

# Informe final publicable de proyecto

## Sistemas Sustentables de Alta Eficiencia de Producción de Fruta Cítrica de Exportación

Código de proyecto ANII: FSA\_1\_2018\_1\_152506

Fecha de cierre de proyecto: 01/12/2023

**OTERO, Alvaro** (Responsable Técnico - Científico)

**BUENAHORA, José** (Investigador)

**LADO LINDNER, Joanna** (Investigador)

**MANZI FRAGA, Matías Jesús** (Investigador)

**PEREZ FAGGIANI, Elena** (Investigador)

**RIVAS GRELA, Carlos Fernando** (Investigador)

**RUBIO CATTANI, Leticia** (Investigador)

---

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. INIA SALTO GRANDE (Institución Proponente) \\  
NARANJALES GUARINO \\  
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE AGRONOMÍA \\  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

## **Resumen del proyecto**

La citricultura uruguaya mantiene su competitividad en los mercados gracias a la calidad organoléptica y sanitaria de su fruta fresca.

Las coberturas parciales o totales con malla anti-insectos y/o antigranizo están siendo implementadas exitosamente en otros países, permitiendo reducir los daños de eventos climáticos adversos y la incidencia de insectos polinizadores y/o vectores perjudiciales, mejorando la calidad y rendimiento del cultivo. Por otro lado, la amenaza directa del HLB y la presencia de *Diaphorina citri*, motivan a la búsqueda de nuevas tecnologías que excluyan o limiten al vector.

El objetivo de este proyecto es conocer el efecto del enmallado permanente total de cuadros de producción sobre los cambios en el ambiente, su impacto en la fisiología, en la producción, en la calidad de la fruta, en su potencial de conservación y en la dinámica de las plagas y enfermedades, con especial énfasis en *Diaphorina citri* en nuestras condiciones productivas. Para este fin, se seleccionaron cuadros comerciales de mandarina "Afourer" (*Citrus reticulata* Bl.) donde se cubrió totalmente los cuadros con dos tipos de mallas; malla de 40 mesh (2 ha), antiabejas (2 ha), y 2 ha se mantuvieron sin enmallar. Los cambios ambientales determinaron una reducción de un 24% en el consumo de agua en los ambientes bajo malla respecto al ambiente sin malla. El rendimiento promedio no cambió bajo las mallas respecto al testigo sin malla: 100,7 y 91,6 vs 90,5 Kg. planta<sup>-1</sup>. La alternancia productiva dentro de las mallas se redujo significativamente. El porcentaje de frutos empacados con calidad de exportación aumentó del 70% en el testigo al 90% bajo las mallas, debido a la reducción del rameado. El ambiente con mallas redujo el número de frutos sin semillas (98% de frutos sin semillas bajo las mallas vs 31% en los frutos de las plantas sin mallas).

**Ciencias Agrícolas / Agricultura, Silvicultura y Pesca / Horticultura, Viticultura / Ecofisiología y Manejo del Agua**

**Palabras clave: Citricultura / Sistemas de Producción / Alta Calidad /**

### **Antecedentes, problema de investigación, objetivos y justificación.**

La citricultura de exportación de fruta fresca se ha caracterizado por su alta calidad; aun así, los porcentajes de fruta exportada se encuentran entre un 40 y 50% (DIEA MGAP, 2017; Uruguay XXI, 2016), con gran cantidad de descartes, dependiendo de la variedad y de las condiciones climáticas del ciclo productivo (Caputi y Montes 2010; Bruno et al. 2010). Paralelamente, el concepto de calidad de la fruta fresca cítrica ha evolucionado rápidamente en los últimos años en aquellos países donde solemos colocar nuestra fruta (Moser et al. 2011); en donde, sin dejar de lado cualidades como la apariencia y el sabor, han surgido como ejes impulsores de la demanda, aspectos de salud y conveniencia. Estos ejes se ven reflejados en las nuevas preferencias del consumidor, buscando cítricos de fácil pelado, sin semillas, inocuidad (de procesos y productos) y presencia de compuestos nutraceuticos, incluidos los antioxidantes, entre otros (Kyriacou et al. 2018; Lado et al. 2018).

Factores que afectan la calidad de la fruta y nuevas tecnologías para su mejora.

En términos generales la calidad de la fruta cítrica es afectada por un grupo importante de factores (Agusti, M. 2003), entre los que se encuentran aquellos relacionados a plagas y enfermedades (ej. cancro cítrico, alternaria, mancha negra) afectando directamente la calidad exportable o incluso restringiendo el acceso a los mercados de exportación

(Gottwald et al., 2007; EFSA, 2014). Otras plagas y enfermedades inclusive pueden tener un efecto devastador en la longevidad de las plantaciones, tal como ocurre con los daños ocasionados por el complejo HLB-Diaphorina citri (Bové, 2006; Gottwald et al. 2007).

Otros factores que afectan la calidad de la fruta se relacionan tanto con condiciones nutricionales, hídricas, fisiológicas y sanitarias, como aquellas dadas por eventos abióticos, tales como el daño por quemado de fruta por exceso de radiación, por viento y granizo; daños estos que redundan en pérdidas económicas de significativa importancia (Agusti, M. 2003).

La búsqueda de tecnologías innovadoras es constante en la citricultura de los diferentes países, apuntando a levantar restricciones de mercado, estabilidad productiva, uso eficiente de los recursos naturales y minimizar la influencia del cambio climático sobre factores bióticos (dinámica de las plagas y enfermedades), y abióticos (granizos, daños de sol, fuertes vientos) que afectan la calidad. En este sentido, los sistemas de producción cítrica bajo cubierta total en extensiones de importancia están siendo frecuentemente utilizados en Israel, y España (Shahak, 2014). En otros países como EEUU se utilizan para evitar la vectorización del HLB, principal limitante y desafío productivo actual (Schumann, et al. 2017; Setamou et al. 2018) e inclusive para evitar la entrada de insectos polinizadores y así producir frutas sin semillas.

Esta tecnología de producción ha sido desarrollada e implementada en regiones citrícolas con alta radiación solar, bajas precipitaciones y baja humedad relativa, con resultados productivos muy exitosos (Shahak et al. 2004; Shahak, 2014). Si bien pensamos que esta tecnología podría ser de gran utilidad en Uruguay, hay aspectos no determinados para las condiciones ambientales y productivas locales como ser la dinámica de plagas y enfermedades, del agua y algunos nutrientes, especialmente aquellos dependientes de la transpiración de la planta (Cohen et al, 1997, Jifon et al. 2003).

