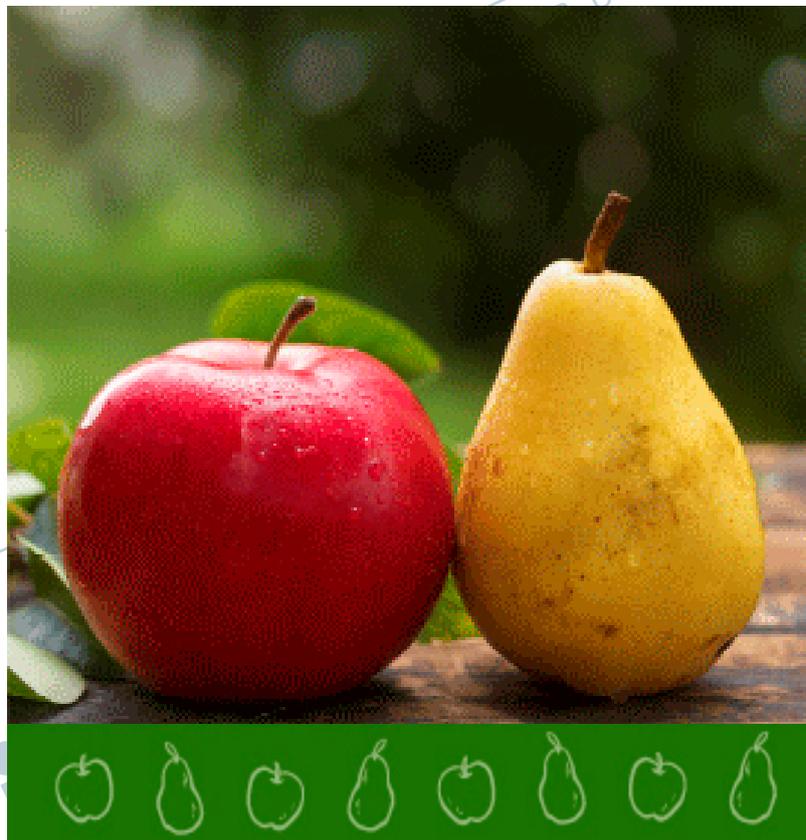




Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
URUGUAY

# Seminario de Actualización Técnica en Frutales de Pepita

Organizan: INIA - FAGRO - DIGEGRA - DGSA - AFRUPI - FUCREA - CNFR - JUMECAL



Programa de Investigación en Producción Frutícola  
Serie Actividades de Difusión N° 792  
3 - 4 de octubre de 2019

# Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

## Integración de la Junta Directiva

**D.M.T.V., Ph.D. José Luis Repetto** - Presidente

**Ing. Agr., Mag. Mariana Hill** - Vicepresidenta



**Ing. Agr. Rafael Secco**



**Ing. Agr. Alberto Bozzo**

**Ing. Agr. Alejandro Henry**



# SEMINARIO DE ACTUALIZACIÓN TÉCNICA EN FRUTALES DE PEPITA

Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola



## Programa

Jueves 3

Tarde 17.00 a 19.30 h

Actividad de campo – Experiencias en el uso y manejo de mallas en frutales

Sr. José Andrade – Camino Los Carpinchos 2936, Melilla.

Viernes 4

Mañana 8.30 a 12.30

8.30 - Bienvenida

8.40 – 9.10 Control de Carpocapsa – pasado, presente y futuro - Valentina Mujica, INIA

9.10 – 9.40 Evaluación de la técnica de confusión sexual para el control de lagartitas (Lepidoptera: Tortricidae) en frutales de pepita – Valentina Martínez, Beatriz Scatoni y Andrés González, Facultad de Agronomía, Facultad de Química - UDELAR

9.40 – 10.10 Estrategias para el control de Piojo de San José, Facultad de Agronomía - JUMECAL

10.10 – 11.00 Pausa

10:40 a 11:10 La resistencia a fungicidas como factor determinante de las estrategias de manejo de la Sarna del Manzano. María Julia Carbone, Sandra Alaniz, Pedro Mondino, Facultad de Agronomía, UDELAR

11.40 – 12.10 Ajuste de tecnologías de aplicación fitosanitaria en frutales de hoja caduca, Roberto Zeballos y Raúl Calcagno, AFRUPI - INIA

12.10 – 12.50 - Evaluación de compensadores de frío en pera, cultivar William. Sofía Ramos, Bruno Wlasiuk. Tesis de grado, FAGRO - INIA

Tarde 14.00 a 18.00

14.00-14.30 Validación del uso de mallas en frutales de hoja caduca con fines sanitarios, Roberto Zeballos, AFRUPI

14.30-15.20 Experiencias en el uso de mallas antigranizo para la protección de manzanos en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina. Dolores Raffo, INTA Alto Valle

15.20–15.50 Una visión del sistema de plantación del futuro para frutales de pepita. Danilo Cabrera, INIA

15.50-16-20 Pausa

16.20-16.50 Manejo de aspectos predisponentes y predicción de Bitter Pit. Vivian Severino, Facultad de Agronomía, UDELAR.

16.50-17.20 Nuevos cultivares de bajo requerimiento de frío, Maximiliano Dini, INIA

## Índice

- P. 6 – Evaluación de la técnica de Confusión Sexual para el control de lagartitas (Lepidoptera: Tortricidae) en frutales de pepita. Valentina Martínez, Viviana Heguaburu, Alejandra Borges, Beatriz Scatoni y Andrés González.
- P. 15 - Un desarrollo tecnológico innovador: control biológico del Piojo de San José. Paula Altesor, Valentina Martínez, Álvaro García, Carlos Croce, César Basso.
- P. 17 - La resistencia a fungicidas como factor determinante de las estrategias de manejo de la Sarna del Manzano. María Julia Carbone, Sandra Alaniz, Pedro Mondino.
- P. 28 - Ajuste de tecnologías de aplicación fitosanitaria en frutales de hoja caduca. Roberto Zeballos, Raúl Calcagno, Roberto Zoppolo, Carolina Fasiolo.
- P. 44 - Malla sanitaria AFRUPI, Segunda temporada 2018/2019. Roberto Zeballos, Roberto Zoppolo, Carolina Fasiolo.
- P. 55 - Experiencias en el uso de mallas antigranizo para la protección de manzanos en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina. Raffo M.D., Rodríguez A., Curetti M., Calvo G., Mañueco L.
- P. 65 - Nuevos cultivares y selecciones de manzano y peral adaptados a inviernos templados en INIA Las Brujas. Julio Pisano.
- P. 69 - Muro bajo – un sistema alternativo para el manejo eficiente del cultivo de manzana. Danilo Cabrera, Pablo Rodríguez.

## Evaluación de la técnica de Confusión Sexual para el control de Lagartitas (Lepidoptera: Tortricidae) en frutales de pepita

Valentina Martínez<sup>1</sup>, Viviana Huguaburu<sup>2</sup>, Alejandra Borges<sup>1</sup>, Beatriz Scatoni<sup>1</sup> y  
Andrés González<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, <sup>2</sup>Centro Universitario Regional-Sede Paysandú, <sup>3</sup>Facultad de Química - UDELAR.

### Introducción

En Uruguay, los frutales de hoja caduca ocupan un área de 5411 hectáreas (datos 2015-2016), siendo el manzano quien ocupa la mayor superficie con 2.677 hectáreas en producción, lo que representa casi el 50% de la superficie total. La producción se concentra principalmente en la zona sur del país, en los Departamentos de Montevideo, Canelones, San José y Colonia (DIEA MGAP, 2018).

En 2012 se implementó el Programa de Manejo Regional de Plagas (PMRP), liderado por la Dirección General de la Granja (DIGEGRA-MGAP), la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSSAA-MGAP), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y la Facultad de Agronomía (UdelaR), para el control de *Cydia pomonella* (Carpocapsa) y *Grapholita molesta* (Grafolita) en estos frutales, mediante la técnica de confusión sexual. En el mismo participan 430 productores, lo que representa aproximadamente el 90% del área comercial de frutales de hoja caduca de Uruguay (MGAP, 2018).

La técnica de confusión sexual consiste en saturar el ambiente con grandes cantidades de la feromona sexual sintética de una especie, de manera de alterar el comportamiento del macho, causando desorientación e interrupción de la comunicación entre los sexos, y por lo tanto retrasa, reduce o previene la fertilización de las hembras.

Debido a sus propiedades de atracción, las feromonas sexuales de lepidópteros pueden ser utilizadas para el monitoreo y control de especies que provocan daños en cultivos, siendo una estrategia de manejo alternativa al uso de insecticidas, permitiendo racionalizar su empleo y contrarrestar el avance de la contaminación ambiental. Su uso presenta numerosas ventajas con respecto al uso de insecticidas convencionales. Son volátiles e inocuas al no dejar residuos tóxicos en los alimentos y el ambiente, tienen alta especificidad afectando únicamente a la especie objetivo y se utilizan en pequeñas cantidades (Howse et al., 1998; Witzgall et al., 2010). Como consecuencia del control específico de *Carpocapsa* y *Grafolita* por el método de confusión sexual y en conjunto con la disminución del uso de insecticidas de amplio espectro, lepidópteros considerados hasta el momento como plagas secundarias se tornaron de gran impacto económico. (Bentancourt et al., 2006; Nuñez y Scatoni, 2013). Tal es el caso de *Argyrotaenia spheropera* y *Bonagota salubricola* (Lepidoptera: Tortricidae), comúnmente denominadas lagartitas de los frutales, actualmente importantes plagas de manzanos, perales y vid. Son especies nativas ambas reportadas en otros países de la región. Los daños son ocasionados por las larvas, las que se instalan en los brotes de manzano, no así en peral, y se alimentan de las hojas nuevas, las cuales enrollan con hilos de seda. El mayor perjuicio lo causan sobre los frutos donde realizan galerías superficiales, desmereciendo su calidad comercial. Las larvas no

penetran en el fruto y pueden llegar a alimentarse de todos los frutos de un racimo para completar su desarrollo.

A través del PMRP de frutales se ha logrado disminuir los daños provocados por lepidópteros y se han reducido considerablemente las aplicaciones de insecticidas (Zoppolo et al, 2016). Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones que aún se realizan van dirigidas al control de estos tortricidos nativos.

Por esta razón, es necesario desarrollar estrategias de control selectivas para estas especies nativas, con el fin de disminuir el uso de insecticidas. Debido a sus características biológicas y a su rango de hospederos, tanto *A. sphaleropa* como *B. salubricola*, son aptas para ser controladas por el método de confusión sexual (Bavaresco et al., 2005; Pastori et al. 2012; Legrand et al. 2004; Morandi Filho, et al., 2007).

### **Objetivo**

El objetivo del presente trabajo consiste en desarrollar una estrategia de control para *A. sphaleropa* y *B. salubricola* como alternativa al control químico convencional en frutales de pepita. El objetivo específico fue evaluar la eficacia del uso de confusión sexual para ambas especies.

### **Materiales y métodos**

#### **Evaluación de la confusión sexual en condiciones de campo**

Las feromonas sexuales de estas especies han sido identificadas (Nuñez et al. 2002, Eiras et al. 1999), y sintetizadas en el país en pequeña escala para utilizar en trampas de monitoreo (Gonzalez y Rossini 2000, Heguaburu en prensa), sin embargo, la síntesis a mayor escala para su uso en confusión sexual no ha podido ser alcanzada aún en Uruguay. En este sentido se ha logrado que la empresa Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. de Japón sintetice una partida experimental para ser evaluada en el marco de este trabajo.

La confusión sexual como técnica para el control de *A. sphaleropa* y *B. salubricola* en cultivos de manzano en la zona sur de Uruguay (Melilla), se evaluó entre los años 2016 y 2018.

#### **Sitios de estudio**

Se seleccionaron tres predios con montes comerciales de manzano con historial de daño de estas plagas, ubicados en la zona de Melilla, Departamento de Montevideo.

Se evaluaron dos tratamientos: confusión sexual y control químico convencional. Para ello, en cada predio se seleccionaron dos parcelas de 4 has que estuvieran separadas entre sí como mínimo 200 metros, a las cuales se le asignó uno de los dos tratamientos. Las parcelas con confusión sexual y control convencional debían compartir las mismas variedades o variedades de similar fecha de cosecha, para hacer posible la comparación de los resultados de ambos

tratamientos. Todos los tratamientos contaban además con feromona de confusión sexual para *Cydia pomonella* y *Grapholita molesta*.

La temporada 2016/17 se tomó como prueba piloto, en un solo predio, y en virtud de sus buenos resultados, en los siguientes dos años se amplió el área. En esta publicación solo se presentará la metodología aplicada y los resultados obtenidos para los años 2017/18 y 2018/19.

### Aplicación de la confusión sexual

Los emisores de feromonas provistos por la empresa Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. para ambas especies, fueron los liberadores de alambre forrados en polietileno (rope dispensers), que se pueden moldear para asegurarlos en ramas u otras estructuras. Cada emisor contiene 100 miligramos de ingrediente activo cuya composición química, para ambas especies, se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Composición de la feromona formulada para cada especie.

Especie	Componentes	Proporciones
<i>Argyrotaenia sphaleropa</i>	Z11,13-14Ald; Z11,13-14Ac; Z11-14Ald; Z11-14Ac	85.0; 5.0; 5.0; 5.0
<i>Bonagota salubricola</i>	E3Z5-12Ac; Z9-16Ac; E3Z5-14Ac; Z5-12Ac	47.6; 47.6; 2.4; 2.4

Los emisores de ambas especies fueron instalados manualmente a principios de noviembre en las parcelas destinadas al tratamiento de confusión sexual, colocando 500 unidades por hectárea, equivalente a una dosis de 50 gramos de feromona por hectárea. Fueron dispuestos en el tercio superior de las plantas, evitando la incidencia directa de los rayos solares para impedir una rápida descomposición de la feromona.

### Manejo de plagas en el tratamiento con confusión sexual y control convencional

En la parcela con confusión sexual no se permitió la aplicación de insecticidas tales como organofosforados, piretroides, metoxifenocida, spinosad y spinetoram porque tienen control sobre *A. sphaleropa* y *B. salubricola*, enmascarando así el verdadero efecto del tratamiento. Solo se permitiría aplicar insecticidas dirigidos a lagartijas cuando los datos del muestreo semanal de frutos indicasen un porcentaje de daño mayor a 1%, considerado como el máximo daño aceptable.

Por su parte en el control, estaban permitidas las aplicaciones de insecticidas específicos para *A. sphaleropa* y *B. salubricola* cuando se superase el umbral de capturas en trampas. Para el control de otras especies plagas del manzano el productor realizó el manejo habitual.

### Evaluación de la eficacia de la confusión sexual

#### Monitoreo de adultos

Se instalaron 48 trampas delta (15 × 15 × 25 cm, PHEROCON® VI Trap, TRECE) repartidas en igual número entre tratamiento con confusión sexual y control convencional, en cada predio. 24 trampas fueron cebadas con la feromona de *A. sphaleropa* en septos de goma (Sigma-Aldrich,

blanco, 8 mm O.D.) impregnados con mezcla 9:4:4:1 (BHT: Z11, 13-14Ac: Z11, 13-14Ald: Z11-14Ald) de la feromona previamente sintetizada por el Laboratorio de Química del Litoral (CENUR). La otra mitad fueron cebadas con septos de feromona de *B. salubricola* (ISCA Technology) adquiridos en la Cooperativa JUMECAL.

Las trampas se instalaron a principios de octubre y retiraron en abril, colocándose en el tercio superior de las plantas. Se distribuyeron en el centro y borde de cada parcela, ubicándose 12 trampas de cada especie en el tratamiento con confusión sexual y otras 12 en el control convencional. Durante este período fueron inspeccionadas semanalmente con el fin de determinar la fluctuación poblacional de la plaga a través del registro de las capturas de machos adultos en el control.

### **Evaluación de daños**

A partir del mes de diciembre, se evaluaron semanalmente 400 frutos/ha en cada tratamiento, seleccionándose al azar 20 árboles por hectárea y monitoreándose 20 frutos por árbol. Esto consistió en la observación visual de brotes y frutos para detectar presencia de larvas y/o el daño característico.

También se llevó a cabo un monitoreo exhaustivo de frutos, el cual se restringió a un área delimitada de 0.5 hectáreas (aproximadamente 15 filas) en las parcelas de ambos tratamientos de cada predio. En cada muestreo se seleccionó 1/3 de la totalidad de las filas, se escogieron 8 árboles al azar y se muestrearon 20 frutos, haciendo un total de 800 frutos monitoreados por mes. Se observó presencia de daño en frutos, registrándose las filas y árboles que fueron muestreados. Esto se realizó mensualmente, desde enero a marzo, seleccionándose filas diferentes en cada monitoreo, por lo tanto, al mes de marzo todas las filas habían sido inspeccionadas.

### **Apareamiento de adultos en jaulas**

La efectividad de la técnica de confusión sexual fue evaluada en campo realizando ensayos de cópula para *A. sphaleropa* y *B. salubricola*. Fue necesario iniciar una cría para obtener adultos de ambas especies. Se recolectaron brotes de manzano con larvas que fueron criadas en dieta artificial (Shorey y Hale, 1965) con modificaciones, en el laboratorio de la Unidad de Entomología, a 25°C y 70% de HR.

El ensayo se llevó a cabo en uno de los predios y consistió en instalar cinco jaulas en el tratamiento con confusión sexual y otras cinco en el control convencional, colgadas en el tercio superior de las plantas. Las jaulas (0.61 x 0.36 x 0.36m) eran de malla plástica negra, lo que permitía el ingreso de luz y ventilación al interior de las mismas.

En cada jaula se colocó un macho y una hembra vírgenes de un día de edad que permanecieron en el campo durante 24hs. Transcurrido este tiempo, los adultos fueron retirados y las hembras colocadas individualmente en cajas de Petri plásticas forradas con papel manteca. Estas hembras se mantuvieron allí hasta su muerte, registrándose la existencia de puestas sobre el papel. Para los casos en que hubo oviposición, las puestas se mantuvieron en el laboratorio por varios días, a 25°C y 70% de HR, para verificar si efectivamente emergían larvas (huevos viables).

El ensayo se completó realizando 22 repeticiones en cada tratamiento, intentando que las mismas se sucedieran en un plazo no mayor a una semana, lográndose sólo para la especie *A.sphaleropa*, y no así para *B. salubricola* con la cual se alcanzó a realizar solo cinco repeticiones.

**Evaluación de la difusión de la feromona en campo**

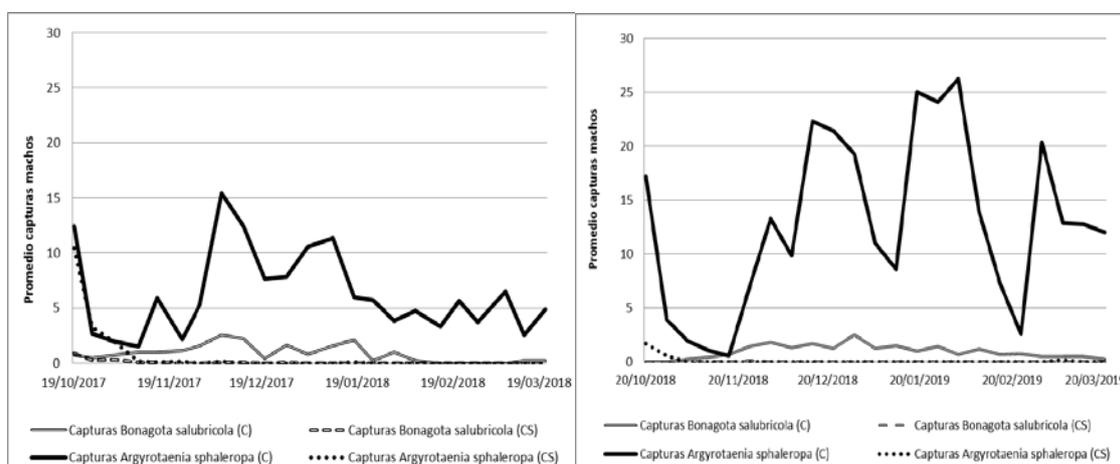
Se realizaron análisis gravimétricos para registrar la pérdida de peso de los emisores, hecho que está relacionado directamente con la cantidad de feromona disponible en el emisor. Se realizó un seguimiento semanal e individual de la pérdida de peso de 12 emisores de cada especie, instalados en la Unidad de Entomología de la Facultad de Agronomía.

Este ensayo permitió determinar de forma aproximada la tasa de liberación de feromona de los emisores de ambas especies y si la duración de estos alcanza para cubrir la temporada productiva o es necesario su remplazo.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante regresión lineal, resultando significativo el modelo.

**Resultados**

En la parcela con confusión sexual, los septos de las trampas allí colocadas que simulan una hembra, al estar el ambiente saturado con feromona no registran capturas. La ausencia de capturas significa que la feromona está siendo efectiva en confundir a los machos (Figura 1).



**Figura 1.** Capturas semanales promedio de machos de *Argyrotaenia sphaleropa* y *Bonagota salubricola* en trampas de feromonas en el tratamiento con Confusión Sexual (CS) y Control (C) de uno de los predios para los dos años evaluados.

Los datos de capturas acumuladas promedio por predio fueron comparados entre años y entre tratamientos mediante modelos lineales generalizados mixtos. El modelo ajustado resultó significativo para ambas especies, encontrándose diferencias entre las medias de los tratamientos.

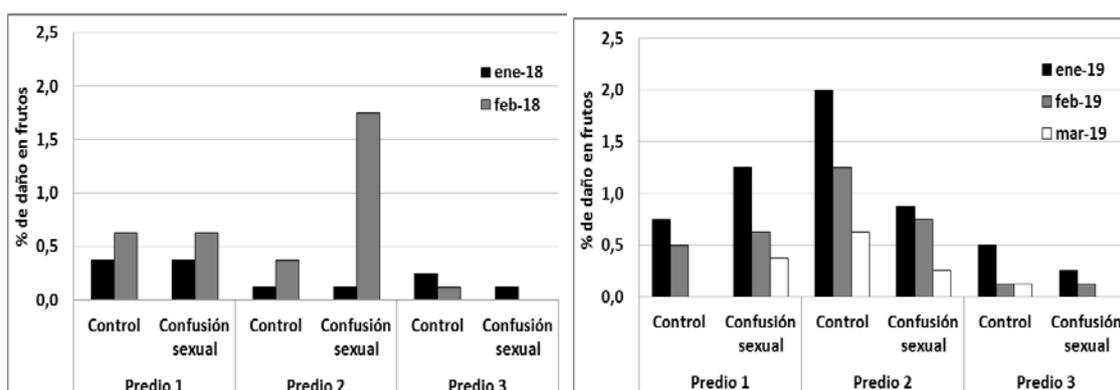
**Tabla 2.** Medias de los tratamientos para los datos de capturas acumuladas de *A. sphaleropa* y *B. salubricola*.

