



# Cítricos

# MODELO EN SETO PARA CÍTRICOS

UNA PROPUESTA INNOVADORA,  
EFICIENTE Y SOSTENIBLE

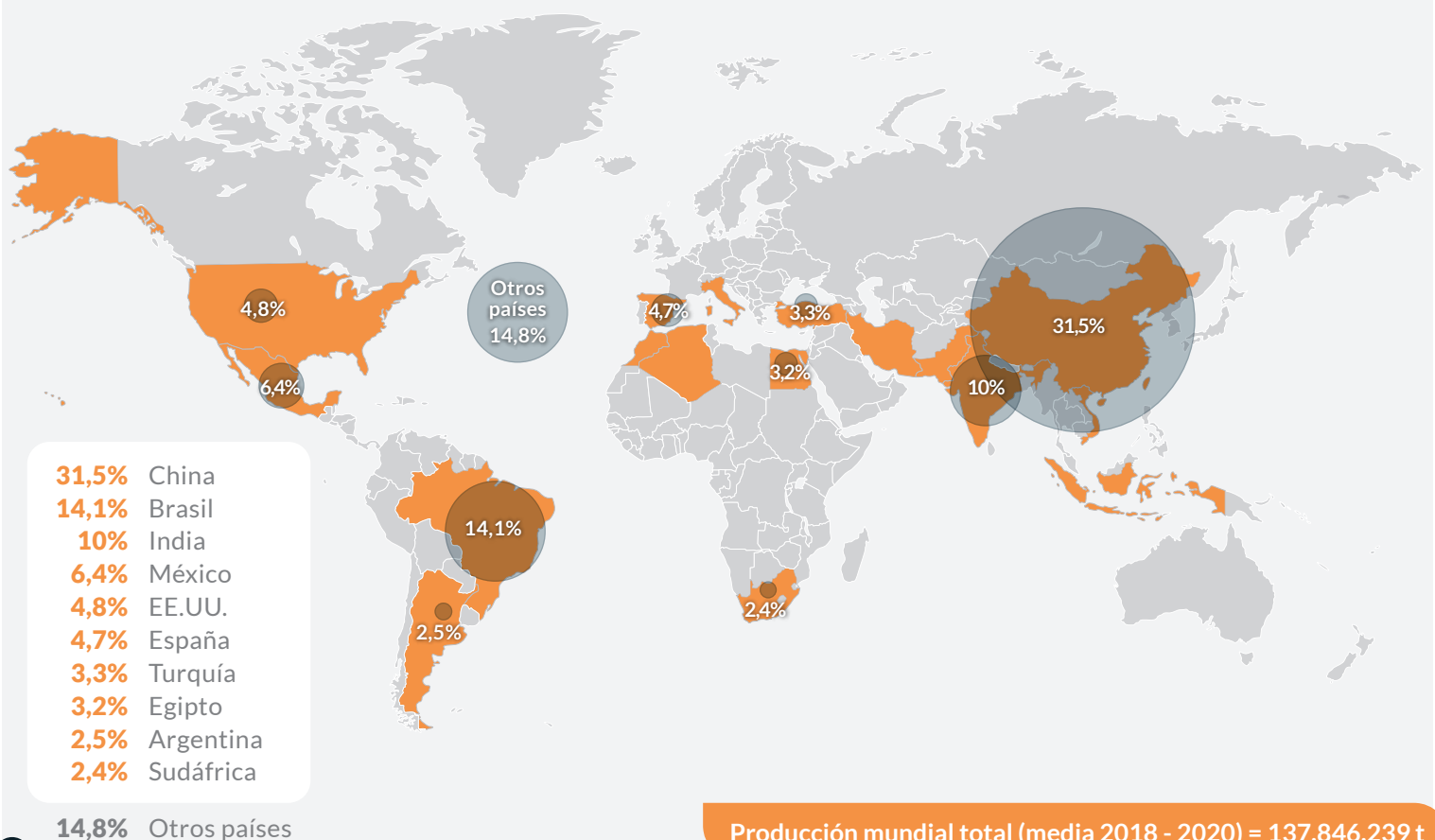


# Las especies de cítricos representan 9,8 millones de hectáreas y una producción mundial anual en 2020 de 158 millones de toneladas (FAOSTAT, 2020).

Los principales países productores son China, Brasil, India, México y Estados Unidos. España ocupa el sexto lugar del mundo y el primero de Europa con 310.000 hectáreas de superficie y una producción de 6,5 millones de toneladas al año.

Los principales desafíos para la producción de cítricos son el aumento del coste de producción, la globalización, las plagas y enfermedades transfronterizas, el cambio climático, la disponibilidad de agua y la sostenibilidad de la producción.

Al igual que en otras especies, para superar los desafíos de la industria frutícola, existe un interés creciente por una intensificación sostenible encaminada a una mecanización casi integral de las futuras plantaciones y una mayor eficiencia en el uso de recursos, en particular, mano de obra, agua, plaguicidas y fertilizantes.





# Antecedentes

En los últimos 25 años, Agromillora ha desarrollado modelos agronómicos específicos en España y otros países del mundo en diferentes especies leñosas.

Estos modelos se basan en plantaciones en seto, también llamadas en super alta densidad (SHD, por sus siglas en inglés), y se han implementado en diferentes especies como olivos, especies frutales de hoja caduca, almendros y, más recientemente, en ciruelos, avellanos y cítricos.



Diferentes modelos en seto. Ciruelos, almendros, olivos y naranjos.



## OLIVOS

El olivo es la especie en la que estos modelos comenzaron hace 25 años. Actualmente hay más de 485 mil ha plantadas en el mundo, principalmente en España y Portugal.

## ALMENDROS

Las primeras plantaciones de almendros comenzaron en 2010 en España y, en la actualidad, hay alrededor de 6.000 hectáreas plantadas en todo el mundo.



## CIRUELOS

En cuanto a los ciruelos, la primera plantación comercial de ciruelo en seto se llevó a cabo en Chile en 2014 con la variedad francesa D'Agén. La segunda plantación de ciruelo en seto se llevó a cabo en California en 2019.

## CÍTRICOS

Las primeras plantaciones experimentales y comerciales de cítricos en seto se establecieron hace 8 años en España y, actualmente, se encuentran en otros países como Brasil y Estados Unidos.