Mallas y su incidencia en la fisiología de la planta.

En Uruguay, en la producción bajo malla, es esperable que la radiación solar incidente sobre las plantas sea menor (Syvertsen et al. 2003) que en los países que han desarrollado esta tecnología, lo que afectaría la dinámica del agua a través de la reducción de la evapotranspiración (Allen, 1998). Es esperable también una reducción de la velocidad del viento, con el mismo efecto en la evapotranspiración. Paralelamente, la menor radiación directa, podría tener un efecto positivo en la tasa de fotosíntesis (Syvertsen et al. 2003; 2008), evitando la fotoinhibición de las capas externas de la canopia.

Mallas y su incidencia en el contenido de semillas.

La cobertura de los árboles cítricos con mallas anti-abejas, es una medida de manejo extendida a nivel mundial y nacional para la producción de fruta sin semilla en aquellas variedades de alto valor comercial (Otero et al. 2017). Este tipo de cobertura es temporal, principalmente cuando las plantas se encuentran en el período de floración.

Mallas y su incidencia en la dinámica de enfermedades y plagas.

Las condiciones ambientales bajo la malla podrían reducir las condiciones predisponentes para algunas enfermedades, especialmente el cancro cítrico (Bernal, R. 2007), dado por la reducción del viento, un factor importante para disminuir la incidencia de la enfermedad, pero al mismo tiempo es de esperar mayores períodos de hoja mojada (Gottwald et al. 2002). Así, el aumento de la humedad ambiente favorece las condiciones predisponentes de enfermedades a hongos tales como *Penicillium* y *Geotrichum*, con resultados muy comprometedores en la calidad de la fruta para exportación en años con alta humedad previos a la cosecha (Red de postcosecha, 2018). El enmallado podría evitar la entrada de insectos perjudiciales como *Diaphorina citri*, disminuyendo el riesgo de infección por la enfermedad bacteriana Huanglongbing (HLB), y la Mosca de las frutas, principal plaga cuarentenaria presente en la citricultura. Sin embargo, el cambio en

la dinámica poblacional de otras plagas no es conocida y posiblemente sea afectada, como el caso de cochinillas (Asplanato, G. et al. 2001; Schumann, et al. 2017; Setamou et al. 2018).

Por otro lado, la amenaza regional de enfermedades letales como el HLB, que actualmente no tienen cura, son vectorizadas por insectos presentes en UY y en nuestra región (*Diaphorina citri*) (da Graça et al., 2016). La protección de las plantas por mallas anti-*Diaphorina* en viveros cubiertos que impiden la entrada del insecto vector, es una herramienta legalmente impuesta en muchos países (INASE, 2014).

#### Descripción del problema a ser abordado

El sector citrícola en Uruguay se enfrenta a cambios relevantes en el mercado que amenazan su competitividad a corto plazo, entre otros dado por: a) un mercado internacional más competitivo; b) cambios en la apreciación de la calidad de la fruta por los consumidores (calidad cosmética, ausencia de semillas, bajos niveles de residuos); c) sistemas más sustentables y eficientes de producción y d) la aparición a nivel regional (Argentina, Brasil y Paraguay) del HLB, la enfermedad más destructiva conocida en la actualidad, mortal e incurable para los cítricos (Bové, 2006).

Uruguay exporta fruta fresca cítrica de alta calidad, con un porcentaje de exportación del 45% (Uruguay XXI, 2016) con gran cantidad de descartes, dependiendo de la variedad y del clima (Caputi y Montes 2010; Bruno et al. 2010). El rendimiento promedio de las empresas exportadoras es comparable al rendimiento de muchas zonas citrícolas del mundo en similares condiciones de producción. Esto nos lleva a la hipótesis de que, con el aumento de la calidad exportable de la fruta cítrica, podríamos aumentar concomitantemente los volúmenes exportables o de incrementar las frutas en las categorías de mayor valor comercial.

La alta dispersión mundial de HLB, ha llamado la atención de los sistemas sanitarios oficiales y especialmente de los productores de Uruguay; dentro de un escenario en el cual tenemos en UY la presencia *Diaphorina citri*, principal vector de esta enfermedad. Esto implica una amenaza real, ya que Argentina, Paraguay y Brasil han reportado la enfermedad en su territorio (Bassanezi, 2006; Gottwald, et al. 2007; Chiyaka et al. 2012).

El área citrícola de Uruguay tiene algunas peculiaridades climáticas que no hacen fácil a los productores lograr frutas de alta calidad, con una cosmética perfecta. Los eventos meteorológicos perjudiciales presentan diferentes ocurrencias; y tienen una incidencia importante en la producción. El granizo, con efectos devastadores en los sitios productivos, afectando la piel de los frutos haciéndolos no comercializables, (El Observador 2018). Las heladas, que afectan tanto la calidad interna como externa de los frutos (Guarga et al. 2000) y, por último, el viento, que en las condiciones más frecuentes en la región ocasionando rayas y mancha superficiales en los frutos que desmerecen las categorías de alta calidad (Cataldo et al. 2011) y facilitan la entrada de patógenos.

En zonas áridas, se están desarrollando sistemas de producción bajo malla total para mejorar la producción de los cítricos, incrementando en sentido amplio la calidad de la fruta, a través de un mayor control ambiental, del agua y los nutrientes (Shahak, 2014; Schumann, et al. 2017; Setamou et al. 2018). Esta tecnología es una propuesta desarrollada para el control ambiental y la exclusión de algunas plagas, disminuyendo en forma significativa el efecto adverso de eventos meteorológicos perjudiciales.

Este sistema de producción se presenta como una alternativa innovadora para la citricultura de Uruguay. Por un lado, se minimiza el efecto de las condiciones meteorológicas adversas (granizo, viento, heladas, exceso de radiación) sobre la producción de fruta y, por otro lado, se reduciría la incidencia de plagas por exclusión y la incidencia de enfermedades de tipo cuarentenario, y se incrementaría la producción de

frutas sin semillas al reducir las posibilidades de polinización cruzada por las abejas.

Las zonas productivas donde se está implementando esta alternativa, son áreas de producción con alta radiación incidente, baja humedad relativa y bajas precipitaciones (Gat et al. 1997); esto lleva a que el sistema en sí sea más predecible; en Uruguay estas condiciones ambientales son menos frecuentes.