Año	Tratamiento	Media ( <i>A. sphaleropa</i> )	Media ( <i>B. salubricola</i> )
2018	Control convencional	2588,74 a	1023,04 a
2017	Control convencional	1031,39 b	339,68 b
2018	Confusión sexual	13,04 c	3,06 c
2017	Confusión sexual	10,76 c	12,70 c

\* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

El tratamiento de control convencional presentó en ambos casos una media mayor que el de confusión sexual, diferenciándose entre años, registrándose más capturas en la temporada 2018/19 que en la 2017/18. Esto demuestra que las poblaciones de ambas especies fueron mayores en el último año.

Los resultados del monitoreo exhaustivo de frutos mostraron que los daños por lagartitas en los tratamientos con confusión sexual, fueron semejantes a los obtenidos en el control convencional. Sin embargo, se dieron casos en que los daños en confusión sexual superaron al control y de igual forma hubo casos en que se comportó mejor que el control. (Figura 2).



**Figura 2.** Porcentaje mensual de daño en frutos en parcelas con confusión sexual y control convencional para los tres predios y en las dos temporadas evaluadas.

En las parcelas con control convencional se realizaron aplicaciones para lagartitas según el manejo habitual del productor. Para los dos años evaluados, el predio 1 realizó en total seis aplicaciones de insecticidas (Metoxifenocida y Deltametrina), el predio 2 efectuó 2 aplicaciones (Metoxifenocida y Matrine) y en el predio 3 fueron 8 aplicaciones (Metoxifenocida).

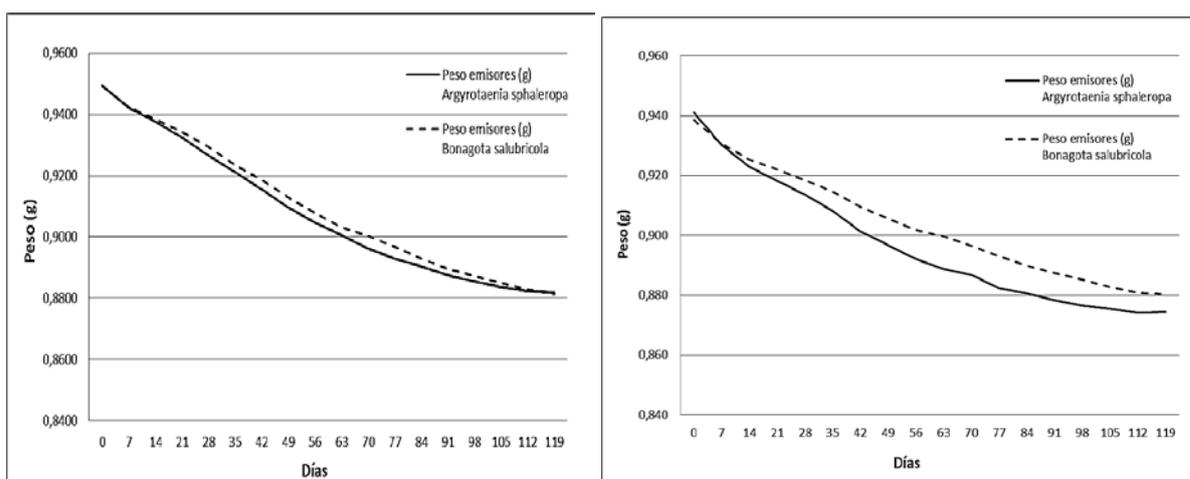
Es importante destacar que en las parcelas con confusión sexual no se realizaron aplicaciones de insecticidas dirigidas a lagartitas, excepto en el predio 2 que se hizo una aplicación de Metoxifenocida a mitad de zafra del año 2018. Esto demuestra que la confusión sexual, además de ser eficaz en reducir los daños, disminuye el número de aplicaciones de insecticidas con el consecuente beneficio que esto proporciona al trabajador rural y al ambiente.

Los ensayos de apareamiento en jaulas permitieron evaluar de forma práctica si la feromona instalada para *A. sphaleropa* y *B. salubricola* estaba siendo eficiente en la interrupción del

apareamiento en el campo en el mes de febrero, comparando la puesta de huevos viables entre el tratamiento con confusión sexual y el control.

Los datos fueron analizados como inferencias basadas en dos muestras por el método Wilcoxon (Mann – Whitney U) de comparación de medianas. La mediana del tratamiento de confusión sexual fue 0 y del control convencional fue 1,0. En términos de proporción en confusión sexual ocurrió un 32% de apareamientos y en el control convencional 91%, lo que indica que la feromona tuvo efecto en la reducción de la cópula. Debido a no alcanzar el número de réplicas necesarias con *B. salubricola* los resultados no se pudieron someter a análisis estadístico, pero los datos obtenidos indicaron que en el control convencional ocurrió la cópula en el 80% de los casos y en confusión sexual solo en el 40%. Estos resultados muestran que luego de aproximadamente cuatro meses de instalados, los dispensadores de feromona, al menos para *A. sphaeropa*, liberan una tasa adecuada de feromona en condiciones de campo, incluso para prevenir el apareamiento cuando macho y hembra están en estrecha proximidad. En términos prácticos, esto implicaría la no necesidad de reponer dispensadores durante la temporada.

En línea con lo anterior, del análisis gravimétrico surge que los emisores de ambas especies tienen una duración de aproximadamente 120 días, lo que permitiría cubrir toda la temporada productiva (Figura 3).



**Figura 3.** Evolución de la pérdida de peso promedio de 12 emisores de *A. sphaeropa* y de *B. salubricola*. Temporadas 2017/18 (izquierda) y 2018/19 (derecha).

## Conclusiones

Mediante el registro de capturas, la evaluación de daño, el apareamiento en jaulas, y el análisis gravimétrico de dispensadores, fue posible evaluar en las condiciones de campo de Uruguay, la eficacia de la técnica de confusión sexual y el desempeño de dispensadores experimentales para las lagartitas *A. sphaeropa* y *B. salubricola*. La evaluación en simultáneo para ambas especies permite evaluar el potencial real de la confusión sexual para el manejo de lagartitas, ya que no es posible discernir los daños de ambas especies a nivel de observaciones de campo. Estos resultados se evalúan como muy prometedores para considerar la confusión sexual de lagartitas nativas como una herramienta viable a incorporar dentro del PMRP.

**Agradecimientos:** al FPTA-INIA, a JUMECAL, a DIGEGRA, a ANII, a los fruticultores Martín Birriel, Alejandro Calcetto y Adriana Zumarán, a sus asesores técnicos, y a todos los colaboradores que participaron en la instalación de los emisores de Confusión Sexual.

### Bibliografía

Bavaresco, A.; Nuñez, S.; García, M.; Botton, M.; Sant´Ana, J. 2005 Atração de machos da lagartas-fruteiras *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) aos componentes do feromônio sexual sintético na cultura do caqui. *Neotropical Entomology*, 34: 619-625.

Bentancourt, C. M.; Scatoni, I. 2006. *Lepidópteros de importancia económica. Reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales*. 2da.ed. Hemisferio Sur- Facultad de Agronomía: Montevideo.

Eiras, A. E.; Kovaleski, A.; Vilele, E. F.; Chambon, J. P.; Unelius, C. R.; Borg-Karlson, A. K.; Liblikas, I.; Mozuraitis, R.; Bengtsson, M.; Witzgall, P. 1999. Sex pheromone of the Brazilian apple leafroller, *Bonagota cranaodes* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae). *Zeitschrift fur Naturforschung C- A Journal of Biosciences*. 54: 595-601.

González, A.; Rossini, C. 2000. Síntesis de feromonas de plagas frutales y tomate de incidencia económica en el sector hortícola frutícola (*Argyrotaenia sphaleropa*, *Bonagota cranodes* y *Scrobipalpuloides absoluta*). Proyecto INIA-LIA-004.

Howse, P.; Stevens, I.; Jones, O. 1998. *Insect Pheromones and their Use in Pest Management*. Chapman and Hall, London.

Legrand, S.; Botton, M.; Coracini, M.; Witzgall, P.; Unelius, C. R. 2004. *Zeitschrift fur Naturforschung C- A Journal of Biosciences* 59: 708-712.

MGAP. DIEA. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY. 2018. Anuario estadístico agropecuario; zafra 2015-2016. (en línea). Montevideo. 214 p.

Morandi Filho, W. J.; Botton, M.; Grützmacher, A. D.; Nuñez, S. 2007. Flutuação populacional de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick, 1909) (Lep: Tortricidae) com emprego de feromônio sexual sintético na cultura da videira. *Rev. Bras. Frutic.* 29: 213-216.

Nuñez, S.; Vlioger, J. J. De; Rodriguez, J. J.; Persoons, C. J.; Scatoni, I. 2002 Sex pheromone of the South American tortricid moth: *Argyrotaenia sphaleropa* (Tortricidae). *Journal of Chemical Ecology* 28: 425-432.

Nuñez, S.; Scatoni, I. 2013. *Tecnología disponible para el manejo de plagas en frutales de hoja caduca*. INIA, Montevideo. 150p.

Pastori, P. L.; Arioli, C. J.; Botton, M.; Bittencourt Monteiro, L.; Stoltman, L.; Mafra-Neto, L. 2012. Integrated control of two tortricid (Lepidoptera) pests in apple orchards with sex pheromones and insecticides. *Revista Colombiana de Entomología* 38 (2): 224-230.

Serie INIA-FPTA “Producción y evaluación de feromonas sexuales para el control de tortricídeos nativos (Lepidoptera: Tortricidae) en frutales de pepita. Heguaburu, V., Rasquin, K., Martínez, V. González, A., Scatoni, I. B., Serie INIA, 2019, pp42, en prensa.

Shorey, H.; Hale, R.L. 1965. Mass-rearing of the Larvae of nine noctuid species on a simple artificial medium. *J. Econ. Entomol* 58: 522–524.

Witzgall, P., Kirsch, P., Cork, A. 2010. Sex pheromone and their impact on pest management. *J. Chem. Ecol.* 36: 80-100.

Zoppolo, R., Scatoni, I. , Duarte, F. , Mujica, M. V. , Gabard, Z. 2016 Area-wide pest management in deciduous fruits of southern Uruguay *Acta Horticulturae* 1137: 153-160.

## Un desarrollo tecnológico innovador: control biológico del Piojo de San José

Paula Altesor<sup>1</sup>, Valentina Martínez<sup>1</sup>, Álvaro García<sup>1</sup>, Carlos Croce<sup>2</sup>, César Basso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Entomología. Facultad de Agronomía, UDELAR.

<sup>2</sup>Juventud Melilla Cooperativa R. Ltda. (JUMECAL)

En Uruguay está en marcha un programa de manejo regional de lepidópteros plaga en montes de durazneros, perales y manzanos basado en la técnica de confusión sexual, orientado a producir fruta sin infección y con un mínimo uso de insecticidas químicos. Esta iniciativa se enmarca en la búsqueda de una agricultura más respetuosa del ambiente, que brinde respuesta a los consumidores cada vez más exigentes en la inocuidad de los alimentos y en las condiciones del proceso que los generan.

Este avance ha generado nuevos desafíos para la fruticultura uruguaya, dirigido también a manejar otras plagas con instrumentos de bajo impacto ambiental. Tal es el caso del Piojo de San José, *Comstockaspis perniciosus* (Comstock) (Hemiptera, Diaspididae), plaga generalmente muy importante para dichos frutales y que encuentra mejores condiciones para desarrollarse por la reducción de la carga de químicos en los montes. Normalmente el control tradicional de esta plaga se ve dificultado por la protección cerosa en forma de escudo que cubre su cuerpo durante casi todo su ciclo y a los hábitos crípticos de esta especie que la mantiene protegida de las aplicaciones de productos.

Para alcanzar un nuevo manejo sanitario del Piojo de San José está en gestación un desarrollo tecnológico que permita el control biológico de esta plaga por medio de la liberación de enemigos naturales. Para ello, y como continuación a los acuerdos de trabajo que ya superan los 30 años de duración entre la cooperativa JUMECAL y la Unidad de Entomología de la Facultad de Agronomía (como respaldo científico-técnico), entre febrero de 2017 y junio de 2019 se llevó adelante el proyecto denominado 'Incorporación de control biológico en plagas de frutales de hoja caduca' cofinanciado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y JUMECAL. Los estudios generaron como principales resultados la puesta en marcha, en la Facultad de Agronomía, de una unidad piloto de cría de *Aspidiotus nerii* (Hemiptera, Diaspididae), un hospedero alternativo al piojo de San José que resulta más favorable para la cría de parasitoides de esa plaga, la obtención e identificación de sus principales parasitoides en plantaciones frutícolas del sur de Uruguay y el seguimiento a campo del insecto plaga y sus enemigos naturales sobre diferentes frutales, como base de una futura estrategia de intervención. Las actividades incluyeron la visita a unidades de producción de parasitoides de cochinillas en Estados Unidos y el intercambio técnico con especialistas extranjeros.

Para hacer posible la continuación de los estudios, se presentó un nuevo proyecto a la ANII que está en evaluación. El mismo se propone ajustar el protocolo para la cría masiva de un enemigo natural del piojo de San José, determinar la relación parasitoide / hospedero más efectiva para el control de la plaga, realizar ensayos de campo, formular un insecticida biológico en base a

parasitoides que pueda ser registrado ante el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, traspasar el conocimiento a JUMECAL para que inicie la producción comercial del mismo, y difundir y capacitar a agrónomos asesores y productores en el uso del control biológico del Piojo de San José en base a esta herramienta.

Alcanzar una etapa de producción comercial de este insecticida biológico implicará el seguimiento de protocolos de cría del parasitoide y acondicionamiento del producto que permitan garantizar el control de calidad total del mismo, incluyendo el control de la producción, del proceso y del producto. Este es un aspecto clave para garantizar el éxito de la iniciativa, a pesar de que es comúnmente subestimado.

Si bien existen productores y agrónomos asesores familiarizados con la incorporación de innovaciones, las experiencias demostrativas y las acciones de capacitación ayudarán a evitar un mal uso de la herramienta que comprometa los resultados.

Se contará con el beneficio de la mayor sensibilidad de los consumidores hacia alimentos inocuos para la salud y con la garantía que para su obtención no se degrade el ambiente. Para acentuar las ventajas competitivas convendría difundir entre los consumidores las ventajas de alimentarse de un producto surgido de buenas prácticas agronómicas, así como insistir frente a los poderes públicos para que se pongan en marcha políticas públicas que premien económicamente a quienes las utilicen, de modo de mejor competir con los insecticidas químicos generalmente de bajo precio unitario.

Se espera un gran impacto del proyecto en la medida que se traducirá en la puesta en marcha de una unidad de producción comercial de enemigos naturales del Piojo de San José por parte de la cooperativa JUMECAL. Ello permitirá: 1) la ampliación del alcance y consolidación del manejo regional de plagas, 2) una mayor reducción del uso de insecticidas químicos en dichos montes, con sus efectos positivos en el cuidado del ambiente y la salud humana, 3) la acción de controladores biológicos de otras plagas, hoy afectado por los insecticidas químicos utilizados contra el Piojo de San José, 4) la inocuidad de los alimentos con dicho origen, 5) la valorización de dicha producción frente a un consumidor que estará cada vez más atento estas cualidades, 6) la demostración de las bondades de aplicar la técnica del control biológico que aliente a su extensión en otros cultivos para enfrentar otras plagas, 7) la formación de recursos humanos para la investigación y la capacitación técnica de agrónomos y productores y 8) la reducción de los gastos de importación del país de insecticidas químicos que serán sustituidos por un insecticida biológico de producción nacional.

De este modo, Uruguay estará en mayor consonancia con la tendencia de los países de punta en protección ambiental, producción agrícola valorizada y propensión a una mejor calidad de vida de la población.

## La resistencia a fungicidas como factor determinante de las estrategias de manejo de la Sarna del Manzano

María Julia Carbone, Sandra Alaniz, Pedro Mondino

*Fitopatología, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía. Av. Garzón 780. Sayago. Montevideo. Email: pmond@fagro.edu.uy*

Las estrategias de manejo de la sarna del manzano han ido evolucionando con el correr del tiempo integrando los conocimientos sobre la biología de *Venturia inaequalis* y el uso de diferentes fungicidas que fueron apareciendo en el mercado. Al igual que lo que ocurre con otras enfermedades fúngicas, el manejo de la sarna se realiza en forma preventiva tratando de evitar la ocurrencia de infecciones utilizando fungicidas de contacto previo a la ocurrencia de los períodos de infección. Una vez ocurridas las infecciones, y debido a que *V. inaequalis* presenta un largo período de incubación (9 a 17 días desde infección a aparición de síntomas), es posible realizar aplicaciones curativas de fungicidas que penetran al tejido vegetal, evitando la aparición de los síntomas.

La historia del control mediante fungicidas de *V. inaequalis* se remonta a fines del siglo XIX. En sus inicios, el único fungicida disponible era el caldo bordelés (una mezcla de sulfato de cobre y cal hidratada en agua) y luego aparece la mezcla sulfocálcica (polisulfuros de calcio). Ambos producen quemado de hoja y roñado en fruto por lo que su uso debió ser restringido. Posteriormente, en la década del 1940, aparecen los fungicidas orgánicos mancozeb y captan, quienes ocupan un rol central en el manejo preventivo de la sarna del manzano. Son fungicidas de contacto que actúan en múltiples sitios de acción, por lo que las poblaciones de *V. inaequalis* no han desarrollado resistencia a ellos. A su vez, no tienen efectos fitotóxicos.

Más adelante en la década del 60 al 70, la introducción de fungicidas sistémicos como el dodine y el benomyl, con 48 y entre 24 y 36 horas de efecto retroactivo, respectivamente (Rosenberger, 2011), permitieron cambiar drásticamente el manejo de *V. inaequalis*. Con estos fungicidas fue posible curar infecciones ya establecidas cuando, mediante el esquema de aplicaciones periódicas, no se lograba prevenirlas (Carbonell et al. 1975, García y Moscardi 1981, García 1998). Si bien estos fungicidas facilitaron el manejo de la sarna del manzano al permitir curar infecciones ya establecidas, presentaron el inconveniente de su alto riesgo de generar resistencia. Es así que la pérdida de su efectividad fue posteriormente comunicada (Cox, 2015).

Coincidiendo con la aparición de resistencia a benomyl y a dodine, a principios de la década del 80 aparecieron en el mercado los primeros fungicidas pertenecientes al grupo de los inhibidores de la biosíntesis del ergosterol (IBEs). Estos fungicidas desplazaron rápidamente al benomyl y al dodine, no solamente por causa de la pérdida de efectividad de éstos debida a la resistencia, sino también porque los IBE poseían un mayor efecto retroactivo (96 horas). Lamentablemente, y al tratarse de fungicidas que actúan en sitios de acción específicos, también las poblaciones de *V. inaequalis* expuestas desarrollan resistencia a los IBEs en diversas regiones del mundo (Köller et al. 1997, Jobin y Carisse 2007, Stevic et al. 2010, Chapman et al. 2011, Pfeufer y Ngugi 2012), y recientemente también en Uruguay (Mondino et al., 2015), por lo que las recomendaciones técnicas apuntan a minimizar su uso.

Finalmente, en 1996, aparecieron en Europa un nuevo grupo, las estrobirulinas (kresoxim-methyl y trifloxystrobin). Estos fungicidas se integraron a la estrategia de manejo preventiva junto al mancozeb y al captan. A diferencia de estos, las estrobirulinas son fungicidas de sitio de acción específico por lo que también presentan alto riesgo de generar resistencia. A pesar de haber sido comercializadas con la recomendación de no realizar más de cuatro aplicaciones por temporada para evitar el desarrollo de resistencia (García et al., 1997), la resistencia a estos fungicidas no tardó en aparecer (Olaya y Köller 1999, Köller et al. 2005, Broniarek-Niemiec y Bielenin 2008).

El manejo histórico de la sarna del manzano en Uruguay ha tenido algunas características particulares. Las condiciones climáticas en las que se producen las manzanas en Uruguay son extremadamente conducentes al desarrollo de la enfermedad debido a la ocurrencia de primaveras lluviosas. Así es que desde mediados del siglo XX el control de la sarna se realizaba mediante un sistema de aplicaciones periódicas, de fungicidas de contacto, desde el inicio de la brotación hasta la cosecha (Carbonell et al., 1975). Las aplicaciones de fungicidas se iniciaban con la “cura de cabecera” que consistía en la aplicación de Caldo Bordelés en el momento de punta plateada, aplicación que se realizaba sin ningún fundamento técnico debido a que, en ese momento, no hay tejidos susceptibles para proteger. Luego se continuaba el manejo con aplicaciones periódicas de fungicidas de contacto (captan o mancozeb) con el objetivo de mantener el cultivo permanentemente “cubierto” (protegido). Los tratamientos se hacían con una frecuencia de 5 a 7 días hasta la floración y de 10 a 14 días desde floración en adelante hasta la cosecha realizando entre 17 a 20 aplicaciones en promedio en cada temporada (Carbonell et al. 1975, García 1998).

Los conocimientos sobre la biología de *V. inaequalis* aportados por Mills (Mills, 1944) se pusieron en práctica en nuestro país cuando en 1975 se terminó de ajustar un Sistema de Alarma para las principales zonas productoras de manzana, Melilla y Juanicó (García y Moscardi 1981, García 1998). Este servicio, que informa a los agricultores de la ocurrencia de períodos de infección, fue brindado inicialmente por el Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger (CIAAB) y en la actualidad por la Dirección General de Servicios Agrícolas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Con la aparición de la alarma se pretendió implementar un cambio en la estrategia de manejo de la sarna. En lugar de seguir realizando aplicaciones semanales de fungicidas, ahora solo aplicarían cuando se confirmara la ocurrencia de las infecciones, pudiendo reducir el número de aplicaciones por temporada. Los fungicidas con actividad pos-infección recomendados según el esquema propuesto eran dodine, benomyl, metil tiofanato y mezcla sulfocálcica (García y Moscardi, 1981). En esa época aún no se tenía conciencia del riesgo de que estos fungicidas dejaran de ser efectivos a causa de la aparición de resistencia en las poblaciones de *V. inaequalis*.