Tradicionalmente, el cultivo de cítricos (tanto para la industria como para el mercado de productos frescos) se realizaba con árboles muy grandes, poda manual y una distancia de plantación entre 6 y 7 metros entre líneas y entre 4 y 5 metros entre árboles. Con el modelo en seto, el espacio se reduce a entre 3,5 y 4 metros entre las líneas y entre 1,20 y 1,50 metros entre los árboles. La reducción significativa del volumen de la copa de los árboles da lugar a una mayor eficiencia de la mano de obra, en particular para la recolección cuando el destino es el mercado de productos frescos, como se ilustra en la siguiente imagen.

**Naranjos tradicionales formados en gobelet de 7 x 6 metros**



**Naranjos en seto de 3,5 x 1,5 metros**



**Naranjos tradicionales y naranjos en seto en el momento de la cosecha**



Diferencias en el volumen y la estructura de los árboles del gobelet tradicional de cítricos (izquierda) y los árboles en seto (derecha) para el naranjo en Sevilla, sur de España.

La propuesta del modelo de cítricos en seto se basa en objetivos específicos para responder a las necesidades tanto de los productores como del medio ambiente:

1



**Reducción del período improductivo** mediante la intensificación de la plantación.

2

**Dependencia mínima del trabajo** de poda y cosecha.



3



**Aumento de la eficiencia** del uso de recursos como pesticidas, agua y fertilizantes.

4



**Adaptación de las plantaciones hacia diferentes opciones productivas:**

Recolección manual para consumo fresco de los mercados nacionales y de exportación; recolección mecánica cuando la fruta está destinada a la industria; o una combinación de ambas opciones dependiendo de los precios de la temporada.






BASES DEL

# Modelo en seto y gestión de plantaciones

El modelo productivo de los cítricos en seto se basa en la combinación eficaz de estos factores:



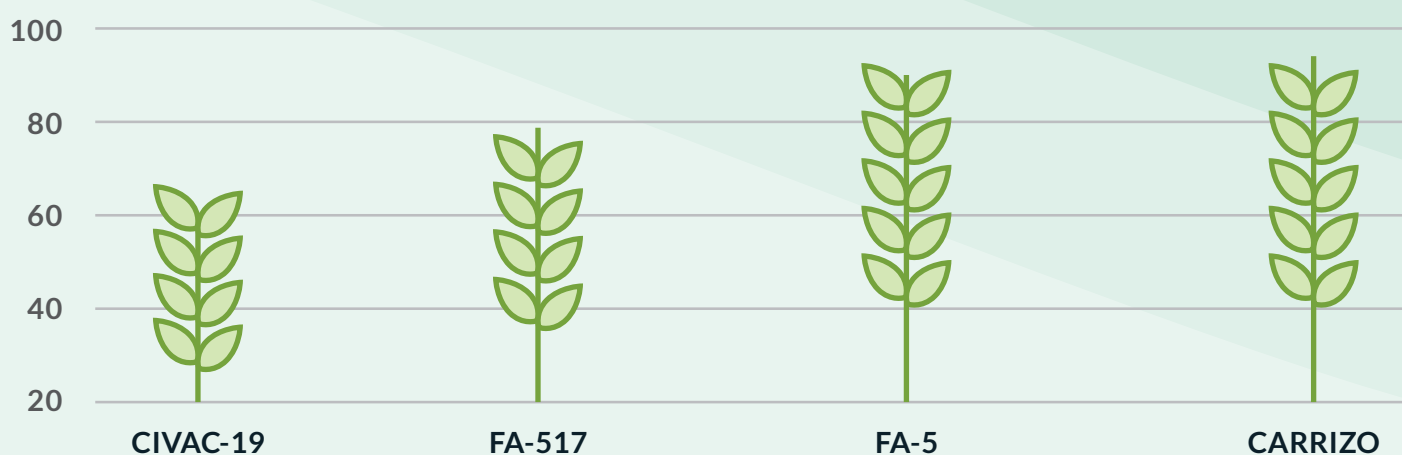
## 1 Elección correcta del material vegetal: variedad y portainjerto

Hoy en día, es el factor más importante debido a las características de la fruta, la calidad del sabor y la doble sostenibilidad para fresco o industria, especialmente para variedades de cosecha temprana. La recolección mecánica de las variedades de cosecha mediana y tardía (mayo-junio) podría afectar a la producción del año siguiente. Las variedades óptimas deben tener una buena adaptación a cada ubicación específica, proporcionando rendimientos altos y constantes con una óptima calidad de fruta. Los portainjertos juegan un papel clave por su adaptación al estrés biótico y abiótico, la producción, la calidad de la fruta, la compatibilidad y el control del tamaño de la variedad.



## 2 Portainjertos controladores del tamaño

El CIVAC-19 es un portainjerto de cítrico de Agromillora en coobtención con el IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Valencia), que proporciona un vigor controlado naturalmente y una buena adaptación a una amplia gama de suelos, especialmente los más pesados. El control del vigor es clave para tener copas de pequeño volumen que sean fácilmente mecanizables y eficientes en la distribución de la luz en el interior de la copa. Además, un uso eficiente de los recursos requiere pequeñas copas bidimensionales. Otros portainjertos probados en varios terrenos y utilizados como referencia han sido Forner-Alcaide n.º 5 (FA-5) y Forner-Alcaide n.º 517 (FA-517), también difundido por IVIA (Valencia, España). Los portainjertos como 1600 y 1711 del Centro de Citricultura de Cordeiropolis en Brasil y UFR-4, UFR-5, UFR-6 y UFR-17 de la Universidad de Florida también están mostrando buenos resultados.



