
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: Productividad y Calidad de fruta

Alvaro Otero, Delia Machado, Matías Manzi, Andrés Di Lorenzi, Fernando Rivas.
aotero@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.

- a) Rendimiento y evaluaciones de la calidad del fruto

Para medir el rendimiento de las plantas, se seleccionaron y cosecharon 30 árboles por ambiente. Se pesó y contó el número de frutos en cada planta. Inmediatamente antes de la cosecha, se muestrearon 30 plantas al azar por ambiente y 15 frutos por planta, donde se evaluó el número de semillas por fruto.

También se evaluó el rameado (machas externas en la piel de los cítricos fruto del rayado de las hojas y ramas sobre el fruto) de estos frutos, para esto se clasificaron visualmente de acuerdo al siguiente criterio sin rameado (ausencia), poco rameado (categoría 1) y mucho rameado (categoría 2) (Figura 1). Se contó el número de frutos en cada categoría. Para la estimación de la proporción para el número de frutos rameados en 40 árboles, se unieron las categorías 1 y 2.



Figura 1. Escala de rameado. A la izquierda: categoría 1; a la derecha: categoría 2

La calidad interna del fruto se realizó muestreando 25 frutos por árbol, en 20 árboles por parcela, un mes antes de la cosecha y en el momento de la misma.

En estas muestras de fruta, se midió el color externo del fruto con un colorímetro Minolta CR400, realizando tres disparos en cada fruto, en la zona ecuatorial del mismo. Se evaluaron los frutos en todas las plantas muestreadas. Se calculó el índice de color de los cítricos (ICC), donde $ICC = (a^* / (L^* \times b^*)) \times 1000$, siendo a^* , b^* y L^* , parámetros del espacio de color del colorímetro Minolta (CIE) (Jimenez-Cuesta et al. 1988).

Para analizar la calidad interna del fruto se seleccionaron 15 frutos por muestra de los 25 frutos iniciales, donde se midieron los sólidos solubles totales (SST) y acidez titulable de los frutos y se calculó la relación SST/acidez titulable (Soule et al. 1986, Lado et al. 2014). El espesor de la cáscara fue medido con un calibre (0.1 mm) en el ecuador de los frutos muestreados.

b) Número de semillas por fruto y número de frutos con semillas.

Se utilizaron los 500 frutos por parcela obtenidos en el muestreo para el color externo de la fruta, luego de las evaluaciones externas para color. Se computó el número de frutos con semillas y de los frutos con semillas en número de semillas por fruto.

c) Evaluaciones de postcosecha. Se presentan en documento aparte.

Resultados.

Producción y alternancia productiva.

El número de frutos por planta y el rendimiento promedio en los cuatro años de evaluación fueron similares entre los tres ambientes. No se diferenció en promedio ninguno de ellos (Figuras 2 y 3) sin embargo, el desvío estándar entre años fue alto. Esto evidencia que las mallas no han reducido el rendimiento respecto a las condiciones sin mallas.

Cuando analizamos la variación año a año (Figuras 4 y 5) vemos que la alternancia productiva de esta variedad es relativamente media comparada con otras variedades de mandarinas más alternantes. Esto queda en evidencia al observar el coeficiente de variación entre años para el número de frutos y rendimiento por planta (Tabla 1), donde vemos un valor de CV% más alto para el número de frutos en el ambiente sin mallas, siendo el ambiente de mallas anti-abeja quien tuvo una menor alternancia en el número de frutos y en el rendimiento por planta.