La menor radiación incidente podría tener efectos directos en la dinámica del agua y los nutrientes directamente a través del cambio en la transpiración del cultivo y evaporación del suelo, así como la dinámica de absorción y utilización de los nutrientes como el nitrógeno. Por otro lado, la reducción de la radiación solar tiene efectos beneficiosos en el aumento de la tasa de fotosíntesis de la periferia de los árboles debida a la fotoinhibición (Syvertsen et al., 2003) y a la reducción de altas temperaturas durante el cuajado de los frutos (Otero y Goñi, 2010, 2014).

Por otro lado, con el cambio en el ambiente bajo la malla, es de esperar un cambio en las condiciones predisponente de las enfermedades. En cuanto a la reducción del viento dado por el enmallado, se podrá evaluar también su efecto sobre la incidencia en el rameado, una de las principales causas de descarte que afectan los frutos.

Finalmente, la exclusión de plagas importantes como *Diaphorina citri* y Mosca de las frutas debe ser evaluado experimentalmente; al mismo tiempo, hay un desconocimiento total de la dinámica de otras plagas y que deberían estar afectadas por el cambio ambiental bajo la malla protectora.

Asimismo, este efecto de exclusión de insectos se aplica para las abejas, principal polinizador de los cítricos y que, dados los cambios en las preferencias del consumidor, afecta negativamente la calidad de la fruta. Con la exclusión de las abejas, es esperable una mayor producción de frutas sin semillas, mejorando significativamente el retorno económico de la producción.

#### Justificación de aplicabilidad e impacto:

Las respuestas a las hipótesis planteadas en el marco del proyecto permitirán tener datos de importancia para dirimir la validez de esta potencial tecnología en la región citrícola de Uruguay, no solo por su rentabilidad, sino principalmente por su eficacia en nuestro clima templado-húmedo. Es de esperar que los cambios en la dinámica del agua, especialmente por la disminución de la transpiración de las plantas, aumente la eficiencia el uso del agua;

pero al mismo tiempo podría alterar negativamente el balance de algunos nutrientes. Por otro lado, es de esperar un incremento significativo de la calidad externa de la fruta y la estabilidad de la producción, con un uso muy reducido en la aplicación de agroquímicos.

El incremento en solo un 40% más de la calidad de la fruta cítrica y de la obtención del 100 % de frutas sin semillas en variedades de alto valor comercial y la reducción de residuos en la fruta haría de este nuevo sistema una alternativa productiva de futuro muy atractiva para los productores de fruta cítrica de exportación. Además, bajo un escenario posible de presencia de HLB en el país, el uso de mallas permitiría la exclusión del monte citrícola a la entrada de *Diaphorina citri*, evitando la dispersión del vector y la enfermedad.

#### Metodología/Diseño del estudio

La estrategia de investigación se basó en las fortalezas de las instituciones intervinientes (INIA y Fagro-Udelar) en íntima colaboración con el sector productivo de exportación citrícola, particularmente en la implementación de los sistemas productivos bajo malla propuestos. A tal efecto se realizó una asociación con el sector privado de productores citrícolas, concretamente con la empresa Noridel S.A. (Salto), para la instalación de 6 grandes parcelas experimentales de cítricos del cultivar (Afourer/Nadorcott).

A tal efecto se diseñó un experimento en un predio citrícola en Zanja Honda (Salto) de la empresa Noridel

S.A. que se comenzó a instalar en diciembre de 2019.

Dentro de este experimento, se desarrollaron los tres componentes u objetivos específicos:

- Componente 1. Modificación del ambiente climático y evaluación de la dinámica del agua, nutrientes y parámetros fisiológicos.
- Componente 2. Evaluación de la productividad, calidad de la fruta y comportamiento en postcosecha.
- Componente 3. Cambios en las condiciones predisponentes para plagas y enfermedades.

Descripción general del experimento.

El ensayo se realizó en el predio comercial de la empresa Noridel S.A., ubicado en la localidad de Zanja Honda (31°06' S y 57°45' O), departamento de Salto, Uruguay. Se implementó en 6 ha de árboles de mandarina "Afourer" (*Citrus reticulata* Blanco), en un cambio de copa sobre Satsuma Okitsu (*Citrus unshiu* Marc.) injertada sobre *Poncirus Trifoliata* L. Los árboles fueron implantados en el 2009 a una distancia de 6 m por 3 m y una densidad de plantación de 556 árboles. ha<sup>-1</sup>. Las plantas de igual edad del cambio de copa y condiciones sanitarias y de manejo. Se seleccionaron las plantas y se identificaron parcelas de 1 ha cada una, donde se instalaron las mallas con una estructura soportada por columnas de eucaliptus y alambres.

El método de riego utilizado fue de goteo: una línea de goteros, con emisores cada 0,60 m de un caudal de 1,2 L. h<sup>-1</sup>. La fertilización se realizó mediante dos métodos: fertilización en cobertura y fertirriego, aproximadamente con un 80% y un 20% de la dosis anual respectivamente. La fertilización en cobertura se realizó en dos momentos: setiembre y diciembre con ENTEC (26-0-0) y Micromás (21-8-15) respectivamente. El fertirriego se realizó en cada uno de los momentos que se regó y se utilizaron como fuentes de nutrientes: al UAN, fosfito de potasio, sulfato de potasio y ácido fosfórico. La dosis anual para el ambiente sin malla, con malla anti-abeja y con malla 40 mesh fueron 185 kg. ha<sup>-1</sup> de N, 39 kg. ha<sup>-1</sup> de P2O5, 157,8 kg. ha<sup>-1</sup> de K2O; 193 kg. ha<sup>-1</sup> de N, 38 kg. ha<sup>-1</sup> de P2O5, 150 kg. ha<sup>-1</sup> de K2O y 195 kg. ha<sup>-1</sup> de N, 39 kg. ha<sup>-1</sup> de P2O5, 144 kg. ha<sup>-1</sup> de K2O respectivamente.

El suelo es un Argisol Subéutrico del orden Saturados Lixiviados de la unidad Constitución (Altamirano et al., 1976).

Estas seis parcelas correspondieron a los tres tratamientos (ambientes) diseñados, con dos repeticiones cada uno: a) Cobertura total y permanente de malla (40 mesh, Textil Kopruch, Argentina) que evitaría la entrada de *Diaphorina citri*; b) Cobertura total y permanente de malla antiabejas (9 mesh, Textil Kopruch, Argentina) y c) Sin cobertura de mallas (abierto).

Para el diseño de las estructuras de soporte de las mallas en forma de galpones hubo que contemplar el tránsito y el manejo de las plantas en forma ordinaria (curas, podas, cosechas, etc.). La cobertura con mallas es total, en todo el ciclo productivo y durante toda la duración del experimento.