Sin embargo, una de las principales dificultades prácticas que presentó este esquema de manejo fue que durante la primavera suelen ocurrir varios días de lluvias, seguidos por más de un día de viento, lo que dificulta realizar las aplicaciones curativas a tiempo (García, 1998). Por esta razón en la práctica no se abandonó la estrategia preventiva en base a la aplicación periódica de fungicidas de contacto, sino que ésta se mantuvo y fue reforzada con la incorporación de aplicaciones curativas de fungicidas penetrantes cada vez que recibían el aviso dado por el sistema de alarma.

De todos modos, al disponer de información precisa sobre la ocurrencia de cada período de infección, los productores podrían restringir el uso de fungicidas con actividad pos-infección aplicando solamente cuando el servicio lo indicara y sus montes no se encontrasen protegidos por una aplicación previa de un fungicida de contacto. No obstante, en la práctica esto tampoco ocurrió ya que los productores y técnicos adoptaron el criterio de aplicar fungicidas con efecto retroactivo, cada vez que se emitía la Alarma, sin considerar si sus montes estaban o no protegidos por aplicaciones preventivas. Esto condujo a un uso excesivo de fungicidas para el control de la enfermedad.

Más adelante, una importante epidemia de *V. inaequalis* ocurrida en la primavera 2007, puso sobre la mesa la necesidad de realizar estudios de resistencia a fungicidas. En el año 2008 se iniciaron los primeros estudios de evaluación de la sensibilidad a estrobilurinas y en los años siguientes se continuó evaluando la resistencia a IBEs en las poblaciones locales de *V. inaequalis*. Los resultados mostraron que la resistencia a fungicidas del grupo de las estrobilurinas estaba generalizada y que aparecía evidencia de resistencia a IBEs (Casanova y Celio, 2011; Casanova et al 2008; Mondino et al 2012; Mondino et al 2015).

La confirmación de la presencia de poblaciones de *V. inaequalis* resistentes a los fungicidas del grupo de las estrobilurinas y a fungicidas Inhibidores de la biosíntesis del ergosterol (IBEs), obligó a replantearse las estrategias de manejo de esta enfermedad. Se necesitaba maximizar la eficiencia de la estrategia preventiva en base a fungicidas de contacto de modo de reducir al mínimo la necesidad de uso de fungicidas con efecto retroactivo. Esta estrategia consiste en prevenir las infecciones aplicando fungicidas de contacto dentro de las 48 a 24 horas previas al inicio de la lluvia, y recurrir a las aplicaciones curativas de fungicidas solo cuando, por alguna razón, no fue posible prevenir las infecciones. La disponibilidad de pronósticos meteorológicos más precisos ha facilitado la implementación de dicha estrategia (Mondino y Alaniz, 2009). Los fungicidas de contacto utilizados para prevenir las infecciones de *V. inaequalis* continúan siendo el mancozeb y el captan.

Las desventajas que se pueden señalar a esta estrategia son de índole práctica. Es necesario que el productor tenga correctamente dimensionada la maquinaria para poder realizar a tiempo las aplicaciones cuando se pronostican lluvias, previendo a su vez que la planta se seque antes de que comience a llover. Además, se debe disponer de mano de obra para realizar las aplicaciones, aún si fuera necesario hacerlas en días no laborables (fines de semana o feriados).

Asimismo, debido a las características climáticas de nuestro país, donde algunos eventos de lluvia pueden durar varios días y a las múltiples dificultades que pueden presentarse en cada establecimiento para realizar las aplicaciones preventivas a tiempo, inevitablemente los agricultores se ven en la necesidad de realizar aplicaciones pos-infección más de una vez por temporada. Por lo tanto, la posibilidad de utilizar fungicidas con efecto retroactivo constituye una herramienta fundamental para el manejo de esta enfermedad. Dado este nuevo escenario, donde la resistencia a IBEs ya ha sido constatada en Uruguay por lo que su uso debe restringirse (Mondino et al., 2015), los agricultores han vuelto a considerar al dodine como una herramienta alternativa importante para manejar esta enfermedad.

El dodine es un fungicida de contacto y con acción translaminar que actúa a nivel de la membrana celular, pero el modo de acción es desconocido (FRAC, 2018). Posee excelente actividad protectora, efecto retroactivo de 48 horas y acción antiesporulante en aplicaciones

pos-síntomas (Rosenberger, 2011). No se recomienda su aplicación sobre frutos pequeños porque les produce roñado especialmente cuando es aplicado con temperaturas bajas.

El dodine fue introducido en Estados Unidos como un potente fungicida con actividad pos-infección para el control de la sarna del manzano hacia fines de la década de 1950. En el año 1968, fueron observadas las primeras fallas en el control, y un año después, Szkolnik y Gilpatrick (1969) publican por primera vez la aparición de resistencia en poblaciones de *V. inaequalis* al dodine en Nueva York. Investigaciones realizadas por Köller et al. (1999) en Michigan y Nueva York, revelan que en poblaciones de *V. inaequalis* dónde previamente se había confirmado resistencia, después de cuatro y 13 años de no uso del dodine respectivamente, los niveles de resistencia poblacionales habían disminuido pero sin llegar a los niveles de sensibilidad de poblaciones que nunca fueron expuestas a dicho fungicida (sensibilidad de base). De todas maneras, una vez que el uso del dodine fue retomado, la proporción de individuos resistentes rápidamente volvió a incrementarse.

Ese descenso de la proporción de individuos resistentes a dodine en las poblaciones una vez que el fungicida dejó de usarse, sin alcanzar los niveles de sensibilidad existentes en las poblaciones nunca expuestas, podría estar explicado por el hecho de que el desarrollo de la resistencia de *V. inaequalis* a dodine es de tipo poligénica (Köller et al., 1999). Estudios realizados por Polach, citado por Crute (1992), indican que al menos 3 genes están involucrados en la resistencia de *V. inaequalis* a dodine, y sus efectos son aditivos.

En Polonia, el dodine fue introducido hacia finales de los años 60, y en 1990 fue detectado el primer caso de resistencia en *V. inaequalis* (Nowacka, citado por Meszka et al., 2008). A partir de entonces, en varias regiones de Polonia fueron publicados casos de resistencia, por lo que muchos de los productores dejaron de usar este fungicida. Estudios realizados por Broniarek-Niemiec y Bielenin (2008), Meszka et al. (2008), indican que los niveles de resistencia en las poblaciones de *V. inaequalis* persistieron a pesar de que el uso del dodine fue discontinuado, o solo ha sido utilizado una vez por temporada en los últimos años.

En este mismo sentido, en Canadá, en la región de Nova Scotia, después de casi 15 años de uso del dodine fueron observadas las primeras fallas en el control, y en 1977, estudios realizados por Ross y Newbery (1977) demostraron que los niveles de tolerancia de *V. inaequalis* a dodine eran mayores en poblaciones del patógeno que habían sido expuestas a dicho fungicida, en comparación con poblaciones nunca expuestas. Por otra parte, estudios realizados por Carisse y Jobin (2010), en Quebec, demostraron que en poblaciones de *V. inaequalis* que durante 30 años no fueron expuestas al dodine los niveles de resistencia eran mayores en relación con los niveles encontrados en poblaciones nunca expuestas, lo cual demuestra que los individuos resistentes persistieron en las poblaciones.

Dado que la resistencia a dodine es estable en los individuos de *V. inaequalis* (Carisse y Jobin, 2010), la disminución en los niveles de resistencia poblacionales registrados en Michigan y Nueva York una vez que el uso de dodine fue discontinuado (Köller et al., 1999), puede explicarse según Cox (2015) por una dilución en la proporción de individuos resistentes debido a fenómenos de selección por el uso de otros fungicidas, o también debido a que viejos montes de manzanos fueron abandonados y los nuevos cultivos se establecieron en áreas donde la resistencia de *V. inaequalis* a dodine no estaba aún establecida.

En Nueva Zelanda, por el contrario, estudios realizados por Bakker (1999), Beresford et al. (2012) muestran que desde la década del 90 las poblaciones de *V. inaequalis* no han perdido la sensibilidad al dodine, por lo que sigue siendo un fungicida efectivo. El no desarrollo de resistencia lo adjudican a la efectividad de las medidas de manejo antirresistencia recomendadas, y adoptadas por los productores, de no más de tres aplicaciones de dodine por temporada (Beresford et al., 2013).

En Uruguay el único antecedente de evaluación de resistencia de *V. inaequalis* a dodine fue realizado en la Clínica de Diagnóstico del MGAP en 1991. En dicha oportunidad Díaz (1997) evaluó el porcentaje de germinación de conidios de *V. inaequalis* a dos concentraciones de dodine y determinó que había cepas con tolerancia leve. Para verificar si efectivamente el uso del dodine es una medida eficiente para controlar la sarna del manzano en nuestro país, fue necesario determinar cuál es el estado de situación actual en cuanto a la resistencia en las poblaciones de *V. inaequalis* a este principio activo.

### Evaluación de la sensibilidad de poblaciones de *Venturia inaequalis* a dodine

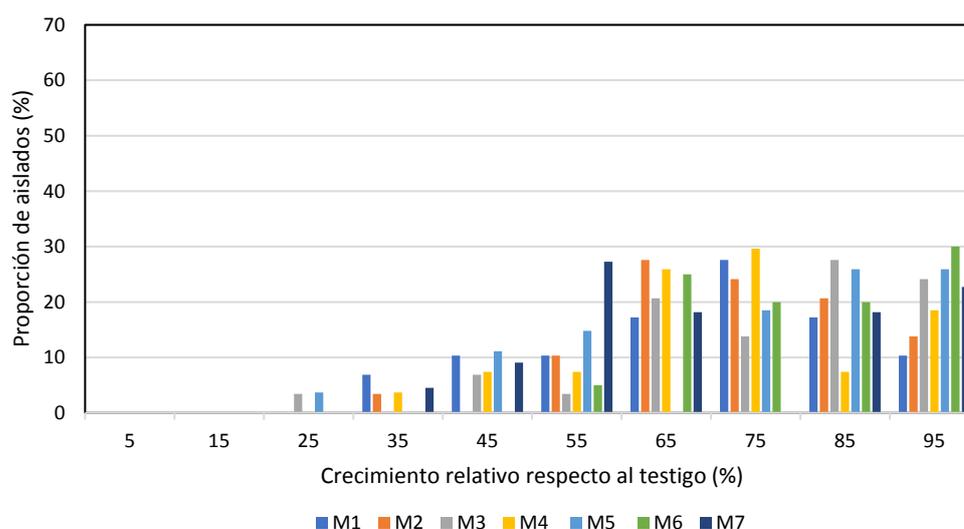
#### *Ensayo in vitro*

En el otoño del año 2016 se seleccionaron siete montes de manzanos con diferente historia de uso de dodine. Los montes se localizan en la principal región de producción de manzanas del país, en las localidades de Melilla y Las Brujas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Montes seleccionados según su historia de uso de dodine

Monte	Variedad	Zona	Aplicaciones de dodine por temporada
1	Cripp's Pink	Melilla	sin uso
2	Early Red One	Melilla	1 o 2
3	Early Red One	Melilla	1 o 2
4	Red Chief	Melilla	1 o 2
5	Early Red One	Melilla	1 o 2
6	Red Chief	Melilla	3 o más
7	-	Las Brujas	sin aplicaciones desde 2011

De cada monte se obtuvieron entre 30 y 35 aislados monospóricos de *V. inaequalis*. La sensibilidad de los aislados a dodine se evaluó por el método de inhibición del crecimiento micelial. Se utilizó 0,2 ppm de dodine como concentración única de evaluación (Köller et al., 1999). Para ello, los aislados se sembraron en placas de Petri conteniendo medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA) con el fungicida incorporado; se efectuaron 4 repeticiones por cada aislado. Las placas se incubaron en estufa termostática a 20°C en oscuridad, durante cuatro semanas. Transcurrido ese tiempo, se tomaron dos medidas perpendiculares del diámetro de las colonias y se estimó su crecimiento relativo en porcentaje respecto al testigo (sin incorporación de fungicida al medio de cultivo PDA). En la Gráfica 1 se muestra la proporción de aislados de cada monte según su crecimiento relativo a la concentración única de evaluación utilizada.



**Gráfica 1.** Distribución de la proporción de los aislados de *Venturia inaequalis* en función de su crecimiento relativo a 0,2 ppm de dodine

En todas las poblaciones de *V. inaequalis* evaluadas se constató la presencia de aislados resistentes. Según Köller et al. (1999), se consideran aislados resistentes a aquellos que presenta un crecimiento relativo a la concentración de 0,2 ppm de dodine igual o mayor a 90% respecto al testigo sin fungicida. No obstante, se encontraron diferencias según la historia de uso de dodine. La población de *V. inaequalis* proveniente del monte donde nunca se aplicó dodine presentó la menor proporción de aislados resistentes (10%). Por el contrario, aquellos montes que recibieron aplicaciones de dodine todas las temporadas tuvieron una proporción de aislados resistentes de entre 15 y 30%.

### Ensayo a campo

Para corroborar si los resultados obtenidos *in vitro* implican la existencia de resistencia práctica a dodine se evaluó su efectividad en un ensayo a campo. En la primavera del 2018, 16 plantas de manzano (portainjerto M7/variedad Oregon Spur), plantadas en macetas de 5 litros, se mantuvieron bajo techo hasta su brotación. En las horas previas a la ocurrencia de dos eventos de lluvia, distanciados 10 días entre sí, las plantas se trasladaron a uno de los montes que presentó la mayor proporción de aislados resistentes (monte número 6). Las plantas se distribuyeron al azar en diferentes filas del monte y se mantuvieron allí hasta finalizado el periodo de infección.

Pasado cada periodo de infección las plantas fueron colocadas nuevamente bajo techo y la mitad fueron tratadas con dodine mientras que la otra mitad no recibió ningún tratamiento (testigo). La aplicación de dodine se realizó a la concentración recomendada de etiqueta mediante pulverización a punto de goteo con mochila. La aplicación correspondiente al primer evento de infección se realizó a las 38 horas de iniciado el periodo de hoja mojada, mientras que la correspondiente al segundo evento fue a las 42 horas.



**Figura 1.** Plantas de manzano variedad Oregon Spur (flecha blanca), mantenidas en un monte que presentó 30% de aislados resistentes *in vitro*, durante uno de los eventos de infección de *Venturia inaequalis*

Aproximadamente a los 15 días del primer evento de infección se observaron los primeros síntomas mientras que la evaluación del ensayo se realizó 15 días después de ocurrido el segundo evento de infección. Los resultados se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Resultados de la evaluación de aplicación de dodine pos-infección

Tratamiento	Plantas con síntoma (%)	Promedio de hojas con síntoma (%)	Número promedio de manchas por hoja
Aplicación de dodine pos-infección	100	28	1 a 3
Testigo (sin aplicación de fungicida)	100	61	2 a 6

Como se muestra en el cuadro, las plantas que fueron tratadas con dodine pos-infección presentaron síntomas de sarna en hoja. Estos resultados confirman que existe resistencia práctica a dodine.



**Figura 2.** Síntomas de *Venturia inaequalis* observados en plantas de manzano variedad Oregon Spur sin tratamiento con fungicida pos-infección (izquierda) y tratadas con dodine pos-infección (derecha)

La comprobación de la existencia de resistencia de las poblaciones de *V. inaequalis* a dodine aumenta las dificultades existentes para manejar esta enfermedad. Antes de este trabajo se tenía la expectativa de que el uso pos-infección del dodine contribuiría a minimizar las aplicaciones de fungicidas IBEs para los cuales ya se había constatado resistencia. Los resultados obtenidos obligan a minimizar, y en lo posible evitar, la necesidad de realizar aplicaciones curativas para el control de *V. inaequalis*. La manera de lograr esto es siguiendo una estrategia preventiva lo más eficiente posible de modo de que los árboles lleguen a cada período de infección protegidos por aplicaciones recientes de fungicidas de contacto. Para ello el pronóstico meteorológico constituye una herramienta indispensable para el manejo de esta enfermedad.

### Bibliografía

- Bakker, G. R. 1999. Sensitivity of *Venturia inaequalis* and *V. pirina* to dodine in New Zealand. In: New Zealand Plant Protection Conference (52nd., 1999, Nueva Zelanda). Proceedings. s.n.t. pp. 167-170.
- Beresford, R. M.; Wright, P. J.; Wood, P. N.; Park, N. M. 2012. Sensitivity of *Venturia inaequalis* to myclobutanil, penconazole and dodine in relation to fungicide use in Hawke's Bay apple orchards. New Zealand Plant Protection. 65: 106-113.
- Beresford, R. M.; Wright, P. J.; Wood, P. N.; Park, N. M; Larsen, N. J.; Fisher, B. M. 2013. Resistance of *Venturia inaequalis* to demethylation inhibitor and dodine fungicides in four New Zealand apple-growing regions. New Zealand Plant Protection. 66: 274-283.

- Broniarek-Niemiec, A.; Bielenin, A. 2008. Resistance of *Venturia inaequalis* to strobilurin and dodine fungicides in polish apple orchards. *Zemdirbyste Agriculture*. 95 (3): 366-372.
- Carbonell, J.; Briozzo, J.; Moscardi, C.; García, S. 1975. Calendario de pulverizaciones para manzano. Ministerio de Agricultura y Pesca/CIAAB. Hoja de divulgación No. 9. 4 p.
- Carisse, O.; Jobin, T. 2010. Resistance to dodine in populations of *Venturia inaequalis* in Quebec, Canadá. (en línea). *Plant Health Progress*. s.p. Consultado set. 2019. Disponible en <https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2010/dodine/>
- Casanova, L.; Leoni, C.; Mondino, P., 2008. Estudio de la resistencia a fungicidas en poblaciones de *Venturia inaequalis* en Uruguay. Seminario de Actualización en Frutales de Pepita. Estación Experimental Wilson Ferreira Aldunate de INIA Las Brujas, 21 de agosto de 2008.
- Casanova, Leticia; Celio, Antonella. 2011. Determinación de los niveles de resistencia "in vitro" a trifloxystrobin en poblaciones de *Venturia inaequalis*. TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay. 63p.
- Chapman K. S.; Sundin G. W.; Beckerman J. L. 2011. Identification of resistance to multiple fungicides in field populations of *Venturia inaequalis*. *Plant Disease*. 95: 921-926.
- Cox, K. D. 2015. Fungicide resistance in *Venturia inaequalis*, the causal agent of apple scab, in the United States. In: Ishii, H.; Hollomon, D. eds. *Fungicide resistance in plant pathogens*. Tokyo, Springer. pp. 433-447.
- Crute, I. R. 1992. The contribution of genetic studies to understanding fungicide resistance. In: Denholm, I.; Devonshire, A.L.; Hollomon, D. eds. *Achievements and developments in combating pesticide resistance*. London, Springer. pp. 190-202.
- Diaz, L. 1997. Evaluación de resistencia de *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint., (organismo causal de la sarna del manzano), a benomil y dodine. In: Perea, B.; Pagliano, G.; Pérez, E. eds. *Congreso Latinoamericano de Fitopatología* (9no., 1997, Montevideo). Montevideo. Zeneca. pp. 156.
- FRAC (Fungicide Resistance Action Committee, CH). 2018. Code list; fungicides sorted by mode of action. (en línea). 14 p. Consultado set. 2019. Disponible en <http://www.phibase.org/images/fracCodeList.pdf>
- García, S.; Moscardi, C. 1975. Sarna del manzano; sintomatología y ciclo biológico. CIAAB. Hoja de divulgación No. 23. 5 p
- García, S.; Orrico, J.; Wallasek, V. 1997. Control de sarna primaria en un programa de aplicaciones reducidas usando kresoxim-metil. In: *Jornada de resultados sobre protección vegetal en frutos*. Montevideo, INIA. pp. 68-71. (Actividades de difusión No. 150).
- García, S.; Moscardi, C. 1981. El sistema de alarma para el control de la sarna del manzano. *Miscelánea CIAAB*. no. 33. 9 p.
- García, S. 1998. Enfermedades a hongos que deben ser consideradas prioritariamente dentro de un programa de manejo integrado. In: Núñez, S.; García, S.; Paullier, J.; Pagani, C.; Maeso, D.

eds. Guía para el manejo de plagas y enfermedades en frutales. Montevideo, INIA. pp. 49-90 (Boletín de Divulgación no. 66).

- Jobin, J.; Carisse, O. 2007. Incidence of myclobutanil and keroxim methyl insensitive isolates of *Venturia inaequalis* in Quebec orchards. *Plant Disease*. 91: 1351-158.

- Köller, W.; Wilcox, W. F.; Barnard, J.; Jones, A. L.; Braun P. G. 1997. Detection and quantification of resistance of *Venturia inaequalis* populations to sterol demethylation inhibitors. *Phytopathology*. 87 (2): 184-190.

- Köller, W.; Wilcox, W.; Jones, A. L. 1999. Quantification, persistence, and status of dodine Resistance in New York and Michigan orchard populations of *Venturia inaequalis*. *Plant Disease*. 83 (1): 66-70.

- Köller, W.; Parker, D. M.; Trechek, W. W.; Rosenberger, D.; Wilcox, W.; Carroll, J.; Agnello, A.; Reissig, H. 2005. Fungicide resistance of apple scab; status Quo and management options. *New York Fruit Quarterly*. 13(1): 9-17.

- Meszka, B.; Broniarek-Niemiec, A.; Bielenin, A. 2008. The status of dodine resistance of *Venturia inaequalis* populations in Poland. *Phytopathologia Polonica*. 47: 57-61.

- Mills, W. D. 1944. Efficient use of sulfur dusts and sprays during rain to control apple scab. *Cornell Ext. Bull.* 630. 4 pp

- Mondino, P.; Alaniz, S. 2009. Manejo integrado de la sarna del manzano ocasionada por *Venturia inaequalis*. p. 35-43 En: Manejo Integrado de Doenças da Macieira. Stadnik, M. Ed. CCA-UFSC. Florianópolis. 229p. ISBN 978-85-904597-2-9

- Mondino, P.; Casanova, L.; Celio, A.; Leoni, C.; Alaniz, S. 2012. Situación de la resistencia a trifloxystrobin y difenoconazole de poblaciones de *Venturia inaequalis* en Uruguay, estrategias de manejo anti-resistencia. p35- 44. En: Seminario de Actualización Técnica Frutales de Pepita. INIA Serie de Actividades de Difusión N° 687. ISSN: 1688-9258

- Mondino, P.; Casanova, L.; Celio, A.; Bentancur, O.; Leoni, C.; Alaniz, S. 2015. Sensitivity of *Venturia inaequalis* to difenoconazole and trifloxystrobin in Uruguay. *Journal of Phytopathology* 163:1-10

- Olaya, G.; Köller, W. 1999. Baseline sensitivities of *Venturia inaequalis* populations to the strobirulin fungicide kresoxim-methyl. *Plant Disease*. 83(3): 274-278.

