



Efecto de la pulverización hidroneumática sobre el control de mosquita blanca algodonosa (*Aleurothrixus floccosus*) y chanchito blanco de los cítricos (*Planococcus citri*) utilizando diferentes caudales de aire y volúmenes de aplicación en cítricos

Patricio Abarca R.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Rengo, Chile.

Correspondencia: patricio.abarca@inia.cl

RESUMEN

Las plantas de cítricos se caracterizan por hojas de textura rígida y una alta densidad foliar, si a esto se suma cultivos con baja intensidad de poda y de gran tamaño, la eficacia de aplicación de plaguicidas se dificulta en las zonas centrales y altas de los árboles. En este ensayo, se evaluaron tres pulverizadores hidroneumáticos para mejorar el control sobre mosquita blanca algodonosa y chanchito blanco de los cítricos, utilizando acetamiprid 70% y clorpirifos 48% + aceite mineral al 1%, respectivamente. En los equipos, se ajustó el caudal de aire del ventilador y el volumen de mezcla aplicado por hectárea. Para verificar la eficacia, en ambas plagas se utilizó monitoreo en estructuras vegetativas en forma previa y después de 10 y 20 días realizada la aplicación. Los resultados favorables indicaron que, para ambas plagas, se logra una mejora del control cuando el volumen de aire producido por el ventilador del equipo alcanza o supera los 70.000 m³/h y la velocidad de avance no supera los 4,5 km/h, en el caso de mosquita blanca y los 3 km/h para chanchito blanco. Los volúmenes de aplicación resultaron ser óptimos con una relación entre 100 hasta 130 litros por cada mil metros cúbicos de vegetación.

Palabras claves: plaga, TRV, frutales, regulación

ABSTRACT

Effect of hydro-pneumatic spraying on the control of woolly whitefly (*Aleurothrixus floccosus*) (Maskell) and citrus mealybug (*Planococcus citri*) using different air flows and application volumes in citrus. Citrus plants are characterized by having rigid textured leaves and a high foliar density, in addition, low pruning intensity and large canopy size, makes the effectiveness of pesticide application difficult in the central and high areas of the trees. In this work, three hydropneumatics sprayers were evaluated to improve control over woolly whitefly and citrus mealybug, using acetamiprid 70% and chlorpyrifos 48% + 1% mineral oil, respectively. The airflow rate and the mix volume rate were adjusted in the equipment. To verify the effectiveness, both pests were monitored in vegetative structures previously and after 10 and 20 days after the application. Results indicated that, for both pests, an improvement in control is achieved when the volume of air rate reaches or exceeds 70,000 m³/h, and the forward speed does not exceed 4.5 km/h in the case of whitefly and 3 km/h for citrus mealybug. The application volumes turned out to be optimal with a ratio between 100 to 130 liters per thousand cubic meters of vegetation.

Key words: pest, citrus orchards, TRV, Tree Row Volume, regulation

INTRODUCCIÓN

La eficacia del control de plagas, enfermedades y malezas en la agricultura tradicional, depende de varios factores, entre ellos: **1) las condiciones climáticas al momento de la aplicación:** la temperatura, humedad relativa y viento limitan el tratamiento que se está efectuando (Fillat, s.d.), y las consecuentes pérdidas de pulverización por estos tres factores pueden fácilmente llegar a un 30% del volumen aplicado (Gil, 2010); **2) El tipo de plaguicida y dosificación:** la descripción de dosis en Chile genera más errores que aciertos en el uso de estos agroquímicos, lo que conlleva en la mayoría de los casos a un uso exagerado de producto, mayor contaminación ambiental, riesgo de intoxicación, alto costo de control y mayor probabilidad de resistencia de la plaga en el corto plazo; **3) Condición del cultivo y diseño del huerto:** el tamaño de las plantas, la densidad foliar y el tipo de formación del huerto, son esenciales para la determinación del volumen de mezcla a utilizar. Cuando las aplicaciones son dirigidas a cultivos tridimensionales, los volúmenes a aplicar dependen exclusivamente del volumen de follaje que se desea cubrir (Gil, 2013). En la práctica, se observa que muchos agricultores determinan el volumen de pulverización considerando solamente la superficie del terreno. El resultado de estas aplicaciones culmina en muchas ocasiones con volúmenes de caldo extremadamente elevados, pudiendo ocasionar escurrimiento de agroquímicos, perjudicando los cursos de agua, generando contaminación ambiental y elevando el costo de producción (Shigueaki et al., 2011); **4) Oportunidad de aplicación:** hace referencia en ser oportuno en la toma de decisiones, específicamente al momento fenológico del cultivo, etapa y densidad poblacional de una plaga, o de las condiciones fenológicas y climáticas para que una enfermedad se desarrolle (Ripa y Larral, 2008); y **5) Regulación y mantención del pulverizador agrícola:** según Bronson y Anderson (Citado por Smith, 1967) definen la función de un pulverizador en los siguientes términos, “dividir el líquido en pequeñas gotas de tamaño efectivo y distribuir las uniformemente sobre la superficie o espacio que se desea impregnar. Otra

función es regular la cantidad de pesticida para evitar una aplicación excesiva que pudiera ser perjudicial, o en todo caso dispendiosa”. Hewitt (1998), explica que la eficacia de pulverización tiene relación con el cubrimiento y, este, con el tipo y diseño de la boquilla, diámetro del orificio, presión de trabajo, ángulo de la boquilla y de las condiciones atmosféricas durante la aplicación, más que las propiedades fisicoquímicas de la mezcla.