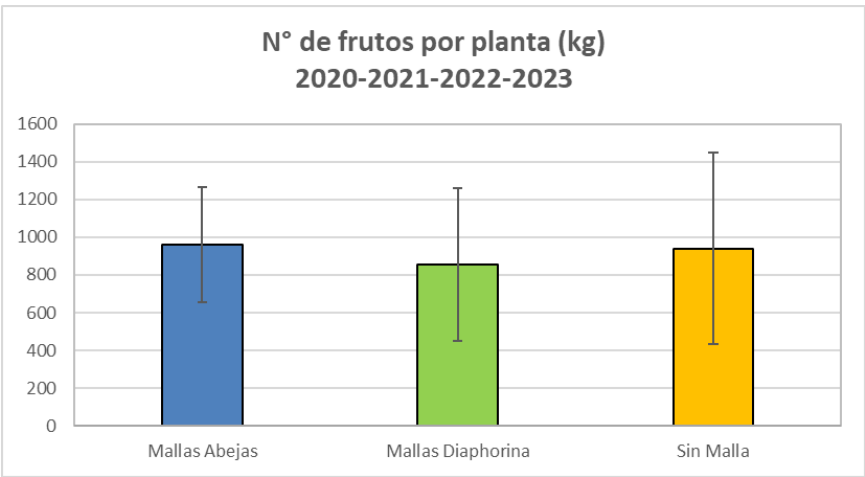


Figura 2. Número de frutos promedio por planta de los años 2020-2021-2022 y 2023. La barra de error representa el desvío estándar entre años.

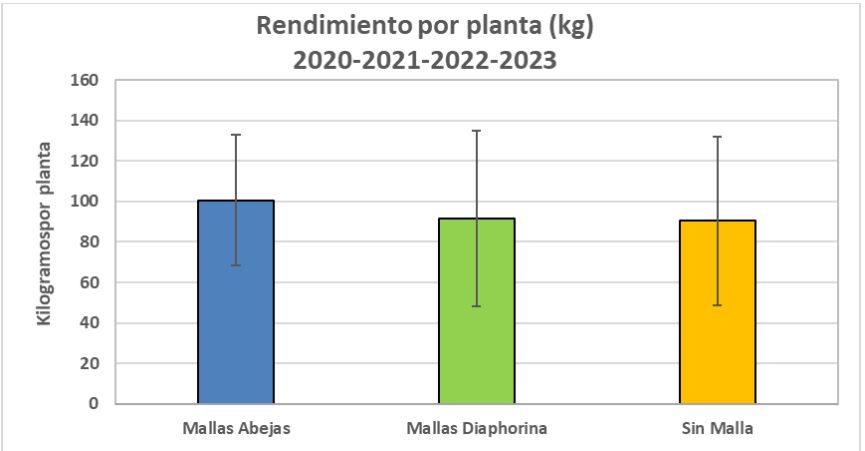


Figura 3. Producción promedio por planta (kg) de los años 2020-2021-2022 y 2023. La barra de error representa el desvío estándar entre años.

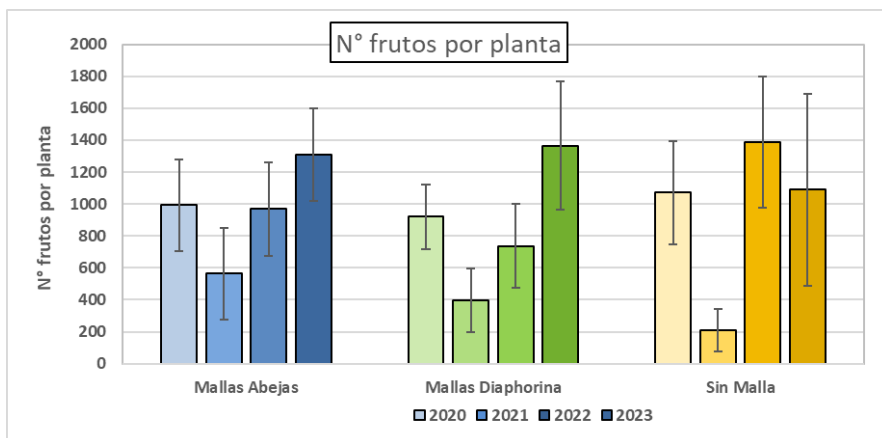


Figura 4. Número de frutos promedio por planta por año. La barra de error representa el desvío estándar entre plantas.