Monitorización del ambiente climático bajo las mallas y en abierto sin malla.

En una parcela de cada ambiente se instaló una estación meteorológica automática básica (WatchDog 2900ET, Spectrum, USA) en la cual se medía y almacenaba la temperatura del aire (°C) y del suelo (°C), la humedad relativa del aire (%), la radiación solar incidente (w.m<sup>-2</sup>), la precipitación (mm) y la dirección (°) y velocidad del viento (km.h<sup>-1</sup>), cada 15 minutos. Las estaciones fueron instaladas en el centro de las filas y los datos se recolectaban cada mes. Simultáneamente se instalaron sensores de radiación solar sobre las plantas, 2 sensores por parcela, en un total de 12 (Spectrum Silicon Pyranometer, USA), los registros fueron realizados cada 15 minutos y almacenados en dataloggers (WatchDog 1650 Micro Station).

Breve resumen metodológico específico de cada componente.

Componente 1. Modificación del ambiente climático y evaluación de la dinámica del agua, nutrientes y

parámetros fisiológicos.

En particular en este componente se buscó tener una medida precisa del contenido de agua en el perfil del suelo (hasta 60 cm) a intervalos de 1 h y con una distribución espacial en la parcela; se usarán sensores FDR 10HS (Decagon, USA) con un datalogger por estación de registro. Además de estos sensores/registradores, facilitando la evaluación espacial en profundidad del contenido de agua en el suelo. Se realizó la caracterización de la retención de agua en los diferentes horizontes del suelo en las parcelas, utilizando olla de presión (SoilMoisture, USA). El muestreo de nutrientes en el suelo se realizó a través de succionadores y muestreadores de solución del suelo (UMS, Alemania) con periodicidad semanal, donde se determinó por cromatografía de iones (Dionex Aquion, USA) el contenido de nitritos, nitratos, sulfatos, cloruros, calcio, magnesio, potasio, amonio y sodio. Se midió el contenido de nutrientes en hoja y en fruto, así como la medida del intercambio gaseoso (tasa de asimilación de CO<sub>2</sub>-fotosíntesis), de la eficiencia del fotosistema II (fluorescencia) y la conductancia estomática en hojas de algunos árboles previamente identificados de las parcelas. Se utilizó equipos de fotosíntesis CIRAS-3 (PPSystems, USA); Fluorómetro OS5 (OptiScience, USA) y Porómetro AP4 (Delta-T Devices, UK), entre otros.

Componente 2. Factores de producción y de calidad de la fruta.

Dentro de las evaluaciones de los factores de producción se midió con repetibilidad espacial y que representen la parcela experimental, la intensidad de floración, el cuajado de frutos, la evolución del tamaño de los frutos (por muestreo de plantas seleccionadas), la intensidad de las brotaciones vegetativas, el número de frutos y el rendimiento en plantas seleccionadas y luego el rendimiento total de cada parcela. Respecto a la calidad de la fruta, además de la clasificación a través de muestreos de los daños en la piel de los frutos y de la calidad interna de los mismos (Brix, acidez titulable, color del jugo, porcentaje de cáscara, firmeza de los frutos) se midió la evolución de algunas características como el color y la firmeza del fruto. El color de la fruta se realizó sobre el árbol, sin remoción de frutos con un colorímetro (Minolta CR400, Japón). En el momento de madurez comercial se cosechó cada parcela por separado y procesar toda la fruta en una planta de empaque comercial, a los efectos de obtener un dato global y cuantitativamente comparable del efecto de las mallas en la calidad de exportación. Se evaluó también en cosecha la firmeza de fruto evaluada como deformación (mm) del fruto, utilizando un texturómetro (TA-Tx Plus Stable Microsystems, UK).

Componente 3. Cambio en las condiciones predisponentes para plagas y enfermedades.

Se midieron las condiciones ambientales dentro y fuera de las mallas de forma que represente bien la variabilidad espacial de las variables meteorológicas que más influyen en la predisposición a enfermedades: radiación global incidente, temperatura, humedad relativa, viento (dirección e intensidad), periodo de hoja mojada. A tal efecto tuvo una estación de registro básica en el centro de cada parcela y varios sensores individuales que midan la dispersión espacial de estas variables, especialmente humedad, temperatura y hoja mojada. Se evaluó las condiciones predisponentes a través de modelos (Bassimba et al., 2014) a partir de los datos de las condiciones ambientales presentes. En el caso de mancha negra y cancro cítrico se realizarán muestreos foliares y de fruta en las principales etapas fenológicas para constatar la evolución de la incidencia de estas enfermedades.

La fluctuación estacional de las poblaciones de *D. citri* y *P. citrella* está muy relacionada a la disponibilidad de brotes, imprescindibles para la oviposición y desarrollo, así como de las condiciones climáticas imperantes en los distintos períodos del año. Quincenalmente, en cada parcela, registró la fenología en

plantas seleccionadas, dentro de un área conocida, utilizando marcos que se apoyan sobre las caras de la entrefila. Para comprobar la presencia de *D. citri* y *P. citrella* se extrajeron brotes que más tarde se observarán en lupa para determinar el estadio presente en ese momento.

Para el monitoreo de *Diaphorina citri* se utilizaron los siguientes métodos:

**Observación Visual.** En cada una de 10 plantas del cuadro, estratégicamente ubicadas en el mismo para buscar su mejor distribución, cada 15 días se observaron los brotes de 4 ramas situadas en los vértices de la planta, sobre la planta contigua, y brotes de una rama ubicada en el interior de la copa de la planta. Se registró la presencia/ausencia de Huevos (H), Ninfas (N) y Adultos (A) de *D. citri* en un total de 50 ramas de cada cuadro. Los puntos de muestro fueron móviles, trasladándose hacia plantas contiguas en cada fecha.

**Trampas amarillas adhesivas.** Las tarjetas amarillas, de una dimensión de 20 cm x 10 cm, fueron colocadas cada 80-100 metros sobre los vértices de los cuadros, en tanto que otra se instaló en el centro. Estos puntos se mantuvieron fijos durante todo el experimento. Las trampas, con adhesivo en ambas caras, se utilizaron de un solo lado durante 2 semanas, cubriéndose el otro alternativamente. Fueron reemplazadas cada 30 días, luego acondicionadas y transportadas al laboratorio para su posterior lectura y confirmación de los registros realizados en el campo en la planilla.