Para comenzar el proceso de regulación del pulverizador, se debe conocer con exactitud el volumen de mezcla requerido, para ello, el Tree Row Volume (TRV) o Volumen de la Hileras de árboles, es una metodología que permite ajustar el volumen de mezcla a utilizar, ya sea para una plaga o una enfermedad en un cultivo en particular. Se expresa en litros de mezcla por metro cúbico de vegetación. Sutton y Unrath (1984) y Dris y Jain (2004), describen que Byers, Hickey y Hill, plantearon el concepto de TRV (Tree Row Volume) para determinar el volumen de agua y agroquímico según las características del huerto frutal, tomando cada hilera como una caja rectangular llena de follaje.

Dentro de las plagas primarias asociadas a cítricos encontramos mosquita blanca algodonosa y chanchitos blanco de los cítricos. La importancia de un control adecuado para el caso de mosquita blanca algodonosa se atribuye principalmente a los daños estéticos que puede producir en los frutos relacionados con restos de mielecilla y fumagina; cuando el ataque es más severo reduce la capacidad fotosintética de la planta, e incluso la inhibición del crecimiento de ramillas, pérdida de vigor y disminución en la producción (Luppichini et al., 2008). En el caso de chanchito blanco de los cítricos, es común localizar la plaga en frutos que se encuentran en contacto entre sí, entre hojas, grietas y en especial en el ombligo de las naranjas, lugar donde las hembras frecuentemente colocan sus huevos. Los daños producidos por esta plaga se ubican principalmente en frutos, debido a que la mielecilla mancha considerablemente los frutos y permite el desarrollo de fumagina, mermando la calidad de los frutos. En hojas, la

intensidad de la fumagina puede disminuir la capacidad fotosintética, en ramillas afecta el desarrollo de brotes, crecimiento y vigor del árbol, debido a la alimentación de la savia. Los mayores problemas recaen en la fruta de exportación, ya que la dificultad en el reconocimiento de la especie en estados ninfales hace necesario realizar pruebas moleculares (q-PCR) para la identificación morfológica de los estados inmaduros de pseudocóccidos y evitar una situación de problema cuarentenario.

Con el objetivo de optimizar la eficacia y eficiencia de las aplicaciones de plaguicidas con pulverizador hidroneumático en mosquita blanca algodonosa y chanchito blanco en cítricos, se realizó el presente estudio ajustando diferentes caudales de aire del ventilador del pulverizador y volúmenes de aplicación por hectárea.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres ensayos, uno sobre mosquita blanca algodonosa (*Aleurothrixus floccosus*), y dos sobre chanchito blanco de los cítricos (*Planococcus citri*), todos en la región de Valparaíso. Para cada ensayo se evaluaron dos variables: cubrimiento de la pulverización, y efectividad del control sobre la plaga.

Tabla 1

Condiciones operativas de trabajo para el primer ensayo: control de mosquita blanca algodonosa.

Condición de trabajo	Régimen de la TDF (RPM)	Velocidad de avance (km/h)	Distancia entre hileras (m)	Presión de trabajo (Bares)	Cantidad de boquillas (N°)	Caudal total de boquillas (L/min)	Caudal de aire (m ³ /h)	Relación mezcla /TRV (L/1000m ³)	Volumen de aplicación (L/ha)
T1	487	3,2	5	6,9	16	72,02	54.028	296	5.402
T2	487	4,63	5	6,9	40	93,6	70.576	133	2.426
T3	Testigo sin aplicación								

T1: Tratamiento agricultor. Condiciones normales de trabajo. Con deflector de viento unilateral.

T2: Modificación de boquillas de disco y difusor, por boquillas tipo clips cono vacío y cono vacío antideriva con inducción de aire. Sin deflector de viento unilateral (aplicación por ambos lados del pulverizador).

Primer ensayo en mosquita blanca algodonosa

Se realizó en huerto de mandarinos (*Citrus reticulata*) var. W. Murcott ubicados en la localidad de Nogales. La altura promedio de los árboles correspondió a 3,4 m con un marco de plantación de 2x5 m.

Las condiciones operativas de los tratamientos se detallan en la Tabla 1. Se trabajó con un tractor New Holland 5010 y un pulverizador hidroneumático Jacto Arbus 2000 con deflector de aire unilateral (Figura 1).



Figura 1. Tratamiento convencional agricultor (T1) con pulverizador hidroneumático con deflector de aire unilateral (Fotografía: Eliana San Martín).

Tabla 2

Condiciones operativas de trabajo para el primer ensayo de control de chanchito blanco de los cítricos.

Condición de trabajo	Régimen de la TDF (RPM)	Velocidad de avance (km/h)	Distancia entre hileras (m)	Presión de trabajo (Bares)	Cantidad de boquillas (N°)	Caudal total de boquillas (L/min)	Caudal de aire (m ³ /h)	Relación mezcla /TRV (L/1000m ³)	Volumen de aplicación (L/ha)
T1	455	1,45	5	30,3	16	114,6	35.910	450	9.484
T2	455	2,13	5	13,8	32	105,1	35.910	281	5.921
T3	546	3,7	5	13,8	32	105,1	39.648	162	3.409
T4	546	2,9	5	13,8	32	105,1	39.648	206	4.349
T5	Testigo sin aplicación								

T1: Tratamiento agricultor. Condiciones normales de trabajo (Tractor Massey Ferguson).