- Pfeufer E. E.; Ngugi, H. K. 2012. Orchard factors associated with resistance and cross resistance to sterol demethylation inhibitor fungicides in populations of *Venturia inaequalis* from Pennsylvania. *Phytopathology*. 102 (3): 272-282.

- Rosenberger, D. A. 2011. Understanding the limitations of newer apple fungicides. In: New England vegetables and fruit conference (2011, Manchester). Proceedings. Manchester, s.e. pp: 13-15.

- Ross, R. G.; Newbery, R. J. 1977. Tolerance of *Venturia inaequalis* to dodine in Nova Scotia. *Canadian Plant Disease Survey*. 57: 57-60.

- Stevic, M.; Vuksa, P.; Elezovic, I. 2010. Resistance of *Venturia inaequalis* to demethyltion inhibiting (DMI) fungicides. *Zimberbiste*. 97 (4): 65-72.
- Szkolnik, M.; Gilpatrick, J. D. 1969. Apparent resistance of *Venturia inaequalis* to dodine in New York apple orchards. *Plant Disease*. 53(11): 861-864.



## Ajuste de tecnologías de aplicación fitosanitaria en frutales de hoja caduca

Setiembre 2019



Ing. Agr. Roberto Zeballos (AFRUPI) - [rzeballito@gmail.com](mailto:rzeballito@gmail.com), Per. Agr. Raúl Calcagno (AFRUPI), Ing. Agr. PhD. Roberto Zoppolo (INIA), Ing. Agr. Carolina Fasiolo (INIA)  
Proyecto FPTA 346 - Producción integrada y mecanización

### I) Introducción y antecedentes

En el año 2014, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca a través de su Dirección General de la Granja (MGAP/DIGEGRA) y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) suscribieron el "Acuerdo de Trabajo en maquinaria para la fruticultura de hoja caduca", con el fin de promover la mecanización asociada al concepto del nuevo sistema de conducción llamado Muro Frutal.

Dicho acuerdo permitió la introducción al país de varias máquinas innovadoras, entre ellas una pulverizadora hidroneumática de flujo tangencial o torre, iniciando un proceso de revisión y ajuste de la tecnología de aplicación fitosanitaria para el sector frutícola de hoja caduca.

La Asociación de Fruticultores de Producción Integrada (AFRUPI) cofinanció estos trabajos desde su inicio en 2014 y hoy ha asumido la continuación de los mismos, en el marco del Proyecto FPTA "Producción Integrada y mecanización" (fondos INIA), con el objetivo de definir un paquete tecnológico propio, ajustado a nuestras condiciones y que considere la creciente preocupación por el efecto perjudicial de la deriva sobre el medio ambiente.

Esta preocupación a nivel mundial por la deriva, comienza a verse reflejada en algunas normas de Producción Frutícola Integrada, que incluyen recomendaciones y plazos para limitar el uso de los equipos que la producen, promoviendo cambios hacia el flujo tangencial y los picos antideriva con inyección de aire (Agrios, 2017).

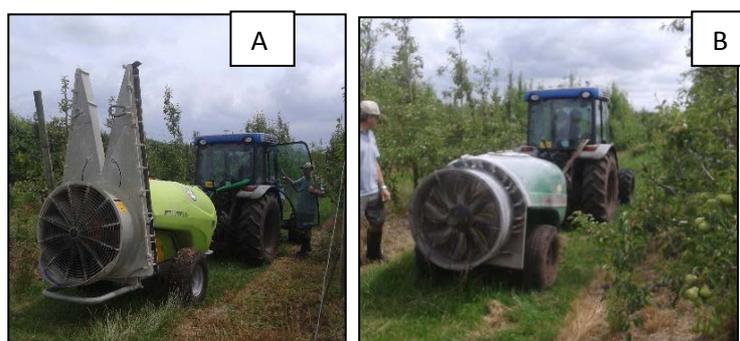


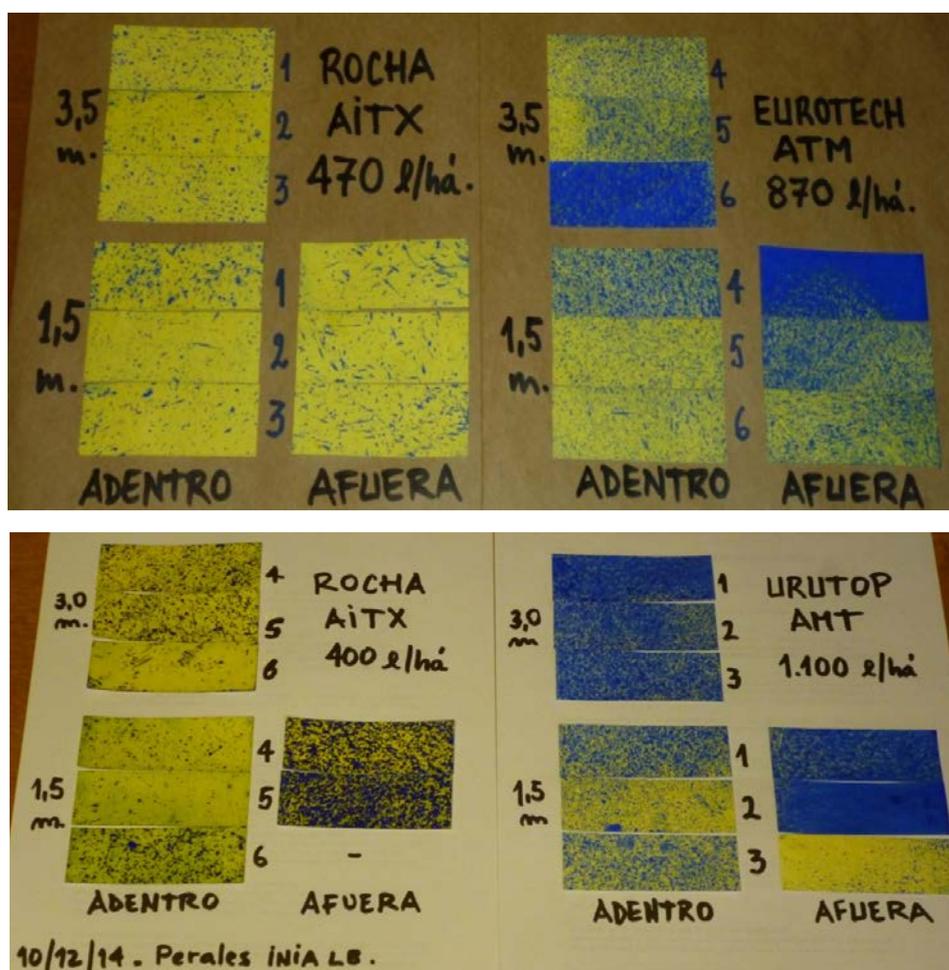
Figura 1: pulverizador hidro-neumático de flujo tangencial o torre (A) y pulverizador hidroneumático de flujo axial (B).

La información internacional respecto a esta temática proviene generalmente de zonas donde la sarna (Venturia) no es el problema principal a controlar, lo que hace imprescindible para nosotros el realizar los ensayos en nuestra zona y dentro del período crítico de dicha enfermedad (octubre).

Los primeros ensayos realizados en 2014 y 2015, habían demostrado:

1) **la performance superior de las pulverizadoras de torre con picos antideriva frente a la tradicional pulverizadora de flujo axial con picos comunes, tanto a distancias de 4 como de 6 metros de entrefila.** Esto se expresa en una mayor homogeneidad de cobertura entre las diferentes plantas y entre los diferentes sitios de la misma planta, tanto en las mediciones de campo realizadas con tarjetas hidrosensibles (TSA), como en los análisis de depósito de plaguicida en hoja que se realizaron en laboratorio.

2) **la conveniencia de reducir el gasto de caldo por ha a menos de 1.000 lts, logrando una mejor cobertura, evitando el escurrimiento y logrando el mismo depósito de plaguicida en hoja.** (Zeballos y col, 2015)



Figuras 2 y 3: tarjetas hidrosensibles resultantes de los ensayos 2013 y 2014, con pulverizadoras de torre Rocha vs axiales Eurotech y Urutop, con diferentes gastos de caldo por hectárea (Zeballos y col, 2015).

PULV. AXIAL / PASTILLAS AMT					PULV. TANGENCIAL / PICOS AITX					
1.100 lts/há de caldo					400 lts/há de caldo					
2,6 lts/ha de Lorsban					2,1 lts/há de Lorsban					
ABAJO	ARRIBA	Prom	C.V.%		ABAJO	ARRIBA	Prom	C.V.%		
pl.1	63,3	pl.1	19,8	41,6		pl.4	40,9	pl.4	24,6	32,8
pl.2	20,9	pl.2	26,2	23,6		pl.5	53,9	pl.5	63,6	58,8
pl.3	93,2	pl.3	27,1	60,2	<b>43,8</b>	pl.6	49,7	pl.6	23,1	36,4
Prom	<b>59,1</b>		<b>24,4</b>	<b>41,8</b>	<b>58,9</b>	Prom	<b>48,2</b>		<b>37,1</b>	<b>42,6</b>
%	<b>71</b>		<b>29</b>		<b>71,7</b>	%	<b>56</b>		<b>44</b>	<b>38,2</b>

Cuadro 1: depósito de plaguicida Lorsban en hojas de peral (ppm) resultante del ensayo 2014 (Zeballos y col, 2015)

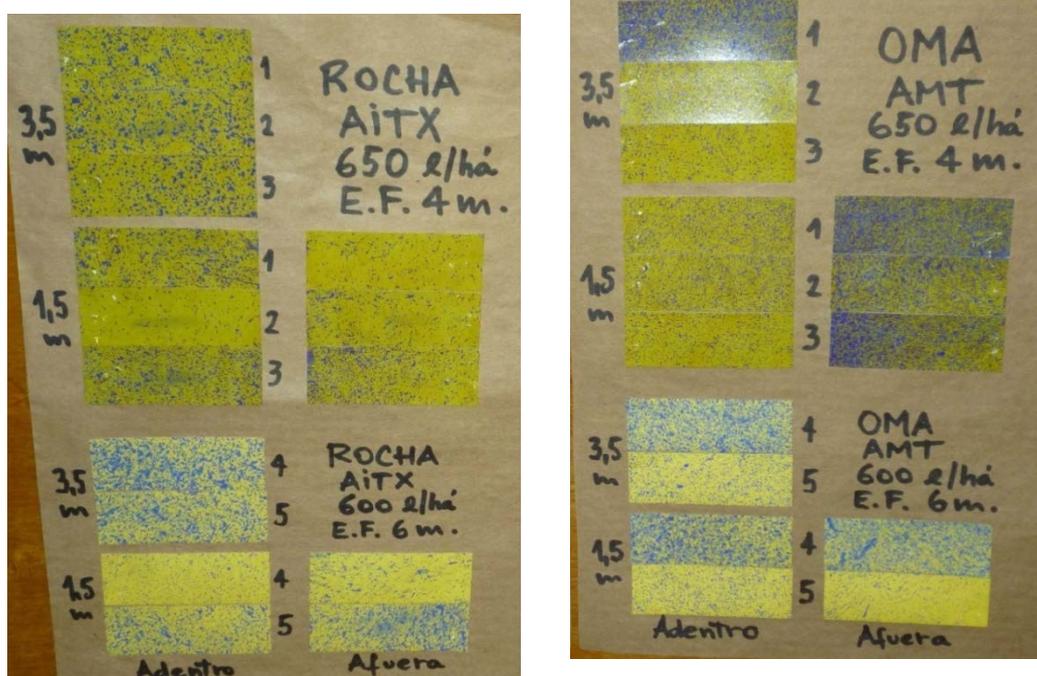


Figura 4: tarjetas hidrosensibles del ensayo 2014, con pulverizadora de torre Rocha vs axial Oma, con igual gasto de caldo por há (Zeballos y col, 2015).

Al momento de retomar los trabajos, se visualizaron como cuestiones pendientes las siguientes:

3) ¿cuál es la mejor combinación de picos para la atomizadora axial? Asumiendo que el proceso de recambio de la pulverizadora demorará un largo tiempo y que se dispone de una amplia gama de picos: antideriva (TVI, AITX, IA), comunes de pastilla (AMT) y comunes mejorados (ATR, TXR, TP, VP), en sus versiones de cono o abanico plano.

4) ¿hasta qué extremo se puede reducir el gasto de caldo por há? Viendo que reducir el gasto implica concentrar el plaguicida, a concentraciones que podrían ocasionar roñado a la fruta ó precipitaciones en el tanque.

5) ¿es posible curar fila por medio en muros frutales angostos? Considerando un ancho de pared foliar menor a 1 m, la pulverización debería atravesarla completamente, evitando el aumento de gasto de caldo que provoca la menor distancia entrefila.

6) ¿el muro frutal reduce el gasto a punto de goteo y la dosis por ha? Visto que el Muro Frutal reduce el volumen de monte por ha (TRV) pero aumenta su densidad de hojas y frutos, se percibe la necesidad de ajustar la forma de cálculo del punto de goteo y de la dosis. En los ensayos anteriores los primeros intentos de reducir dosis por ha arrojaron dudas y llamados de atención en sus evaluaciones del resultado sanitario en campo.

## **II) Primer ensayo**

En octubre 2017, se realizó el ensayo correspondiente a la cuestión 3, tratando de responder a la pregunta de ¿cuál es la mejor combinación de picos para la atomizadora axial?

### **II.1) Objetivo**

Evaluar el desempeño en calidad de cobertura y depósito de plaguicida, de 5 combinaciones de picos en el mismo pulverizador de flujo axial.

### **II.2) Materiales y métodos**

El ensayo se realizó el 24/10/2017 en el predio de Raúl Calcagno, zona de Toledo, Canelones, en predio bien cortinado para el viento, sobre un monte adulto de peral de 4 m de altura promedio y ancho de pared 2 m, conducido en Muro Frutal modificado a partir de Solaxe.

Durante las aplicaciones el tiempo estuvo soleado, la temperatura rondaba los 20°C, la humedad relativa cercana a 50% y el viento era suave del sector NNE a 7 km/h.

Para todos los tratamientos se utilizó la misma pulverizadora de flujo axial marca OMA Wind 1100 con tractor J.Deere 2020, a velocidad de 5,2 km/h y el producto aplicado fue Etilclorpirifos comercial 48% a 2,4 lts/ha.

Previo a cada aplicación se calibró la pulverizadora mediante equipo de jarras a efectos de asegurar la precisión del gasto, que se trató de igualar a 550 lts/ha con distribución 60/40% en las mitades superior e inferior del arco de boquillas.

Cada tratamiento se aplicó a una fila del cuadro, con separación suficiente para evitar la posible interferencia de la deriva sobre los otros.

Para medir la calidad de cobertura y distribución del producto en la planta se colocaron tarjetas sensibles al agua (TSA) en 3 plantas al azar dentro de cada fila (tratamiento). A su vez dentro de cada planta se ubicaron 3 tarjetas en 3 diferentes puntos de exposición a la pulverización:

- Arriba: cerca del eje, a 3,5 m de altura aprox.
- Adentro: al centro de la fila, a 1,5 m de altura aprox.
- Afuera: en el exterior contra la entrefila, a 1,5 m de altura aprox.

Las TSA, que estaban engrampadas a las hojas del peral, fueron retiradas enseguida de la pulverización y fueron analizadas en conjunto mediante comparación visual y mediante el software "gotas" (Embrapa, 2012).

Los tratamientos comparados fueron:

Tratam.	Antideriva Cono hueco Teejet AITX+ GeolineCV-IA	Antideriva Ab. plano Geoline AD-IA	Común Pastilla Albuz AMT	Común Ab. plano Teejet 8004VP	Mixto Cono hue.AMT+Al TX+CV-IA
					
Picos y presión	4 verde 4 amarillo 2 violeta 2 azul  16 bar	4 verde 4 amarillo 2 violeta 2 azul  14 bar	2x0,8CAfDC 6x1,0CAfDC 2x1,0CAfDA 2x1,2CAfDA  14 bar	6 verde 4 amarillo 2 azul  16 bar	2x0,8C.Af 4x1,0C.Af 2 amarillo 2 violeta 2 azul 14 bar
Lts/min	20,6	19,8	20,8	20,2	20,6
Lts/há	561	540	567	550	561
% mitad superior	60	60	61	62	58

Para medir depósito de plaguicida en hoja, se seleccionaron 2 tratamientos (Pastilla común, por ser el tradicional y Antideriva Cono Hueco, por ser el mejor de los antideriva ensayados). De cada tratamiento se analizaron 3 plantas, (las mismas que tenían TSA), recogiendo una muestra de la zona alta y otra de la zona baja, resultando 6 muestras por tratamiento, de 80 hojas adultas cada una.

Las muestras fueron conservadas en heladera y llevadas al día siguiente al laboratorio del MGAP/DGSSAA, para determinar el contenido de Etilclorpirifós por peso de hoja (ppm), mediante el procedimiento multiresiduos QuEChERS con extracción Acetonitrilo para muestras vegetales, detección GC MS.

Si bien el número de muestras debió limitarse por razones de costo, éstas mediciones se consideran más directas y por tanto un mejor reflejo del resultado final de la aplicación, cuyo objetivo es depositar el plaguicida.

### II.3) Resultados y discusión

El primer resultado constatado y que coincide con los antecedentes, fue la neblina claramente visible y que permanece en el monte varios segundos después de pasar los tratamientos con picos comunes, que no se observa en los tratamientos con picos antideriva.

#### Análisis de cobertura:

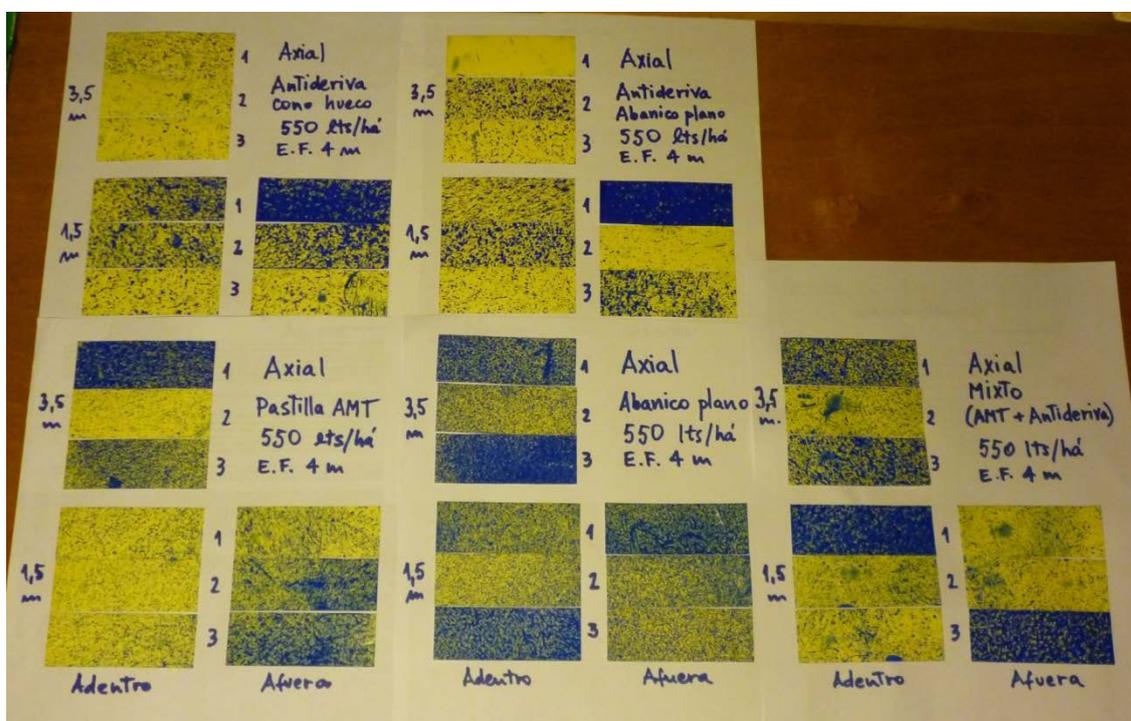


Figura 5: comparación de tarjetas hidrosensibles de los 5 tratamientos, en grupos de 3 plantas y 3 sitios dentro de cada planta.

	Antideriva Cono hueco	Antideriva Abanico plano	Común Pastilla AMT	Común Abanico plano	MIXTO Cono hueco
PL.1 ARRIBA	10	0,2	95	64	38
PL.2 ARRIBA	5	24	4	19	15
PL.3 ARRIBA	5	8	55	90	47
PROM.ARR.	7	11	51	58	33
PL.1 ADENTRO	39	17	9	28	90
PL.2 ADENTRO	31	34	3	10	10
PL.3 ADENTRO	11	3	7	63	10
PROM.AD.	27	18	6	34	37
PL.1 AFUERA	93	98	18	79	7
PL.2 AFUERA	48	1	56	34	10
PL.3 AFUERA	19	32	75	28	90
PROM.AF.	53	44	50	47	36
PROM.TOT.	29	24	36	46	35
C.V.(%)	<b>98</b>	<b>127</b>	<b>98</b>	<b>62</b>	<b>97</b>
N° de TSA defectuosas	3	5	3	1	2

*Cuadro 2: estimación de cobertura por porcentaje de cubrimiento de tarjeta, obtenido mediante software "gotas".*

Tanto la evaluación cualitativa (visual) como la cuantitativa (software "gotas") de las TSA, confirman la gran heterogeneidad en la cobertura lograda por todos los tratamientos, con coeficientes de variación similares a los obtenidos en los ensayos anteriores para pulverizadoras de tipo axial (62 a 127 %, considerando el total de tarjetas de cada tratamiento).

La menor heterogeneidad se logró en el tratamiento de picos comunes Teejet de abanico plano (62 %), la mayor apareció con los picos antideriva Geoline de abanico plano (127 %), en tanto que el resto se ubicó en valores intermedios.