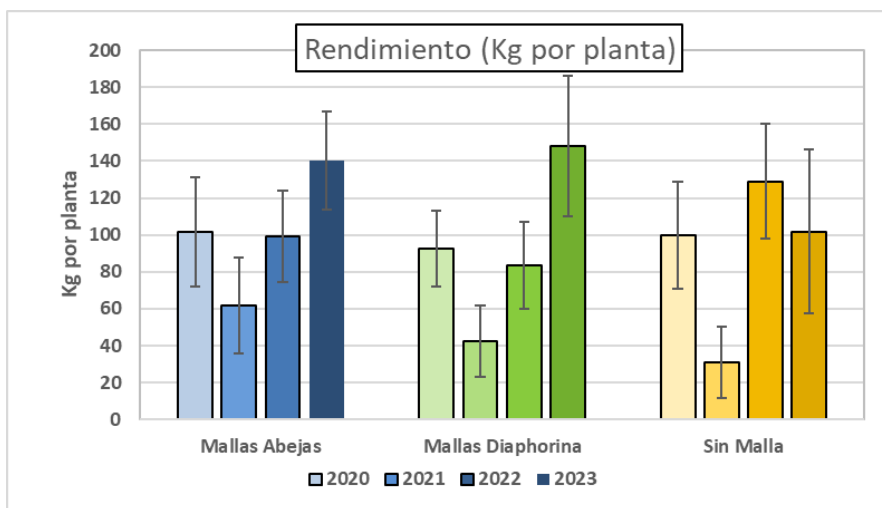


Figura 5. Producción promedio (kg) por planta por año. La barra de error representa el desvío estándar entre plantas.

Tabla 1. Coeficiente de variación entre años: 2020-2021-2022 y 2023, del promedio anual del número de frutos y el rendimiento por planta en cada ambiente de producción.

2020-2023	Frutos por árbol	Rendimiento
	CV%	CV%
Mallas Abejas	32%	32%
Mallas Diaphorina	47%	48%
Sin Malla	54%	46%

El rendimiento de frutas de mayor tamaño es una característica importante de la productividad de Afourer, en particular el rendimiento de fruta mayor a 55 mm, con un tamaño exportable. Ninguno de los ambientes productivos se destacó de los demás en cuanto al rendimiento de frutos con tamaño mayor a 55 mm, o en cuanto al peso promedio

de los frutos. La alternancia anual opaca estas diferencia en el rendimiento promedio (Tabla 2).

Tabla 2: Componentes agronómicos del rendimiento promedio anual de 2020 al 2023 en los diferentes ambientes.

2020-2023	Rendimiento (Kg/planta > 55mm)	Rendimiento (%> 55 mm)	Peso del Fruto (g)	Rendimiento Ton/ha
Mallas Abejas	98.9	91.1	105.6	55.9
Mallas Diaphorina	94.5	93.7	107.3	50.9
Sin Malla	89.9	89.6	107.7	50.2

Diferencias en las columnas de la medias no son significativas ($p < 0.05$) test de Bonferroni. Esta variedad, independientemente del ambiente donde se desarrolló estos años mantiene una relación directa entre el número de frutos por planta y el rendimiento del árbol (Figura 6) sin embargo, al aumentar el numero de frutos por planta se reduce el tamaño promedio del fruto, como sucede en la mayor parte de los cítricos. En Afourer la reducción del peso del fruto promedio se da en plantas con más de 400 frutos por árbol, sin embargo, esta caída no es muy alta si la comparamos con otras mandarinas como las satsumas o la mandarina común. Afourer en base a estos datos mantiene el pero promedio relativamente más estable en plantas con más de 400 frutos (Figura 6).

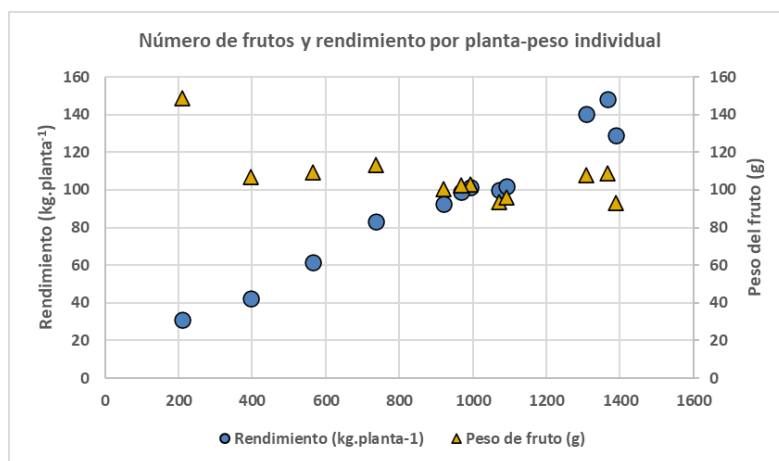


Figura 6. Relación entre el número de frutos por planta promedio anual por parcela, el rendimiento (kg/planta) y el peso individual promedio del fruto en los tres ambientes de producción.

Calidad interna y color externo de la fruta.

La variación de los sólidos solubles de la fruta no fue consistente en los tres años presentados, posiblemente relacionados con el rendimiento de cada año. Sin embargo, las frutas de los árboles sin malla en los tres años consistentemente tuvieron mayor acidez

titulable (Tabla 3) que en los frutos de las plantas bajo malla anti-abeja, efecto que luego es directamente relacionado a la variación del ratio. Los frutos en las mallas anti-abeja tuvieron todos los años un mayor ratio. Los frutos de las malla 40 mesh se mantuvo con valores intermedios.

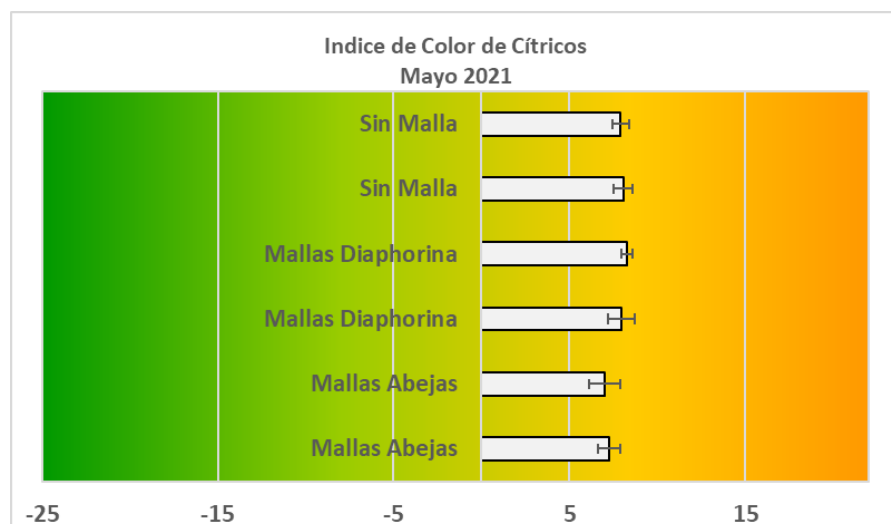
El color externo de los frutos en el árbol tampoco no fue consistente todos los años entre los ambientes, donde las condiciones climáticas anuales han jugado un papel determinantes (Figura 7).

Algunos años los frutos bajo las mallas tomaron color más rápidamente que los frutos de árboles sin malla, con una tendencia a que los frutos de las plantas bajo malla 40 mesh tenían coloración más intensa (Figura 7).

Tabla 3. Calidad interna de los frutos de acuerdo con los ambientes.

		Peso de fruto (g)	Semillas por fruto (N°)	% Frutos sin semilla	Solidos Solubles °Bx	Acidez %	Ratio
2023	Malla_AntiAbeja	148 ab	0.46 b	88.4 a	13.5 ns	0.86 b	15.7 a
	Malla_Diaphorina	153 a	0.23 b	95.5 a	12.6	0.91 a	13.9 b
	Sin Malla	144 b	1.76 a	64.3 b	12.5	0.96 a	13.4 b
2022	Malla_AntiAbeja	138 b	0.13 b	96.3 a	14.3 a	0.82 b	17.7 a
	Malla_Diaphorina	145 a	0.02 b	98.5 a	14.0 ab	0.78 b	18.1 a
	Sin Malla	130 c	3.90 a	31.1 b	13.3 b	0.94 a	14.3 b
2021	Malla_AntiAbeja	139 b	0.14 b		10.1 b	0.99 b	10.2 a
	Malla_Diaphorina	132 b	0.01 b		10.4 b	0.98 b	10.8 a
	Sin Malla	153 a	1.02 a		11.1 a	1.35 a	9.0 b

Medias en las columnas seguidas de diferente letra son significativamente distintas en comparaciones de pares. Prueba Bonferroni ($p < 0.05$).



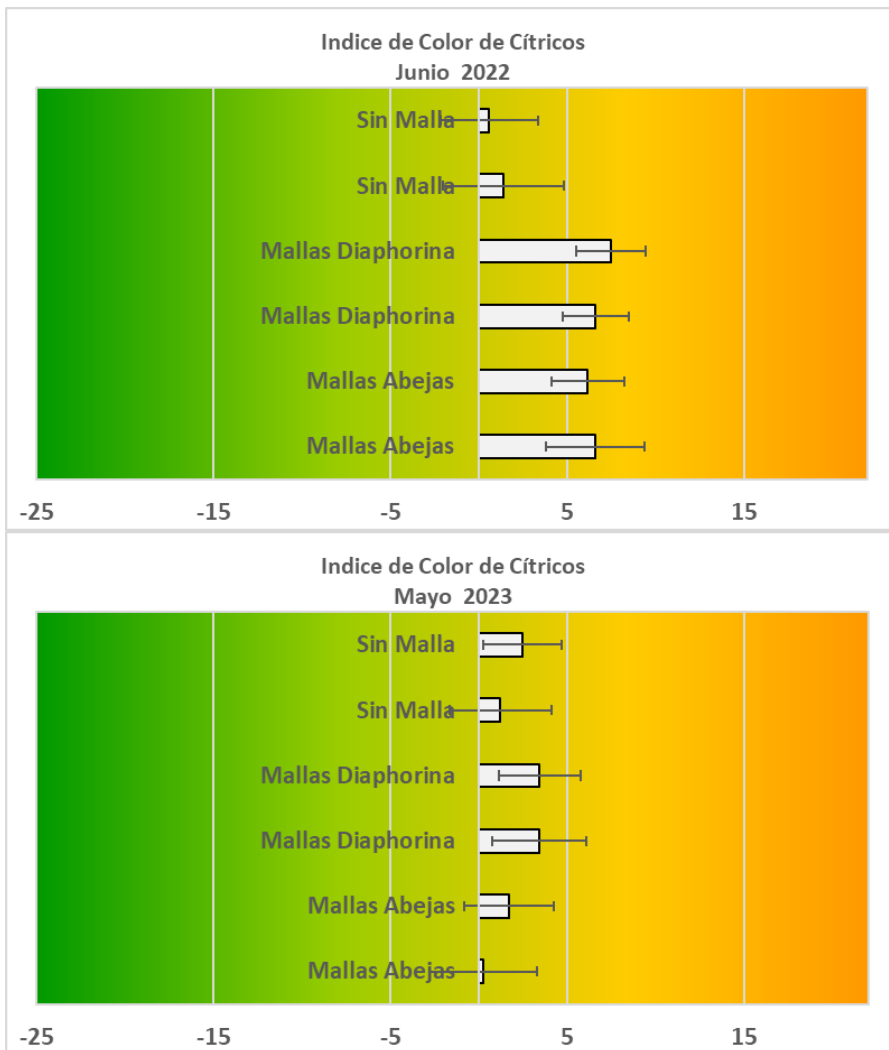


Figura 7. Color externo de la fruta previo a la cosecha promedio y desvío por parcela en cada ambiente.

Número de semillas y frutos con semillas.

La presencia de semillas es una característica negativa muy importante a los efectos de la exportación. En ambos tipos de mallas, el porcentaje de frutos sin semilla es significativamente mayor al porcentaje de frutos con semillas de las plantas sin malla, fundamentalmente relacionado a la restricción de entrada de polinizadores (Figura 7). Hay un efecto ambiental año de las plantas sin mallas en cuanto a presencia de semillas en los frutos. Las mallas también contribuyeron a reducir el número de semillas por fruto, dentro de los frutos con semillas (Figura 7). Con un promedio máximo de hasta 3.9 semillas por fruto en las plantas sin mallas hasta un promedio máximo de 0.46 semillas por fruto en las plantas bajo malla anti-abeja.

Bibliografía.

Lado J, Rodrigo M J, Zacarías L. Maturity indicators and citrus fruit quality. Stewart Postharvest Review 10.2 (2014): 1-6.

Jiménez-Cuesta M, Cuquerella J, Martínez-Jávega J. Determination of a color index for citrus fruit degreening. Proceedings of the International Society of Citriculture, Tokyo; 1988.

Soule J, Grierson W. Maturity and Grade Standards. In: Fresh Citrus Fruit 1st ed .Wardowsky WF, Nagy S and Grierson W (editors.). Westport, Connecticut, USA: AVI Publishing Co., Inc.; 1986:23-47.