T2: Modificación de boquillas de disco y difusor, por boquillas tipo clips de cono vacío y cono vacío antideriva con inducción de aire (Tractor Massey Ferguson).

T3: Aumento del número de boquillas tipo clips cono vacío y cono vacío antideriva con inducción de aire (Tractor New Holland).

T4: Igual a T3, con menor velocidad de avance (Tractor New Holland).



Figura 2. Tractor y pulverizador hidroneumático utilizado para el primer tratamiento de control para chanchito blanco de los cítricos (Fotografía propia).

Segundo ensayo en chanchito blanco

Se realizó en huertos de naranja var. Lane Late ubicados en la localidad de Nogales. La altura promedio de los árboles correspondió a 3,1 m con un marco de plantación de 3x5 m. Las características de trabajo se detallan en la Tabla 2. Para dos tratamientos se trabajó con un tractor Massey Ferguson 275 y pulverizador hidroneumático Parada 1500 con ventilador de 800 mm de diámetro (Figura 2), para otros dos tratamientos se modificó el tractor por uno New Holland.

Tercer ensayo en chanchito blanco

Se realizó en huertos de naranja var. Lane Late ubicados en la localidad de Lliu Lliu. La altura promedio de los árboles correspondió a 3,5 m con un marco de plantación de 2x5 m.

Las características de trabajo se detallan en la Tabla 3. Para todos los tratamientos se trabajó con un tractor Same modelo Classic Argon F70 y Landini Rex F85, pulverizador hidroneumático Jacto modelo Arbus 2000 Valencia con ventilador elevado de 850 mm (Figura 3).

Evaluación de las variables

Cubrimiento de la pulverización

Se optó por la metodología utilizada por Moltó en 1999 (Magdalena, 2004) utilizando papeles hidrosensibles. Se consideraron 4 escalas de cubrimiento de 1 a 4: $\leq 5\%$ (nada); 6 - 30% (pobre); 31 - 80% (adecuado); $> 80\%$ (excesivo). Los papeles hidrosensibles fueron ubicados en tres listones por árbol (uno al centro y dos a semi profundidad del follaje), cada listón con unidades de papeles hidrosensibles de 6,25 cm² (2,5 cm x 2,5 cm) desde la base hasta sobre un metro sobre el follaje, con distanciamiento de 50 cm entre ellos.

Se realizaron tres repeticiones sobre la hilera. Se comparó el cubrimiento total de la planta, pero también los papeles hidrosensibles ubicados específicamente en la zona de localización de la plaga, es decir, en la zona periférica para el caso de mosquita blanca algodonosa y, en el centro para el caso de chanchito blanco de los cítricos.



Figura 3. Tractor y pulverizador hidroneumático utilizado para segundo ensayo de control de chanchito blanco de los cítricos (Fotografía propia).

Tabla 3

Condiciones operativas de trabajo para el segundo ensayo de control de chanchito blanco de los cítricos.

Condición de trabajo	Régimen de la TDF (RPM)	Velocidad de avance (km/h)	Distancia entre hileras (m)	Presión de trabajo (Bares)	Cantidad de boquillas (N°)	Caudal total de boquillas (L/min)	Caudal de aire (m ³ /h)	Relación mezcla /TRV (L/1000m ³)	Volumen de aplicación (L/ha)
T1	536	3,6	5	6,9	20	59,4	80.753	113	1.980
T2	536	3,6	5	10	26	75,8	80.753	144	2.527
T3	536	4,3	4,5	10	36	74,3	80.753	123	2.304
T4	536	3,3	4,5	10	26	59,5	80.753	128	2.404
T5	Sin aplicación								

T1: Tratamiento agricultor. Condiciones normales de trabajo (Tractor Same).

T2: Modificación de boquillas de disco y difusor por boquillas tipo clips de cono vacío y cono vacío antideriva con inducción de aire (Tractor Same).

T3: Aumento del número de boquillas tipo clips de cono vacío y cono vacío antideriva con inducción de aire y aumento de velocidad de trabajo (Tractor Landini).

T4: Aumento del número de boquillas tipo clips de cono vacío y cono vacío antideriva con inducción de aire y disminución de la velocidad de avance (Tractor Landini).

Efectividad de la aplicación sobre la plaga

En mosquita blanca algodonosa se realizaron 3 muestreos: previo, 10 y 20 días post aplicación (dpa). Se seleccionaron al azar un número de 100 hojas en activo crecimiento por cada tratamiento y se determinó la cantidad de ninfas presentes en las hojas. En todos los tratamientos se utilizó Hurricane 70 WP (i.a. Acetamiprid).

En chanchito blanco de los cítricos, se realizaron 3 muestreos: previo, 10 y 20 dpa. Se colectaron 100 frutos en 10 árboles por cada tratamiento, observando principalmente la roseta de las naranjas. En todos los tratamientos se utilizó Lorsban 4E (i.a. Clorpirifo 48%) + aceite mineral 1%.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado. Se seleccionaron tres plantas por tratamiento para el caso de cubrimiento de papeles hidrosensibles y diez plantas para el caso de monitoreo (diez hojas por diez árboles para el caso de mosquita blanca algodonosa y, diez frutos por diez plantas, para el caso de chanchito blanco de los cítricos). Los datos de cubrimiento de pulverización fueron sometidos a un análisis de varianza y las comparaciones entre medias a la Prueba de Intervalos Múltiples de Tukey para $p < 0,05$. Los datos de efectividad de la aplicación sobre la plaga fueron sometidos a un análisis de varianza y a una prueba de separación de medias de LSD para $p < 0,05$. Para el análisis estadístico, se utilizó el software Infostat para papeles hidrosensibles, y SAS (Statistical Analysis System) para plagas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo de control sobre mosquita blanca algodonosa