Una evaluación más subjetiva considerando el número de tarjetas defectuosas o no aceptables, tanto por exceso como por defecto, arrojó el mismo resultado comparativo.

El promedio total de porcentaje de tarjeta cubierta sigue la misma tendencia, con menores porcentajes en los picos antideriva.

Comparando los promedios entre sitios de la planta, las pastillas ATM parecen tener dificultades para cubrir adentro y los picos antideriva parecen tener dificultades para cubrir arriba, en tanto que todos los tratamientos muestran tarjetas con exceso de mojado, que en la práctica equivale a escurrimiento y área descubierta de plaguicida.

Análisis de depósito:

PASTILLA AMT 550 lts/há de caldo 2,4 lts/ha de Etilclorpirifos						ANTIDERIVA CONO HUECO 550 lts/há de caldo 2,4 lts/há de Etilclorpirifos					
ARRIBA		ABAJO		Prom	C.V.%	ARRIBA		ABAJO		Prom	C.V.%
pl.1	45,6	pl.1	41,4	43,5		pl.4	63,8	pl.4	80,6	72,2	
pl.2	69,2	pl.2	32,1	50,7		pl.5	68,2	pl.5	56,5	62,4	
pl.3	88,7	pl.3	33,7	61,2	<b>17,2</b>	pl.6	48	pl.6	51,6	49,8	<b>18,3</b>
Prom	<b>67,8</b>		<b>35,7</b>	<b>51,8</b>	<b>43,4</b>	Prom	<b>60,0</b>		<b>62,9</b>	<b>61,5</b>	<b>19,5</b>
%	<b>65</b>		<b>35</b>		<b>43,8</b>	%	<b>49</b>		<b>51</b>		<b>3,3</b>

*Cuadro 3: concentración en hoja de Etilclorpirifos, según tratamiento y altura de muestreo expresado en ppm y Coeficiente de Variación (desvío estándar / media). El primer CV corresponde a los promedios entre plantas, el del dentro se refiere a todas las muestras y el de abajo a los promedios entre alturas.*

El depósito promedio de plaguicida en hoja resultó 19 % mayor en el tratamiento con picos antideriva, pero sin alcanzar diferencias significativas en el análisis de varianza.

Este resultado coincide con el obtenido en 2014, donde los picos antideriva lograron el mismo depósito con una dosis por hectárea 20% menor.

Ambos resultados conforman una tendencia importante a favor de los picos antideriva, que podría estar asociada al hecho de que un mayor número de gotas logra alcanzar el objetivo sin desviarse como deriva.

La variación entre muestras del mismo tratamiento fue alta en las pastillas AMT y se redujo a menos de la mitad con los picos antideriva, con coeficientes de variación de 43,4 y 19,5 respectivamente.

Las 2 muestras con el resultado en ambos extremos (la mayor y la menor), estuvieron en el tratamiento AMT.

Esto coincide con los antecedentes para el caso de las pastillas AMT, pero sorprende positivamente en los picos antideriva en pulverizadora axial, igualando en este caso la homogeneidad lograda anteriormente con la combinación de torre más picos antideriva.

Las deficiencias de cobertura en la parte alta de la planta que aparentaron los picos antideriva en las tarjetas hidrosensibles, no coincide con el depósito de plaguicida logrado, que fue muy homogéneo entre ambas alturas en este tratamiento.

Estas diferencias entre las mediciones por TSA y por depósito, podrían estar asociadas a que los picos antideriva provocan en el objetivo gotas grandes rodeadas de gotas muy pequeñas, que no

se ven a simple vista ni son contabilizadas por el software, pero estarían presentes y contribuirían al depósito de plaguicida.

Contrariamente a lo previsto y a lo usualmente detectado, el tratamiento con picos AMT tuvo en este ensayo un mayor mojado de tarjetas y un mayor depósito en la parte alta de la planta que en la baja, evidenciando lo difícil que es ajustar la distribución de la cobertura con este tipo de picos.

#### II.4) Conclusiones

Todos las evaluaciones vuelven a mostrar el comportamiento deficitario de las pastillas AMT, en cuanto a heterogeneidad de cobertura y depósito, que se suma al perjuicio ya conocido de la deriva.

Considerando que éstas son actualmente el tipo de pico más utilizado en nuestra fruticultura, resulta evidente la necesidad de promover su sustitución.

Los picos comunes Teejet VP de abanico plano utilizados en este ensayo, mostraron un buen comportamiento en las mediciones de cobertura y serían claramente preferibles a las pastillas AMT.

Si bien no se probaron en este ensayo, es de suponer que también comparten este segundo nivel de preferencia los otros picos con mayor grado de elaboración que las pastillas AMT, como los ATR que también se usan en nuestro país.

**Sin embargo, la performance satisfactoria que alcanzaron los picos antideriva de cono hueco en las mediciones de depósito, junto a la creciente necesidad de reducir la deriva, sitúan a este tipo de picos como la mejor opción a promover, tanto en pulverizadoras de flujo tangencial como en las comunes de flujo axial.**

La inversión incremental relativa a los picos oscila entre US\$ 200 y 300 según la calidad (15-20 US\$ c/u), mientras que los beneficios vendrán por el lado de la mejora de la sanidad, la reducción de costos, el cuidado del ambiente y especialmente del vecindario, todos ellos objetivos primordiales de la Producción Integrada y de las Buenas Prácticas Agrícolas.

#### III) Segundo ensayo

A principios de octubre 2018, se realizaron los ensayos correspondientes a la cuestión 4, tratando de responder a la pregunta de ¿hasta qué extremo se puede reducir el gasto de caldo por hectárea, sin que la concentración del plaguicida alcance niveles de fitotoxicidad o incompatibilidad?

### III.1) Objetivo

Evaluar el efecto en términos de fitotoxicidad, de 3 aplicaciones con la misma dosis de plaguicida por hectárea y diferentes gastos de caldo.

### III.2) Materiales y métodos

El ensayo se realizó en 2 predios de la zona de Sauce (Milton Gabarrin y Raúl Calcagno), sobre montes adultos de manzano Gala y Fuji sobre M9 formados en muro frutal modificado desde solaxe, de 1,5 m de espesor de pared, plantados a 4 x 1,3 m.

Se programó una combinación de momento y producto fitosanitario que asegurara la producción de roñado sobre la fruta. El momento propicio fue 100% de pétalo caído (4 y 6/10/2018) y los productos fueron Ditianon y Clorotalonil más cloruro de calcio.

Los tratamientos en ambos casos consistieron en 3 gastos de caldo: 700, 500 y 300 lts/ha, aplicados sobre 1 fila entera cada uno.

Las dosis por ha se mantuvieron constantes en los 3 tratamientos, por medio de ajustes en la velocidad de avance y/o en la presión.

En Gabarrín se aplicó Navel 1,5 lts/ha más Cloruro de calcio 35% 10 lts/ha, a velocidades de 3,6; 5 y 8,3 km/h, con pulverizador hidroneumático de flujo tangencial Rocha Cronos 1.500 lts de capacidad, turbina 80 cm, picos Geoline CV-IA 12 naranjas, 4 verdes y 2 amarillos.

En Calcagno se aplicó Braconil Flow 4 lts/ha más Cloruro de calcio 35% 10 lts/ha, a velocidades de 3,9; 5,2 y 7,5 km/h, con pulverizador hidroneumático de flujo axial OMA Wind 1.000 lts de capacidad, turbina 80 cm, picos Teejet visiflo planos 8 verdes, 2 amarillo, 2 azul.

En ambos casos las condiciones climáticas eran propicias para la aplicación.

A principios de diciembre (60 días post aplicación, planta sin ralea) se evaluaron 3 mitades de planta en cada fila, en posiciones 5, 10 y 15 para asegurar aleatoriedad, clasificando los frutos en 4 grupos: sanos, con roñado leve, severo y muy severo.

### III.3) Resultados y discusión

Gabarrin:

Lts/há	Nº fr. muestra	Nº frutos dañados				% total	% Leve	% Severo	% Muy S	% Sev + Muy S	% relativo			
		Leve	Severo	Muy S	Total									
700	282	25	18	4	47	17	9	6	1					
	226	18	23	4	45	20	8	10	2					
	257	14	15	3	32	12	<b>16,3</b>	5	7,4	6	7,5	1	1,5	<b>8,9</b>
500	257	17	16	2	35	14	7	6	1					
	247	8	16	4	28	11	3	6	2					
	250	13	15	3	31	12	<b>12,5</b>	5	5,0	6	6,2	1	1,2	<b>7,4</b>
300	247	11	14	10	35	14	4	6	4					
	282	8	16	8	32	11	3	6	3					
	287	6	14	7	27	9	<b>11,6</b>	2	3,1	5	5,4	2	3,1	<b>8,5</b>

Cuadro 4: porcentaje de frutos roñados según gasto de caldo en Gabarrin.

En Gabarrin el porcentaje de frutos roñados totales disminuyó a medida que se redujo el gasto de caldo (lts/ha), aun hasta 300 lts/ha.

La mayor afectación del tratamiento 700 lts/ha se explica principalmente por el porcentaje de frutos con daño leve, en tanto que el daño de tipo severo fue mayor en el tratamiento 300 lts/ha.

Considerando la suma de daño severo más muy severo, tanto 700 como 300 tuvieron niveles de roñado mayor que 500 (20 y 15% más).

En este caso, 500 lts/ha parece la mejor opción, pero 300 no presentaría graves inconvenientes.

Calcagno:

Lts/há	Nº fr. muestra	Nº frutos dañados				% total	% Leve	% Severo	% Muy S	% Sev + Muy S	% relativo			
		Leve	Severo	Muy S	Total									
700	62	10	13	10	33	53	16	21	16					
	90	10	12	11	33	37	11	13	12					
	77	6	14	18	38	49	<b>46,4</b>	8	11,7	18	17,5	23	17,2	<b>34,7</b>
500	70	8	12	13	33	47	11	17	19					
	91	10	11	15	36	40	11	12	16					
	77	4	17	16	37	48	<b>44,9</b>	5	9,2	22	17,1	21	18,6	<b>35,7</b>
300	80	8	13	11	32	40	10	16	14					
	73	5	10	13	28	38	7	14	18					
	103	13	31	41	85	83	<b>53,6</b>	13	9,8	30	20,0	40	23,8	<b>43,8</b>

Cuadro 5: porcentaje de frutos roñados según gasto de caldo en Calcagno.

El predio de Calcagno mostró niveles de roñado muy superiores al de Gabarrin (3,6 a 1 en roñado total y 4,5 a 1 en severo + muy severo).

Los factores que podrían explicar esta diferencia son: el tipo de pulverizadora y picos, el tipo de fungicida y el ambiente local, que en Calcagno tiene antecedentes de mayor predisposición a roñado. Esta heterogeneidad fue buscada a priori y no deja de ser representativa de nuestra fruticultura.

En este caso el porcentaje de frutos roñados aumentó a medida que se redujo el gasto de caldo y se hizo máximo en 300 lts/ha.

Considerando la suma de daño severo más muy severo, 300 tuvo 26% más roñado que 700 y 23% más que 500.

Surge como recomendación, que en estas condiciones el gasto no debería ser inferior a 500 lts/ha.

### **III.4) Conclusiones**

**Como resultado general de ambos predios, 500 lts/ha aparece como mejor opción a recomendar.**

**Gastos de caldo inferiores a ese valor, implican un riesgo de roñado que debería ser considerado en cada situación particular.**

A pesar de no haber sido objetivo de este ensayo, se volvió a manifestar la superior performance de la pulverizadora de torre con picos antideriva, en este caso como mejor opción para reducir el gasto sin aumentar el roñado.

### **IV) Tercer ensayo**

A fines de octubre 2018, se realizaron los ensayos correspondientes a la cuestión 5, tratando de responder a la pregunta ¿es posible curar fila por medio en muros frutales angostos?

El muro frutal angosto (0,8 m de pared foliar a distancias entrefilas de 3 - 3,5 m) trae aparejado cambios importantes en la aplicación de fitosanitarios. Como desventaja aparece la mayor distancia a recorrer por ha con la maquinaria, que aumenta el gasto de caldo e insumos (tiempo, combustible, etc.)

Por otra parte, una pared tan angosta debería permitir la obtención de una buena cobertura entrando fila por medio, facilitando la tarea y reduciendo costos sin reducir la eficacia de la aplicación, siempre que se mantenga la misma dosis de producto fitosanitario por hectárea.

#### **IV.1) Objetivo**

Evaluar la calidad de cobertura de diferentes aplicaciones “fila por medio” en un muro frutal angosto.

## IV.2) Materiales y métodos

El ensayo se realizó a fines de octubre en predio de Osvaldo Moizo en Melilla.

Se utilizó un monte de duraznero Earligrande en su cuarta hoja, plantado a 3,5 x 1 m, con pared foliar de ancho máximo 0,8 m, que simula bastante bien la densidad foliar de un manzano en período crítico de sarna.

Se utilizaron 3 tipos de pulverizadora:

- a) torre con picos antideriva (10 picos verdes, 2 amarillos, 2 lilas y 2 azules)
- b) axial con picos antideriva (2 naranjas, 4 verdes, 2 violetas, 2 azules, 2 rojos)
- c) axial con picos de tipo mixto (2 naranjas, 4 verdes, 2 AMT 1,0 y 4 AMT 1,2).

El ensayo consistió en realizar aplicaciones con los 3 tipos de pulverizadora, en 2 tratamientos: “todas las filas” vs “fila por medio”, variando la velocidad de avance hasta encontrar la mejor cobertura.

La cobertura fue medida mediante tarjetas hidrosensibles, colocadas del lado opuesto a la pulverizadora (en el caso de fila por medio), a alturas de 1,5 y 3 m.



Figura 6: pulverizadoras axial y de torre utilizadas, con picos antideriva.

Los gastos de caldo aproximados fueron:

Cambio y velocidad	Todas las filas	Fila por medio
Primera Alta 6,8 km/h	614	307
Cuarta Baja 5 km/h	822	411
Tercera Baja 3,15 km/h	1300	650

### IV.3) Resultados y discusión



Figura 7: conjunto completo de tarjetas hidrosensibles, agrupadas por tipo de pulverizadora, velocidad y tratamiento. Dentro de cada grupo están ordenadas por porcentaje de área cubierta, no por ubicación en planta.

Para el tratamiento “fila por medio”, las 3 pulverizadoras tuvieron una o más velocidades de avance que mostraron una cobertura aceptable (axial combinada) o superior (torre y axial antideriva), lo cual estaría indicando que sí es posible curar de esta forma.

Para las 3 pulverizadoras en “fila por medio”, la reducción de velocidad mejoró la calidad de cobertura.

Tomando como punto de partida la velocidad normal de aplicación del productor, que es 5 km/h, los 3 tipos de pulverizadora mostraron exceso de mojado (escurrimiento) en la aplicación “todas las filas”, situación que mejora al aumentar la velocidad a 6,8 km/h.

Esto parece razonable, considerando que las pulverizadoras estaban calibradas para montes de mayor espesor, con entrefilas de 4 a 5 m y el gasto de caldo se vio incrementado al pasar a montes con entrefilas más estrechas.

#### IV.4) Conclusiones

**La cura “fila por medio” en muros frutales angostos aparece como opción viable, siempre que se mantenga la misma dosis de producto fitosanitario por hectárea.**

Permite reducir costos, facilita la tarea y disminuye la compactación del suelo.

El ensayo puso en evidencia la necesidad de tomar medidas para no aumentar el gasto de caldo, cuando se pasa de un monte convencional a un muro angosto, a efectos de evitar el sobremojado y el escurrimiento.

De acuerdo al ensayo anterior, reducir la velocidad de avance en aplicaciones “fila por medio” parece conveniente tanto para mejorar la cobertura como para acercarse al gasto sugerido de 500 lts/ha.

**A pesar de no haber sido objetivo de este ensayo, nuevamente se volvió a manifestar la superior performance de la pulverizadora de torre con picos antideriva, logrando la mayor homogeneidad entre tarjetas.**

#### V) Cuarto ensayo

De los objetivos planteados al inicio del trabajo, queda pendiente la cuestión 6, buscando contestar la pregunta ¿el muro frutal reduce el gasto a punto de goteo y la dosis por ha?

Para este objetivo, deberemos esperar a tener suficientes muros frutales desarrollados, adultos y estables, para su comparación con montes de tipo estándar a efectos de determinar un factor de corrección de densidad, que probablemente será mayor que 1.

Hasta tanto no surja información al respecto, de origen local o internacional, se aconseja mantener las dosis por hectárea que se vienen utilizando en los montes anteriores.

## VI) Bibliografía

AGRIOS, Gruppo di lavoro per la frutticoltura integrata dell'Alto

Adige (BZ), Italy. Direttive per la frutticoltura integrata 2017.

Albuz. Boquillas de aplicación de agroquímicos.

[www.albuzspray.com/images/file/cat\\_SP\\_albuz\\_08\\_03\\_16\\_V2.pdf](http://www.albuzspray.com/images/file/cat_SP_albuz_08_03_16_V2.pdf)

Calcagno R y Zeballos R, 2017. Aportes para una gestión responsable de la maquinaria.

Asociación de Fruticultores de Producción Integrada de Uruguay (AFRUPI).

Derksen R y col, 2007. Coverage and drift produced by air induction and conventional hydraulic nozzles used for orchard applications. American Society of Agricultural and Biological Engineers Vol. 50(5): 1493-1501.

Embrapa Informática Agropecuária, 2012. Gotas - Sistema de análise de deposição de agrotóxicos.

ProyectoTOPPS Prowadis, 2014. Buenas prácticas fitosanitarias para reducir la deriva. ECPA, Universitat Politècnica de Catalunya.

[www.toppslife.org/uploads/8/0/0/3/8003583/ansicht\\_drift\\_book\\_spanisch.pdf](http://www.toppslife.org/uploads/8/0/0/3/8003583/ansicht_drift_book_spanisch.pdf)

Teejet. Boquillas de aplicación de agroquímicos. [www.teejet.it/media/330773/044-047\\_cat50a-span.pdf](http://www.teejet.it/media/330773/044-047_cat50a-span.pdf)

Zeballos R, Fasiolo C, Zoppolo R, 2015. Nuevas tecnologías de aplicación fitosanitaria en frutales de hojacaduca. Revista INIA N° 43, Diciembre 2015, Uruguay, pp 37-41.

**En resumen:**

- **Utilice picos antideriva**
- **Cuando llegue el momento de recambiar la pulverizadora, elija una de torre**
- **Reduzca el gasto de caldo hasta 700 - 500 lts/há**
- **Considere la posibilidad de curar fila por medio en los Muros Frutales angostos**
- **No ajuste el TRV de sus Muros Frutales hasta que surja la información necesaria para readecuar el cálculo**
- **Utilice el Servicio de Calibración que ofrece AFRUPI, así como sus Cursos Cortos de Maquinaria.**
- **Dele a su pulverizadora la importancia que merece**




**INFORME COMPLETO EN [www.afrupi.uy](http://www.afrupi.uy)**



## Malla sanitaria AFRUPI

Segunda temporada 2018/2019



Ing. Agr. Roberto Zeballos (AFRUPI) [rzeballito@gmail.com](mailto:rzeballito@gmail.com),  
Ing. Agr. PhD. Roberto Zoppolo (INIA), Ing. Agr. Carolina Fasiolo (INIA)  
Proyecto FPTA 346 - Producción integrada y mecanización

La propuesta surgió a partir de la visita realizada en 2017 a los ensayos del Dr. Dorigoni en Trento, Italia y consiste en cubrir cada fila del monte frutal con un tunel compuesto por un techo de malla impermeable traslúcida, cosida a dos paredes de malla antigranizo, que quedan separadas de la vegetación por diferentes tipos de soportes o perchas. Tiene por finalidad aislar la planta de la lluvia (y por tanto de hongos y bacterias), de los insectos (Cydias, moscas de la fruta), de los fenómenos climáticos adversos (granizo, viento, quemado de sol) y de las aves plaga (cotorra, otras).

Esto permitiría suprimir las aplicaciones fitosanitarias y otros métodos de control de plagas, con el consiguiente ahorro en costos de plaguicidas, maquinaria, operario y seguros, a la vez que mejorar la calidad total de la fruta.

En la primera temporada 2017/18, en el marco del proyecto FPTA "Producción Integrada y mecanización" (AFRUPI - DIGEGRA – INIA) se ensayaron 3 parcelas de 15 m cada una en manzano y duraznero, que lograron buenos resultados en fruta, pero mostraron la necesidad de idear una mejor estructura adaptada a nuestros vientos.

A partir de ese primer resultado, 13 productores innovadores decidieron avanzar una segunda temporada con mayor área, asumiendo el costo de los insumos. La campaña 2018/19 tuvo como objetivo continuar el proceso de validación y ajuste de esta nueva tecnología a nuestras condiciones, ampliando el área y el número de cultivos, diferentes materiales y diseños.

Nuestra propuesta básica tenía un costo aproximado de 900 US\$ por fila en árboles frutales y de 700 us\$ en uva de mesa. Las mallas de tipo agriconer (impermeable) y antigranizo fueron provistas por la empresa América T&S y cosidas por Héctor Laserra en Las Piedras. Las perchas tuvieron dos formatos básicos en metal y madera, de ancho horizontal 1,5 y 1,4 m respectivamente, elaboradas por Ricardo Sanguinetti y Néstor Rabellino, con otras variaciones entre predios.



Las mallas se fueron colocando a medida que las entregaba el costurero, entre el 31 de julio y el 19 de octubre.

El diseño de las estructuras fue cambiando a medida que avanzó la temporada, debido a las roturas provocadas por el viento.

En el primer diseño, copiando el modelo italiano para darle una mayor sujeción, el agricover se afirmaba a la percha mediante un tornillo. Aun con diversas correcciones, los vientos rompían la malla en el punto de sujeción, por lo cual se procedió a eliminar los tornillos y se pasó a sujetar la malla con sujetadores de hilo o cinta ubicados por encima.

Los últimos cambios consistieron en incorporar una cuerda de 3 mm dentro del dobladillo de cada costura y angostar el agricover hasta el perímetro de la percha (1,5 en madera y 1,93 en metal), para atar cada cuerda al alambre lateral de la percha mediante “elastutor” cada 2 m.

No se realizaron aplicaciones fitosanitarias ni de ningún tipo al follaje ni a la fruta luego de la fecha de instalación.

Todos los montes tuvieron emisores de confusión sexual para *Cydias*, de acuerdo al programa oficial de manejo regional de plagas.

