019		
				Frutos con semillas (%)	Número semillas /fruto	Kg/árbol (n=5)
30 abril 2019			24 mayo 2019			
Malla	0 a	0 a	52,3	0 a	0	27,86
AG <sub>3</sub>	35 b	1,42 b	52,4	18 b	0,58	35,64
Sulfato de Cobre	44 b	1,26 b	53,2	36 bc	0,78	37,48
AG <sub>3</sub> + Sulfato de Cobre	30 b	0,86 ab	52,5	26 bc	0,58	27,84
Testigo agua	41 b	1 b	53,0	32 c	0,76	41,14
<i>Valor F</i>	<i>8,07</i>	<i>3,01</i>	<i>0,54</i>	<i>6,31</i>	<i>1,83</i>	<i>0,91</i>
<i>Prob</i>	<i>0,000</i>	<i>0,0192</i>	<i>0,708</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,123</i>	<i>0,47</i>

**Nota.** Letras distintas en una misma columna expresan promedios significativamente distintos según el análisis de varianza y el test de separación de medias Duncan ( $p \leq 0.05$ ).

**Tabla 4****Evaluaciones de frutos de cv. Clemenules sometidos a tratamientos en sector de Los Olivos, 2020.**

Tratamiento	Frutos con semillas (%)	Número semillas /fruto	Calibre (mm)	Cosecha 2020		
				Frutos con semillas (%)	Número semillas /fruto	Calibre (mm)
16 mayo 2020			22 mayo 2020			
AG <sub>3</sub>	8	1,19	53,4 a	5,5 a	1,45	50,4
Sulfato de Cobre	10	2,25	52,7 ab	3,0 a	1,17	50,1
AG <sub>3</sub> + Sulfato de Cobre	5,5	1,45	51,9 c	2,5 a	1,20	49,9
Testigo agua	13	1,27	52,8 ab	10,5 b	1,62	50,0
<i>Valor F</i>	<i>2,45</i>	<i>1,42</i>	<i>3,38</i>	<i>5,35</i>	<i>0,44</i>	<i>0,39</i>
<i>Prob</i>	<i>0,06</i>	<i>0,24</i>	<i>0,017</i>	<i>0,0012</i>	<i>0,72</i>	<i>0,0763</i>

**Nota.** Letras distintas en una misma columna expresan promedios significativamente distintos según el análisis de varianza y el test de separación de medias Duncan ( $p \leq 0.05$ ).

Tabla 5

## Evaluaciones de frutos de cv. W. Murcott sometidos a tratamientos en sector La Placa, 2020.

Tratamiento	Frutos con semillas (%)	Número semillas / fruto	Frutos semillas vanas (%)	Calibre (mm)	Evaluaciones de frutos de cv. W. Murcott sometidos a tratamientos en sector La Placa, 2020.			
					Frutos con semillas (%)	Número semillas / fruto	Promedio semillas vanas (%)	Calibre (mm)
21 julio 2020					10 agosto 2020			
AG <sub>3</sub>	5,3	1,75	9,3 a	57,7	0,0 a	0	7,3 a	56,5
Sulfato de Cobre	6,7	1,6	22 b	57,6	6,6 b	1	17,3 b	56,2
AG <sub>3</sub> + Sulfato de Cobre	2,9	1,5	4,4 a	58,6	0,6 a	1	4,2 a	58,1
Testigo agua	4,7	1,7	24 b	58,1	6,0 b	2	24,7 b	58,2
Valor F	0,71	0,05	10,65	1,44	6,1	0,4868	12,51	0,96
Prob	0,54	0,986	0,00	0,23	0,0004	0,75	0,00	0,41

**Nota.** Letras distintas en una misma columna expresan promedios significativamente distintos según el análisis de varianza y el test de separación de medias Duncan ( $p \leq 0.05$ ).

En la cosecha del 2020, se observó que 5 aplicaciones de cualquiera de las alternativas evaluadas, disminuyeron ( $p = 0,0012$ ) el porcentaje de frutos con semillas comparado con el testigo, y que al igual que el 2019, la cosecha del 24 de mayo fue mejor en términos del porcentaje de frutos con semilla que la primera cosecha del 16 de mayo. El testigo-agua tuvo un 90% de frutos sin semilla en el 2020, a diferencia del 2019 cuando el 60 al 70% de los frutos no presentaron semillas. Esta variación interanual bajo las condiciones de ensayo no se puede explicar.

En el experimento 2 cv. W. Murcott ocurre lo mismo, es decir en la segunda fecha de cosecha se obtiene una disminución ( $p = 0,0004$ ) del porcentaje de frutos con semillas con 4 aplicaciones, ya sea de solo ac. giberélico o de la combinación sulfato de cobre + ac. giberélico, en las dosis indicadas más arriba. La mayor presencia de semillas vanas puede explicarse por lo reportado por Mesejo *et al.* (2008), sobre el ácido giberélico cuando es aplicado después de la polinización, éste solo deteriora el tubo polínico sin necesariamente impedir la fertilización, pero si aumenta el aborto de óvulos.

