

---

## **INFORME FINAL 2020 - 2023**

**PROYECTO:** FSA\_1\_2018\_1\_152506. Nuevos sistemas de alta producción de cítricos bajo malla

**ACTIVIDAD:** Componente 2. Evaluación de la productividad, calidad de la fruta y cualidades de postcosecha.

**APARTADO:** Postcosecha

Pedro Pintos, Ana Inés Moltini, Eleana Luque, Jazmín Merello, Candela Yorio, Joanna Lado. [jlado@inia.org.uy](mailto:jlado@inia.org.uy)

Objetivo. Evaluar la productividad de los árboles, la calidad (externa e interna) y el comportamiento en postcosecha de la fruta cítrica en los diferentes ambientes.

### **Metodología.**

Se presentarán datos de las evaluaciones de calidad y conservación de fruta de los años 2021 a 2023, considerándose que el primer año del proyecto la fruta estuvo durante la mitad de su crecimiento sin mallas.

Los frutos se cosecharon según madurez comercial (cosecha comercial), se procesaron en la minilínea experimental de INIA y la conservación se realizó en cámara frigorífica a una temperatura entre 0,5 y 1°C con humedad relativa del 90%, siguiendo el protocolo de exportación a EE. UU.

Dentro del período de conservación se realizaron evaluaciones de manchas o daño por frío a los 30 días, 30+7VM (7 días de vida mostrador a temperatura ambiente), 60 días y 60 +7VM, utilizando una escala del 0 al 3 para medir severidad del daño causado a la fruta. Previo al almacenamiento y en los momentos de evaluación se evaluó la calidad de la fruta: sólidos solubles totales (°Brix), acidez titulable (% ac cítrico), ICC (color de cascara), firmeza (deformación en %) y % de jugo.

Periodo 2021 se evaluó en forma exploratoria el posible efecto en la calidad del tamaño de fruto. Se trabajó con tres calibres diferentes (C2, C4 y C6) para cada tratamiento, no se le aplicó ningún tipo de tratamiento a la fruta. Se mantuvo en cámara de frío a temperatura de cuarentena (0.5-0.1°C) con evaluación de daño por frío y calidad de fruta según detallado anteriormente.



**Figura 1.** Apariencia de la fruta en cosecha para los calibres evaluados (C6, C4 y C2) en primer año de evaluación (2021).

En 2022 y 2023 se utilizó una muestra conjunta de los calibres C4, C5 y C6 a la cual se realizó tratamiento postcosecha se aplicó balsa con hipoclorito (200ppm), cascada con Philabuster 7.5 (1000ppm) y cera Bri18 UE (Polietileno oxidado, goma laca/18% de solidos). Luego de esto se conservó en cámara de frío a temperatura de 0.5-1°C y 90%HR durante un periodo de 60 días, durante el cual se realizaron evaluaciones intermedias según detallado.

Se trabajó con un diseño completamente al azar con 4 repeticiones de 23 frutas por tratamiento (conservación) y 3 repeticiones de 10 frutas para el análisis de calidad. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias (tukey  $p < 0,05$ ) entre tratamientos, dentro de cada momento de evaluación.

## Resultados

### Evaluaciones de calidad de fruta y conservación en 2021

No se registraron diferencias importantes en calidad de fruta durante el primer año de evaluación. En algunos casos, sí existieron diferencias en cosecha, pero no se mantuvieron durante la conservación refrigerada (Tablas 1 a 6).

**Tabla 1.** Color externo de fruto (ICC ext) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento.

Ambiente	cosecha	30 d	30+7dvm	60 d	60+7dvm
<b>C2</b>					
40 mesh	15,62 a	15,98 a	13,02 b	14,60 a	12,38 b
anti-abejas	13,96 ab	11,61 b	16,30 a	11,78 b	13,94 a
Control	13,29 b	16,30 a	15,30 a	14,63 a	13,74 a
<b>C4</b>					
40 mesh	18,05 b	18,61 a	17,03 b	17,73 a	13,94 b
anti-abejas	19,11 ab	18,49 a	17,14 b	16,89 a	15,33 a
Control	20,36 b	17,74 a	18,38 a	16,64 a	15,31 a
<b>C6</b>					
40 mesh	20,43 a	21,79 a	19,03 a	19,74 a	16,08 b
anti-abejas	21,86 a	20,49 b	19,02 a	18,89 a	15,60 b
Control	20,77 a	19,55 b	19,26 a	18,77 a	17,52 a