Se regaron (poco por ser año lluvioso), fertilizaron y desmalezaron de igual forma que el resto del monte, pero sin las aplicaciones usuales de calcio foliar.

Salvo los casos de Ferrando y Rosello que son montes jóvenes, en todo el resto hubo que realizar podas severas previo a la instalación, factor que podría estar explicando el mayor vigor que se observó en esos casos.

En todos los casos se observaron pulgones y enemigos naturales dentro de la malla, sin consecuencias negativas.

Iniciaron el proceso 13 productores, que compraron el material para 17 filas.

Terminaron el proceso 9 productores con 10 filas, en cultivos de manzano, peral y uva de mesa, que se detallan a continuación.

Iván Cescato: duraznero en zona El Colorado, perchas de metal de 1,5 m, agricover de 2,2 m sin cuerda, sujeta solo por tornillos. Zona muy ventosa sin cortinas cortaviento. Se colocó el 31 de julio, los vientos posteriores rompieron el agricover en cada tornillo. Se retiró y no se volvió a colocar por otros problemas particulares. Se realizó reunión grupal el 17 de agosto donde se decidió eliminar los tornillos e incorporar otras variantes como la cuerda en las mallas que aun no estuvieran cosidas.

Patricia De León: manzanos en Rincón del Pino, zona muy ventosa sin cortina rompeviento, perchas caseras, agricover de 2,2 m sin cuerda, sujeta mediante tornillos y correas, se colocó 2 veces pero no resistió los vientos, quebrando incluso los postes de madera.

Erick Rolando: manzano Red Chief / M7 en zona Juanicó, perchas de madera de 1,4 m sin tornillo, agricover de 2,2 m sin cuerda, sujeta mediante hilos de nylon por encima y desde la costura al tronco. Sitio reparado con cortinas. Colocada 4 de setiembre (yema dormida). Se abrió y cerró

durante 5 días en floración, con lo cual logró un cuajado aceptable, que se repasó manualmente raleando pocos ramilletes grandes. En un sector de 4 plantas se colocó solo malla antigranizo sin agricover.

La sanidad y calidad a cosecha fueron normales en ambos sectores, pero sin el quemado de sol que afectó bastante fuera de la malla. El crecimiento vegetativo fue mayor bajo la malla.

Al inicio de la temporada nos preocuparon los daños que podían causar las puntas de ramas sin follaje contra la malla antigranizo, problema que desapareció con el paso de las semanas.

La estructura tuvo varios problemas, como la poca pendiente (común en todas las perchas de madera), la debilidad de los postes y riendas y la forma de sujeción, que provocaron roturas y desgaste en el agricover.



El 17 de setiembre, recibimos la visita de Miguel Spiniak (empresa Agralia), especialista en microclima traído por la empresa América, con quien pudimos discutir varios puntos de mejora y nos cotizó una propuesta de agricover cosida en origen con sensible rebaja de costo.

Nelson Ferrando: manzano Cripps pink/ M9 en zona Progreso, perchas de madera de 1,4 m sin tornillo, agricover de 2,2 m sin cuerda, sujeta mediante caños de riego desde estacas en el suelo pasando por encima y hilos desde la costura, con hilos por dentro para evitar que toque las puntas de ramas. Sitio reparado del viento. Colocada el 20 de setiembre (yema dormida). Se abrió y cerró durante 5 días en floración, con lo cual logró un cuajado algo menor que aceptable. La sanidad y calidad fueron normales, salvo una leve afectación de manchas foliares (estimo MFG) y la ausencia de quemado de sol bajo la malla.

El crecimiento vegetativo fue menor bajo la malla. En un año de poco riego por lluvioso, se notó menor humedad de suelo bajo la malla, que habrá que estudiar con mayor detalle si se relaciona con la forma en que la malla cae verticalmente en esta estructura.

La malla presenta roturas en las esquinas de las perchas y varios signos de desgaste, principalmente donde rozan los sujetadores.

Se realizó jornada de discusión y difusión el 14 de noviembre.



Néstor Rabellino: manzano Cripps pink / M9 en zona Juanicó, perchas de madera de 1,4 m con tornillo, agricover de 2,2 m sin cuerda, sujeta mediante tornillo y cinta de riego engrampada a la percha por encima del agricover, llegando luego hasta el tronco, sin hilo interior. Sitio reparado con cortinas.

Colocada el 13 de octubre con fruta ya cuajada.

La sanidad y calidad fueron normales. El crecimiento vegetativo fue superior bajo la malla. El cuadro entero tuvo una alta población de piojo de san José que se controló con Piriproxifen en noviembre. A una de las filas se le aplicó la misma cura que al resto del cuadro, con la cortina baja y logró un buen control. Se repite la diferencia en cuanto a quemado de sol. No se evidencian manchas foliares.

A partir del mes de diciembre la malla presentó roturas importantes en todas las zonas engrampadas y tornillos, confirmando que no es éste el modelo de estructura a seguir.



Ricardo Rodríguez: perales Williams / Betulifolia en zona Sauce, perchas de madera de 1,4 m sin tornillo, agricover de 2,2 m con cuerda, sujeta mediante alambres que van desde la cuerda al tronco y cintas de riego por encima. Sitio reparado con cortinas. Colocada el 11 de setiembre (punta verde).

A cosecha el número de frutos bajo malla fue similar y el calibre y vigor fueron mayores; por contrapartida apareció un mayor porcentaje de “black end” y hacia el final de cosecha un leve repunte de sarna secundaria.

La malla se mantuvo bastante bien, pero con signos de desgaste donde roza la cinta y roturas leves donde se ata el alambre a la cuerda y en esquinas de percha.



Milton Gabarrin: manzanos Top Red /M7 en zona Sauce, perchas de madera de 1,4 m sin tornillo, agricover de 2,2 m con cuerda, sujeta mediante hilos que van desde la cuerda a estaca en suelo e hilos gruesos por encima. Sitio reparado con cortinas. Colocada el 3 de octubre (cuajado).

La sanidad y calidad fueron normales, con menos quemado de sol. El número de frutos y el crecimiento vegetativo fueron superiores bajo la malla. Pareció tener un poco más de frutos con mancha corchosa.

La malla se mantuvo bastante bien, pero con signos de desgaste donde rozan los hilos y roturas leves donde se ata el hilo a la cuerda y en esquinas de percha. Tuvo roturas de alambres y postes por cabeceras no suficientemente fuertes.



José Andrade: 2 filas de manzano en zona Melilla, sitio reparado con cortinas rompeviento

- Brasilgala / M9, perchas de madera de 1,4 m sin tornillo, agricover de 1,5 m con cuerda, pero puesta con el dobladillo hacia afuera, lo cual le impidió atarla a los alambres laterales. Sujetada mediante hilos que van desde la cuerda al tronco e hilos gruesos por encima.

- Red Chief / franco, perchas de metal de 1,5 m sobre postes de metal, agricover de 2,2 m con cuerda. Sujetada mediante hilos que van desde la cuerda al tronco y hilos gruesos por encima. En ambas se colocó un pique horizontal para alejar la red de las ramas, pero no llegó a utilizarse con ese fin.

Colocada el 14 de octubre con fruta ya cuajada. La sanidad y calidad fueron normales. El número de frutos y el crecimiento vegetativo fueron superiores bajo la malla.

Ambas mallas presentan roturas en las esquinas de las perchas y varios signos de desgaste, principalmente donde rozan los sujetadores y donde se ata el hilo a la cuerda. Es de destacar la fortaleza de las cabeceras, con buena rienda y poste cabecera fuerte. En el temporal de fin de año, los postes de metal se torcieron y volcaron, mientras que los de madera permanecieron intactos.



Mario Rosello: manzanos Brookfield / No202 en zona Progreso, perchas propias de metal de 1,7 m de ancho, sin tornillo, agricover de 2,2 m con cuerda, sujeta mediante hilos que van desde la cuerda a estaca en suelo y caños de riego por encima, con hilos por dentro desde estaca para evitar que toque las puntas de ramas. Colocada por segunda vez luego de una primera rotura y luego de reforzar las perchas, el 17 de octubre con fruta ya cuajada. Sitio muy ventoso en borde de cuadro sin cortina.

El crecimiento vegetativo fue menor bajo la malla, coincidiendo con Ferrando en la menor humedad del suelo y en la forma vertical en que llega la malla al suelo, en este caso más lejos del tronco por el mayor ancho de percha. El número de frutos también fue menor, dato probablemente afectado por el bajo vigor y las roturas, que dificultan la evaluación de esta parcela.

La malla se mantuvo bastante bien, pero con signos de desgaste donde rozan los hilos y roturas donde se ata el hilo a la cuerda y en esquinas de percha.

En la segunda colocación se reforzaron bien las cabeceras y las perchas.



Oswaldo Moizo: manzanos Brasilgala / M9 en zona Melilla, perchas de metal de 1,5 m sin tornillo, agrícover angostado a 1,9 m con cuerda, sujeta mediante elastutor uniendo cada cuerda a cada alambre lateral, cada 2 m. Cada malla colgaba suelta desde esos alambres y se unían en la zona del tronco. Sitio reparado con cortinas rompeviento. Colocada el 3 de octubre (cuajado).

La sanidad y calidad fueron normales, con menor quemado de sol. La malla se conservó muy bien, sin roturas ni desgaste. El temporal de diciembre levantó uno de los muertos y quebró un poste de madera, quedando los alambres flojos hasta la cosecha y con períodos de agua empozada debido a perchas demasiado espaciadas, pero sin afectar esto a la malla.

Se realizó jornada de discusión y difusión el 21 de enero, día previo a cosecha.



Roberto Tognazzolo: uva de mesa variedad Prima en zona Cuatro Piedras, en sistema lira modificada de 1,4 m de ancho, perchas de madera de 1,4 m sin tornillo, agricover angostado a 1,5 m con cuerda, sujeta mediante elastutor uniendo cada cuerda a cada alambre lateral, cada 2 m. Cada malla colgaba suelta desde esos alambres y se unían en la zona del tronco. Sitio reparado con cortinas rompeviento.

Colocada el 2 de octubre, luego de la segunda cura de folpet.

El extremo de la fila (5 plantas) quedó sin cubrir y no recibió curas.

Durante la temporada se trabajó debajo de la malla realizando las tareas normales de desbrote, raleo y arreglo de racimos; los pámpanos se cortaron una vez cuando sobrepasaron el último alambre y los sarcillos se despegaron de la malla 2 veces, sin causar inconvenientes.



El rendimiento, sanidad y calidad fueron normales bajo la malla, sin daño de pájaro y con muy poca botritis; la peronospora se mantuvo ausente hasta cerca de cosecha, cuando se difundió rápidamente obligando a aplicar 2 tratamientos de cobre inmediatamente luego de la cosecha. En el extremo sin agricover la peronospora comenzó antes y el daño de pájaro fue total.

La malla se conservó muy bien, sin roturas ni desgaste.

El temporal de diciembre levantó 1 muerto y cortó alambres; tuvo problemas de agua empozada por la escasa pendiente de las perchas de madera.

Se realizó jornada de discusión y difusión el 14 de enero, día previo a cosecha.

Los indicadores de cosecha evaluados por los técnicos de DIGEGRA arrojó como promedio general un menor porcentaje de Sólidos Solubles bajo la malla, sin cambios en la presión de pulpa.

## Discusión general y conclusiones

El resultado más importante fue obtener por segunda temporada y para todos los cultivos ensayados, un rendimiento, sanidad y calidad similar -a grandes rasgos- al testigo. En otras palabras, se va convalidando que es posible producir bajo malla sin aplicaciones fitosanitarias.

Como puntos sobresalientes, disminuyeron fuertemente el quemado de sol y el daño de aves.

La resistencia al viento fue y sigue siendo el principal problema a resolver.

Las roturas ocurridas parecen indicar que debemos reforzar fuertemente las estructuras con ese fin:

- Muertos y riendas fuertes, o colocar segundo muerto
- Poste cabecera fuerte, de madera, alejado 3 m del muerto (aunque se ponga adentro de la fila) y de la misma altura que los alambres laterales de la percha, para que éstos alambres inicien y terminen en ese poste y no directamente en una percha
- Postes interiores de madera bien apisonados; los de metal mostraron debilidades
- Por su resistencia al viento, el ancho horizontal no debería ser mayor de 1,5 m
- Alambres laterales de diámetro 16/14 y atillados firmemente en todas las perchas.

El segundo problema en importancia fue el estancamiento de agua sobre el agrícover por la escasa pendiente de las perchas de madera y/o el excesivo espaciamiento entre perchas.

Las nuevas perchas deberían tener una pendiente de 45° y el espaciamiento no debería superar los 10-12 m.

Visto que fue necesario atillar el alambre en cada percha para que no se gire, el alambre debería pasar por fuera del caño, teniendo este solo una ranura u orificio para inmovilizar el alambre atillado.

El modelo de malla angostada con cuerda atada a los alambres (Moizo y Tognazzolo) fue el que conservó mejor el agrícover y es de esperar le aporte mayor vida útil (más años de amortización, del insumo más caro del sistema). Esto se debe que no tiene zonas de roce (no necesita sujetadores por encima) y se sujeta en muchos puntos (75 por fila de 75 m) con ataduras baratas y rápidas (elastutor o hilo). El ancho del agrícover debería ajustarse a una distancia levemente menor que el perímetro de las perchas, a efectos de que quede bien tirante.

La malla colgante libre sin apretadores, atada al centro de la fila, facilita las aplicaciones de herbicidas y probablemente mejore la captación de agua; por otra parte, las estacas tienden a desprenderse con suelo muy mojado.

Queda por resolver el roce de las puntas de ramas en primavera temprana, por un lado, evaluar si es importante el daño y si puede resolverse con poda, por otro lado insistir con el pique horizontal de Andrade, con hilo horizontal que aleje la malla sin estacas en suelo.

En la uva de mesa, pareció estar sobrando el espacio que se dejó entre la lira y la percha. Se propone diseñar un nuevo modelo donde los alambres laterales sean los propios de la lira, con solo un poste vertical al medio que le dé 45° de pendiente al agrícover. Será necesario reforzar la tensión de esos dos alambres laterales y al igual que en los frutales, reforzar las cabeceras.

El resultado que mostraron los pequeños sectores de malla antigranizo sola (sin agricover, equivalente al sistema Alt'carpo) alienta a seguir ensayando este sistema, como alternativa más barata de resultado intermedio. Para esto las estructuras no necesitarán ser tan fuertes, pero igualmente se requieren alambres laterales que la separen de la vegetación. El ejemplo europeo Alt'carpo monofila, utiliza 1 solo alambre pero se coloca luego del cuajado, no evita las curas de fungicida y la malla viene reforzada de fábrica en la parte de arriba para evitar que las puntas de brotes la penetren y rompan.

En materia de costos, sin duda el problema principal de esta tecnología es su alto costo de inversión, cuyo valor no podremos estimar hasta que se logre definir el modelo a seguir y sus respectivos coeficientes técnicos.

Tomando el valor de esta temporada (26.000 US\$ /há, estructura más malla) y considerando una duración de 5 años, resulta una inversión de 5.200 US\$/ año.

En materia de ahorros, es posible estimar para el caso del manzano un ahorro de 3.000 US\$ / año en costos anuales directos (fitosanitarios, combustible, maquinaria y riego, considerando que el balance de mano de obra se vería incrementado muy levemente).

Si a este ahorro le sumamos 3.000 US\$ de aumento en el ingreso por ausencia de daños de sol, viento y granizo (20%), la inversión se torna rentable.

Y eso sin considerar aun el sobreprecio de un producto diferenciado libre de plaguicidas, la mayor estabilidad que aporta la aislación climática, los beneficios para el país por la reducción del uso de plaguicidas y la reducción esperable del costo en el futuro, por efecto del volumen y del conocimiento.



Primeras imágenes de la temporada 2019/2020.

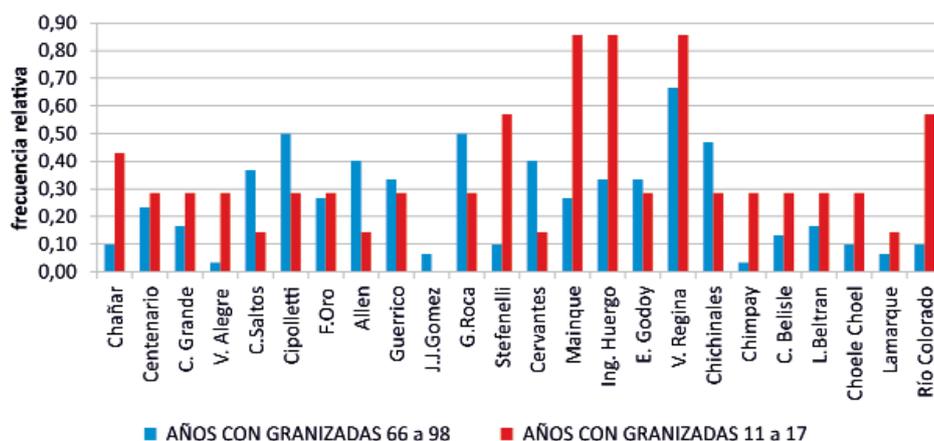
## Experiencias en el uso de mallas antigranizo para la protección de manzanos en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina

Raffo M.D.<sup>1</sup>, Rodríguez A.<sup>1</sup>, Curetti M.<sup>1</sup>, Calvo G.<sup>1</sup>, Mañueco L<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>INTA EEA Alto Valle, Ruta Nacional 22, Km 1190. Río Negro. Argentina. E-mail: [raffo.dolores@inta.gob.ar](mailto:raffo.dolores@inta.gob.ar)

### *El empleo de mallas antigranizo en los Valles de la Norpatagonia*

Las heladas primaverales, el granizo, el viento y el daño por sol son las adversidades climáticas más importantes que causan daño en la producción frutícola. El uso de mallas antigranizo en fruticultura, es el único método de protección eficaz contra esta adversidad climática y se están utilizando en diferentes zonas productoras para la protección contra el granizo y el daño por sol. La malla evita el daño sobre la producción en el momento de la tormenta e impide también que se produzcan daños en el árbol frutal. La principal limitante que tiene esta tecnología para los productores es de tipo económico (elevada inversión), por lo que se recomienda instalarla en lugares donde los riesgos de caída de granizo son muy altos. En este sentido, el INTA Alto Valle realizó un análisis climático sobre la variabilidad espacial, temporal y estacional de la caída de granizo para las localidades de nuestra región durante un periodo de 37 años de registro (Rodríguez y Muñoz, 2017). De la comparación del comportamiento de las granizadas en los últimos siete años respecto a los datos históricos, se observa que su ocurrencia se incrementó en 14 de las 24 localidades en estudio, con aumentos en la frecuencia de ocurrencia de un 50% en Mainque e Ingeniero Huergo, 45% en Stefenelli y Río Colorado y 30% en San Patricio del Chañar (Figura 1). Estos cambios en la frecuencia de granizadas llevaron a una creciente implementación de mallas en las plantaciones de peras y manzanas, que cubrió aproximadamente 690 hectáreas en el 2017, y superando las 1.100 has cubiertas en el 2019. El uso de mallas produce cambios tanto en el monte frutal, como en el árbol frutal y la calidad de fruta, dependiendo del tipo de malla utilizada y de la especie y variedad implantada. Por ello es de suma importancia evaluar estos cambios en las condiciones particulares de nuestra región.

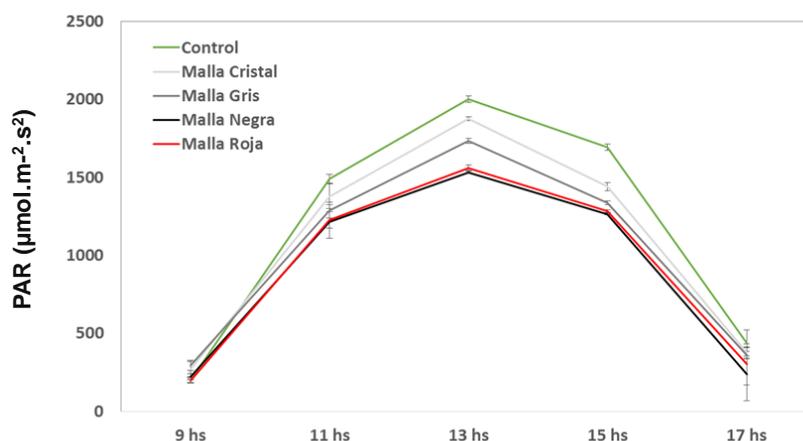


**Figura 1.** Frecuencia de granizadas en los dos períodos de registros analizados, 1966-1998 y 2011- 2017.

**Efectos sobre el microclima del monte frutal**

Uno de los efectos más importantes que ejercen las mallas, además de la protección física como barrera para el granizo, es la disminución de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) (Raffo et al., 2015), ésta es la que utilizan las plantas para realizar la fotosíntesis y producir carbohidratos.

Cuando se cubre un monte frutal con mallas anti granizo, la cantidad de radiación interceptada por estas depende del tamaño de la trama, color y también de la estructura del armado (dos aguas, plano, et.). En los valles de la Norpatagonia (Argentina) se determinó que las mallas no solo reducen la radiación PAR incidente en el cultivo (entre un 8 a un 25-30%) (Figura 2) sino también los niveles de PAR directa dentro de la copa de los árboles (Figura 3).