**Tap o Golpeteo.** Dentro de los cuadros se establecieron 10 puntos de monitoreo (Planta) y cada 2 semanas, de cada planta se toman 4 ramas ubicadas cada una en uno de los vértices de los árboles seleccionados adicionándose un punto central, realizándose el método de golpeteo en cinco ramas por árbol. El método consistió en golpear 3 veces las ramas con un caño de PVC de  $\frac{3}{4}$  pulgadas sobre una tabla de monitoreo cubierta por una hoja blanca A4 o sobre una bandeja blanca. Una vez se golpeaba se contabilizaba inmediatamente los adultos de *D. citri* y los enemigos naturales que caían en ella tales como coccinélidos, arácnidos y alguna otra especie de depredadores. En cada fecha y para cada zona de muestreo se seleccionaba un nuevo árbol con el fin de ir monitoreado consecutivamente toda el área del cuadro.

En caso de que corresponda se liberó *T. radiata* para el control biológico de *D. citri* y/o aplicar tratamientos de bajo impacto. El monitoreo de la mosca de la fruta se realizó colocando 3 baterías de trampas McPhail y Jackson por parcela mientras que el manejo se hará a través del trampeo masivo usando trampas Susbin o Ceratrap, donde se capturan y mueren las moscas. El monitoreo y seguimiento de la evolución de *Aonidiella aurantii* se realizó a través del muestreo con trampas de feromona y la observación de frutas. Se siguió la evolución de las condiciones predisponentes, básicamente la velocidad de incremento de los grados día a los efectos de utilizar la información para efectuar la aplicación de tratamientos si corresponde.

Para tener información básica de los enemigos naturales se colocaron trampas amarillas diferentes y se hará el tapeo correspondiente. Se atendieron también en momentos puntuales del año la factibilidad de ingreso a través de las mallas de 40 mesh de trips y ácaros, fundamentalmente en los bordes expuestos a vientos predominantes. Se debió

tener especial cuidado en los puntos de ingreso a las parcelas con malla. Las plagas pueden ingresar en la ropa o vehículos, etc. de las personas que allí trabajen. Una vez que ingresan, bajo el ambiente de mallas se multiplicaron fácilmente.

## **Resultados, análisis y discusión**

Componente 1. Ambiente bajo las mallas.

Las mallas permanentes cambiaron las condiciones ambientales, creando tres ambientes diferentes para el crecimiento de los árboles, plagas y enfermedades. Se registró en todos los años de evaluación, un incremento de la temperatura máxima, media y de la humedad relativa en los ambientes con mallas, siendo superior este incremento en la malla 40 mesh (anti-*Diaphorina*). En las mallas anti-*Diaphorina*, el ambiente

registró HR% del 2 al 7 % superior respecto al ambiente sin mallas. El ambiente más cálido se desarrolló bajo las mallas de 40 mesh teniendo diferencias diarias entre 2 y 3 °C, también respecto al testigo sin malla. La radiación solar fue inferior en un 30% bajo los dos tipos de mallas. La reducción de la velocidad del viento fue muy significativa, pasado de valores promedio diarios de 5 km. ha<sup>-1</sup> en el ambiente sin malla a valores menores de 0 a 0.5 km. ha<sup>-1</sup> en la malla de 40 mesh a lo largo del año. Estos cambios ambientales causaron que la evapotranspiración de referencia fuera menor dentro de las mallas en un 20-30% dependiendo del año y en consecuencia el contenido de agua fue mayor para las plantas y en definitiva un ahorro importante de agua de riego y horas de riego (24%); evidenciado por los balances de agua en el suelo y por los sensores FDR en los tres ambientes. Estos cambios en el ambiente climático bajo las mallas es reflejo del clima más templado de nuestra latitud, a diferencia de climas con mayores radiaciones donde se desarrolló esta tecnología. Sin embargo, aun en climas con más radiación, la reducción en el consumo de agua y en la reducción de la evaporación directa del suelo también fue reportada. En nuestras condiciones productivas, la reducción de un 24% en la lámina de riego tiene implicancias significativas no solo en el ahorro de agua, sino también en la reducción de la energía utilizada en las horas de bombeo.

La fisiología y el comportamiento agronómico de las plantas fueron afectados por el ambiente bajo las mallas. La fotosíntesis de las hojas de la capa externa de la canopia fue significativamente mayor bajo las mallas al mediodía: con una tasa de asimilación neta de carbono (ACO<sub>2</sub>) de 10,4 y 11,8  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  bajo malla anti-abeja y anti-Diaphorina y de 5,9  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  en el ambiente sin malla. Los valores de conductancia estomática (gs) fueron de 128,2, 178,7 y 71,8  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  respectivamente, evitando así la fotoinhibición de las hojas. Sin embargo, la reducción de la gs, junto con el aumento del carbono interno (Ci) implica también limitantes estomáticas posiblemente relacionadas al déficit de vapor de presión y las disponibilidad de agua. La altura y el volumen de las plantas fueron mayores bajo las mallas en relación con las plantas sin mallas. El incremento en volumen relativo de los árboles fue de 8,5 m<sup>3</sup> en el ambiente de mallas anti-abeja, de 6,5 m<sup>3</sup> en las mallas anti-Diaphorina y 5,7 m<sup>3</sup> en el ambiente sin mallas. Los árboles bajo las mallas crecieron más respecto al volumen al inicio del experimento. Mejores condiciones hídricas, térmicas y de actividad fotosintética explican este aumento. No se evidenciaron cambios significativos en los nutrientes especialmente nitrógeno, ni en la solución del suelo, ni en la concentración de nutrientes en las hojas. La intensidad de la floración (flores cada 100 nudos) se redujo y se estabilizó bajo las mallas, a diferencia de las plantas sin mallas en donde la alternancia de la floración entre años y entre plantas fue significativamente mayor. Este es uno de los factores fenológicos más importantes en la alternancia productiva de los cítricos, relacionado a la cantidad de frutos en el árbol, intensidad de las brotaciones y a las condiciones climáticas durante la inducción floral.

Componente 2. Productividad y calidad de la fruta. Desde el punto de vista de la productividad, no hubo diferencias de producción promedio en los años evaluados entre los tres ambientes, sin embargo, las plantas en los dos ambientes de mallas tuvieron menor alternancia productiva (evaluada a través del desvío). El rendimiento promedio por planta en el período 2020-2023 fue de 100,7, 91,6, 90,5 kg. planta<sup>-1</sup> en los ambientes bajo mallas anti-abeja, anti-diaphorina y sin mallas; y con un desvío del 23, 27 y 51 kg. planta<sup>-1</sup> respectivamente. Esta alternancia productiva fue asociada principalmente a la alternancia en la intensidad de la floración entre los ambientes, que sigue el mismo patrón de desvío. Este dato no es menor en la medida que se procura llegar a estabilizar la producción entre años, a los efectos de estabilizar la oferta desde UY.