**Tabla 2.** Firmeza de fruto (% deformación) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento.

<b>Ambiente</b>	<b>cosecha</b>	<b>30 d</b>	<b>30+7dvm</b>	<b>60 d</b>	<b>60+7 dvm</b>		
<b>C2</b>							
40 mesh	5,60	b 8,79	a 9,68	b 8,79	a 11,30	b	
anti-abejas	6,93	a 9,08	a 7,28	c 9,08	a 8,44	c	
Control	7,09	a 7,20	b 10,39	a 7,20	b 12,07	a	
<b>C4</b>							
40 mesh	4,75	b 6,77	a 7,20	a 6,74	a 8,75	a	
anti-abejas	5,60	a 6,97	a 6,40	b 6,97	a 7,17	b	
Control	5,49	a 6,12	b 7,32	a 6,12	b 8,81	a	
<b>C6</b>							
40 mesh	3,58	b 5,28	a 5,39	a 5,28	a 6,64	a	
anti-abejas	4,42	a 5,62	a 4,61	b 5,62	a 5,99	b	
Control	4,19	a 4,28	b 5,04	ab 4,28	b 6,68	a	

**Tabla 3.** Contenido de jugo (%) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento.

<b>Ambiente</b>	<b>cosecha</b>	<b>30 d</b>	<b>30+7dvm</b>	<b>60 d</b>	<b>60+7dvm</b>		
<b>C2</b>							
40 mesh	48,83	b 49,66	ab 48,73	a 47,05	a 45,92	a	
anti-abejas	51,16	a 50,69	ab 48,60	a 47,40	a 42,34	a	
Control	49,83	ab 46,49	b 47,03	a 43,46	a 43,76	a	
<b>C4</b>							
40 mesh	47,70	a 47,57	b 48,58	a 49,32	a 48,07	a	
anti-abejas	50,87	a 50,89	ab 48,55	a 49,32	a 41,07	b	
Control	51,12	a 46,40	b 47,58	a 43,53	a 45,40	ab	
<b>C6</b>							
40 mesh	45,03	a 44,61	a 43,18	a 38,63	a 40,90	a	
anti-abejas	45,81	a 43,49	a 43,18	a 38,15	a 36,98	a	
Control	44,36	a 38,77	b 42,14	a 38,14	a 39,45	a	

**Tabla 4.** Sólidos solubles totales (°Brix) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento.

<b>Ambiente</b>	<b>cosecha</b>	<b>30 d</b>	<b>30+7dvm</b>	<b>60 d</b>	<b>60+7dvm</b>		
<b>C2</b>							
40 mesh	11,88	a 10,55	a 9,89	c 10,66	b 10,15	b	
anti-abejas	10,81	b 8,93	b 12,11	a 9,52	b 11,76	a	
Control	10,15	b 11,35	a 11,10	b 12,26	a 11,48	a	
<b>C4</b>							
40 mesh	11,71	a 10,41	b 11,07	b 10,73	a 10,27	b	
anti-abejas	10,56	a 10,29	b 11,92	a 10,73	a 11,56	a	
Control	10,61	a 11,40	a 11,16	b 11,47	a 10,57	b	
<b>anti-abejas</b>							
40 mesh	11,59	a 10,61	a 11,59	a 10,49	b 10,46	a	

anti-abejas	11,07	a	10,72	a	11,59	a	10,71	b	10,97	a
Control	10,62	a	11,16	a	10,39	b	11,34	a	10,77	a

**Tabla 5.** Acidez titulable (% ácido cítrico) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento.

Ambiente	cosecha		30 d		30+7dvm		60 d		60+7dvm	
<b>C2</b>										
40 mesh	1,483	a	1,257	ab	1,042	b	1,222	b	1,094	a
anti-abejas	1,321	a	1,046	b	1,542	a	1,086	b	1,481	a
Control	1,189	a	1,423	a	1,264	ab	1,475	a	1,462	a
<b>C4</b>										
40 mesh	1,298	a	1,015	b	1,011	b	0,894	b	0,866	a
anti-abejas	1,024	b	0,955	b	1,254	a	0,894	b	0,970	a
Control	0,879	b	1,185	a	0,979	b	1,144	a	0,902	a
<b>C6</b>										
40 mesh	1,045	a	0,793	b	0,947	a	0,671	b	0,758	a
anti-abejas	0,853	a	0,897	ab	0,947	a	0,685	ab	0,920	a
Control	0,829	a	1,008	a	0,657	b	0,906	a	0,799	a