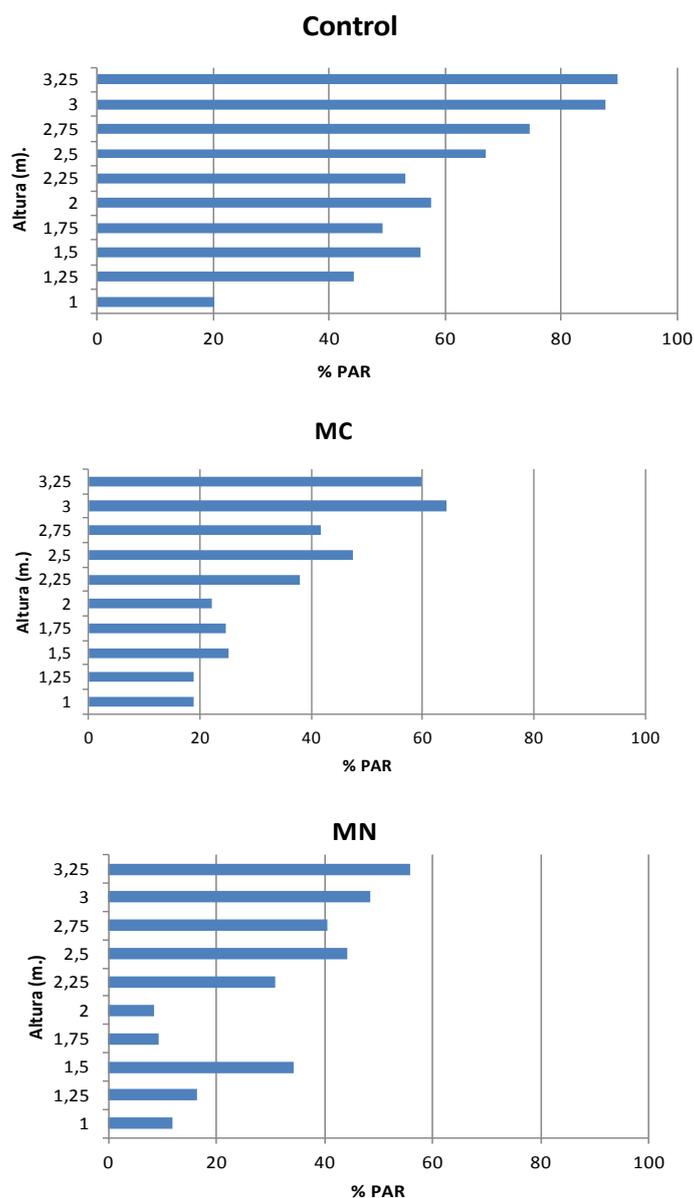


**Figura 2.** Marcha diaria de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) sin mallas (Control) y bajo mallas de diferentes colores.

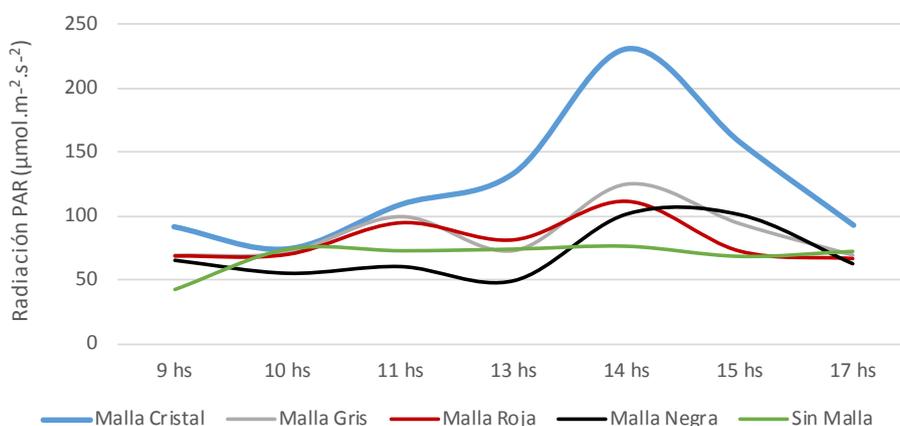
Los valles de la Norpatagonia tienen altos niveles de heliofanía efectiva, con un promedio anual de 6,9 horas, siendo los meses de enero y febrero los que presentan los mayores valores de 9,8

y 9,7 horas respectivamente (Rodríguez y Muñoz, 2004). De todas maneras, la radiación incidente está compuesta por una elevada proporción de radiación directa en lugar de difusa. La falta de nubosidad es la que ocasiona esta situación, y hace que la penetración de la luz dentro de la copa no sea buena.

La radiación difusa penetra mejor dentro de la copa de los árboles favoreciendo todos los procesos fisiológicos dependientes de esta. En general, las mallas aumentan los niveles de radiación difusa en el monte frutal, ya que ejercen un efecto similar al que tienen las nubes, difundiendo la radiación directa proveniente del sol en todas direcciones, siendo las de colores claros las que más difunden la radiación (Figura 4).

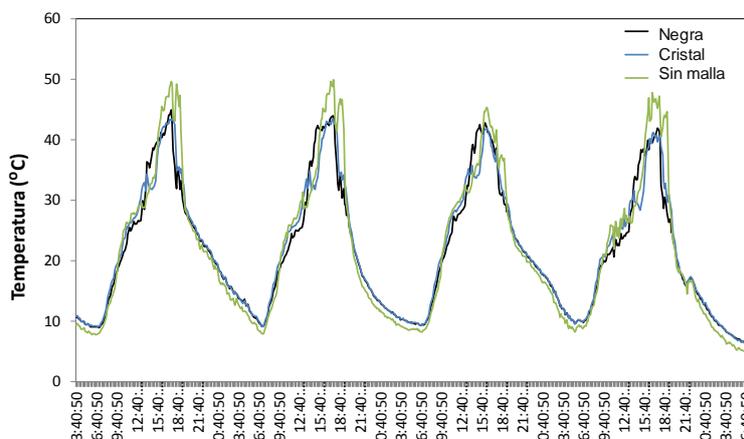


**Figura 3.** Distribución del porcentaje de radiación PAR directa en el interior de árboles de manzanos cv. *Super Chief* a diferentes alturas (de 1 a 3,25 m) para los tratamientos: Control (sin malla), Malla Cristal (MC) y Malla Negra (MN).



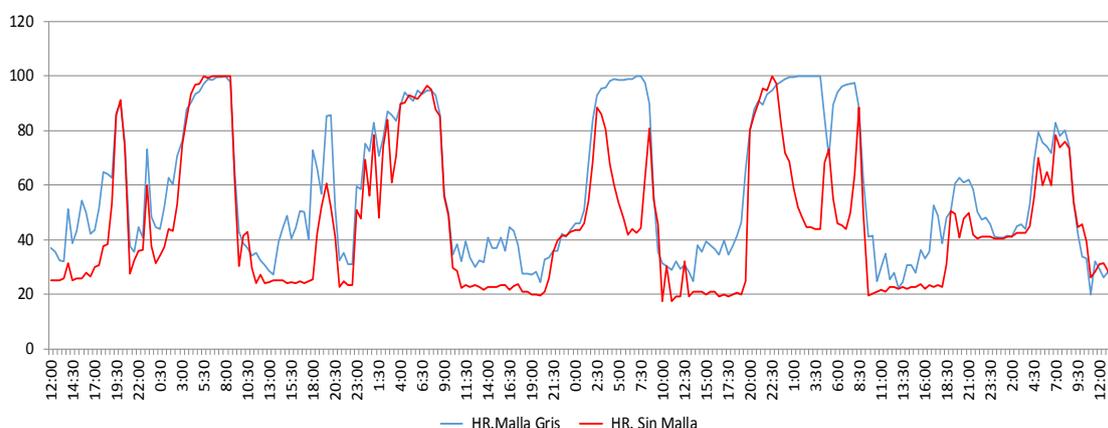
**Figura 4.** Marcha diaria de la radiación fotosintéticamente activa difusa en un control (sin malla) y bajo malla cristal, gris, negra y roja, durante un día despejado.

Otro efecto importante que producen las mallas es la disminución de la velocidad del viento, que, sumado a menores niveles de radiación, modifican la temperatura del aire (Mupambi et al., 2018). Cuando se utilizan mallas de colores oscuros o mixtas, la temperatura de aire disminuye por el efecto sombreado. Por otra parte, cuando se utilizan mallas de colores claros, puede haber un aumento de la temperatura en la parte alta de la plantación, por una menor circulación de aire y la baja disminución de la radiación que producen estas mallas (Iglesias y Alegre, 2016). De todas maneras, en zonas como las nuestras, donde hay una alta circulación de aire y en chacras en donde las filas de plantación acompañan la orientación preponderante de los vientos, la posibilidad de registrar aumentos en la temperatura de aire es menor. En cuanto a la temperatura superficial de frutos, se pudo determinar que es menor bajo mallas, siendo el efecto más notable en horas de máxima radiación solar (Figura 5).



**Figura 5.** Marcha de la temperatura superficial de frutos (TSF) de manzanas cv. *Super Chief* desarrollándose bajo malla negra, cristal y sin malla.

El empleo de mallas antigranizo, produce también un aumento de la humedad relativa en el monte frutal, principalmente por la disminución de la radiación y la circulación de aire. En nuestras condiciones se han observado aumentos que van del 5 al 55%, ocurriendo las diferencias máximas en las horas de mayor radiación y temperatura (Figura 6).



**Figura 6.** Marcha de la humedad relativa (%) durante cinco días, bajo malla mixta (línea azul) y sin malla (línea roja).

**Efecto sobre las plantas**

Los cambios en los niveles de radiación, temperatura, viento y humedad relativa producidos por las mallas afectan el desempeño de las plantas que crecen bajo estas condiciones. En el Alto Valle, en dónde los niveles de radiación son excesivos (saturación de luz), las mallas presentan un efecto positivo en la tasa de fotosíntesis por una menor foto inhibición que generalmente ocurre en horas del mediodía con altos valores de temperatura. Esto se traduce en una mayor acumulación de carbohidratos que pueden producir tanto un mayor crecimiento vegetativo como un mayor tamaño de frutos.

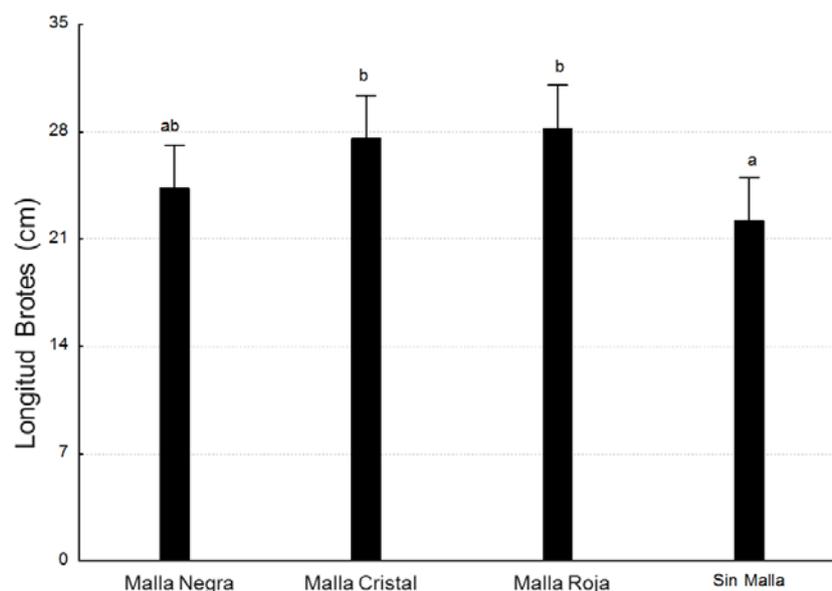
La conductancia estomática es afectada por el déficit de presión de vapor, que a su vez está en función de la humedad relativa y la temperatura de aire, y juega un rol importante en el intercambio gaseoso de las plantas y en su contenido de agua. Se determinó en días calurosos una mayor conductancia estomática en manzanos creciendo bajo mallas respecto a árboles sin protección, debido al efecto positivo que presentan las mallas sobre la humedad relativa y la temperatura de aire que se mostró anteriormente (Tabla 1).

**Tabla 1.** Conductancia estomática (Ce) y potencial agua en manzanas *Red Chieff* con y sin malla, medida al medio día solar.

Tratamiento	Ce (mmol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> )		Potencial Agua (kg.cm <sup>-2</sup> )
	2016	2017	
Sin Malla	594,9 a	695,8 a	15,5
Malla Negra	652,8 b	745,5 b	14,4
p-valor	0,0413	0,0340	-

Las plantas que crecen bajo mallas están sometidas a menores condiciones de estrés, lo que favorecen su desarrollo vegetativo (Figura 7). Este mayor desarrollo vegetativo puede explicarse

en las mallas oscuras por una respuesta al sombreado, ya que cuando la disminución de los niveles de radiación genera un ambiente sub-óptimo para las plantas, esto produce una mayor traslocación de recursos a los brotes en crecimiento para escapar a las condiciones de sombra. En las mallas foto-selectivas, cuando estas modifican la calidad de la luz, se altera la relación rojo-rojo lejano (R/RL). Una mayor radiación en el espectro rojo lejano favorece la síntesis de auxinas y el crecimiento vegetativo.

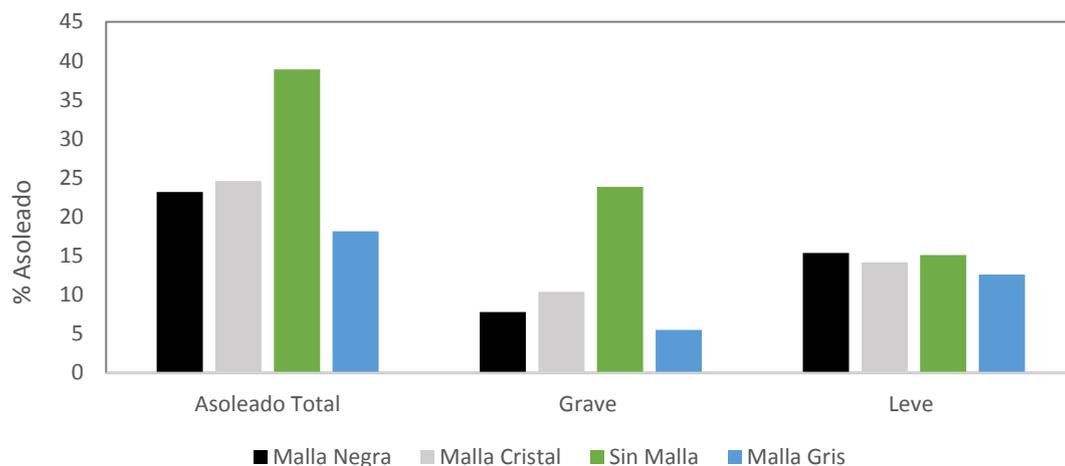


**Figura 7.** Longitud de brotes de manzanas cv. *Super Chieff* cultivada bajo mallas de diferentes colores: Negra (MN), Cristal (MC), Roja (MR) y sin malla.

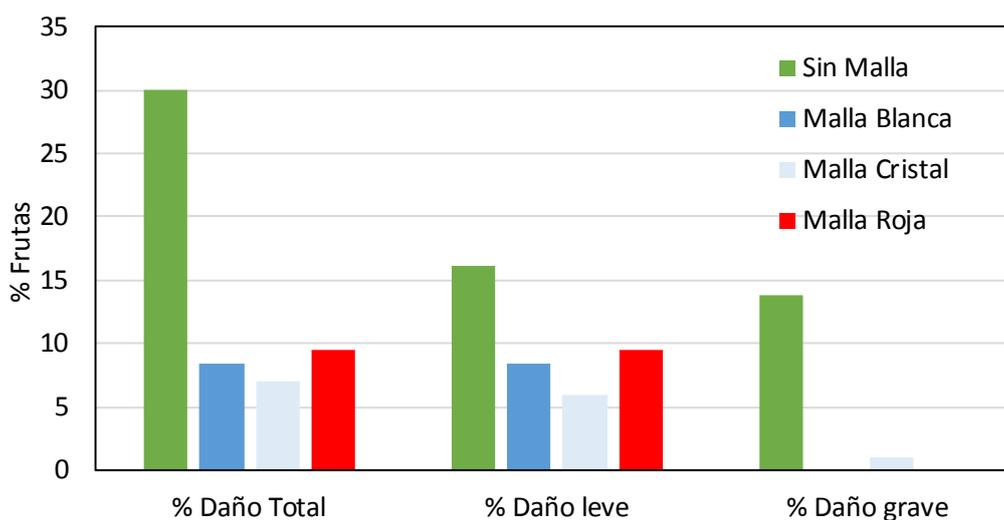
Bajo las mallas se produce un menor consumo de agua y un mejor estatus hídrico de las plantas, sobre todo en horas de mayor radiación y temperatura de aire, comparado a plantas creciendo sin protección. Las pérdidas de agua desde el suelo y por la evapotranspiración también son menores, debido a los menores niveles de radiación y a la menor circulación de aire bajo las mallas. Estos parámetros se determinarán localmente en las próximas temporadas.

### **Efecto sobre la calidad de la fruta**

Las mallas antigranizo son una tecnología eficiente para reducir el daño por sol y daños mecánicos como los producidos por el viento y el granizo. El porcentaje de asoleado observado bajo las mallas, está relacionado al grado de sombreado de cada malla y no al color de la misma. En la región se ha determinado una disminución del daño por sol de entre el 40 y el 65% respecto a un control sin malla y una disminución del daño grave (quemado) de entre un 60 y un 100% en manzanas cv *Cripp's pink* y *Super Chief* (Figuras 8 y 9). Las distintas magnitudes en la reducción dependen de diversos factores: trama y color de la malla, variedad, sistema de conducción, temporada, etc.



**Figura 8.** Porcentaje de frutos de manzanas cv. *Super Chieff* con daño por sol (leve y severo) bajo diferentes mallas y sin malla. Temporada 2016.



**Figura 9.** Porcentaje de frutos de manzanas cv. *Cripp's Pink* con daño por sol total, leve y severo bajo diferentes mallas y sin malla. Temporada 2017.

En condiciones como las del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, de alta radiación y temperatura, se observó que el empleo de mallas afectó en forma positiva el tamaño de los frutos en el cv. *Cripp's Pink* (Tabla 2), siendo este efecto más marcado cuando los rendimientos son altos (> 90 Tn/ha).

**Tabla 2.** Tamaño de manzanas cv. *Cripp's Pink* bajo diferentes mallas, con rendimientos promedio de 90-100 Tn/ha.  $\chi^2$  Pearson: <0,0001

Cosecha	Tratamiento	<70 mm	70-75 mm	75-80 mm	>80 mm
2015	Control	12%	51%	31%	6%
	MC	11%	36% **	39% *	14% *
	MN	9%	41% **	39% *	11% *
	MR	7% *	40% **	39% *	14% *
2017	Control	33%	50%	16%	1%
	MG	21% **	52%	25% *	2%
	MN	25% *	53%	20%	2%

MC: Malla Cristal, MN: Malla Negra, MR: Malla Roja, MG: Malla Gris (mixta).

El color de cobertura de los frutos es uno de los atributos de calidad más importantes en las manzanas y su desarrollo depende de factores internos (relacionados con la genética de las variedades) y externos (ambientales, prácticas culturales y conducción del árbol), todos ellos estrechamente ligados entre sí. Se ha demostrado, en general, que el empleo de mallas lo afecta en general de manera negativa (Bosaničić et al., 2018). Sin embargo, en ensayos realizados en la EEA Alto Valle se determinó que el efecto de las mallas sobre el color depende del tipo de malla utilizada. Las mallas negras afectaron negativamente el color de cobertura en manzanas cv. *Super Chief* solamente en dos de las 5 temporadas evaluadas, mientras que en el cv. *Cripp's Pink* este efecto negativo se observó solamente en una temporada y contrariamente la malla cristal favoreció la formación de color en tres temporadas respecto del testigo sin malla (Raffo et al. 2019).

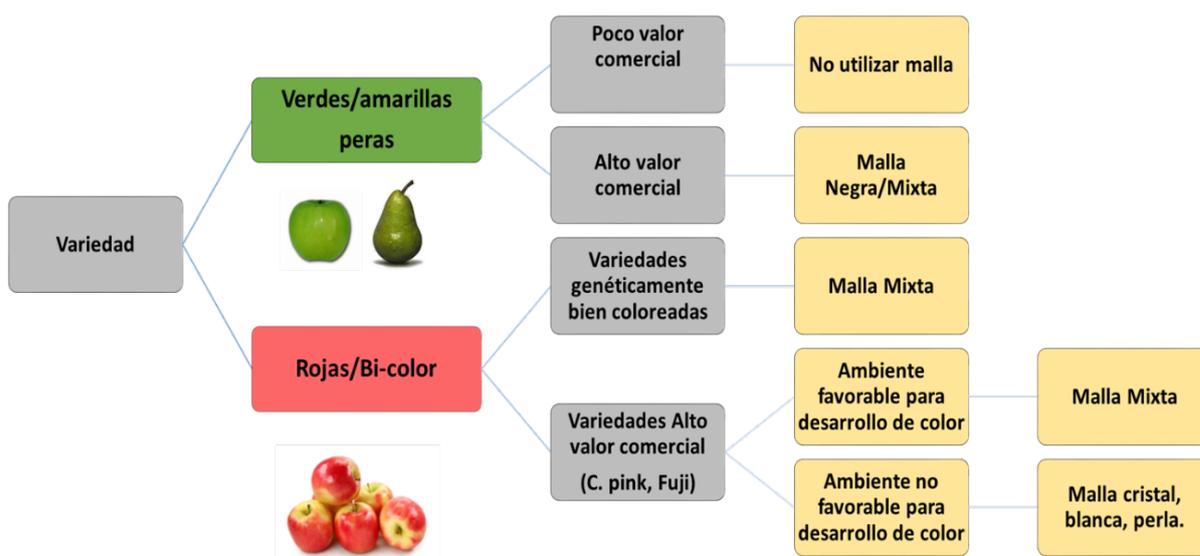
En cuanto a los demás índices de madurez, se puede decir que en general cuando se observa un efecto en la firmeza y los sólidos solubles, este es pequeño en magnitud, y negativo (disminución de los valores) (Tabla 3). También hemos podido observar cambios en la calidad nutricional y organoléptica relacionados a los cambios en los niveles de radiación.

**Tabla 3.** Firmeza (Lbs.cm<sup>2</sup>) de manzanas cv. *Super Chief* bajo diferentes tratamientos de mallas anti granizo, en sucesivas temporadas.

Tratamiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Sin Malla	15,9 b	16,1 b	16,0	15,7 b	15,0 b	17,9 b
Malla Negra	15,1 a	15,4 a	16,1	14,8 a	14,4 a	17,2 a
Malla Cristal	16,1 b	15,5 a	16,0	15,4 b	14,9 b	-
Malla Roja	-	-	-	15,5 b	-	-
Malla Mixta	-	-	-	-	14,7 a	17,2 a

### Consideraciones generales

El empleo de mallas anti granizo en manzanas, además de protegerlas contra el granizo y asegurarnos la producción cada año, mejora la calidad de los frutos siempre y cuando se utilice colores adecuados según cada variedad. Para la elección de la malla en nuestra zona y teniendo en cuenta que las mallas negras son las de mayor duración, se deberían considerar dos aspectos fundamentales: susceptibilidad al asoleado y facilidad en la toma de color o color de cobertura del material vegetal a proteger (Figura 10). La síntesis de antocianinas depende principalmente de la intensidad y calidad de la luz, la temperatura y los factores de manejo del monte que las modifiquen. Por lo tanto, mallas oscuras, que reduzcan en exceso los niveles de radiación en variedades con una genética que limite su formación de color, afectarán este parámetro de forma negativa, mientras que, si podrían utilizarse en variedades de fácil coloración, o de coloración verde, montes peatonales con fruta más expuesta a la radiación, etc. Por otro lado, las mallas claras (cristal, perla, blanca, blanca + negra) que aumentan la radiación difusa en el monte frutal, favorecen el desarrollo de la coloración y se recomendarían para variedades o situaciones no favorables a la toma de color.