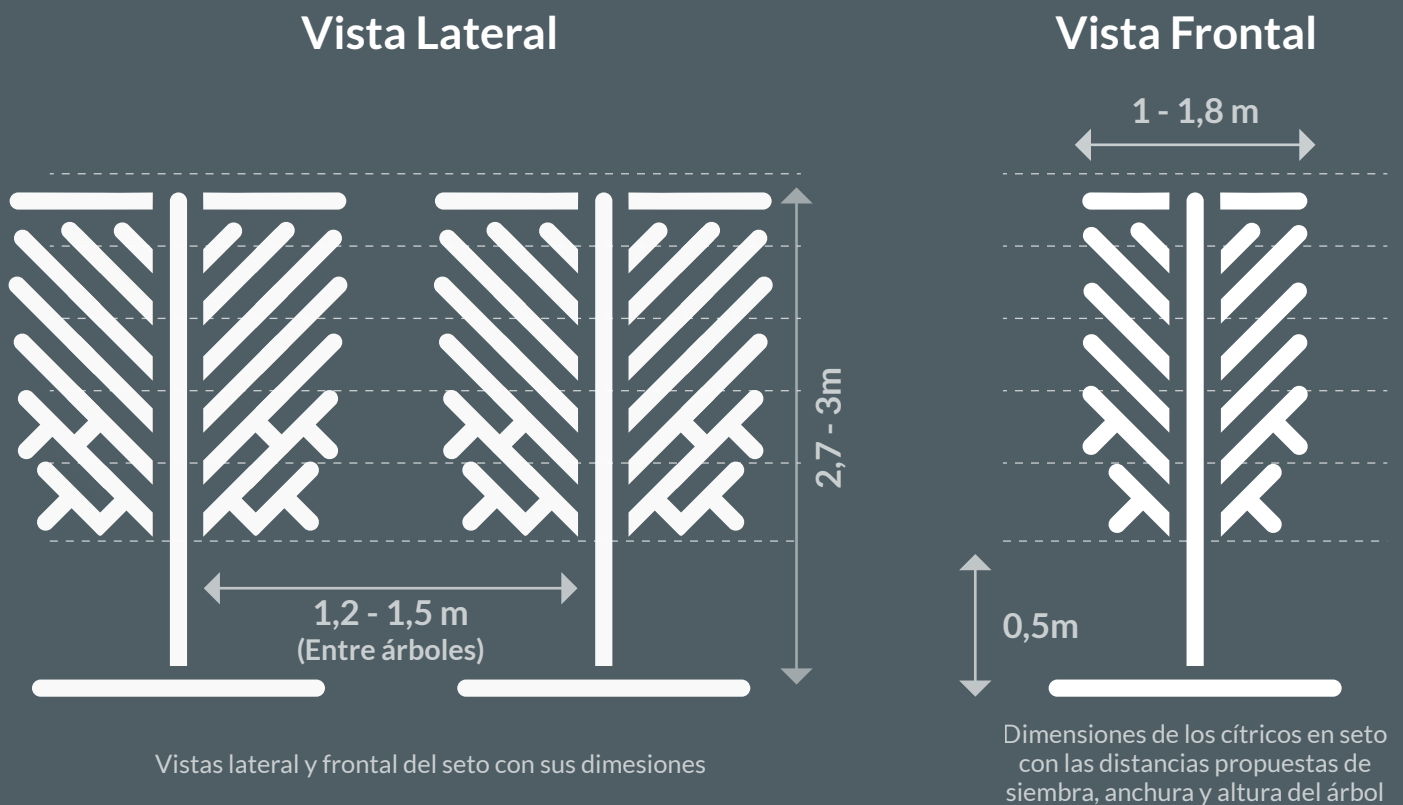
### Sistema de formación en seto

**Plantaciones con manejo en seto orientado a un sistema de formación bidimensional y de pequeño volumen**

Las plantaciones en seto se basan en necesidades de plantación reducidas que dan como resultado copas más pequeñas y bidimensionales que las tradicionales. Las plantaciones en seto están bien adaptadas a la mecanización de la poda y la cosecha con máquinas cabalgantes, que son las que se utilizan en las uvas, almendras y aceitunas, pero también para la cosecha manual cuando es necesario.

# 3

Los cítricos en seto se basan en copas bidimensionales formadas por múltiples ramas que deberían ocupar eficazmente **el espacio más pequeño asignado.**



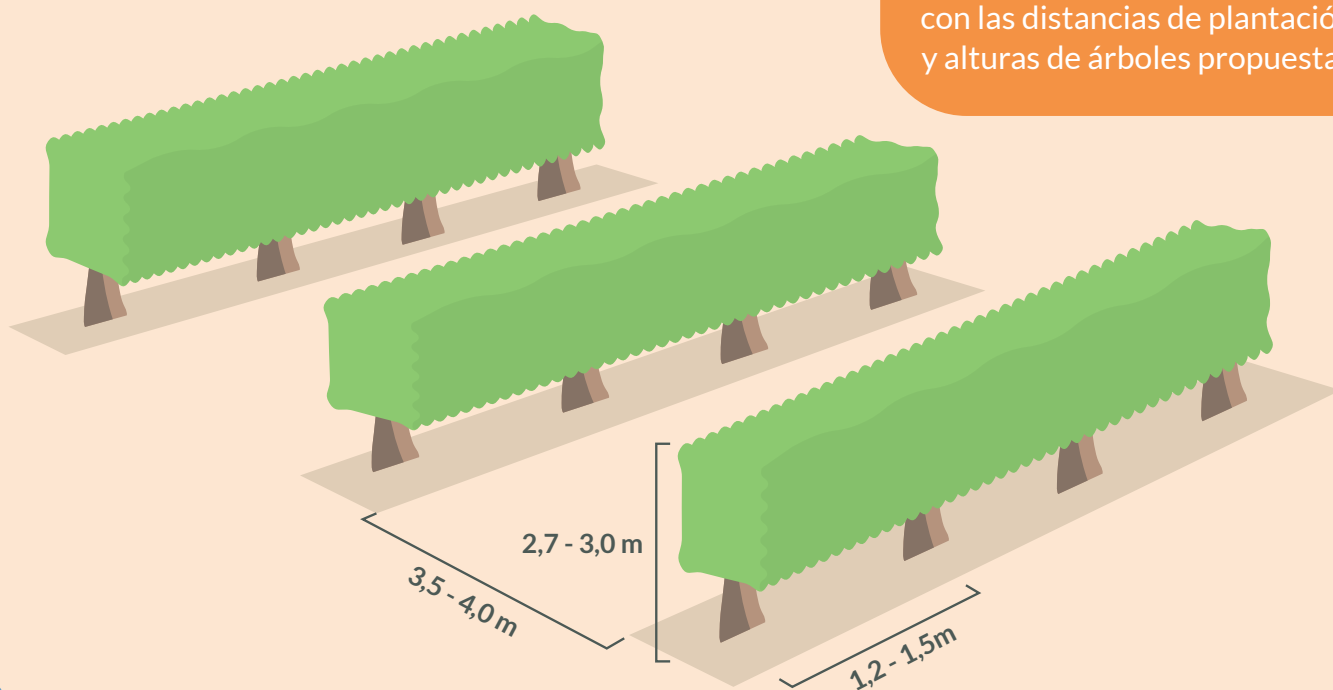
A partir de un árbol SmartTree® y a través de la posterior poda durante el período de formación, el árbol se desarrollará completamente, ocupando el espacio asignado y alcanzando la producción total en el 4º o 5º año. Las distancias de plantación van de 3,5 a 4 m entre líneas y de 1,2 a 1,5 m entre árboles