El hecho de que en ambos experimentos solo se detecta una diferencia significativa en la segunda fecha de cosecha, se debería a que, si bien el número de aplicaciones y la frecuencia semanal pudo cubrir de mejor manera la floración, la fecha del inicio de aplicaciones dejó sin cobertura a flores tempranas en estado susceptibles de ser fecundadas con polen foráneo.

Se debe destacar que el testigo de cv. W. Murcott presentó alrededor de un 95% de frutos sin semillas, indicando que el riesgo de la posible contaminación de polen a la que podría estar sometido el huerto ubicado en La Placa fue relativamente bajo para esa temporada de ensayo. La práctica de aplicar estos productos obliga a tener registros fenológicos de huerto y conocer los sectores de mayor vulnerabilidad a la contaminación con polen.

Bajo las condiciones de estos experimentos, el ácido giberélico en dosis de 50 mg/L solo o combinado con sulfato de cobre con dosis de 125 mg/L, cubriendo todo el periodo de flor, desde antes de estado 59, cuando las flores están formando una bola blanca, con 4 o 5 aplicaciones,

una por semana, disminuiría el porcentaje de frutos con semilla sin afectar el tamaño ni la calidad de ellos. Esto es en parte coincidente con los resultados de Pereira *et al.*, (2022) donde encontró que el ácido giberélico por sí solo en dosis más altas reduce los frutos con semillas.

De acuerdo a las referencias consultadas, la comprobación de que las mallas antipolinizantes reducen el rendimiento (Otero y Rivas, 2017), y considerando los costos que implica esta tecnología, lleva a que se sigan buscando nuevas alternativas a solucionar el problema de la presencia de semillas en las mandarinas. Recientemente, Garmendia *et al.* (2022) encontró que el azufre, en condiciones de laboratorio, puede inhibir el crecimiento del tubo polínico en un 94 a 100 % de las flores, interesante alternativa que podría ser evaluada bajo las condiciones de campo de la provincia de Limarí.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del experimento en W. Murcott, el ácido giberélico en dosis de 50 mg/L solo o combinado con sulfato de cobre con 125 mg/L, cubriendo todo el periodo de flor, desde antes de estado 59, cuando las flores están formando una bola blanca, con 4 aplicaciones, una por semana disminuiría el porcentaje de frutos con semilla. En el caso de Clemenules, tanto el ácido giberélico como el sulfato de cobre solo o combinado tuvieron el mismo efecto de disminuir el porcentaje de frutos con semillas.

La efectividad de los tratamientos es distinta dependiente de la variedad, temporada y el sector donde se encuentra inserta la plantación.

La malla es 100% efectiva para evitar las frutas con semillas, sin embargo, es importante revisar la literatura relacionada al manejo del huerto.

## LITERATURA CITADA

**Gambetta G., Gravina A., Fasiolo C., Fornero C., Galiger S., Inzaurre C., Rey, F.** (2013). Self-incompatibility, parthenocarpy and reduction of seed presence in 'Afourer' mandarin. *Scientia Horticulturae*. 164: 183–188.

**Garmendia A., Beltrán R., Zornoza C., Breijo F., Reige J., Bayona I., Merle H.** (2019). Insect repellent and chemical agronomic treatments to reduce seed number in 'Afourer' mandarin. Effect on yield and fruit diameter. *Scientia Horticulturae* 246:437-447.

**Garmendia A., García-Breijo F., Reig J., Raigon M.D., Beltran R., Zornoza C., Cebrian N., Merle H.** (2022). Agronomic treatments to avoid seed presence in 'Nadorcott' mandarin I. Effect on in vivo pollen tube growth. *Scientia horticulturae* 294.

**Mesejo C., Martínez-Fuentes A., Reig C., Rivas F., Agustí M.** (2006). The inhibitory effect of  $\text{CuSO}_4$  on Citrus pollen germination and pollen tube growth and its application for the production of seedless fruit. *Plant Science* 170: 37–43.

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

**Otero Á. y Rivas F.** (2017). Field spatial pattern of seedy fruit and techniques to improve yield on 'Afourer' mandarin. *Scientia Horticulturae*. Volume 225, 18 November, Pages 264-270.

**Pereira Mateus Gonzatto, Sabrina Raquel Griebeler, Gustavo Klamer de Almeida, Bruno de Oliveira Munhoz, Manuela Sulzbach, Sergio Francisco Schwarz.** (2022). Parthenocarpy Induction and reduction of seeds in fruits of 'Nadorcott' mandarin. *Rev. Ceres, Viçosa*, v. 69, n.2, p. 167-172, mar/apr, 2022.