Al comparar solamente los papeles ubicados en la periferia de los árboles (Figura 4), se observa que el tratamiento 2, sin deflector de aire, arrojó significativamente un mayor porcentaje de cobertura que el tratamiento 1. Este resultado indicaría que no se justifica el uso de un deflector

de viento unilateral cuando el ventilador del equipo supera los 70.000 m³/h. Al comparar técnicamente el tratamiento 2 respecto al tratamiento 1, se destaca el uso de boquillas de cono vacío y cono vacío antideriva, confirmando una mayor uniformidad de cubrimiento en frutales, como lo ha descrito Gil (2013), y que la medición y determinación del caudal de aire resulta esencial para la toma de decisiones respecto a una regulación de maquinaria. Se reafirma que, en cítricos, el caudal de aire y la velocidad de avance son parámetros fundamentales para mejorar la deposición de plaguicidas (Sozzi, 2011).

Respecto al control de la plaga, proporcionalmente todos los tratamientos presentaron similar control a los 20 dpa (Figura 5). No obstante, el tratamiento 2 al aplicar por ambos lados del pulverizador, reduce el volumen de aplicación en un 55% respecto a lo realizado por el productor, disminuyendo en su mismo porcentaje la cantidad plaguicida. Se destaca que el tratamiento 2, aumentó su capacidad de trabajo en un 189% al extraer el deflector de aire y aplicar por ambos lados del equipo, pasando de 0,8 a 2,32 ha/h.

En el primer ensayo, la población de mosquita blanca algodonosa no es homogénea dentro del huerto; además, al momento del ensayo, la plaga se encontraba en etapa de pleno desarrollo, pues así se manifiesta en las tres últimas columnas del gráfico (T3), donde el testigo sin aplicación aumenta significativamente la cantidad de individuos por muestra (Figura 5). En todos los tratamientos, se ha reducido la población de mosquita blanca al 50% o más, no obstante, el tratamiento 2 además de reducir la población y mantenerla baja por al menos un período de 20 días post aplicación, aumentó su capacidad de trabajo considerablemente respecto al tratamiento agricultor.

Primer ensayo de control sobre chanchito blanco de los cítricos

Respecto a la cobertura de los papeles hidrosensibles, los resultados indicaron que el T1 (Agricultor) presentó mejor cobertura que el T2 (Modificación de boquillas) (Figura 6).

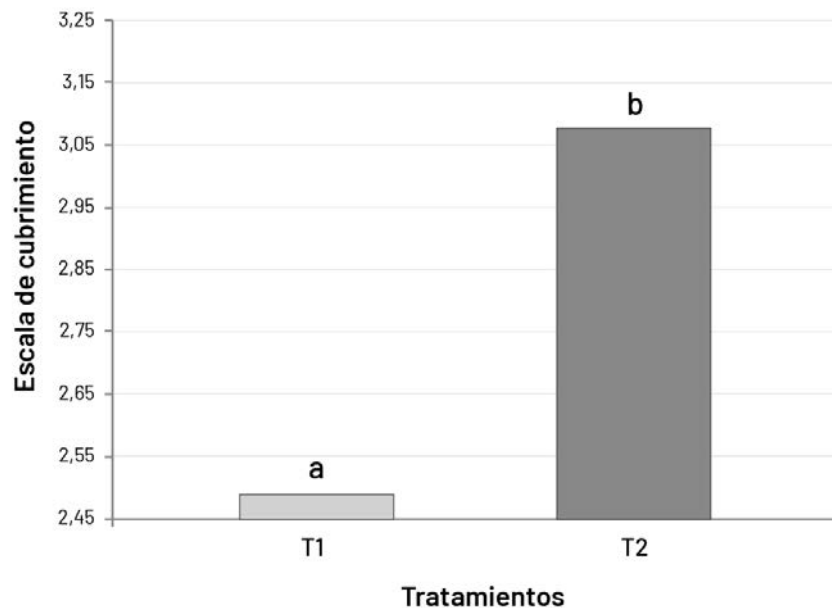


Figura 4. Análisis comparativo de cobertura de dos tratamientos en ensayo de control de mosquita blanca algodonosa, considerando papeles hidrosensibles más externos al árbol. Letras distintas indican diferencias significativas. Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