Esto es equivalente a densidades de siembra de 2380 a 1668 árboles/hectárea. La distancia desde las ramas más bajas hasta el suelo no debe ser inferior a 0,5 m para facilitar la cosecha y evitar la pérdida de fruta debido al movimiento de la máquina.

Las características de la plantación y las dimensiones del seto permiten variaciones y ajustes dependiendo de la variedad (vigor y hábito de crecimiento), del portainjerto y de las condiciones climáticas específicas y del suelo donde se encuentra la plantación. En base a los conceptos de manejo expuestos anteriormente, se traduce en una plantación cuyo diseño no superará los 3 m de altura y, en cualquier caso, deberá ajustarse a las dimensiones de la máquina cosechadora cabalgante cuando el destino de las frutas sea para su procesado, esto quiere decir de 1 a 1,8 m de ancho. La distancia común entre hileras utilizada varió de 3,5 a 4 m y de 1,2 a 1,5 m entre árboles.

En la actualidad hay disponibles diferentes modelos y dimensiones de máquinas.

Plantación en seto de cítricos con las distancias de plantación y alturas de árboles propuestas



Las dimensiones del seto descrito anteriormente permiten la mecanización de las tareas de poda en verano (pinzamiento), tratamientos, mantenimiento del suelo y recolección con cosechadoras mecánicas cabalgantes e incluso mediante cosecha manual (frutos más accesibles sin necesidad de escaleras). En el primer año de plantación, la poda se hará manualmente. En el segundo y tercer año, la poda será mecánica y se realizará varias veces dependiendo del vigor y del hábito de crecimiento de la variedad. En árboles adultos se aplican diferentes tiempos de poda mecánica para mantener controlado el volumen de la copa.

**La primera poda mecánica después de la cosecha consistirá en la poda apical y lateral, más la eliminación de las ramas más bajas del seto.**



La segunda (junio-julio) y la tercera, si es necesaria (septiembre-octubre), se realizarán en la parte superior de la copa para retirar los chupones y en los laterales si es necesario. También se recomienda realizar alternativamente una poda mecánica y manual, con el objetivo de eliminar algunos chupones y ramas no productivas o secas.

# El proceso de formación de árboles en seto, desde la plantación hasta los árboles adultos, se muestra en las siguientes imágenes.

## Año 1



## Años 2 y 3



## Año 4 y posteriores



Diferentes operaciones de poda en verde y cosecha para cítricos en seto desde el año 1 hasta el año 4 de plantación y posteriores. Parcelas experimentales en IFAPA Las Torres, Alcalá del Río (Sevilla-España).



# Experiencias en El Modelo en Seto en Cítricos

ALREDEDOR DEL MUNDO

Las experiencias actuales sobre el modelo en seto en cítricos se están desarrollando hoy en día en diferentes países como España, Brasil y Estados Unidos, con el fin de conocer su rendimiento agronómico y las ganancias de los productores.



# Comportamiento de variedades de naranja/mandarina sobre nuevos portainjertos en Andalucía



Alcala del Río (Sevilla)

En junio de 2015 se establecieron varios ensayos para determinar el crecimiento vegetativo de las plantas y la calidad de los frutos de diferentes variedades injertadas en diferentes portainjertos controladores del vigor (FA-517, FA-5 y CIVAC-19). Todos estos ensayos se llevaron a cabo en las fincas experimentales de IFAPA (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica) ubicados en Alcalá del Río (Andalucía).