**Figura 10.** Criterios a tener en cuenta para la elección de mallas antigranizo en frutales.

Debido a las modificaciones que produce las mallas antigranizo sobre el microclima del monte frutal, se deben contemplar estrategias diferentes en cuando al manejo general del cultivo como: el manejo del vigor (poda mecanizada en verde, fertilizaciones, etc.), riego, raleo, polinización, plagas y enfermedades, capacidad de conservación, etc. Estas son líneas de trabajo que serán abordadas en próximas temporadas.

## Bibliografía

Bosaničić B., Mičić N, Bkanke M. y Pecina M. 2018. A main effects meta principal component analysis of netting effects on fruit: using apple as a model crop. *Plant Growth Regulation* 86(455-464).

Iglesias I. y Alegre S., 2006. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. *Journal of Applied Horticulture* 8(2): 91-100.

Mupambi, G., Anthony, B. M., Layne, D. R., Musacchi, S., Serra, S., Schmidt, T., & Kalcsits, L. A. 2018. The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: A review. *Scientia Horticulturae* 236: 60-72.

Raffo, M.D., Cortona A., Curetti M., Menni F., De Angelis V. 2015. Empleo de mallas antigranizo para el control del asoleado en manzanas (*Malus domestica* Borkh), en el Alto Valle de Río Negro. *Horticultura Argentina* 34(83): 20-30.

Raffo M.D., Villareal P., Rodríguez A., Curetti M. y Moschini S. 2019. Experiencias sobre el uso de mallas antigranizo en fruticultura y Análisis económico de la inversión, en los Valles de la Norpatagonia. *Revista de Fruticultura* (69) 6-17.

Rodríguez A. y Muñoz A. 2004. Síntesis Agroecológica para el período 1990-2004. Ediciones INTA. 50 pp.

[http://sipan.inta.gob.ar/agrometeorologia/met/met/PDF%60s/sintesis\\_agrometeorologica.pdf](http://sipan.inta.gob.ar/agrometeorologia/met/met/PDF%60s/sintesis_agrometeorologica.pdf)

Rodríguez A. y Muñoz A. 2017. Granizo: Estudio de variabilidad climática en los valles Norpatagónicos. Ediciones INTA, ISBN 978-987-521-850-5. 15 pp.

## Nuevos cultivares y selecciones de manzano y peral adaptados a inviernos templados en INIA Las Brujas

Julio Pisano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Téc. Agr. Snr. Mejoramiento Genético. Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola, INIA Las Brujas, Rincón del Colorado, Canelones, Uruguay, [jpisano@inia.org.uy](mailto:jpisano@inia.org.uy)

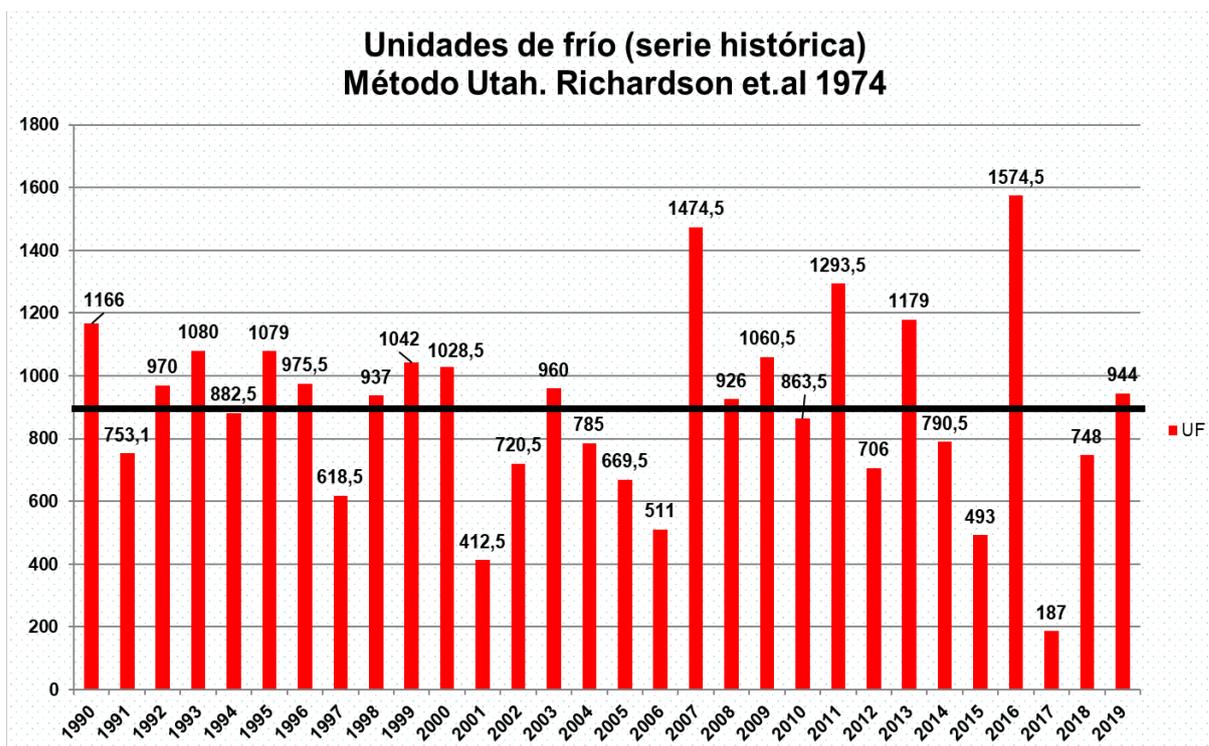
### Introducción:

La Estación Experimental "Wilson Ferreira Aldunate", sede regional del INIA Las Brujas (Latitud 34°40' S, Longitud 56°20' W, Altitud 32 msnm). Desde el año 1966 y dentro del Programa Fruticultura, tuvo lugar un proyecto llamado "Introducción, evaluación y selección de variedades de frutales de hoja caduca". En estos 53 años de trabajo, fueron introducidos y evaluados cientos de cultivares de varias especies de frutales de hoja caduca, de origen extranjero como local.

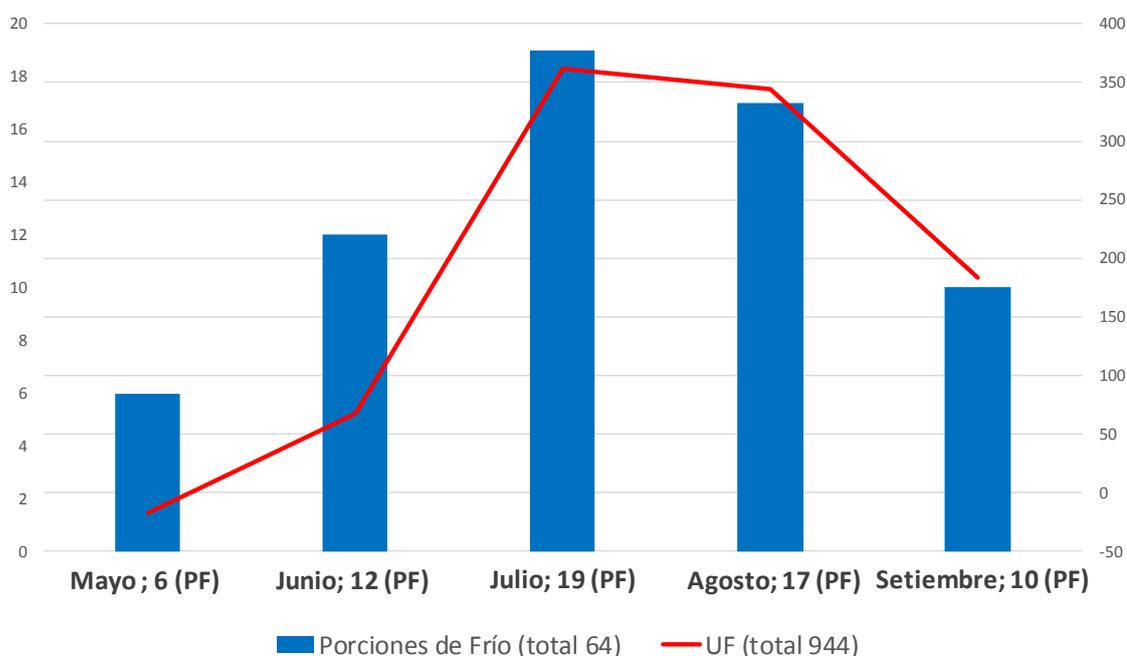
A finales de la década de los noventa, se comenzó a realizar los primeros cruzamientos controlados y polinización libre en frutales. Dentro de las principales características que son evaluadas y deseadas en durazneros, nectarinos, ciruelos, manzanos y perales se encuentran: adaptación al ambiente (principalmente a inviernos de baja a mediana acumulación de frío); calidad de fruto (sabor, sobrecolor rojo, tamaño, forma, firmeza); época de cosecha (buscando extender el calendario de cosecha); y baja susceptibilidad a enfermedades.

Uno de los grandes desafíos que tiene el INIA a través del Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola es lograr un recambio de cultivares, ofreciendo más y mejores opciones que diversifiquen y/o substituyan a antiguos cultivares, buscando que estos nuevos cultivares ayuden a estabilizar las producciones entre los años, principalmente en lo que respecta a la variabilidad climática, donde tenemos cada vez inviernos con menos acumulación de frío, que influyen directamente en las producciones.

En los próximos cuadros y gráficas se podrán observar primero la información climática (unidades de frío histórica, comparativo unidades de frío y porciones de frío, como así también selecciones y cultivares de manzano y peral adaptados a inviernos templados.



### Comparativo Unidades de Frío y Porciones de Frío (PF) 2019



<b>Cultivares y selecciones de manzano</b>								
<b>Cultivar</b>	<b>Plena flor (1)</b>	<b>Cosecha (1)</b>	<b>Tamaño (2)</b>	<b>Adaptación (3)</b>	<b>Firmeza (4)</b>	<b>Atractividad (4)</b>	<b>Sabor (4)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Grupo Gala (23 días antes)</b>								
Condessa	20-set	3-ene	MG	10	8	9	9	Color liso atractivo. Resistente a sarna Polinizador cv Duquesa
<b>Grupo Gala</b>								
Monalisa	25-set	25-ene	MG	9	10	9	9	Color rojo rosado liso muy atractivo. Resistente a sarna
<b>Grupo Gala (8 días después)</b>								
GVU Yvyrá® (*)	20-set	2-feb	G	10	9	9	9	Buena adaptación
<b>Grupo Delicious</b>								
EPAGRI M-11/00	29-set	25-feb	G	8	10	8	10	Bicolor, Resistente a sarna

(\*) Propiedad de GVU (Grupo Viveros del Uruguay).

<b>Cultivares y selecciones de peral</b>								
<b>Cultivar/Selección</b>	<b>Plena flor (1)</b>	<b>Cosecha (1)</b>	<b>Tamaño (2)</b>	<b>Adaptación (3)</b>	<b>Firmeza (4)</b>	<b>Atractividad (4)</b>	<b>Sabor (4)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Williams Precoz (13 días antes)</b>								
INIA 42,08-58	15-set	27-dic	MG	9	8	8	10	Adaptación, Abate Fétel x BPM
<b>Williams</b>								
Williams INIA Clon N°13	02-oct	23-ene	G	6	8	9	10	Calidad de piel, forma, libre de virus
<b>Williams (11 días después)</b>								
Rocha	02-oct	03-feb	MG	6	9	8	8	Buena firmeza, de sabor dulce simple
<b>Packham's Triumph</b>								
Devoe	25-set	10-feb	MG	9	8	8	10	Adaptación

## Referencias (cuadros):

- (1) Datos promedios (plena flor y fecha de cosecha).
- (2) Diámetro ecuatorial (tamaño):  
Manzano: CH= Chico (<6.8 cm.), M= Mediano (entre 6.8 y 7.2 cm.), G= Grande (entre 7.2 y 8.0 cm.).  
Peral: CH= Chico (<6.2 cm.), M= Mediano (entre 6.2 y 6,7 cm.), G= Grande (entre 6,7 y 7,3 cm.).
- (3) Nivel de “adaptación” a inviernos templados (= < 493 Unidades de Frio, método Utah, Richardson et al 1974): 1 al 10, donde 1 es malo y 10 muy bueno.
- (4) Ranking: firmeza, atractividad, y sabor.: 1 al 10, donde 1 es el peor y el 10 es el mejor.

## Bibliografía consultada:

BROOKS, M.; OLMO, H.P. 1997. The Brooks and Olmo Register of Fruit & Nut Varieties. 3rd. Ed. United States: ASHS Press, 743 p.

GRAS INIA: <http://www.inia.uy/gras/Clima/Variables-clim%C3%A1ticas-INIA>

JANICK, J.; MOORE, J. 1996. Fruit Breeding. Volume I. Tree and Tropical Fruits. 616 p.

MOORE, J.; JANICK, J. 1988. Métodos Genotécnicos en Frutales. Primera edición en español. 606 p.

KITREN GLOZER. The dynamic model and chill accumulation. Associate Project Scientist. Dept. of Plant Science. University of California, Davis, USA.  
<https://ucanr.edu/sites/fruittree/files/49320.pdf>

PISANO J. Novedades en Selecciones y Cultivares de Frutales de Hoja Caduca. 2ª Exhibición de frutales temporada 2018/2019. Jornada de divulgación. Serie de actividades de difusión N°788. 12 de marzo de 2019. INIA Las Brujas.

RICHARDSON, E. A., SEELEY, S. D., AND WALKER, D. R. (1974) A model for estimating the completion of rest for ‘Redhaven and ‘Elberta’ peach trees. HortSci. 9: 331-332.

## **Muro Bajo – un sistema alternativo para el manejo eficiente del cultivo de manzana**

Danilo Cabrera<sup>1</sup>, Pablo Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Investigación en Producción Frutícola, INIA Las Brujas

En la naturaleza, el proceso más importante que se da para acumular reservas en las plantas, es la fotosíntesis. Cuando esas reservas se requieren para la producción de fruta, la intercepción de luz en la copa del árbol debe de ser optimizada mediante la forma de conducir a esa planta, disminuyendo al máximo las áreas sombreadas. De esta manera, todo el sistema actuará para formar reservas, que irán directamente a los frutos, objetivo fundamental de la producción.

La cantidad de luz que intercepta un árbol es afectada por la densidad de plantación, el tamaño y la forma del árbol, esta última dada por el sistema de conducción (Robinson, T. and Lakso A., 1991). Estos autores también han demostrado que las modificaciones de la estructura de la copa del árbol frutal inciden no solo en la intercepción, sino también en la distribución de la luz, otro factor importante para optimizar el uso de la misma y por supuesto la producción de fruta de calidad.

Tustin (2012) menciona que la evolución de los sistemas intensivos de plantación de manzanos desde la década del 60, basándose en el aumento de la cantidad de plantas por hectárea, ha sido posible por mecanismos biológicos de plantas más compactas, con menor vigor. Este autor cita que estos cambios han llevado a un aumento en la productividad, mayor eficiencia de producción y mayor calidad de fruta. En nuestro país dicha evolución también se ha dado, sobre todo en los últimos 25 años, observándose en los cultivos comerciales, mayores densidades de plantación y un avance tanto en productividad como en calidad.

Dentro de la evolución de los sistemas de plantación, un factor a considerar en el manejo eficiente de los montes frutales, es la posibilidad de formar las plantas en sistemas ‘planos’, como por ejemplo el ‘muro frutal’ (Dorigoni, 2016). Estos sistemas se conforman con plantas conducidas de forma simple, basándose en sumar la mayor cantidad posible de ramas ‘líderes’ por unidad de superficie, produciendo la fruta sobre ellos. Una planta multi líder (con 2 o más líderes) permite numerosas ventajas como ser mayor equilibrio vegetativo, mayor facilidad de realizar prácticas de manejo sobre la planta, mayor facilidad para mecanizar tareas en el cultivo y mayor calidad de fruta.

Si bien en el mundo, las plantaciones de manzana en muro frutal, con distancias entre filas de 3 y 3,5 metros vienen siendo utilizadas con éxito, también se están estudiando la posibilidad de los cultivos peatonales. Es decir, cultivos cuya altura permite realizar todas las prácticas de manejo desde el suelo, denominándose sistema MURBA (Muro Bajo). Este sistema peatonal ha sido exitoso productivamente, pudiéndose también mecanizar ciertas prácticas de manejo, haciendo aún más eficiente el sistema.

## **El MURBA, su evaluación en INIA**

En el año 2015, en la Estación Experimental ‘Wilson Ferreira Aldunate’ de INIA Las Brujas, se instaló un ensayo con diferentes tipos de conducción de planta, en un sistema de plantación en muro bajo – MURBA, con el objetivo de evaluar el potencial productivo al que se puede alcanzar, requiriendo el mínimo trabajo sobre la planta, disminuyendo costos de manejo y obteniendo altos porcentajes de fruta de calidad.

En el mismo se evaluó el cultivar Gala Baigent® Brookfield, sobre el portainjerto M9 T337 NAKB, en cinco sistemas de conducción: eje central (0,75 m), tres ejes (1 m), cuatro ejes (1,5 m), palmeta horizontal (1,5 m) y guyot (1,5 m). Todos los sistemas se manejan de forma bidimensional, conformando una pared frutal de unos 40 a 50 cm de ancho, con una altura de 2,20 m y una distancia entre filas de 3,0 m.

Por la distancia reducida entre filas, la faja de herbicida se redujo a aproximadamente 50 cm en la fila, con camellones bajos, no pasando los 20 cm de altura, con respecto al nivel del suelo. El ensayo está sobre un suelo Brunosol, el que se mantuvo con un manejo de pastura en la entrefila, herbicida en las filas y con riego por goteo.

La premisa fundamental para el manejo de los sistemas bidimensionales es producir fruta sobre los ejes de la planta, en estructuras productivas cortas como dardos, lamburdas y brindillas cortas (no más de 25 cm) coronadas. Para tal fin, en las primeras temporadas se aplicó poda en verde manual, a fines de noviembre - principios de diciembre, cortando las ramas con mucho vigor (futuros ‘chupones’). Esta poda en verde (poda “Lorette”) se hace dejando 4 o 5 yemas de la base de la rama a cortar (10 a 12 cm), lo que da como resultado que las mismas se diferencien a yemas de flor. El principio de esta poda “Lorette” es el utilizado en la poda mecánica, poda en verde para disminuir vigor y fomentar la formación de yemas de flor.

En las dos últimas zafas el raleo de flores se realizó en forma mecánica, con raleadora tipo ‘Darwin’, complementándose el mismo con raleo químico y manual.

En el ensayo, se realizó por primera vez poda mecánica en febrero 2019 (postcosecha), evaluándose el peso de la poda.

### **Resultados preliminares**

Se evaluaron las producciones 2017 a 2019, analizándose tamaño y calidad de fruta.

La Tabla 1 muestra la producción por hectárea para cada uno de los sistemas evaluados así como el total acumulado.

La Tabla 2, muestra los resultados obtenidos en la zafra 2019, en los diferentes tratamientos evaluados.

El peso de poda (febrero 2019) fue inversamente proporcional al número de líderes de los sistemas.

Tabla 1. Características, producción anual y acumulada de los diferentes sistemas en evaluación.

Sistema	Distancia entre plantas	Plantas / ha	2017 Kg / ha	2018 Kg / ha	2019 Kg / ha	Total acumulado kg/ha
1 eje	0,75	4444	12115	18603	39457	70175
3 ejes	1,0	3333	7314	14281	31077	52673
4 ejes	1,5	2222	3863	15592	32628	52083
Guyot	1,5	2222	3358	12116	34861	50334
Palmeta	1,5	2222	5659	16021	36682	58362

Tabla 2. Resultados obtenidos en la zafra 2019, en los diferentes tratamientos evaluados.

Pl /ha	Sistema de conducción	Número de frutos/pl	Producción (Kg/pl)	Peso de fruto (g)	Productividad (Kg/ha)
4444	<b>Eje 0,75</b>	<b>51</b>	<b>9</b>	<b>173</b>	<b>39457</b>
3333	<b>3 ejes 1 m</b>	<b>52</b>	<b>9</b>	<b>178</b>	<b>31077</b>
2222	<b>4 ejes 1,5 m</b>	<b>84</b>	<b>15</b>	<b>174</b>	<b>32628</b>
2222	<b>Guyot 1,5 m</b>	<b>94</b>	<b>16</b>	<b>167</b>	<b>34861</b>
2222	<b>Palmeta 1,5 m</b>	<b>90</b>	<b>17</b>	<b>183</b>	<b>36682</b>

### Conclusiones

La poda en verde es una herramienta fundamental para formar yemas de flor y limitar el vigor de las plantas de manzana.

El hecho de que el peso de poda haya sido inversamente proporcional al número de líderes de los sistemas, demuestra el efecto que tiene el aumento del número de líderes en el control del vigor de las plantas.

Hasta el momento, el eje central a 0,75 m entre plantas, se ha comportado como el más productivo, dado por el mayor número de plantas por unidad de superficie que tiene este tratamiento.

El sistema de MURBA permite mecanizar labores como la poda, el raleo de flores y la cosecha.

El sistema de MURBA se considera como una opción válida a la hora de planificar la instalación de un monte frutal.

**Bibliografía consultada**

DORIGONI, A. 2016. New training systems for vigour control and mechanical cultivation. Agropecuaria Catarinense. Seminario Nacional sobre Fruticultura de Clima Templado – SENAFRUT. ISSN 0103-0779. pp. 127-127. San Joaquin, Santa Catarina, Brasil.

ROBINSON, T.; LAKSO, A.; REN, Z. (1991). Modifying Apple Tree Canopies for Improved Production Efficiency. HortScience, Vol. 26(8).

TUSTIN, D. S. 2012. Future orchard planting systems – Do we need another revolution? Integrating canopy, rootstocks, and environmental physiology in orchards systems. Acta Horticulturae. Editor: Karem Theron. 1058: 27-36. Stellenbosch, SudAfrica.