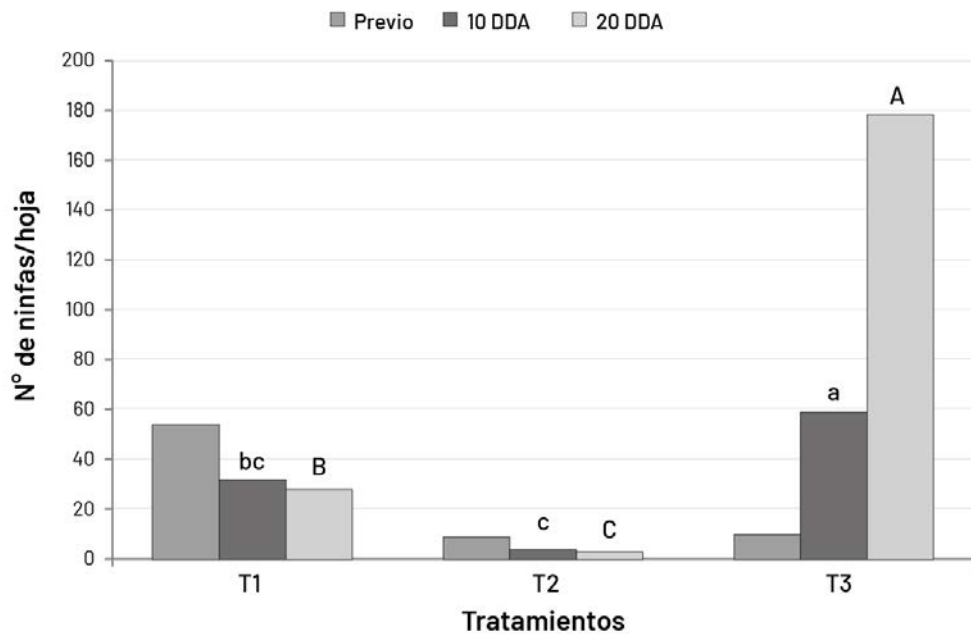


Figura 5. Población de mosquita blanca algodonosa, pre y post aplicación de tratamientos (DDA: Días Después de la Aplicación). Letras minúsculas distintas indican diferencias entre los tratamientos a los 10 DDA. Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre los tratamientos a los 20 DDA. Test LDS $p \leq 0,05$.

La mejor cobertura dada por el T1 sobre el T2 estaría dada por el mayor volumen de aplicación del primero (9.484 L/ha), logrando una relación de 450 litros por cada mil metros cúbicos de vegetación, cuando el máximo recomendado para frutales es de 120. Por otro lado, el T3 y T4 presentaron una disminución del volumen de aplicación de un 64% y 54% respectivamente en relación al T1 (Tratamiento agricultor), y no se observó diferencia significativa en el cubrimiento con T1, por lo que, se admite que el 10,4% de incremento del caudal de aire del ventilador del equipo, al aumentar las revoluciones de la toma de fuerza, mejoró la cobertura en los dos últimos tratamientos.

Respecto al control de plagas en este ensayo, el mejor resultado se obtuvo con el T4 (cambio del número y tipo de boquillas, aumento del caudal de aire del ventilador) (Figura 7). Se deduce que, a pesar que los papeles hayan quedado más saturados en T1 (Tratamiento agricultor), el T4 tuvo menor pérdida por escurrimiento y una mayor cantidad de plaguicida se depositó en las hojas y frutos. No obstante, el volumen aplicado en T4 presenta una relación de 206 litros de mezcla por cada mil metros cúbicos de vegetación, un 71,6% más de lo recomendado por Hardi (1993) y Shigueaki et al. (2011), por lo tanto, se admite que el volumen de caldo puede ser reducido aún más si se mejora la penetración de gotas al interior del follaje a través de la capacidad de aire del ventilador del pulverizador en relación al tipo de cultivo y su densidad foliar, como lo menciona Hardi (1993) y Di Princio et al. (2010).

Por consecuencia para este ensayo, se determina que con un volumen de líquido menor en un 54% respecto al utilizado por el productor, se logra un mejor control de chanchito blanco de los cítricos. El mismo porcentaje es reducido en agua y agroquímicos, ya que, los plaguicidas utilizados para este ensayo son dosificados por concentración (clorpirifos 48% + aceite mineral).

Para lograr una disminución del volumen de caldo a una cantidad recomendada para la cantidad de follaje, se debe mejorar el volumen de aire aplicado. Para este caso, por

condiciones propias del equipo, el volumen de aire se encuentra limitado a 39.648 m³/h cuando se trabaja a 546 r.p.m. a la Toma de Fuerza (TDF).

Para este ensayo, todos los tratamientos lograron reducir la población de esta plaga por sobre el 90% respecto al muestreo inicial, sin embargo, el mayor control se obtuvo con T4, en la cual se redujo el volumen de aplicación y dosis del agroquímico en un 54% respecto al testigo realizado por el agricultor (T1).

Segundo ensayo de control sobre chanchito blanco de los cítricos

Los resultados del cubrimiento de la pulverización del segundo ensayo para chanchito blanco de los cítricos, indicaron que T4 presentó mayor cobertura que el resto de los tratamientos, sin existir diferencias estadísticas significativas entre ellos. En todos los tratamientos, se demuestra un cubrimiento adecuado en los papeles hidrosensibles para el control de chanchito blanco (Figura 8).

En cuanto a la efectividad de la aplicación sobre chanchito blanco de los cítricos (Figura 9), todos los tratamientos ejercieron un buen control, sin embargo, el T4 presenta una mayor reducción del porcentaje de presencia tanto a los 10 como a los 20 dpa.

Los resultados destacan que el control de chanchito blanco de los cítricos puede realizarse con volúmenes ajustados según TRV con relaciones entre 100 a 130 litros de mezcla por cada mil metros cúbicos de vegetación, no obstante, la penetración de gotas al interior del follaje depende exclusivamente de la cantidad de aire que genere el ventilador, como de la forma que se produzca a la salida del equipo.