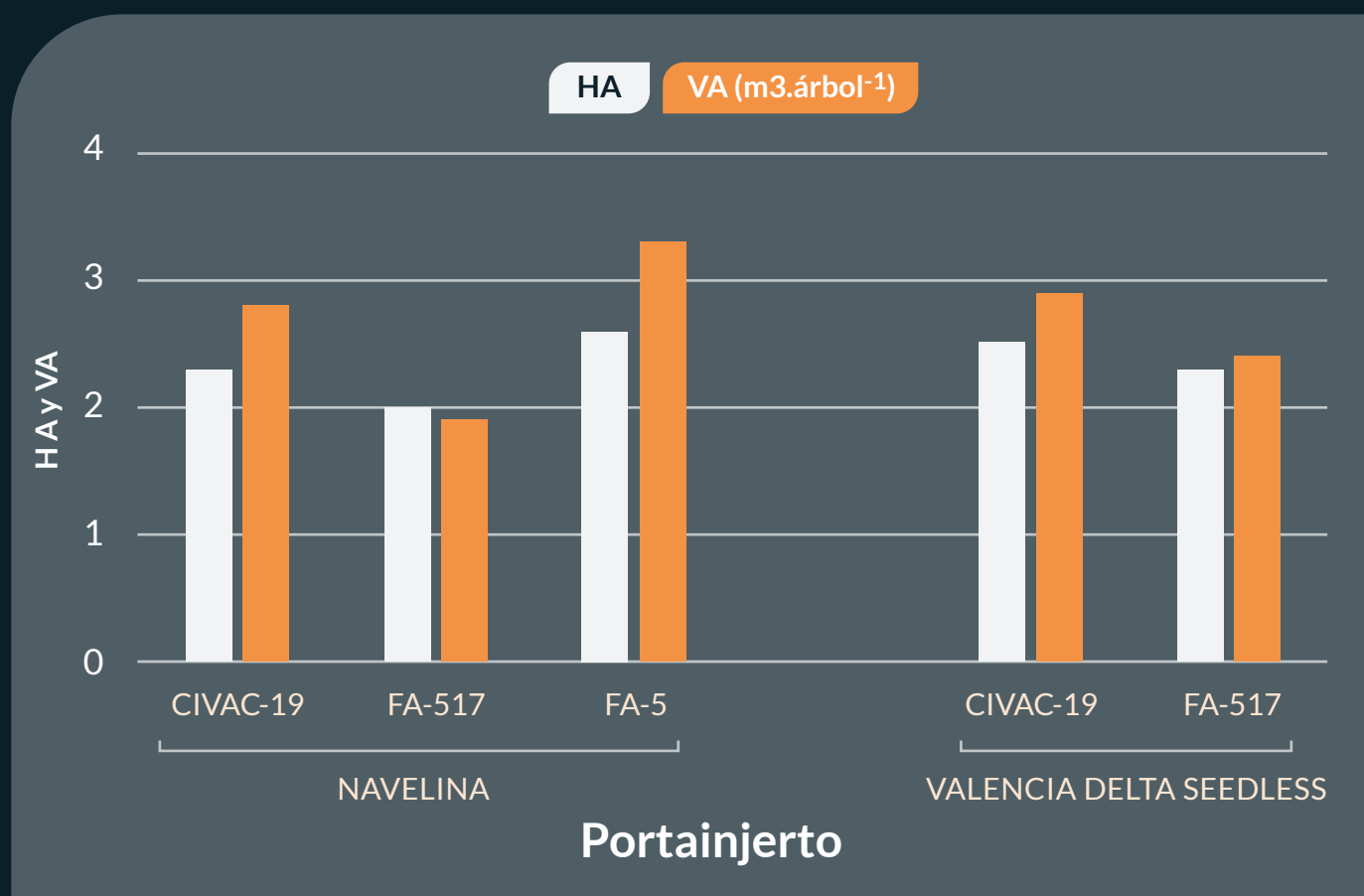
En el cuadro siguiente se presenta la producción anual y acumulada obtenida durante el período 2018-2022 (tres temporadas). La «Navelina» injertada en el CIVAC-19 proporcionó la mejor producción en las dos últimas temporadas, seguida por la «Navelina» en el FA-5. Las producciones correspondientes a «Valencia Delta Seedless» injertadas sobre CIVAC-19 y sobre FA-517 muestran un mejor rendimiento de CIVAC-19 en comparación con FA-517. No se observaron diferencias cuando se comparó la calidad de la fruta (diámetro de la fruta).

Variedad	Portainjerto	Kg.ha <sup>-1</sup> 2018/2019	Kg.ha <sup>-1</sup> 2020/2021	Kg.ha <sup>-1</sup> 2021/2022	Acumulado (3 temporadas)	Ø fruto (mm) Oct. 2021
Navelina	CIVAC-19	17.886	11.257	23.236	52.379	71,8
	FA-517	10.371	18.652	32.334	61.357	66,0
	FA-5	15.714	12.371	10.657	38.742	75,3
Val. Delta Seedless	CIVAC-19	24.257	12.143	36.036	72.436	66,6
	FA-517	12.714	8.686	20.786	42.186	60,1

Rendimientos anuales acumulados y tamaño medio del fruto de diferentes variedades de cítricos en la finca experimental de IFAPA en Alcalá del Río (Sevilla). Árboles plantados en junio de 2015 con una distancia de siembra de 3,5 x 1 m (11,5 x 3,3 pies).

En la siguiente figura se ilustra el efecto del portainjerto sobre el crecimiento y vigor de los árboles (expresado como altura y volumen de copa) en árboles de 6 años (medidos en la temporada 2020-2021) de las variedades «Navelina» y «Valencia Delta Seedless».

**El portainjerto menos vigoroso para dos variedades ha sido el FA-517 y el más vigoroso con 'Navelina' fue el FA-5 y, con 'Valencia Delta Seedless', el CIVAC-19.**



Altura del árbol (m) y volumen de copa del árbol (m<sup>3</sup>.árbol<sup>-1</sup>) de «Navelina» y «Valencia Delta Seedless» injertados en diferentes portainjertos y medidos en febrero de 2021. Los árboles fueron plantados en la Finca Experimental del IFAPA (Alcalá del Río, Sevilla) en junio de 2015.





## Hornachuelos (Córdoba)

En junio de 2015 se establecieron dos ensayos complementarios en plantaciones comerciales en la finca Moratalla, ubicada en Hornachuelos. Los datos de producción y de calidad del fruto fueron registrados durante tres temporadas de cosecha consecutivas (2019 a 2022) por IFAPA y se muestran en la siguiente tabla. Las producciones acumuladas de «Valencia Late» fueron casi el doble que las de «Valencia Delta Seedless». En «Valencia Late» las mejores producciones se obtuvieron con portainjertos FA-5 y CIVAC-19. «Valencia Delta Seedless» tuvo un comportamiento similar con todos los portainjertos. No se observaron diferencias en el tamaño de los frutos cuando se compararon los tres portainjertos.