**Tabla 6.** Ratio (sólidos/acidez) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento.

Ambiente	cosecha		30 d		30+7dvm		60 d		60+7dvm	
<b>C2</b>										
40 mesh	8,02	a	8,40	a	9,50	a	8,73	a	9,27	a
anti-abejas	8,29	a	8,56	a	7,95	a	8,77	a	8,03	a
Control	8,55	a	8,05	a	8,78	a	8,34	a	7,87	a
<b>C4</b>										
40 mesh	9,06	a	10,25	a	10,96	ab	12,00	a	11,88	a
anti-abejas	10,49	a	10,83	a	9,56	a	12,00	a	11,96	a
Control	12,20	a	9,62	a	11,41	a	10,15	a	11,72	a
<b>C6</b>										
40 mesh	11,11	a	13,87	a	12,29	b	15,72	a	14,07	a
anti-abejas	13,07	a	11,96	a	12,29	b	15,74	a	11,94	a
Control	13,29	a	11,18	a	15,89	a	12,71	a	13,70	a

### **Daño por Frío**

Durante 2021 no se observaron manchas ni daño por frío, no existiendo efecto de los tratamientos en esta variable durante la conservación.

### **Evaluaciones calidad de fruta y conservación 2022-2023**

En cosecha se pudo observar una diferencia importante en el color de la fruta, la cual se redujo durante el almacenamiento, pero se observó incluso luego de 60 días en frío (Figura 2). Los frutos control fueron más verdes, especialmente en la zona encima del ecuador. Esto lleva a que las mediciones de color (que se realizan en el ecuador del fruto) no sean representativas de estas diferencias (Tabla 7).



**Figura 2.** Apariencia general de los frutos en cosecha (izquierda) luego de 60 días de conservación (derecha) según tratamiento.

La fruta proveniente de cuadros sin mallas (control) fue más firme en cosecha (2023 pero no en 2022), pero esto no se mantuvo durante el almacenamiento. La fruta control fue más ácida en cosecha y durante la conservación (en año 2023), pero esto no se observó el año anterior, existiendo por lo tanto un efecto año que atenúa o favorece posibles diferencias en calidad de fruta debidas a los tratamientos. Los frutos control registraron mayores sólidos solubles en 2023, sin diferencias en 2022.

**Tabla 7.** Color externo (ICC ext) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento y año de evaluación (2022 y 2023).

Ambiente	cosecha	30 d	30+7dvm	60 d
<b>2022</b>				
Control	15,20a	16,15a	15,83a	15,91a
40mesh	17,94a	17,30a	16,98a	16,86b
Antiabejas	18,89a	16,81a	16,59a	16,21a
<b>2023</b>				
Control	16,19a	15,51a	15,01b	15,60a
40mesh	18,71a	19,80a	22,28b	20,79a
Anti-abejas	19,10a	20,66a	22,44b	18,85a

**Tabla 8.** Firmeza de fruta (% de deformación) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento y año de evaluación (2022 y 2023).

Ambiente	cosecha	30 d	30+7dvm	60 d
<b>2022</b>				
Control	4,67a	6,21b	5,76a	7,40b
40mesh	5,45a	6,18b	6,22b	6,25b
Anti-abejas	5,69a	6,42b	6,60b	7,20b
<b>2023</b>				
Control	2,74b	4,13a	5,56a	5,38a
40mesh	4,19a	5,34a	6,02a	5,43a
Anti-abejas	4,11a	5,00a	6,19a	5,61a

**Tabla 9.** Contenido de jugo (%) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento y año de evaluación (2022 y 2023).