En el tercer ensayo realizado, los tratamientos alternativos o planteados al remplazo del tratamiento testigo no registraron ahorros de agua ni plaguicida, ya que, el agricultor aplicaba un volumen inferior al recomendado según TRV, por ello, el control de esta plaga en T4 fue

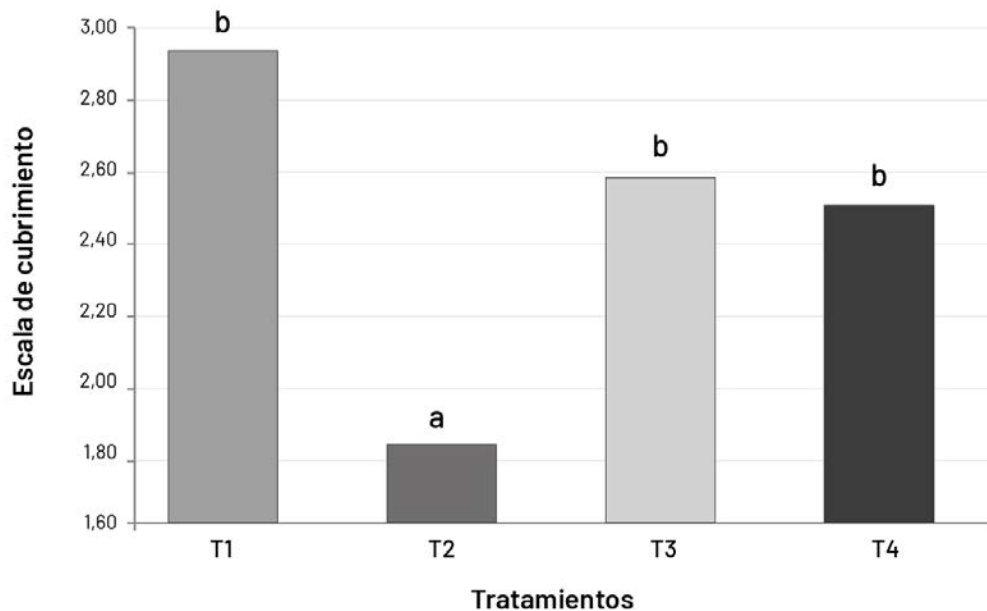


Figura 6. Análisis comparativo de cobertura de cuatro tratamientos en ensayo de control de chanchito blanco de los cítricos, considerando solamente papeles hidrosensibles ubicados al centro de los árboles. Letras distintas indican diferencias significativas. Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

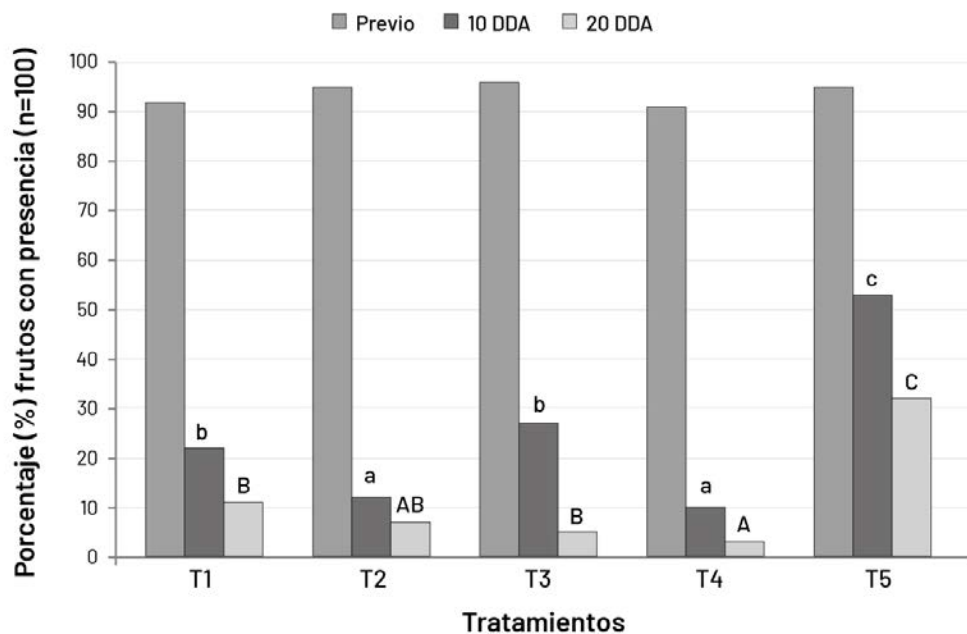


Figura 7. Porcentaje de frutos con presencia de chanchito blanco de los cítricos, pre y post aplicación (DDA: Días Después de la Aplicación). Letras minúsculas distintas indican diferencias entre los tratamientos a los 10 DDA. Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre los tratamientos a los 20 DDA. Test LDS $p \leq 0,05$.

superior al testigo, concluyendo que, la metodología de estimar el volumen de aplicación de acuerdo al volumen de follaje tiene una correcta relación.

El análisis de los resultados, indica que la optimización en el uso de plaguicidas y control de plagas en cítricos obedece a una serie de factores entre los que destaca los parámetros operativos de la maquinaria. De estos, según lo comprobado en los tres ensayos, los más relevantes y en orden prioritario son: 1) el volumen de aire del ventilador; 2) el caudal, número y ordenamiento de boquillas; y 3) la velocidad de avance del tractor.

Se observó que los controles de plagas fueron mejores utilizando boquillas de cono vacío y cono vacío antideriva en un número sobre 12 por cada lado del equipo, con caudales entre 1 a 4 litros por minuto, ubicando las de mayor caudal en la zona de mayor masa foliar y no superando los 14 bar de presión de trabajo.