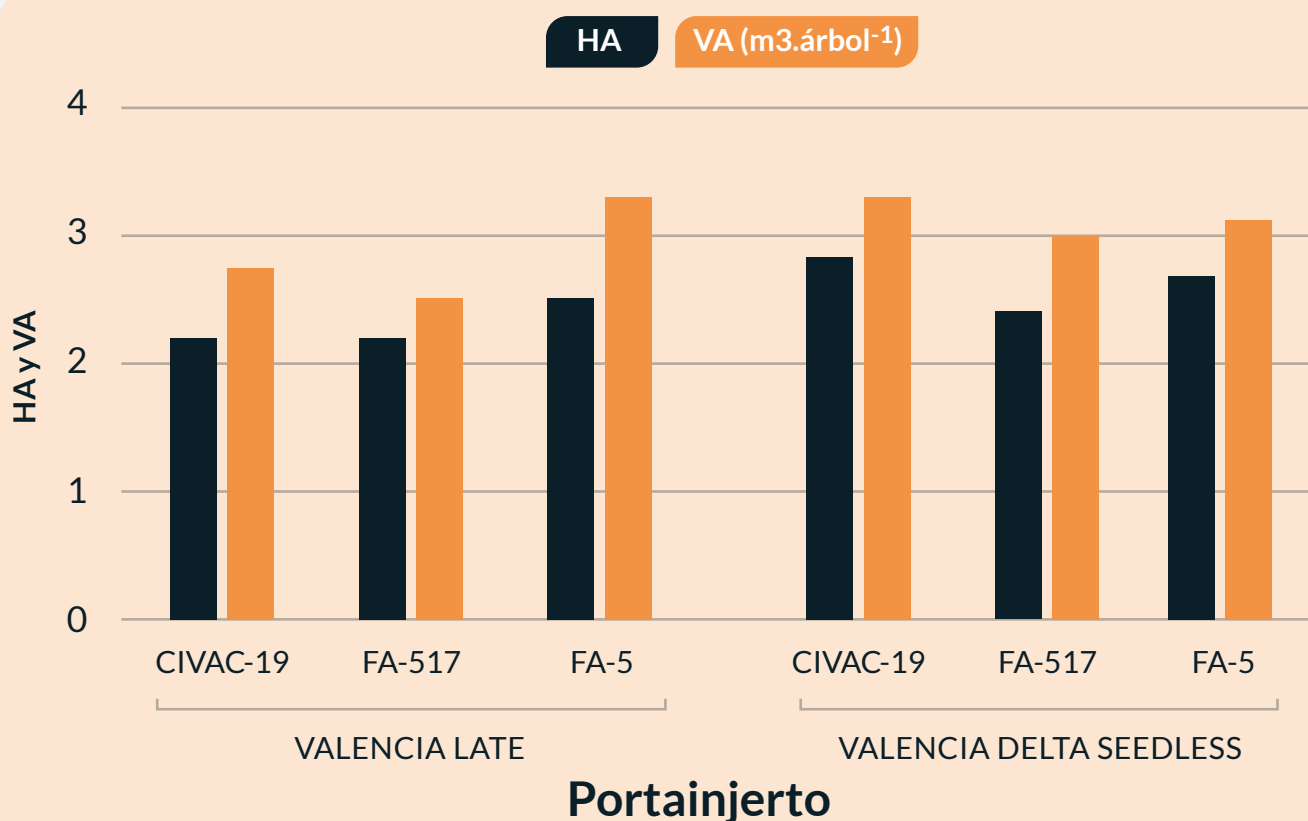
Variedad	Portainjerto	Kg.ha <sup>-1</sup> 2018/2019	Kg.ha <sup>-1</sup> 2020/2021	Kg.ha <sup>-1</sup> 2021/2022	Acumulado (3 temporadas)	Ø fruto (mm) Oct. 2021
Navelina	CIVAC-19	9.953	31.467	62.346	103.767	6,91
	FA-517	8.564	27.977	51.773	88.314	6,71
	FA-5	5.323	31.780	53.142	90.245	6,99
Val. Delta Seedless	CIVAC-19	4.629	7.601	59.254	71.484	7,16
	FA-517	5.051	6.034	42.671	52.756	6,45
	FA-5	2.893	7.090	30.489	40.471	7,32

Rendimientos y tamaño medio de los frutos (cm) correspondientes a «Valencia Late» y «Valencia Delta Seedless» injertados en tres portainjertos (CIVAC19, FA5 y FA517) de la finca Moratalla. Marcos de plantación de 'Valencia Late' 3,5 x 1,25 m y 'Valencia Delta Seedless' 3,5 x 1,5 m.



En la siguiente figura se ilustra el efecto del portainjerto sobre el crecimiento y vigor de los árboles (expresado como altura y volumen de copa) en árboles de 5 y 6 años (medidos en la temporada 2020-2021) de las variedades «Valencia Late» y «Valencia Delta Seedless».

**Con "Valencia Late" el portainjerto menos vigoroso fue el FA-517 y el más vigoroso el FA-5. "Valencia Delta Seedless" muestra una respuesta similar para todos los portainjertos.**



Altura del árbol (m) y volumen de copa (m³.árbol⁻¹) de «Valencia Late» (plantado en junio de 2015) y «Valencia Delta Seedless» (plantado en junio de 2016) injertados en diferentes portainjertos y medidos en febrero de 2021. Se plantaron árboles en la Finca Moratalla (Córdoba). Marcos de plantación de 'Valencia Late' 3,5 x 1,25 m y 'Valencia Delta Seedless' 3,5 x 1,5 m.

En esta plantación comercial la variedad de limonero es Fino-49, plantada en junio de 2018. A partir de junio de 2021 esta parcela está en proceso de conversión a ecológica. La producción anual y acumulativa se exponen en el cuadro siguiente, que muestra interesantes producciones tempranas y acumulativas.

Variedad	Portainjerto	Kg.ha <sup>-1</sup> 2020/2021	Kg.ha <sup>-1</sup> 2021/2022	Acumulado 2020 - 2022
Fino-49	CIVAC-19	13.923	23.485	37.408

Producciones anuales y acumuladas de limonero «Fino-49» injertado en CIVAC-19 y plantado en junio de 2018 en una parcela comercial en Málaga con una distancia de plantación de 3,5 x 1,25 m.