Calidad interna del fruto. La variación de los sólidos solubles de la fruta no fue consistente en los tres años evaluados, posiblemente relacionados con el rendimiento de cada año y las variaciones ambientales entre años. Sin embargo, las frutas de los árboles sin malla, en los tres años, consistentemente registraron mayor

acidez titulable, teniendo un efecto directo en la reducción del ratio.

Una característica muy importante de los frutos bajo las mallas fue el aumento significativo del porcentaje de frutos sin semillas, pasando de 98% de frutos sin semillas bajo las mallas al 31% en los frutos sin semillas en las plantas sin mallas. Acompañado además de una reducción en el número de semillas por fruto bajo las mallas.

Se evidenció un mayor verdor (menor Índice de Color) de las frutas y por más tiempo en la zona del pedúnculo en las fruta de las plantas sin malla. El color ecuatorial de las frutas fue más uniforme bajo las mallas, y se registró un adelanto en la madurez interna para los frutos bajo éstas, especialmente 40 mesh. En cosecha se pudo observar una diferencia importante en el color de la fruta, la cual se redujo durante el almacenamiento, pero que se observó incluso luego de 60 días en frío. Los frutos control fueron más verdes, especialmente en la zona encima del ecuador en las plantas sin malla. Esto lleva a que las mediciones de color (que se realizan en el ecuador del fruto) no sean representativas de estas diferencias.

En el almacenamiento, el control (sin malla) fue más firme, más ácido y con un ratio menor, sin diferencias en sólidos solubles (10-10,8°Brix). Los frutos control (sin malla) mostraron una incidencia mayor de daño por frío en conservación (recién luego de 60+7dvm).

El porcentaje de frutos empacados con calidad de exportación aumentó del 70% en el testigo sin malla al 90% bajo las mallas, debido a la reducción del rameado, principalmente relacionado con la reducción del viento bajo las mallas. El rameado y otros manchados de la piel de los frutos suelen ser el factor más importante en la reducción de la fruta para calidad A (premium) de exportación, pasando a ser categoría B (exportable) o descarte. Los ambientes con mallas permitieron llegar a valores superiores al 90% de categoría A a nivel de packing comercial (registrado por los mismos exportadores), respecto al 60-70% clásico de esta variedad. Hay un aumento significativo en el valor de la producción exportada.

Componente 3. Dinámica de las plagas y enfermedades. Finalmente, desde el punto de vista de la dinámica de plagas y enfermedades, las mallas crearon mejores condiciones ambientales predisponentes para un buen desarrollo de *D. citri*, lo que ocasionó el incremento de aplicación de insecticidas por incremento de la población y un aumento de generaciones debidas al aumento de la temperatura y de la humedad bajo las mallas.

Un factor importante fue el manejo de la maquinaria dentro de las mallas por la empresa, este factor, junto con otros detalles de diseño, impidieron un hermetismo total al cuadro por los insectos, especialmente *Diaphorina*. Esta limitante va a tener que ser tenida muy en cuenta en los diseños futuros, si se pretende reducir la vectorización del HLB por parte de *Diaphorina*. Quizás sea este el punto más débil de esta tecnología en relación al HLB, a pesar de todas las demás ventajas desde el punto de vista agronómico y productivo con esta variedad.

Los modelos de evaluación de predisposición de enfermedades no han mostrado diferencias entre el uso de mallas y sin malla, evidenciado por la bajísima incidencia de enfermedades a hoja registradas; fruto del plan de aplicaciones fitosanitarias preestablecidas.

Dinámica de *Diaphorina citri*. Desde el comienzo del experimento hasta fines de diciembre de 2020. En el monitoreo realizado en la instalación del experimento en febrero de 2020, no se detectó a *D. citri* en ningún ambiente (6 ha). Posteriormente todos los métodos de monitoreo detectaron *Diaphorina citri*, aunque el golpeo (Tap) fue el más relevante. Sin embargo, las trampas amarillas fueron de muy buen aporte para evaluar la situación de control biológico del predio, y también por la captura de adultos de la plaga.

Al parecer, el psílido encontró en las primeras fases del experimento bajo la malla 40 mesh, las mejores condiciones biológicas y ambientales para su establecimiento y la multiplicación de su población, con menores ráfagas de viento y temperaturas máximas más altas y estables, así como una brotación más

favorable del hospedero (plantas) a sus intereses de ovoposición. De esta manera, ante las condiciones ambientales bajo la malla de 40 mesh, cualquier eventual ingreso de *D. citri* se estableció y multiplicó rápidamente e incrementó las poblaciones del psílido. Esto concuerda con lo reportado por los trabajos de la Universidad de Florida donde se indica que en este tipo de instalaciones el control de las puertas debe ser sumamente estricto (personas, herramientas y maquinaria, etc.) así como debe existir una permanente revisión de la hermeticidad de la estructura para la exclusión de la plaga. De otra manera y ante la ocurrencia de HLB la situación puede ser insostenible ya que el psílido tiene las mejores condiciones para su multiplicación.

Desde comienzos de 2021 hasta diciembre de 2022. Durante este período la población de *D. citri*, con ambos métodos de muestreo, muestra la situación generada por la cobertura de malla 40 mesh que no solo no resultó útil para la exclusión del psílido, sino que propició, como ya se ha mencionado, un incremento de su población al brindar mejores condiciones ambientales. Esto ocasionó un aumento importante en el número de aplicaciones específicas para controlar *Diaphorina citri* bajo la malla 40, no siendo necesarias en el ambiente sin malla o de malla anti-abeja. En el ambiente sin malla hubo una mejor expresión del control biológico por benéficos nativos (coccinélidos y arácnidos).

En el ambiente bajo la malla 40 mesh hubo 1 generación promedio más “por año cítrícola” que en el ambiente sin mallas. Se usó la información reportada por Nava et al., 2007 con un umbral de desarrollo de temperatura inferior (13,5°C) y la constante térmica para el ciclo biológico 210,9 DD.

### **Conclusiones y recomendaciones**

El proyecto aportó información científica y técnica única en el país y en Sudamérica sobre el desempeño de la tecnología de enmallado total de plantas adultas cítricas ya establecidas en condiciones de clima templado-húmedo. Este experimento permitió a nivel de campo (6 ha) poder evaluar las principales debilidades y fortalezas de esta innovadora propuesta tecnológica de producción de cítricos.