<b>Ambiente</b>	<b>cosecha</b>	<b>30 d</b>	<b>30+7dvm</b>	<b>60 d</b>
<b>2022</b>				
Control	44,67a	45,55a	41,82a	52,95a
40mesh	48,94a	45,54a	43,47a	51,67a
Anti-abejas	46,30a	46,16a	44,00a	55,12a
<b>2023</b>				
Control	47,30b	46,62b	49,12a	45,68a
40mesh	53,32a	50,65ab	48,08a	47,44a
Anti-abejas	54,93a	52,90a	50,01a	48,92a

**Tabla 10.** Sólidos solubles totales (°Brix) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento y año de evaluación (2022 y 2023)

<b>Ambiente</b>	<b>cosecha</b>	<b>30 d</b>	<b>30+7 dvm</b>	<b>60 d</b>
<b>2022</b>				
Control	10,37a	10,53a	10,49a	10,48a
40mesh	10,44a	10,46a	10,11a	10,13a
Anti-abejas	10,64a	10,41a	10,58a	10,86a
<b>2023</b>				
Control	12,07a	12,13a	11,77a	11,67a
40mesh	10,73b	11,10b	10,80b	11,17a
Anti-abejas	11,10b	10,93b	10,67b	10,97a

**Tabla 11.** Acidez titulable (%ácido cítrico) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento y año de evaluación (2022 y 2023).

<b>Ambiente</b>	<b>cosecha</b>	<b>30 d</b>	<b>30+7 dvm</b>	<b>60 d</b>
<b>2022</b>				
Control	1,13a	0,94a	0,98a	0,94a
40mesh	0,92a	0,75a	0,92a	0,77a
Anti-abejas	1,01a	0,85a	0,92a	0,77a
<b>2023</b>				
Control	1,54a	1,49a	1,43a	1,33a
40mesh	1,01b	0,99b	0,95b	0,97b
Anti-abejas	1,11b	1,05b	1,00b	1,09b

**Tabla 12.** Ratio (sólidos solubles/acidez) en cosecha y durante la conservación refrigerada según tratamiento y año de evaluación (2022 y 2023).

<b>Ambiente</b>	<b>cosecha</b>	<b>30 d</b>	<b>30+7 dvm</b>	<b>60 d</b>
-----------------	----------------	-------------	-----------------	-------------

<b>2022</b>				
Control	9,24 a	11,23 b	10,70 b	11,15 a
40mesh	11,32 a	14,03 b	10,99 a	13,23 a
Anti-abejas	10,54 a	12,32 a	11,51 a	14,08 a
<b>2023</b>				
Control	7,87b	8,14b	8,25b	8,77c
40mesh	10,57a	11,26a	11,40a	11,49b
Anti-abejas	10,05a	10,53a	10,70a	10,14c

### **Daño por Frio 2022 -2023**

En los dos periodos evaluados existió una baja incidencia de daño por frío. Por lo tanto, la presencia o ausencia de mallas no estaría incidiendo en la incidencia de este problema (al menos no la induce). Tampoco se observaron manchas ni otros defectos durante los años de evaluación.

Se considera un Incidencia baja cuando es menor al 10% y de severidad muy leve menor al 0,5 índice de daño, por lo que todavía conserva su calidad comercial.

	<b>Índice de daño por frío</b>			
	30 días	30+7VM	60 días	60+7VM
<b>2022</b>				
Control	0,00b	0,00a	0,06a	0,14b
40 mesh	0,00a	0,01a	0,03a	0,04a
Anti-Abejas	0,00a	0,00a	0,00a	0,03a
<b>2023</b>				
Control	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
40 mesh	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
Anti-Abejas	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a

	<b>Daño total (%)</b>			
	30 días	30+7VM	60 días	60+7VM
<b>2022</b>				
Control	0,00a	0,00a	3,75b	10,00b
40 mesh	0,00a	1,25a	1,25a	2,50a
Anti-Abejas	0,00a	0,00a	0,00a	2,50a
<b>2023</b>				
Control	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
40 mesh	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
Anti-Abejas	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a

### **CONCLUSIONES FINALES**

Los tratamientos de malla podrían inducir un adelanto en la maduración, logrando una mayor homogenización de color (perdida de hombros verdes) y favorecer la disminución

en la acidez del fruto. La presencia de mallas no favoreció ningún defecto en la piel, no registrándose ni daño por frío ni otros tipos de manchas durante la conservación refrigerada. Los frutos enmallados podrían reducir su firmeza más rápidamente en cosecha, pero estas diferencias se pierden durante la conservación postcosecha. Las variaciones en sólidos solubles y/o acidez del fruto parecen responder también a un efecto año, en donde podría existir una interacción con los tratamientos.