## Resultados de producción de portainjertos de bajo vigor en Brasil

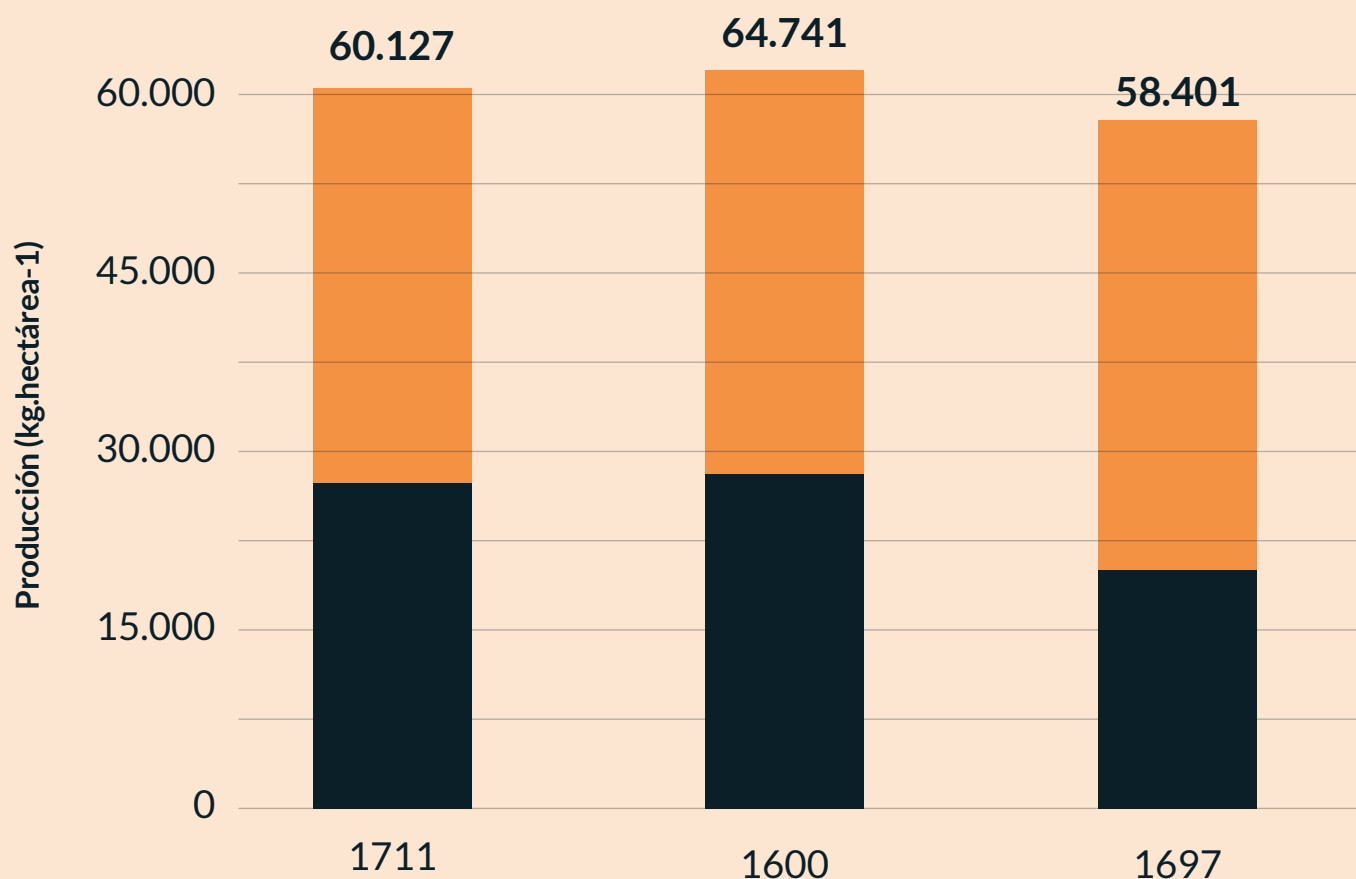
La experiencia se llevó a cabo en una plantación comercial de la empresa Agroterenas ubicada en Santa Cruz do Río Pardo (Sao Paulo, Brasil), utilizando una distancia de plantación de 5 x 1,5 m (540 árboles/ha). Se injertaron árboles de la variedad «Valencia» en portainjertos controladores de vigor 1711, 1600 y 1697 y se plantaron en octubre de 2017.

Estos portainjertos fueron obtenidos por el Centro de Citricultura Silvio Moreira en Cordeiropolis (Sao Paulo). Se evaluó el potencial tanto para el mercado fresco como para la industria. En el cuadro siguiente se representan las producciones para consumo fresco correspondientes al 3er año de plantación. La mejor producción se obtuvo con los portainjertos 1711 y 1600.

## Portainjerto

Producción 3er año

Producción 4º año

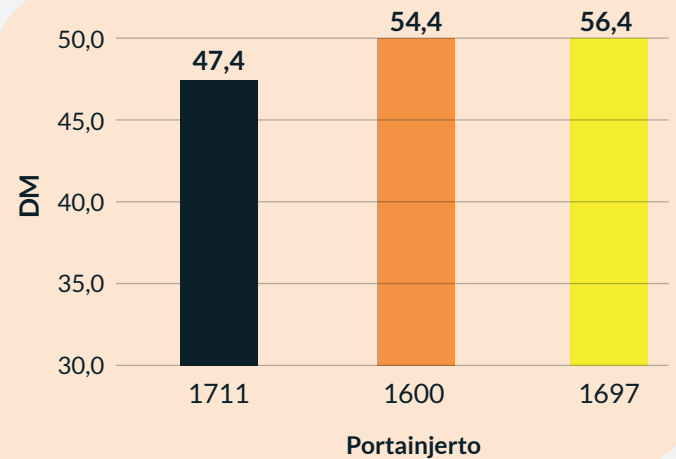
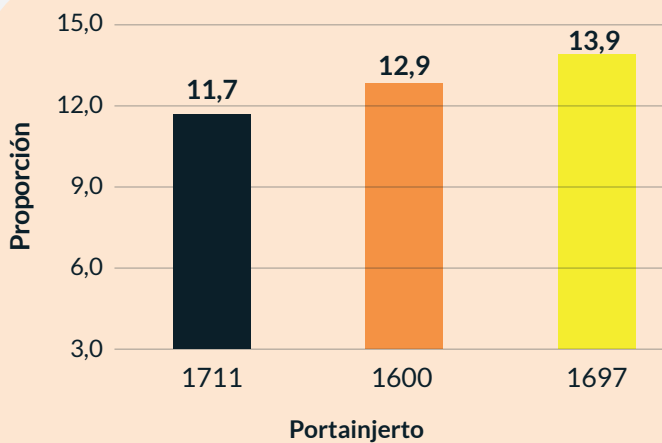
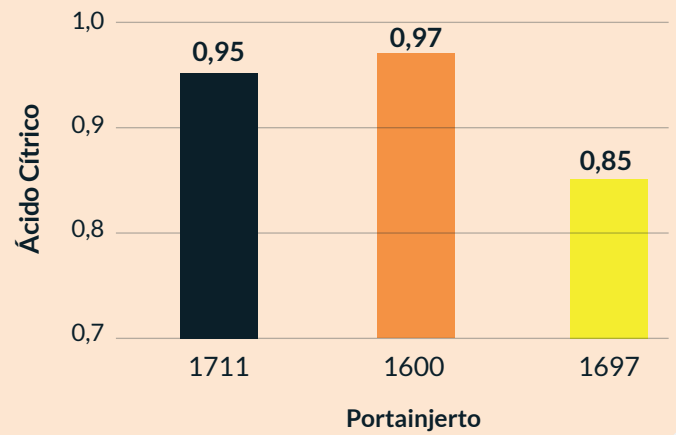
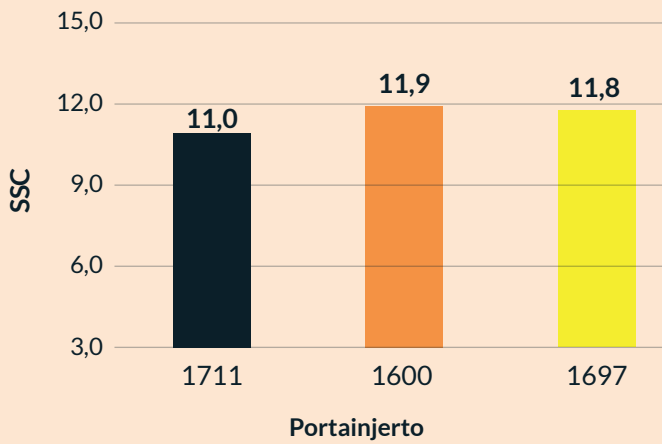