Desde el punto de vista ambiental, ambos tipos de mallas (40 mesh y malla anti-abeja) modifican el ambiente climático donde crecerán los árboles, a través del aumento de la temperatura y humedad, así como de la reducción de la radiación solar y velocidad del viento. Este cambio en las condiciones ambientales tuvo evidentes consecuencias en la reducción de la evapotranspiración de los árboles (menor radiación y viento, aumento de la temperatura), en la reducción de las necesidades de riego anuales (menor ETo), en la mejora de la calidad externa de los frutos (menor rameado, menor velocidad del viento), mayor tamaño de los árboles (aumento de la fotosíntesis, menor radiación directa, mayor temperatura y menor necesidad de riego). Por otro lado, mejores condiciones de establecimiento y desarrollo de *D. citri* (más temperatura y humedad).

Desde el punto de vista agronómico y de la calidad de exportación de fruta de la variedad Afourer, el proyecto aportó información relevante sobre las ventajas del uso de la tecnología de malla permanente. a) En cuatro cosechas evaluadas, el rendimiento promedio (kg/planta) de las plantas bajo las mallas fue similar al rendimiento por planta en los cuadros comerciales sin mallas, evidenciado que las mallas no reducen el rendimiento de los cítricos; b) las plantas en ambos tipos de mallas presentaron una reducción significativa de la alternancia productiva (evidenciada a través de la reducción del desvío de la producción entre años); c) hubo una mejora en las condiciones del uso del agua (menor riego y uso de energía) al haber menor evapotranspiración bajo ambas mallas y; d) la fisiología de la planta, fue distinta bajo las mallas respecto a las plantas sin malla: aumento de la fotosíntesis, de las brotaciones, del tamaño y volumen de la copa, así como menor variación entre años de la intensidad de la floración.

Las mejoras en la calidad de la fruta para la exportación bajo las mallas fueron evidenciadas por el aumento del porcentaje exportable, debido por reducción del rameado y mejora del color; y por un mejor

comportamiento en postcosecha. Estas características permitieron tener en packing comercial de la empresa valores de exportación de este ensayo superiores al 90% bajo las mallas, en contraposición al 60-70% en condiciones de árboles sin mallas.

Quizás la característica más importante fue el incremento significativo del porcentaje de frutas sin semillas obtenido de los árboles bajo los dos tipos de mallas. Desde el punto de vista comercial para esta variedad (Afourer) implica que las frutas con semillas no se puedan exportar con el nombre de la variedad, lo que implica una reducción importante y significativa en el valor de la producción.

Desde el punto de vista sanitario, ambas las mallas no crearon un ambiente más favorables para el desarrollo de enfermedades a hongos o bacteriano (cancro cítrico) como era una de las hipótesis manejadas al principio. Sin embargo, la malla 40 mesh, que debería tener las mejores condiciones para impedir la entrada y desarrollo de *D. citri*, fue el tipo de malla que acusó el ambiente más favorable para el desarrollo e instalación de *D. citri*. El ambiente bajo las mallas de 40 mesh, fue más propicio al desarrollo de *D. citri* que la malla anti-abeja o sin malla.

La propuesta de enmallado con malla de 40 mesh ha mostrado una debilidad o limitante muy consistente en todos los años evaluados, en el aumento de la población de *D. citri* y en el aumento de las aplicaciones químicas. Se piensa que esta limitante está asociada a dos causas principales: a) las condiciones ambientales causadas por esta malla fueron altamente favorables para el desarrollo de *D. citri* (temperatura y humedad), en relación a la malla anti-abeja y sin malla; y b) el diseño estructural (sin experiencia previa en UY y copiando modelos extranjeros) no fue el apropiado. El diseño estructural de soporte de las mallas debe ser totalmente hermético y que tome en cuenta el pasaje de la maquinaria y de las labores citrícolas. El nuevo diseño futuro que no será fácil de realizar en plantaciones de cítricos ya instaladas, debido a que se tendrán que eliminar muchas plantas en las filas o cabeceras de los cuadros bajo mallas. El manejo hermético al pasaje de la maquinaria es una condición imprescindible para evitar la vectorización el HLB.

Este punto será la limitante más importante para la adopción de este tipo de malla (40 mesh); si se mantuviera el objetivo final solamente la reducción del riesgo de vectorización del HLB en Uruguay.

Sin embargo, como propuesta tecnológica resultante del proyecto, y sin tener en cuenta la vectorización del HLB en UY, el enmallado con mallas de mayor apertura, como la malla anti-abeja (9 mesh), limitan la dispersión de los polinizadores y mantienen todas las ventajas de crear ambientes más favorables para aumentar la calidad de la fruta y la producción parecería ser una tecnología más económica y de mayor valor del producto obtenido. En este tipo de sistema, no es necesario el hermetismo total del sistema a los vectores.

## Referencias bibliográficas

- Agustí, M. 2003. Citricultura. 2da Edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid. Barcelona. México. pp 421.
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes y M. Smith. 1998. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Cuadernos de Riego y Drenaje N° 56. 322 p. FAO, Roma, Italia. FAO Irrigation and Drainage. Paper 56. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy. ISSN 0254-5293.
- Asplanato, G. y F. García-Mari. 2001. Ciclo estacional de la cochinilla roja californiana, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera:Disapididae) en naranjos del sur de Uruguay. *Agrociencia*. V (1) 54-57.
- Bassanezi, R., Bergamin Filho, A., Amorim, L., Gottwald, T.R. 2006. Epidemiology of Huanglongbing in Sao Paulo. Huanglongbing-greening International Workshop, July 14-21, 2006, Ribeiro Preto, Brazil. P.37-38
- Bassimba, D.D.M., Investigaçã, I. De, Iia, A., Mira, J.L., Vicent, A., Agrarias, D.I., 2014. Inoculum Sources , Infection Periods , and Effects of Environmental Factors on Alternaria Brown Spot of Mandarin in Mediterranean Climate Conditions. *Plant Dis*. 409–417. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-13-0956-RE>
- Bernal R. 2007 Avances en el control de cancro cítrico. In INIA Serie de actividades de difusión 524.
- Bové, J. M. (2006). Huanglongbing: A destructive, newly emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, 88, 7–37.
- Bruno, Y.; J. Mangado; C. Blasi y S. Grosso. (2010). Cadena Citricola. In: Gabinete Productivo. Cadenas de Valor (II). Montevideo. Uruguay.
- Caputi, P. y F. Montes. 2010. Plan estratégico y diseño institucional para el sector citrícola en Uruguay. Proyecto TCP/URU/3301&#8208; FAO. Montevideo.
- Cataldo, J, V. Durañona, R. Pienika, A. Gravina. 2011. Dinámicas del viento en quintas de cítricos y daño en los frutos. *Agrociencia* Vol 15, No 2. Uruguay.
- Chiyaka C., BH. Singer, SE. Halbert. (2012). Modeling Huanglongbing transmission within a citrus tree. *PNAS. Proceedings of the National Academy of Sciences of the Unites States of America*. July 24, 2012 vol. 109, no. 30, p. 12213–12218.
- Cohen, S., Moreshet, S., Guillou, L.L., Simon, J.C., Cohen, M., 1997. Responses of citrus trees to modified radiation regime in semi-arid conditions. *J. Exp. Bot*. 48, 35–44.
- da Graça J.V, Douhan G.W., Halbert S.E., Keremane M.L, Lee R.F., Vidalakis G., Zhao H. (2016). Huanglongbing: An overview of a complex pathosystem ravaging the world's citrus. *Journal of Integrative Plant Biology* 58(4):373–387.