Respecto a la velocidad de avance, cuando el caudal de aire del ventilador no es un factor limitante, el control de mosquita blanca algodonosa fue eficiente a una velocidad de 4,6 km/h, y para chanchito blanco de los cítricos de 3,3 km/h. Por tanto, se recomienda no sobrepasar estos valores.

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo observado en los ensayos, se puede indicar a modo general que:

- El TRV es una metodología sencilla y asertiva para determinar los volúmenes de aplicación en huertos frutales, en la cual para plagas externas se sugiere utilizar entre 80 a 100 L por cada 1.000 m³ de vegetación, y para plagas internas utilizar entre 100 a 130 L por cada 1.000 m³ de vegetación.
- La eficacia de aplicación de plaguicidas en cítricos se ve optimizada cuando los volúmenes de caldo ajustados según TRV, son aplicados con velocidades bajas de trabajo y elevados caudales de aire del ventilador del

pulverizador.

- Para lograr los caudales de aire deseados por el ventilador, se determina que la potencia óptima de un tractor es igual o superior a 80 HP.
- De acuerdo al caudal de aire aplicado por los equipos, ambos controles de plagas fueron eficaces cuando el pulverizador aplicó uniformemente por ambos lados, y el caudal de aire fue de 70.576 m³/h y de 80.753 m³/h para aplicación en el control de mosquita blanca algodonosa y chanchito blanco de los cítricos, respectivamente.
- El control de mosquita blanca algodonosa (ensayo 1), como el control de chanchito blanco de los cítricos (ensayo 3) se ve optimizado cuando las relaciones de líquido son de 130 y 113 litros por cada mil metros cúbicos de vegetación, cuando el caudal de aire del ventilador no sea limitante, superando los 70.000 m³/h,
- Adicionalmente, se establece que las etiquetas de plaguicidas en Chile carecen de información, especialmente sobre los volúmenes de aplicación, el uso de papeles hidrosensibles y parámetros de eficacia, como la cantidad y el tamaño de gota óptimo según el tipo de tratamiento.
- El uso de papeles hidrosensibles sigue siendo la metodología más sencilla y rápida de verificar *in situ* la calidad de la aplicación, en base al número de gotas por centímetro cuadrado, como por su tamaño medio volumétrico de los impactos. No obstante, el uso de altos volúmenes de aplicación en frutales, genera una superposición de gotas o el escurrimiento desde las hojas genera papeles saturados lo que impide su lectura.

AGRADECIMIENTOS

A INIA La Cruz y el proyecto de Innova Corfo: “Desarrollo de tecnologías nóveles de manejo de plagas para la producción sustentable de cítricos” Los ensayos para este estudio fueron generados bajo el proyecto de Innova Corfo: “Desarrollo de tecnologías nóveles de manejo de plagas para la producción sustentable de cítricos” en la Región de Valparaíso.

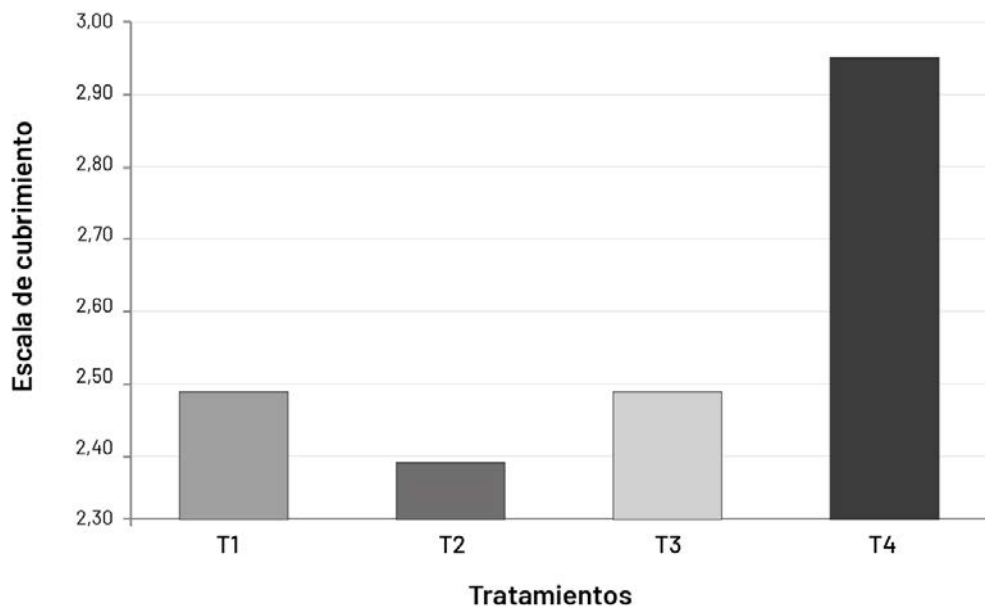


Figura 8. Análisis comparativo de cobertura en papeles hidrosensibles para los cuatro tratamientos en ensayo para control de chanchito blanco de los cítricos, considerando papeles hidrosensibles ubicados al centro del árbol. Análisis estadístico no significativo. Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

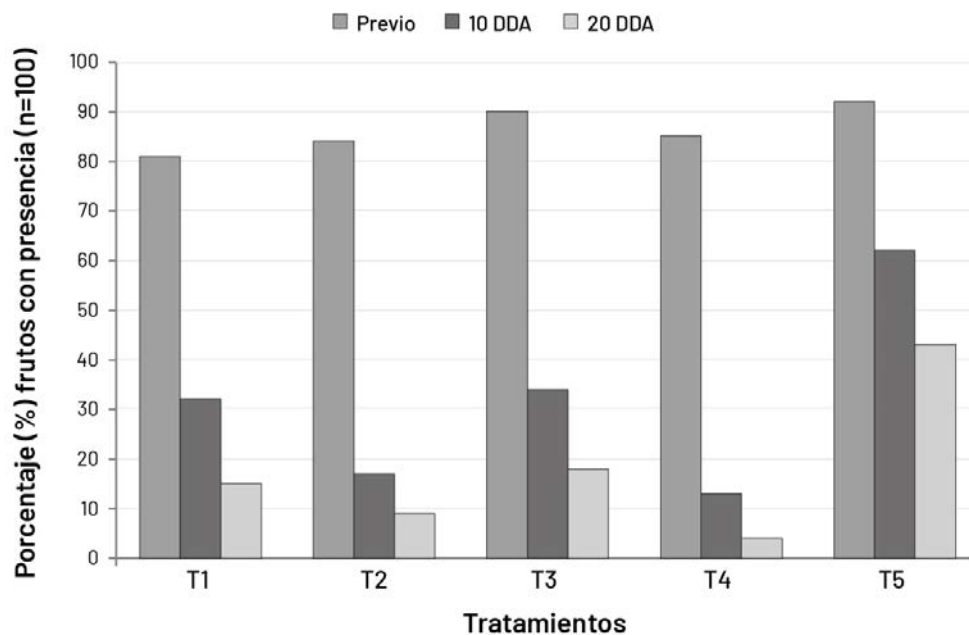


Figura 9. Porcentaje de frutos con presencia de chanchito blanco de los cítricos, pre y post aplicación.

Al equipo de trabajo de INIA La Cruz en el período de los ensayos. El aporte profesional en el área entomológica de Natalia Olivares, Paola Luppichini y José Montenegro. El aporte comunicacional de Eliana San Martín.

Un agradecimiento especial al Sr. Jorge Riquelme Sanhueza, por su calidad humana y su inagotable conocimiento en el área de mecanización agrícola, quien fue clave en los resultados de este estudio.

LITERATURA CITADA

- Di Princio, A.; Behmer, S.; Magdalena, C. (2010). Equipos pulverizadores terrestres. En: Magdalena y colaboradores. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Argentina. Área de comunicaciones del INTA Alto Valle. 107 – 120 pp.
- Dris, R., Jain, S. M. (2004). Preharvest Practice (Vol 1). Production practices and quality assessment of food crops. Kluwer Academic Publishers. New York, USA.
- Fillat, A. s.d. Regulación de las máquinas de aplicación de fitosanitarios para cultivos frutales. Centre de Mecanització Agrària. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura. (En línea). España. Disponible en: http://www20.gencat.cat/docs/DAR/AG_Agricultura/AG04_Centre_Mecanitzacio_Agraria/Documents/Fitxers%20estatics/curs_aplicacio_08/3_ptaf_es.pdf . Consultado en Julio de 2012.
- Gil, E. (2010). Dosafrut. Determinación del volumen de caldo en tratamientos fitosanitarios de plantaciones frutales. (En línea). Disponible en: <http://www.dosafrut.es/public/pdfs/DOSAFRUT.pdf> . Consultado en: Julio de 2012.
- Gil, E. (2013). Estrategia Europea para la reducción de plaguicidas. Maquinaria apropiada de aplicación. Seminario Internacional: Equipos de aplicación para la reducción de plaguicidas y la obligatoriedad de la inspección y certificación de equipos en Europa. Santiago, Chile.
- Hardi. (1993). Técnicas de atomización. Publicación Hardi 673705 – E – 93/4. 40 p.
- Hewitt, A. (1998). The importance of nozzle selection and droplet size control in spray application. North American Conference on Pesticide Spray Drift Management. Portland, Maine. 75 – 85 pp.
- Luppichini, P., Ripa, R., Larral, P., Núñez, E., Rodríguez, F. (2008). Mosquitas blancas. Orden Hemiptera. Familia Aleyrodidae. Mosquita Blanca algodonosa de los cítricos (*Aleurothrixus floccosus*). En: Manejo de plagas en paltos y cítricos. Ripa y Larral. Colección libros INIA N° 23, Chile. 111 – 119 pp.
- Magdalena, J.C. (2004). Efecto de la utilización de pulverizadores de flujo transversal e hidroneumático tradicional sobre la calidad de los tratamientos fitosanitarios en manzanos (*Malus domestica*, Borkh). Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España. 144 p.
- Ripa, R., Larral, P. (2008). Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección libros INIA N° 23, Chile. 399 p.
- Shigueaki, R., Texeira, M.M., Batista De Alverenga, C. (2011). Volume diferenciado. Máquinas – Cultivar. Julio 11, año X – N° 109. 8 – 10 pp.
- Smith, H.D. (1967). Maquinaria y equipo agrícola. 1ª Edición. Barcelona. Editorial Omega S.A. 571 p.
- Sozzi, A. (2011). Estudio del efecto de diferentes caudales de aire sobre la distribución, recubrimiento y cantidad de producto depositado con pulverizador hidroneumático en cítricos. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España. 164 p.
- Sutton, T.B., Unrath, C.R. (1984). Evaluation of the Tree-Row-Volume concept with density adjustments in relation to spray deposits in apple orchards. Plant Disease 68(6): 480-484.