Producciones anuales y acumuladas correspondientes al 3er y 4º año de la variedad «Valencia» injertada en portainjertos de bajo vigor en Brasil. Fecha de cosecha: 21 de noviembre de 2021

En la siguiente figura se ilustran los datos correspondientes a la calidad industrial de los frutos procedentes de la misma parcela comercial, en particular el SSC (°Brix), la acidez (% ácido cítrico), la relación SSC/acidez y el contenido de materia seca (DM %) correspondiente a la variedad «Valencia» injertada en los portainjertos 1711, 1600 y 1697.



Ensayo en seto de Agroterenas (Santa Cruz do Rio Pardo, Brasil) con varios portainjertos enanizantes plantados a 5 x 1,5 m.



Datos de calidad industrial (SSC, Acidez, SSC/A, DM) correspondientes al 4º año de variedad «Valencia» injertada en tres portainjertos controladores de vigor en Agroterenas (Brasil) en noviembre de 2021.

# Rendimiento de los portainjertos controladores de vigor en Estados Unidos

Un ensayo con dos variedades de naranja («Valquarius» y «Vernia») y los portainjertos controlador de vigor: UFR-6 de la Universidad de Florida y US-897 del Departamento de Agricultura de EE.UU. USDA-ARS en Fort Pierce, FL, respectivamente, se estableció en mayo de 2018 en Lost Lake Grove con un marco de plantación de 3,60 x 1,20 m. Las primeras producciones con todas las combinaciones se han obtenido en la temporada 2021-2022. Otros estudios confirmarán el interés de estos nuevos portainjertos.



Ensayo Lost Lake Grove (Florida, EE.UU.) con varios portainjertos enanizantes, marcos de plantación 3,60 x 1,20



# Características de los Portainjertos

Numerosos portainjertos nuevos han sido lanzados durante las últimas décadas por varios centros de investigación y universidades de España, Brasil y Estados Unidos, entre otros países. La mayoría de ellos afectan al vigor de los árboles, pero también a otras características agronómicas como la producción, eficiencia de producción, fecha de cosecha y/o adaptación a situaciones de replantación o a diferentes características del suelo como se expone en la siguiente tabla. La información que se muestra es sólo para fines informativos y no se garantiza que se logre en todos los casos, debido a múltiples factores que influyen en el crecimiento de las plantas, así como a las condiciones climáticas y geográficas, las características de la tierra o las condiciones de manejo y usos agrícolas.





# CIVAC-19

## Information General

### Híbrido

Citrus reshni (var. Cleopatra) x Poncirus trifoliata

### Origen

Programa de mejora de portainjertos de cítricos en coobtención IVIA - Agromillora

## Resistencias y tolerancias

### Virus de la Tristeza de los Cítricos (CTV)

Tolerante. Presencia de los 3 genes de resistencia por PCR

### Clorosis férrica

Tolerante a la caliza. Mejor actividad de las raíces regando sin hierro que otros portainjertos.

### Asfixia

Tolerante

### Phytophthora

Moderadamente Resistente

### Salinidad

Muy Resistente

### Comportamiento agronómico

Muy alta eficiencia de producción, buen tamaño de fruto y maduración temprana.

### Vigor

Semienanizante





El cultivo en seto es un nuevo modelo agronómico propuesto para el cultivo de cítricos, ya sea para finalidad de producto fresco (recolección manual) o industrial (recolección mecánica). Representa un cambio disruptivo respecto al sistema tradicional en vaso abierto. El cambio en la estructura de los árboles, de una copa de forma voluminosa a una forma bidimensional de volumen reducido, da como resultado una mejor accesibilidad a la copa para los trabajadores en plantaciones de cítricos para el mercado fresco y para las máquinas (cosechadoras cabalgantes) en plantaciones de cítricos para la industria.

Además de reducir los costes de producción debido a la mayor eficiencia de recursos tales como mano de obra, pesticidas, agua de riego y/o fertilizantes, este sistema permite obtener producciones tempranas y proporciona una doble habilidad: cosechar cítricos para consumo fresco (cosecha manual) o para la industria (cosecha mecánica).

Este sistema en seto sigue la trayectoria de otras especies frutales, caracterizado por la transición a pequeñas copas bidimensionales y por la eficiencia en el uso de recursos; por lo tanto, es más sostenible desde el punto de vista medioambiental y para los productores ya que reduce el coste de producción y es menos dependiente de la mano de obra.



Cítricos

# MODELO EN SETO PARA CÍTRICOS

UNA PROPUESTA INNOVADORA,  
EFICIENTE Y SOSTENIBLE

Ignasi Iglesias <sup>1</sup>

Mariàngela Mestre <sup>1</sup>

Ramón Botet <sup>1</sup>

Joan Torrents <sup>1</sup>

Mireia Bordas <sup>2</sup>

(1) Grupo Agromillora, (2) Agromillora Iberia

Estefanía Romero <sup>3</sup>

Áurea Hervalejo <sup>3</sup>

Francisco José Arenas <sup>3</sup>

(3) IFAPA, Sevilla

María Ángeles Forner <sup>4</sup>

(4) IVIA, Valencia