DIEA-MGAP. 2017. Anuario Estadístico Agropecuario de la Dirección de Estadísticas Agropecuarias del MGAP (DIEA), Gobierno de Uruguay (2017).

EFSA, 2014. Scientific opinion on the risk of *Phyllosticta citricarpa* (*Guignardia citricarpa*) for the EU territory with identification and evaluation of risk reduction options. EFSA J. 12 (3557), 243 pp.

El Observador 2018. Daños de Granizo en Salto. 13 junio 2018.  
<https://www.elobservador.com.uy/nota/granizada-en-salto-dejo-danos-por-us-5-millones-y-13-mil-empleos-zafrales-en-riesgo-2018613500>. Última entrada 16 octubre de 2018.

Gat, z.; Y. Erner, E.E. Goldschmidt. 1997. The effect of temperature on the citrus crop. World Meteorological Organization. Technical Note N° 198. Geneva. Switzerland.

Gmitter, G.F.G. Jr. fruit color, flavor and quality: understanding genetic control and devising strategies for improvement. 2014. IV International symposium on Citrus Biotechnology. Canelones. Uruguay.

Gottwald, T.R., Da Graca, J.V., Bassanezi, R.B. (2007). Citrus Huanglongbing: The Pathogen and Its Impact. Plant Health Progress. Online: doi:10.1094/PHP-2007-0906-01-RV.

Guarga, R., P. Mastrangelo, G. Scaglione y E. Supino. 2000. Evaluation of the SIS, a new Frost Protection Method Applied in a Citrus Orchard. Proceedings of the International Society of Citriculture.

INASE, 2014. ESTÁNDAR ESPECÍFICO PARA LA PRODUCCIÓN Y/O COMERCIALIZACIÓN DE MATERIALES DE PROPAGACIÓN DE CÍTRICOS. Instituto Nacional de Semillas Uruguay.  
<https://www.inase.uy/Certificacion/EstandaresProduccion.aspx> Última entrada 28 de setiembre de 2018.

Jifon, J.L., Syvertsen, J.P., 2003. Moderate shade can increase net gas exchange and reduce photo inhibition in citrus leaves. Tree Physiol. 23, 119–127.

Kyriacou, M.C. y Y. Roupael. (2018) Towards a new definition of quality for fresh fruits and vegetables. Scientia Horticulturae 234, 463-469.

Lado, J., Gambetta, G., & Zacarias, L. (2018). Key determinants of citrus fruit quality: Metabolites and main changes during maturation. Scientia Horticulturae, 233 (January), 238–248.  
<http://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.055>

Moser, R.; R. Raffaelli y D. Thilmany. (2011) Consumer Preferences for Fruit and Vegetables with Credence-Based Attributes: A Review. International Food and Agribusiness Management Review Volume 14, Issue 2, 2011.

Otero, A y C. Goñi. 2010. Efectos fisiológicos del estrés térmico en la fotosíntesis y en la caída de frutos de naranja 'Spring Navel'. III Simposio en Investigación y Desarrollo Tecnológico en Citrus. Salto. Publicación del trabajo. Noviembre 2010. Symposium Proceeding.

Otero, A. y F. Rivas. 2017. Field spatial pattern of seedy fruit and techniques to improve yield on 'Afourer'

mandarin. *Scientia Horticulturae* 225, 264–270.

Schumann, A. W., A. Singerman, A. L. Wright, y R. S. Ferrarezi. 2017. Citrus Under Protective Screen (CUPS) Production Systems. Document HS1304, UF/IFAS Extension <http://edis.ifas.ufl.edu>.

Setamou, M. y O.J. Alabi. 2018. COPF: Citrus orchard perimeter fencing as a strategy for reducing Asian citrus psyllid (Hemiptera:Liviidae) infestation. *Journal of Applied Entomology* · June 2018

Shahak, Y. 2014. Photoselective Netting: an Overview of the Concept, R&D and Practical Implementation in Agriculture. In: Proc. Intl. CIPA Conference 2012 on Plasticulture for a Green Planet. *Acta Hort.* 1015, ISHS 2014 p 155-162

Shahak, Y., Gussakovsky, E., Cohen, Y., Lurie, S., Stern, R., Kfir, S., 2004. ColorNets: a new approach for light manipulation in fruit trees. *Acta Hortic.* 636, 609–616.

Syvertsen, J., F. Garcia-Luis, J.L. Jifon, A. Otero y C. Goñi. 2008. High temperature effects on citrus leaf gas exchange, flowering, fruit yield and quality. In: International symposium on Integrating Canopy rootstock and environmental physiology in orchard systems. August 4-8, 2008. New York Geneva.

Syvertsen, J; C. Goñi; A. Otero. 2003. Fruit Load and Canopy Shade Affect Leaf Characteristics and Net Gas Exchange of Spring Navel Orange Trees. *Tree Physiology*, v. 23 13, p. 899-906, 2003.

Uruguay XXI. 2016. Investment opportunities. AGRIBUSINESS. Agencia de promoción de inversiones y exportaciones. [info@uruguayxxi.gub.uy](mailto:info@uruguayxxi.gub.uy) [www.uruguayxxi.gub.uy](http://www.uruguayxxi.gub.uy) @UruguayXXI

Uruguay XXI. 2010. Producción y comercio exterior frutícola de Uruguay. Uruguay XXI. Promoción de Inversiones y Exportaciones. Montevideo Uruguay. Noviembre 2010

#### **Licenciamiento**

Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC)