

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“EFICIENCIA DE LOS MÉTODOS DE ASPERSIÓN CONVENCIONAL Y ELECTROSTÁTICA EN EL CONTROL DE *Panonychus citri* EN EL CULTIVO DE MANDARINA”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

JAVIER JAIME CONDORI CASTAÑEDA

LIMA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

“EFICIENCIA DE LOS MÉTODOS DE ASPERSIÓN CONVENCIONAL Y
ELECTROSTÁTICA EN EL CONTROL DE *Panonychus citri* EN EL
CULTIVO DE MANDARINA”

Presentado por:

JAVIER JAIME CONDORI CASTAÑEDA

Tesis para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Erick Espinoza Nuñez
PRESIDENTE

Dr. Javier Alberto Vásquez Castro
ASESOR

Ph. D. Jorge Ramón Castillo Valiente
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Germán Joyo Coronado
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2022

AGRADECIMIENTOS

Este experimento se realizó gracias al apoyo de diferentes personas e instituciones. En primer lugar, agradecer a mi asesor Dr. Javier Vasquez Castro, por su apoyo incondicional y consejos.

A la empresa Agrícola Copacabana de Chincha S.A. por la oportunidad, su disposición, apoyo logístico y financiero. Al Ing. Jorge Yarasca Marca y su equipo de calibraciones por su compromiso con el experimento y seguimiento constante. A todos los colaboradores en el fundo Cañapay, Ing. Joaquin Reyes, al personal de evaluaciones, al equipo de aplicaciones fitosanitarias.

Al Dr. Alexis Dueñas Davila por el apoyo estadístico, sus consejos, disposición incondicional y amabilidad.

Al Ing. Gonzalo Ramirez Navarro por la información brindada.

A todas aquellas personas que hicieron posible este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1.	SITUACIÓN DE LA MANDARINA EN EL PERÚ	2
2.2.	PRINCIPALES INSECTOS PLAGA EN CÍTRICOS	4
2.3.	PRINCIPALES ÁCAROS PLAGA EN CÍTRICOS	8
2.4.	ABAMECTINA.....	14
2.5.	TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS EN FRUTALES.....	15
2.6.	EXPRESIÓN DE LA DOSIS DE ACARICIDAS EN EL CULTIVO DE CÍTRICOS 19	
III.	METODOLOGÍA.....	21
3.1.	CONSIDERACIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL	21
3.2.	MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.....	21
3.3.	TRATAMIENTOS, POBLACIÓN Y DATOS DE CAMPO.....	22
3.4.	MÉTODOS	25
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	27
3.6.	HIPÓTESIS	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1.	DEPÓSITO DE ABAMECTINA	29
4.2.	EFFECTO GENERAL DE LOS FACTORES, TIPO DE DOSIFICACIÓN, METODO DE ASPERSIÓN Y VOLUMEN DE APLICACIÓN EN EL CONTROL DE <i>Panonychus citri</i> . 30	
4.3.	EFFECTO DE LOS FACTORES EN EL CONTROL DE <i>Panonychus citri</i> PARA MUESTRAS REPETIDAS EN EL TIEMPO.	36
V.	CONCLUSIONES	53
VI.	RECOMENDACIONES	54
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	55
VIII.	ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción nacional vs exportaciones de mandarina.....	2
Figura 2: Valor de las exportaciones de mandarina en millones de dólares (USD).....	3
Figura 3: Ciclo de vida de <i>Panonychus citri</i> en cítricos.....	9
Figura 4: Molécula de Abamectina.....	14
Figura 5: Flujo de aire generado por un ventilador axial en un pulverizador hidroneumático.....	16
Figura 6: Representación gráfica de la distribución de las unidades experimentales, tratamientos, bloques y barreras en campo.....	23
Figura 7: Depósito de abamectina (ppm) según el tipo de dosificación.....	28
Figura 8: Depósito de abamectina (ppm) según el método de aspersión.....	29
Figura 9: Número de adultos vivos de <i>Panonychus citri</i> según el método de aspersión.....	31
Figura 10: Número de ninfas para la combinación método y volumen de aplicación.....	32
Figura 11: Número de adultos de <i>P. citri</i> por hoja de acuerdo al tipo de dosificación de Abamectina.....	37
Figura 12: Número de adultos de <i>P. citri</i> por hoja de acuerdo al método de aspersión empleado.....	37
Figura 13: Número de adultos de <i>P. citri</i> por hoja de acuerdo a los volúmenes de aplicación.....	38
Figura 14: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en adultos de <i>P. citri</i> de acuerdo al método de aspersión empleado.....	38
Figura 15: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en adultos de <i>P. citri</i> de acuerdo a los volúmenes de aplicación.....	39
Figura 16: Número de ninfas de <i>P. citri</i> por hoja de acuerdo al tipo de dosificación de Abamectina.....	41
Figura 17: Número de ninfas de <i>P. citri</i> por hoja de acuerdo al método de aspersión empleado.....	42
Figura 18: Número de ninfas de <i>P. citri</i> por hoja de acuerdo a los volúmenes de aplicación.....	42

Figura 19: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en ninfas de <i>P. citri</i> de acuerdo al método de aspersión empleado.....	43
Figura 20: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en ninfas de <i>P. citri</i> de acuerdo a los volúmenes de aplicación.....	43
Figura 21: Número de huevos de <i>P. citri</i> por hoja de acuerdo al tipo de dosificación de Abamectina.....	46
Figura 22: Número de huevos de <i>P. citri</i> por hoja de acuerdo al método de aspersión.....	46
Figura 23: Número de huevos de <i>P. citri</i> por hoja de acuerdo al volumen de aplicación.....	47
Figura 24: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en huevos de <i>P. citri</i> de acuerdo al método de aspersión empleado.....	47
Figura 25: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en huevos de <i>P. citri</i> de acuerdo a los volúmenes de aplicación.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales especies fitófagas de queresas y cochinillas en cítricos.....	4
Tabla 2: Principales ingredientes activos registrados para <i>Panonychus citri</i> en mandarina...	11
Tabla 3: Descripción de tratamientos.....	21
Tabla 4: Depósito de abamectina (ppm) en hojas de mandarina Satsuma Okitsu según los tratamientos.....	28
Tabla 5: Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para los métodos de aspersion convencional versus electroestático y para el tipo de dosificación, por hectárea versus por concentración.....	29
Tabla 6: Pruebas de efectos inter-sujetos para la variable dependiente número de adultos....	30
Tabla 7: Medias de la población de adultos de <i>P. citri</i> para los factores método de aplicación y tipo de dosificación, con sus respectivos niveles.....	31
Tabla 8: Pruebas de efectos inter-sujetos para la variable dependiente número de ninfas.....	32
Tabla 9: Medias de la población de ninfas de <i>P. citri</i> para los factores método de aplicación y tipo de dosificación, con sus respectivos niveles.....	33
Tabla 10: Pruebas de efectos inter-sujetos para la variable dependiente número de huevos...	33
Tabla 11: Medias de la población de huevos de <i>P. citri</i> para los factores método de aplicación y tipo de dosificación, con sus respectivos niveles.....	34
Tabla 12: Resultado del ANOVA, pruebas de efectos intersujetos del diseño de medias repetidas en el tiempo.....	35
Tabla 13: Resultado del ANOVA, pruebas de efectos intersujetos del diseño de medias repetidas en el tiempo ninfas.....	40
Tabla 14: Resultado del ANOVA, pruebas de efectos intersujetos del diseño de medias repetidas en el tiempo.....	44
Tabla 15: Comparación de tiempos y costos de aplicación según el método y volumen empleados.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Test de normalidad para adultos de <i>P. citri</i> en el diseño anidado.....	59
Anexo 2: Test de normalidad para inmaduros de <i>P. citri</i> en el diseño anidado.....	59
Anexo 3: Test de normalidad para huevos de <i>P. citri</i> en el diseño anidado.....	59
Anexo 4: Test de homogeneidad de varianzas (Levene) para los 3 estadios de <i>P. citri</i> (adultos, inmaduros y huevos) para el diseño anidado.....	59
Anexo 5: Prueba de normalidad y estadísticos descriptivos para la secuencia en el tiempo de población de adultos de <i>P. citri</i>	60
Anexo 6: Prueba de normalidad y estadísticos descriptivos para la secuencia en el tiempo de población de ninfas de <i>P. citri</i>	61
Anexo 7: Prueba de normalidad y estadísticos descriptivos para la secuencia en el tiempo de población de huevos de <i>P. citri</i>	61
Anexo 8: Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) para la secuencia en el tiempo de población de adultos de <i>P. citri</i>	62
Anexo 9: Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) para la secuencia en el tiempo de población de ninfas de <i>P. citri</i>	64
Anexo 10: Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) para la secuencia en el tiempo de población de huevos de <i>P. citri</i>	66
Anexo 11: Prueba de esfericidad de Mauchly para la secuencia a lo largo del tiempo de adultos de <i>P. citri</i>	66
Anexo 12: Prueba de esfericidad de Mauchly para la secuencia a lo largo del tiempo de ninfas de <i>P. citri</i>	67
Anexo 13: Prueba de esfericidad de Mauchly para la secuencia a lo largo del tiempo de huevos de <i>P. citri</i>	67
Anexo 14: Medias de adultos de <i>P. citri</i> para el método de aspersión en función del tiempo.....	68
Anexo 15: Medias de adultos de <i>P. citri</i> para los volúmenes de aplicación en función del tiempo.....	69
Anexo 16: Medias de adultos de <i>P. citri</i> para el tipo de dosificación en función del tiempo...	70

RESUMEN

El método de aplicación es determinante para conseguir el control eficiente de las plagas. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la expresión de la dosis (por hectárea y por concentración), el método de aplicación (neumático-electrostático e hidroneumático no-electrostático) y la tasa de aplicación (baja, intermedia y alta) sobre el depósito de Abamectina y el control de *Panonychus citri* en el cultivo de mandarina Satsuma Okitsu. El estudio se realizó en un campo comercial ubicado en la provincia de Chincha, Región Ica. Se utilizaron dos equipos de aplicación, un pulverizador neumático electrostático y un pulverizador hidráulico no electrostático, con asistencia de aire. Ambos equipos fueron regulados a fin de aplicar las tasas de 100, 200 y 300 L ha⁻¹ para la aplicación electrostática y 1,500; 2,000 y 3,000 L ha⁻¹ para la aplicación no-electrostática. Para evaluar el depósito de Abamectina, se colectaron muestras de hojas de los árboles tratados, inmediatamente después de la aplicación, las cuales fueron analizadas mediante técnica cromatográfica. La evaluación de la población de *P. citri* se realizó un día antes de la aplicación del acaricida y a los 3, 7, 10 y 14 días después de realizado el tratamiento químico. El mayor depósito de Abamectina en las hojas de mandarina se obtuvo con la dosis expresada en cantidad de producto por hectárea, empleando el método de aplicación hidroneumático no-electrostático (método convencional) y utilizando la tasa de aplicación basada en el volumen de la copa de árboles (Tree Row Volumen). El control de los diferentes estados de desarrollo de *P. citri* fue similar con las dos formas de expresión de dosis (por hectárea y por concentración) y con los dos métodos de aspersion (electrostática y convencional). Los factores que influyeron en el depósito de Abamectina y en el control de *P. citri* son discutidos en el presente trabajo.

Palabras clave: pulverizador electrostático, pulverizador hidroneumático, depósito, control, Abamectina.

ABSTRACT

The application method is decisive to achieve efficient control of pests. The present research aimed to evaluate the influence of the expression of the dose (per hectare and concentration), the application method (pneumatic-electrostatic and non-electrostatic hydropneumatic) and the application rate (low, intermediate and high) on the deposit of Abamectin and the control of *Panonychus citri* in the Satsuma Okitsu mandarin crop. The study was carried out in a commercial field located in the province of Chincha, Ica Region. Two application teams were used, an electrostatic pneumatic sprayer and a non-electrostatic hydraulic sprayer, with air assistance. Both equipments were regulated in order to apply the rates of 100, 200 and 300 L ha⁻¹ for the electrostatic application and 1,500; 2,000 and 3,000 L ha⁻¹ for non-electrostatic application. To evaluate the Abamectin deposit, leaf samples were collected from the treated trees, immediately after application, which were analyzed by chromatographic technique. The evaluation of the *P. citri* population was carried out one day before the application of the acaricide and 3, 7, 10 and 14 days after the chemical treatment was carried out. The highest deposit of Abamectin in the mandarin leaves was obtained with the dose expressed in quantity of product per hectare, using the non-electrostatic hydropneumatic application method (conventional method) and using the application rate based on the volume of the tree canopy (Tree Row Volume). The control of the different development stages of *P. citri* was similar with the two forms of dose expression (per hectare and per concentration) and with the two spraying methods (electrostatic and conventional). The factors that influenced the deposition of Abamectin and the control of *P. citri* are discussed in the present work.

Keywords: electrostatic sprayer, hydropneumatic sprayer, deposit, control, Abamectin.

I. INTRODUCCION

En la última década, la producción nacional de mandarina ha ido creciendo sostenidamente alcanzando valores de alrededor de 526 mil toneladas en el 2020, aproximadamente, el doble que, en el 2012, en tal sentido las exportaciones también se han incrementado gracias a la apertura de nuevos mercados internacionales (AGRODATA, s.f.). Hoy en día los consumidores son cada vez más exigentes en cuanto a la calidad de la fruta e inocuidad para la salud y el medio ambiente. Por lo tanto, los procesos de producción deben ser los más eficientes posible ya sea en el manejo fitosanitario, fertilización, labores culturales, manejo postcosecha, etc. En tal sentido se han desarrollado tecnologías para hacer más eficientes los procesos antes mencionados. Las aplicaciones fitosanitarias de pesticidas son una alternativa de control de plagas muy importante para obtener altos rendimientos, frutas de calidad y reducir las pérdidas postcosecha. Existen diferentes métodos y equipos de pulverización unos más eficientes que otros en cuanto a la aplicación (Singh, 2017). En tal sentido el método de pulverización convencional forma gotas de tamaño heterogéneo a través de boquillas hidráulicas, contrasta con el método de pulverización electrostática, siendo el primero un método que precisa de volúmenes elevados de aplicación en comparación del segundo, según Urkan *et al.* (2016) afirman que este último método usa 10 veces menos agua y que tiene una mejor cobertura en zonas de difícil acceso en la planta. El uso de pulverizadores de alta tecnología para las aplicaciones no representa una solución total a los diferentes problemas fitosanitarios y medio ambientales, sino hace falta realizar un adecuado tratamiento, en consecuencia, es necesario determinar una dosificación correcta, ya sea dosis por hectárea o por concentración, con el volumen de aplicación adecuado para cada cultivo; además de considerar factores meteorológicos en la aplicación, factor humano, etc. Esta investigación tiene como objetivo mejorar la tecnología de aplicación de plaguicidas en el cultivo de mandarina satsuma cv. Okitsu. Para lo cual se determina la eficiencia de dos métodos de pulverización y la influencia de la expresión de la dosis (por hectárea y por concentración) de Abamectina en el control de *Panonychus citri*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. SITUACIÓN DE LA MANDARINA EN EL PERÚ

Según FAO (2020), en la última década el crecimiento de la producción nacional de mandarinas ha sido sostenido. Siendo a partir del año 2010 donde se empezó a registrar valores de más de 200 mil toneladas, el doble que, en años anteriores, para el año 2016 ya se había superado las 400 mil toneladas y para el 2019 se superó las 500 mil toneladas, es decir en menos de una década se ha duplicado la producción. En cuanto a las exportaciones en el 2014 y 2015 se registraron las mayores exportaciones con 53 y 55 mil toneladas, por otro lado, en el 2019 se registró el valor más bajo de la última década con 33 mil toneladas. En el 2020 se registró un aumento en la producción respecto al año anterior (Figura 1).

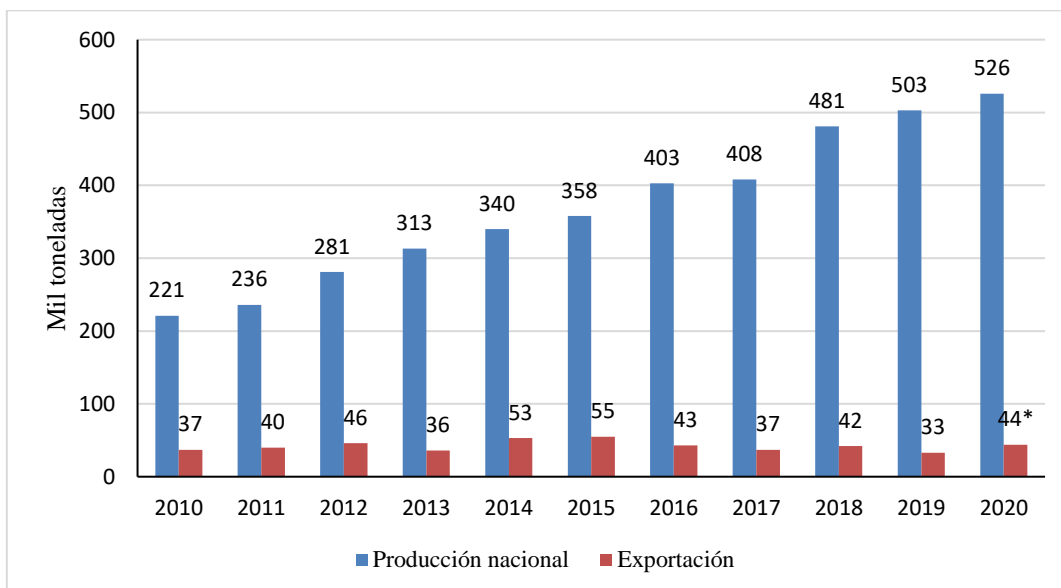


Figura 1: Producción nacional vs exportaciones de mandarina. Adaptado de FAOSTAT y AGRODATA (2020). *Registro 2020 hasta setiembre.

Este crecimiento en la producción se debe a muchos factores como nuevas áreas de producción en la costa que ofrecen condiciones ambientales y de manejo favorables en comparación con otras regiones, aumento en la demanda nacional e internacional, productores y exportadores comprometidos con el rubro cítrico a través de instituciones como la “Asociación de productores de cítricos del Perú” (ProCitrus) o el “Consortio de Productores de Frutas” (CPF). Asimismo, la introducción de variedades de preferencia internacional como las satsumas, clementinas o W. Murcott abren el mercado internacional para productores nacionales. (MINAGRI, 2014).

La mandarina es sin duda el principal cítrico exportable de nuestro país, pues según la Asociación de Gremios Productores Agrarios del Perú (2019) este cultivo representaría un 74 % aproximadamente del total de la exportación de cítricos, los ingresos por la exportación de mandarinas alcanzaron su máximo en el 2015 superando los 66 millones de dólares FOB, sin embargo, posteriormente se observa un descenso (Figura 2).

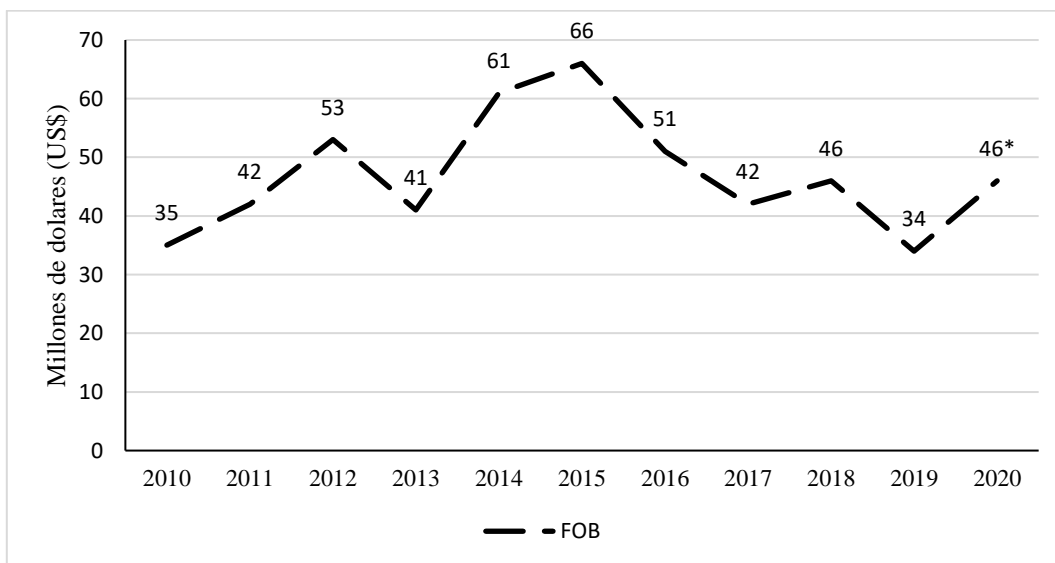


Figura 2: Valor de las exportaciones de mandarina en millones de dólares (US\$). Adaptado de AGRODATA (2020). *Registro 2020 hasta setiembre.

4.2. PRINCIPALES INSECTOS PLAGA EN CÍTRICOS

2.2.1. Picadores chupadores

a. Mosca blanca

Este grupo abarca muchas especies, entre las que podemos encontrar a *Aleurothrixus floccosus*, *Aleurodicus coccolobae*, *Aleurocanthus woglumi*, *Singhiella citrifolii*, entre otras. Todas ellas pertenecientes a la familia Aleyrodidae. Estas especies generalmente se encuentran en los brotes y hojas tiernas, donde se alimentan succionando la savia, al hacerlo debilita la planta y genera las condiciones para la formación de fumagina (Karamaouna et al., 2010; Smith et al., 2007).

Control: Karamaouna et al. (2010) recomienda realizar un monitoreo por medio de trampas amarillas, resalta el control biológico a fin de establecer enemigos naturales en el campo, si es necesario realizar liberaciones de *Cales noacki*, un parasitoide eficiente en el control de *A. floccosus*. Si es necesario un control químico se recomienda utilizar productos registrados para esta plaga, en lo posible selectivos y el tratamiento debe restringirse al área afectada.

b. Queresas y cochinillas harinosas:

Este grupo abarca especies de diferentes familias, las cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Principales especies fitófagas de queresas y cochinillas en cítricos

Especie	Nombre común	Familia
<i>Lepidosaphes beckii</i>	Queresa coma	Diaspididae
<i>Selenaspidus articulatus</i>	Queresa redonda	Diaspididae
<i>Pinnaspis aspidistrae</i>	Piojo blanco	Diaspididae
<i>Pinnaspis strachani</i>	Piojo blanco del algodonero	Diaspididae
<i>Hemiberlesia palmae</i>	Queresa de palmas	Diaspididae
<i>Saissetia oleae</i>	Queresa “H”	Coccidae
<i>Saissetia coffeae</i>	Queresa hemisférica	Coccidae
<i>Coccus hesperidum</i>	Queresa blanda	Coccidae
<i>Coccus viridis</i>	Queresa verde	Coccidae
<i>Ceroplastes floridensis</i>	Queresa cerosa	Coccidae
<i>Icerya purchasi</i>	Conchuela acanalada	Margarodidae
<i>Planococcus citri</i>	Piojo harinoso de los cítricos	Pseudococcidae
<i>Pseudococcus longispinus</i>	Piojo harinoso de cola larga	Pseudococcidae

Nota: Adaptado de Narrea, 2012.

Estas especies pueden atacar, ramas, hojas, brotes y frutos. Al succionar la savia debilitan a la planta afectando el crecimiento de la planta y el tamaño de las frutas, genera áreas cloróticas en la fruta que disminuye su calidad y genera las condiciones para el desarrollo de fumagina. Poblaciones elevadas pueden causar defoliación, división y caída de la fruta (Zappala, 2010).

Control: Una correcta ventilación e iluminación de la copa del árbol desde el centro, resulta fundamental como una medida preventiva, ya que se desecan los huevos y expone los estados inmaduros a sus enemigos naturales. En este sentido existe una amplia gama de predadores de las familias Coccinellidae, Chrysopidae, entre otros. y parasitoides principalmente de la Familia Encyrtidae (Rao & George, 2018).

En cuanto al control químico, esta debe ser precedida por un lavado para hacer más eficiente la aplicación. Existen una amplia gama de productos entre los ingredientes activo más comunes tenemos Chlorpyrifos, Methidathion, Malathion, Imidacloprid, Buprofezin y Spirotetramat (Mansour *et al.*, 2018).

c. Pulgones

Compuesta por especies de la familia Aphididae como, *Aphis spiraecola*, *Aphis gossypii* y *Toxoptera aurantii*. Se alimentan succionando la savia en los brotes y hojas jóvenes causando deformaciones, favoreciendo el desarrollo de fumagina y manchando el fruto, además se ha identificado a estas 3 especies como transmisoras de Citrus Tristeza Virus (CTV) (Patiño *et al.*, 2012).

Control: Las estrategias a usar deben contemplar un monitoreo de los niveles de población de los pulgones y sus enemigos naturales, en base a ello se puede realizar el control biológico que consiste en la liberación de predadores como coccinélidos, chrysopidos, entre otros, o parasitoides como braconidos. En caso el control químico sea necesario, existen una variedad de ingredientes activos registrados, como Acetamiprid, Chlorpyrifos, Cypermethrin, etc. (Karamaouna *et al.*, 2010).

2.2.2. Masticadores de hojas

a. Larvas de lepidópteros

En este grupo podemos encontrar especies de diferentes familias como *Heraclides paeon paeon* (Papilionidae), *Chrysodeixis includens*, *Copitarsia* sp., *Peridroma saucia* (Noctuidae), entre otros. Estos se caracterizan por alimentarse de las hojas, reduciendo el área fotosintética de la planta.

Control: Narrea (2012) recomienda controlar la fertilización nitrogenada y el riego, colocar trampas de luz con agua y detergente para la captura de adultos y trampas de melaza. En caso sea necesario, liberar enemigos naturales como *Trichogramma* sp, *Copidosoma* sp, *Campoletis* sp, *Podisus nigrispinus*, *Calosoma* sp.

2.2.3. Minadores de hojas

a. *Phyllocnistis citrella*

El minador de hojas de cítricos en sus estados larvales causa daño en los brotes y hojas tiernas, estas minas la realizan debajo de la epidermis de manera serpenteante, las minas que generan las lavas deforman las hojas jóvenes y generan daños fisiológicos en la planta tales como reducción considerable del área fotosintética (Arshad et al., 2017).

Control: El control biológico consiste básicamente en mantener una alta biodiversidad en el campo de cítricos, proporcionando alimentos y refugios alternativos para los enemigos naturales, este método debe ir acompañado de otras técnicas preventivas como riegos y la fertilización adecuados para así contener la vegetación excesiva. En caso sea necesario un control químico, pueden utilizarse insecticidas sistémicos o con acción translaminar, también se puede hacer aplicaciones de aceites minerales que actúan como repelentes para la oviposición de las hembras (Zappala, 2010).

2.2.4. Plagas que se alimentan de frutos, flores y brotes

a. Pegadores de brotes

Argyrotaenia sphaleropa (Tortricidae) considerada una especie polífaga, se alimenta de hojas jóvenes y brotes.

Control: Realizar un control químico resulta muy sencillo debido a la amplia gama de productos, sin embargo, existe un alto potencial en cuanto al control biológico haciendo uso de *Bacillus thuringiensis*, *Lysinibacillus xylanilyticus* y otras cepas (Abreo et al., 2018).

b. Mosca de la fruta

En este grupo podemos encontrar muchas especies, de las que resaltan, *Ceratitidis capitata*, *Anastrepha* spp. (Tephritidae). Siendo la primera la más importante plaga a nivel mundial conocida también como mosca de la fruta del mediterráneo, se caracteriza por que la hembra oviposita debajo de la piel de la fruta (22 huevos/día), los huevos eclosionan y las larvas se alimentan de la pulpa de la fruta, a los 15 días a una temperatura media de 25°C completan su desarrollo (Zappala, 2010), causando un daño económico muy alto.

Control: Para un correcto control de la mosca de la fruta se requiere realizar un monitoreo con trampas de tipo copa invertida y MCphail. El control cultural es fundamental, consiste en la recolección y destrucción de las frutas infestadas que caen al suelo y frutas que quedan en el árbol luego de la cosecha. En cuanto al control químico se aplican cebos tóxicos, es decir un atrayente alimenticio en mezcla con un insecticida (Karamaouna et al., 2010).

2.2.5. Raspadores de brotes

a. *Prodiplosis longifila* (Cecidomyiidae) y Thrips.

En un estudio realizado en Lima tahiti se encontraron larvas de *P. longifila* alimentándose de tejido epidérmico de pistilo y estambre en las flores, produciendo una posterior abscisión de las flores y frutos pequeños (Hernández et al., 2015).

Frankliniella occidentalis y *Thrips tabaci* (Thripidae) son las especies más comunes reportadas en mandarina Okitsu en Turquía, estas se alimentan principalmente raspando las flores (Atakan & Pehlivan, 2019)

Control: Para el control de *Prodiplosis longifila* se recomienda evaluar y aplicar insecticidas dirigidas a brotes, tener un especial cuidado con los campos cercanos a cultivos como tomate y esparrago, colocar trampas amarillas en los linderos. En caso de Trips se recomienda colocar trampas azules y blancas, mantener el campo libre de malezas y sembrar plantas hospederas

para los enemigos naturales (Chrysopas y Coccinellidos). El control químico es difícil ya que la plaga se encuentra en las flores (Atakan & Pehlivan, 2019; Narrea, 2012).

4.3. PRINCIPALES ÁCAROS PLAGA EN CÍTRICOS

2.3.1. Familia Eriophyoidae “ácaros del tostado”

a. *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879)

Se encuentra ampliamente distribuida en el mundo, se alimenta de las células epidérmicas del haz de las hojas y la cascara de las frutas. El daño en las frutas afecta negativamente la calidad cosmética, y esta depende de cuando se produzca la lesión. el daño en frutos pequeños se manifiesta en áreas opacas y en una reducción en el tamaño, mientras que en frutos maduros los daños se manifiestan con un color más oscuro y brillante simulando un bronceado de textura áspera y rugosa (Rogers & Stansly, 2017).

2.3.2. Familia Tarsonemidae “ácaros hialinos”

a. *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904)

El ácaro hialino se alimenta de tejidos jóvenes de hojas o frutos, se caracteriza por inyectar una saliva toxica en este proceso. El posterior crecimiento de los brotes dañados puede resultar en una distorsión o formación de escoba de bruja. El daño en las frutas se manifiesta tornándose de un color plateado por la intensa alimentación del acaro, lo cual genera un crecimiento reducido de la fruta (Rogers et al., 2018)

2.3.2. Familia Tetranychidae “arañita roja”

a. *Eutetranychus banksi* (Mc Gregor, 1914)

También conocido como acaro cítrico de Texas, se encuentra ampliamente distribuido en todo el continente americano. Sus hábitos alimenticios y los síntomas que causan producto de ello son muy similares a los de *Panonychus citri*, se ha reportado incluso una competencia entre ellas en los cítricos de Florida (Ferragut et al., 2012).

b. *Panonychus citri* (Mc Gregor, 1916)

Conocida propiamente como la arañita roja de los cítricos, se alimenta principalmente de hojas maduras y en caso de alta infestación de las frutas en desarrollo. A diferencia del acaro del tostado esta se alimenta del contenido debajo de la capa epidérmica destruyendo así las células. En altas infestaciones acompañadas por un estrés de la planta, se produce un colapso del mesófilo y la caída de hojas, reduciendo considerablemente el área fotosintética (Qureshi & Stansly, 2019).

Ciclo de vida

Las hembras de *P. citri* pueden producir 17 a 37 huevos en 11 a 14 días, los cuales son depositados generalmente en hojas a lo largo de la nervadura central y peciolo. Luego de la eclosión presentan 3 estadios inmaduros, larva, protoninfa y deutoninfa, entre cada una de estas etapas pasan por un proceso de muda, donde se quedan inactivos anclados a la superficie de las hojas (Figura 3). El desarrollo de huevos a adultos dura aproximadamente 11 días para machos y 12 días para hembras a una temperatura promedio de 25°C y 50% a 70 % de humedad relativa. Los ácaros adultos pueden vivir alrededor de 23 días en estas condiciones (Childers & Fasulo, 2009.; Kasap, 2009)

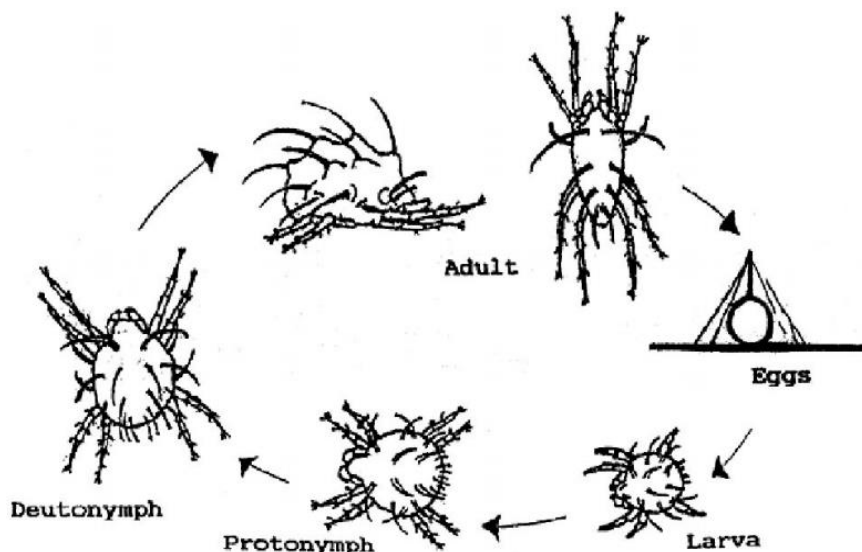


Figura 3: Ciclo de vida de *Panonychus citri* en cítricos. Por University of Florida. IFAS extensión.

2.3.3. Métodos de control

a. Control biológico y cultural

El monitoreo de la plaga por medio de evaluaciones, el desmalezado y el recojo de frutas luego de la cosecha resultan prácticas culturales preventivas, así como el manejo agronómico adecuando del cultivo con el fin de evitar estrés.

El control biológico consiste en la utilización de enemigos naturales (Predadores, parasitoides, entomopatógenos y antagonistas) para mantener las poblaciones de plagas debajo del umbral de daño económico (SENASA, 2016). En el Perú se han reportado muchas especies, entre ácaros e insectos que actúan como predadores de los ácaros plaga en cítricos. para *P. citri* se ha reportado 15 especies, a citar: Familia Phytoseiidae: *Amblyseius chungas*, *Typhlodromus* (A.) *euctus*, *Typhlodromus* (A.) *transvaalensis*, *Typhlodromina subtropica*, *Phytoseius persimilis*, *Neoseiulus californicus*; Familia Cheyletidae: *Mexeches* sp., *Cheletogenes* sp.; Familia Cunaxidae: *Armascirus* sp; Familia Coccinellidae: *Stethorus tridens*, *Stethorus histrio*; Familia Chrysopidae: *Ceraeochrysa cincta*, *Aeolothrips* sp., *Chrysoperla externa* y Familia Staphylinidae: *Oligota* sp. (Guanilo & Martínez, 2007).

En la naturaleza se han observado muchos patógenos de ácaros que reducen las poblaciones de ácaros plaga considerablemente. Estas enfermedades son causadas por virus, bacterias y hongos.

Las enfermedades virales están presentes en ácaros fitófagos y controladores. Se han colectado partículas virales de *P. citri* y cultivado en laboratorio, sin embargo, las aplicaciones en campo resultaron insatisfactorias debido a las altas temperaturas que desactivan su virulencia (Dhooria, 2016).

En cuanto a las enfermedades causadas por bacterias en *P. citri*, se han reportado a *Bacillus thuringiensis* como uno de los principales patógenos de *P. citri*. Esta bacteria secreta una toxina llamada Thuringiensina que afecta la mitosis y de esta manera actúa como acaricida, sin embargo, esta toxina es de amplio espectro y puede afectar a los ácaros predadores (Van Der Geets, 2010).

Las enfermedades fúngicas en ácaros son las más comunes en la naturaleza, siendo *Conidiobolus thromboides* y *Neozygites floridana* consideradas los principales patógenos de *P.*

citri. Sin embargo, estos patógenos requieren de alta humedad relativa para su germinación y formación de esporas (Dhooria, 2016).

b. Control Químico

Consiste en la utilización de productos químicos, con diferentes ingredientes activos, para el control de los ácaros fitófagos. Resulta una mediada de control rápida y efectiva en la medida que esta se lleve a cabo de manera correcta. En el Perú existen una variedad de ingredientes activos registrados para *P. citri* en mandarina las que se presentan en la tabla 2.

Tabla 2: Principales ingredientes activos registrados para el control de *Panonychus citri* en mandarina

	Ingredientes activos	Tipo de síntesis
1	Abamectin	Sintético
2	Abamectin + Imidacloprid	Sintético
3	Aceite de canela	Biológico
4	Aceite mineral	Sintético
5	Aceite vegetal	Biológico
6	Azadirachta	Biológico
7	Azufre	Biológico
8	Bifenazate	Sintético
9	Bifenthrin	Sintético
10	Bifenthrin + Abamectin	Sintético
11	Citronellol + Geraniol + Nerolidol + Farnesol	Biológico
12	Clofentezine	Sintético
13	Cyflumetofen	Sintético
14	Cyhexatin	Sintético
15	Etoxazole	Sintético
16	Etoxazole + Tebufenpyrad	Sintético
17	E. de olea europea + E. de <i>C. aurantiifolia</i>	Biológico
18	Extracto de ajo + E. de sophora flavescens	Biológico
19	Extracto de quillay	Biológico
20	Extracto de pimienta + E. de ajo	Biológico
21	Fenazaquin	Sintético
22	Fenbutatin oxide	Sintético
23	Fenpropathrin	Sintético
24	Fenpyroximate	Sintético
25	Fenpyroximate + Etoxazole	Sintético
26	Fenpyroximate + Hexythiazox	Sintético
27	Flufenoxuron	Sintético
28	Milbemectin	Sintético
29	Propargite	Sintético
30	Propargite + Clofentezine	Sintético

31	Pyridaben	Sintético
32	Pyridaben + Abamectin	Sintético
33	Spirodiclofen	Sintético
34	Spirodiclofen + Abamectin	Sintético
35	Thiamethoxam + Bifenthrin	Sintético

Nota: Adaptado de SIGIA, (SENASA, 2021).

c. Eficiencia del control químico

- **Factor plaga (momento de aplicación):** Las evaluaciones de *P. citri* y el historial determinarán el momento correcto de aplicación. Hurtado de Mendoza (2018), menciona que las evaluaciones para *P. citri* deben realizarse de acuerdo a la fenología del cultivo, condiciones ambientales y estado del cultivo. las plantas a evaluar deben ser tomadas al azar y a su vez cada árbol debe ser dividido en cuatro cuadrantes donde se evalúan huevos y móviles en hojas y/o frutos. La evaluación se debe realizar semanalmente, de estas evaluaciones se puede generar una fluctuación poblacional y relacionarla con campañas anteriores. Esto nos permite tomar decisiones más precisas en cuanto al control de esta plaga.
- **Factor producto:** La pérdida de la eficiencia del control químico está relacionada a una incorrecta elección de productos, falta de rotación de ingredientes activos y una incorrecta dosificación. Según el IRAC (2021) los insecticidas se pueden clasificar de acuerdo a su modo de acción. En tal sentido recomienda una correcta alternancia o la rotación de los ingredientes activos empleados, de acuerdo a modos de acción. asimismo, se debe respetar las dosis recomendadas en las etiquetas ya sea dosis por hectárea o dosis por concentración, con el fin de retardar la generación de resistencia.
- **Factor aplicación:** La aplicación busca depositar el ingrediente activo de la manera más uniforme en el órgano objetivo de la planta, para lo cual se debe hacer uso de los equipos adecuados, correctamente calibrados según el volumen de aplicación determinado y considerar los factores climáticos al momento de aplicación en el campo.

Determinación del volumen de aplicación: Generalmente los volúmenes de aplicación en nuestro país son determinados de manera empírica que implican llegar al punto de escurrimiento, lo que no significa un mayor depósito de ingrediente activo en el órgano objetivo.

Según Haberle et al. (2011) existen métodos confiables que nos permiten calcular el volumen de aplicación por hectárea, tal es el caso de la fórmula TRV (“Tree Row Volume”) en función del tamaño de los árboles, la cual se presenta a continuación:

$$\text{TRV} = \frac{10000 * h * a}{d}$$

$$Q (\text{L ha}^{-1}) = [\text{TRV} * i * 0,0937]$$

Donde:

$Q (\text{L ha}^{-1})$ = Volumen (litros por hectárea),

h = altura de las plantas en metros,

a = ancho máximo de la fila en metros,

d = distancia entre filas en metros

i = Índice de ajuste por densidad foliar (0,7 a 1,2)

0,0937 = coeficiente de saturación foliar (L m^{-3} de copa).

Condiciones ambientales a considerar: Las condiciones físicas medioambientales tienen una alta influencia en el depósito de las gotas. Las principales pérdidas se producen por evaporación y deriva. Esto está relacionado en gran medida con el tamaño de gotas Arvidsson et al., (2011) menciona que gotas con diámetros menores a 100 μm presentan una mayor tasa de deriva y evaporación en condiciones de baja humedad relativa, mientras menor es el tamaño de la gota, la tasa de evaporación será mayor. Además, afirma que la deriva se ve favorecida por la velocidad del viento, temperatura del aire y la humedad relativa.

Calibración de equipos de aplicación: Esta área es fundamental para una correcta aplicación fitosanitaria, Andersen & Nilsson (2010) señalan que, la calibración del pulverizador tiene como finalidad garantizar que el volumen de aplicación se ajuste exactamente al área a tratar sin que falte o sobre caldo plaguicida, además de asegurar una aplicación uniforme en la planta, para ello se debe:

Verificar el buen estado de las boquillas y revisar la presencia de fugas en el pulverizador.

Determinar la velocidad correcta del tractor; se debe calcular la velocidad de cada marcha del tractor y registrarla. Para lo cual se miden 100 metros y se mide el tiempo que el tractor tarda en recorrerlo, posteriormente se calcula la velocidad en km h^{-1} .

Calcular las revoluciones por minuto (RPM) en la toma de fuerza; este valor debe ser de 540.

Medir y corregir la pérdida de carga del sistema; la presión con la que el líquido es expulsada por la bomba va disminuyendo en el circuito, por lo cual con ayuda de un manómetro se debe medir la presión final en la boquilla.

Determinar el caudal de boquilla en L min^{-1} ; para ello se mide el volumen emitido por la boquilla durante un minuto a una presión constante y se vuelve a repetir en 2 boquillas más, con estos valores se obtiene un promedio de las boquillas.

Direccionar correctamente las boquillas, lo que se busca es que el volumen de líquido se adapte al dosel.

4.4. ABAMECTINA

2.4.1. Identificación

Según el Comité de Acción de Resistencia a los Insecticidas (IRAC) (2020), la abamectina es un ingrediente activo perteneciente a la familia de las avermectinas y al grupo 6, moduladores alostéricos del canal de cloro regulado por glutamato (GluCl), respectivamente.

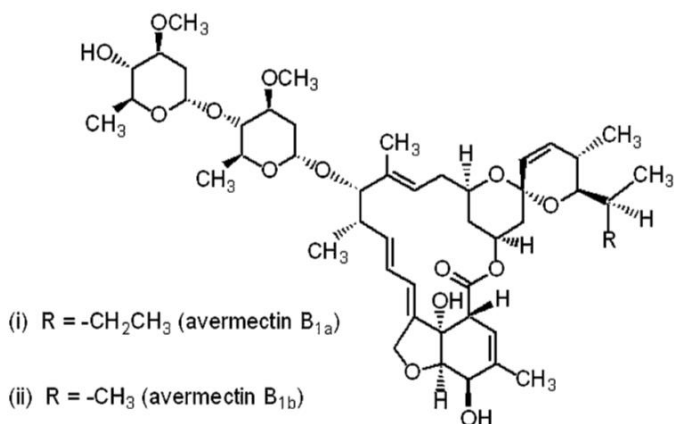


Figura 4: Molécula de Abamectina. Por Marcic, 2012.

2.4.2. Modo de acción

Las avermectinas afectan a los artrópodos en el sistema nervioso, estimulan el ácido gamma – aminobutírico (GABA) y/o Glutamato al unirse a estas, lo cual conlleva un alto flujo de iones cloruro resultando en una interrupción de los impulsos nerviosos. Los artrópodos quedan paralizados sin poder alimentarse y mueren.

4.5. TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS EN FRUTALES

Cisneros (2012) menciona que, existe gran diversidad de pulverizadoras que se adaptan a las diferentes condiciones de campo y estas pueden clasificarse según al sistema de pulverización:

- Sistema hidráulico: La formación de las gotas se da por presión, al hacer pasar el líquido por un pequeño orificio.
- Sistema neumático: La formación de las gotas se da al someter pequeñas cantidades del líquido a una fuerte corriente de aire.
- Sistema rotatorio: La formación de las gotas se da al dejar caer una pequeña cantidad de líquido sobre un disco o cilindro que gira a gran velocidad.

Entre las tecnologías más utilizadas en la aspersión de plaguicidas en frutales, destacan la aspersión convencional utilizando pulverizadores hidroneumáticos y la aspersión electrostática empleando equipos neumáticos.

2.5.1. Pulverizador hidroneumático

Considerado también como el pulverizador convencional en frutales, tales como los cítricos. Son equipos accionados por un tractor, al igual que los pulverizadores hidráulicos las gotas son generadas por boquillas que generalmente están distribuidas en arcos porta boquillas, sin embargo, cuenta con un ventilador axial que genera un flujo de aire que transporta las gotas al interior de la copa del árbol. De esta manera se obtiene una aplicación más uniforme y se reduce la deriva (Batista, et al., 2014).

Estas pulverizadoras se pueden clasificar en dos; pulverizadores de chorro de aire y pulverizadores con mangas de aire, sin embargo, esta última es generalmente usada en cultivos de porte bajo, a diferencia de los primeros que son los más usados en árboles frutales (Singh, 2017).

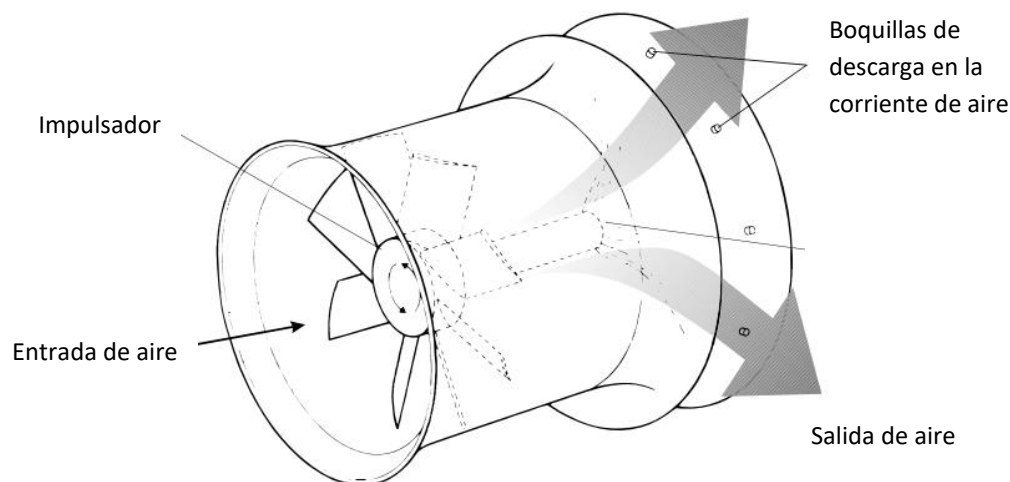


Figura 5: Flujo de aire generado por un ventilador axial en un pulverizador hidroneumático. Por Bateman et al., 2007

Pulverización convencional hidroneumática

Veliz et al. (2010) afirman que en la citricultura se utilizan volúmenes de aplicación de plaguicidas muy elevados (de 2000 a 5000 L ha⁻¹), pues se tiene la falsa idea de que a más volumen de aplicación mayor depósito del ingrediente activo. En tal sentido dichos autores realizaron un ensayo donde se evaluó la eficiencia de dos sistemas de aplicación de plaguicidas (convencional hidroneumático y rotativos de discos) en el cultivo de naranja Valencia, de 4 m de altura promedio y marco de plantación de 6 x 3,5 m. Se evaluó el depósito en hojas del insecticida Metidation (Supracid 400 CE®) el cual fue aplicado a la dosis recomendada de 0,05 g del I.A. por 100 L, teniendo en consideración la profundidad de la copa y los tercios de la misma. En cuanto a los volúmenes de aplicación utilizados fueron de 1500 L ha⁻¹ en el sistema convencional y 500 L ha⁻¹ para el sistema rotativo.

En cuanto a los resultados, no obtuvieron diferencias significativas en cuanto al depósito del insecticida entre ambos sistemas de aspersión, sin embargo, muestran como el sistema de aspersión convencional utilizó 4 veces más volumen de caldo que el sistema rotativo de disco, lo cual demuestra que volúmenes elevados de aplicación no necesariamente mejoran la eficiencia del plaguicida.

En ensayos realizados por Wise et al. (2010) en cultivo de vid donde evaluaron la influencia de dos métodos de pulverización y tres volúmenes de agua, sobre la deposición y el control de

Paralobesia viteana (Lepidoptera: Tortricidae), una polilla que ataca las bayas. Para el pulverizador convencional hidroneumático se asignaron volúmenes de agua de 187; 468 y 935 L ha⁻¹. Para evaluar la deposición usaron la arcilla caolín. Para el control de *P. viteana* se usaron 2 ingredientes activos Fenpropatrin (Danitol 2.4EC, Valent USA.) y Metoxifenozone (Intrepid 2F, Dow AgroSciences, EE. UU.), en este caso solo usaron 2 volúmenes de aplicación (187 y 468 L ha⁻¹). La metodología que utilizaron fue básicamente aplicar con el pulverizador en campo y 10 min después coleccionar racimos los cuales fueron infestados con huevos de *P. viteana* en laboratorio. Hicieron 2 evaluaciones, 1 y 6 días después de la aplicación.

En cuanto a la deposición de caolín, usando un pulverizador convencional, determinaron que no hubo diferencia significativa entre los 3 volúmenes de aplicación, sin embargo, observaron escorrentía del caldo en el volumen de aplicación más elevado (935 L ha⁻¹).

En cuanto al control de *P. viteana* con el método de pulverización convencional, encontraron un mayor control del insecto con el volumen de aplicación más elevado (468 L ha⁻¹) tanto con Fenpropatrin como con Metoxifenozone.

2.5.2. Pulverizador electrostático neumático

La formación de gotas se da por los mecanismos ya antes mencionados, el tamaño de las gotas son muy finas en comparación con las gotas producidas por boquillas hidráulicas y estas son cargadas electrostáticamente por diferentes mecanismos como:

- carga por inducción, cuando un electrodo de alto voltaje (cargado positivamente) es colocado cerca de los emisores de la mezcla, de esta manera se produce una redistribución de las cargas en la mezcla, y al tener este contacto a tierra quedará cargada negativamente;
- carga de campo ionizado, una fuente de alto voltaje genera un campo eléctrico intenso a su alrededor a su vez un conductor con carga positiva repelerá los cationes y atraerá los electrones neutralizando parte de su carga;
- carga directa, cuando la mezcla se expone a un alto voltaje (15-40 kV), es decir esta pasa a través de una ranura estrecha del sistema eléctrico y quedan cargadas eléctricamente (Urkan et al., 2016).

- **Electrostatic Agro Spray System “Martignani”:** La mezcla a pulverizar pasa a través de una cámara de carga o ionización, esta cámara es alimentada por unos electrodos de alto voltaje que produce un campo ionizado dentro de la cámara. Cuando el líquido pasa a través de la cámara recibe una alta carga y al salir es atraída a las plantas por polaridad opuesta para asegurar un recubrimiento uniforme. Además, estas pulverizadoras forman gotas de 50 a 150 micras gracias al choque entre el líquido a pulverizar y la corriente de aire que es producida por un ventilador centrifugo. (EASS, s.f.)

Pulverización electrostática neumática

Pascuzzi y Cerruto (2015) realizaron un ensayo en el cultivo de vid donde evaluaron la deposición de un marcador (Tartrazina amarilla, Sigma Chemical) a una concentración de 4 g L⁻¹, usando un pulverizador electrostático neumático. Para este ensayo se usó un pulverizador electrostático neumático, ESS (Electrostatic Spray Systems) las cuales cuentan con boquillas especiales tipo “Maxcharge”. La aplicación se llevó a cabo con el sistema electrostático activado y apagado, y a su vez cada uno de estos a 3 velocidades de avance del conjunto tractor-pulverizador, sin modificar el caudal de las boquillas, lo cual resultó en 3 volúmenes de aplicación diferentes; 87; 105 y 131 L ha⁻¹. Se llevó a cabo en un viñedo con un marco de plantación de 2,5 x 2,5 m y un sistema de conducción tipo parrón californiano.

No hubo diferencia significativa en la deposición media de la pulverización a las diferentes velocidades, es decir en los 3 volúmenes de aplicación. Sin embargo, llegaron a observar que la activación del sistema electrostático incremento en un 50 % el depósito foliar del marcador, en la capa inferior del viñedo, mientras que en la capa superior las diferencias no fueron significativas.

Por otra parte, Salcedo et al. (2020) evaluaron el depósito en hojas entre un pulverizador electrostático y un pulverizador de varias hileras en el cultivo de vid. Para la cuantificación del depósito se usó un marcador (Tartrazina amarilla) el cual fue aplicado a una concentración de 4 g L⁻¹ en todos los tratamientos. En cuanto al pulverizador electrostático esta fue equipada con boquillas electrostáticas tipo MaxCharge™ technology (Electrostatic Spray Systems, St. Watkinville, GA, USA), se realizaron aplicaciones con el sistema electrostático apagado y encendido y para cada uno de estos se usaron dos velocidades de aplicación; 5,9 y 4,7 km h⁻¹ lo

cual se traduce en 2 volúmenes de aplicación (60 y 75 L ha⁻¹). Este experimento se llevó a cabo en un viñedo con sistema de conducción en “espaldera” con un marco de plantación de 2 x 2,8 m y una altura promedio de 0,9 m.

Según sus resultados determinaron que las aplicaciones con el sistema electrostático activado tuvieron un mayor depósito del marcador en comparación con su contraparte. A pesar de que con 4,7 km h⁻¹ (75 L ha⁻¹) se obtuvo mayor volumen de aplicación, la deposición fue mayor a 5,9 km h⁻¹ (60 L ha⁻¹) con el sistema electrostático activado, además a esta velocidad se obtuvo una mayor uniformidad en cuanto al depósito.

4.6. EXPRESIÓN DE LA DOSIS DE ACARICIDAS EN EL CULTIVO DE CÍTRICOS

Existe una gran controversia en cuanto a la dosificación de las aplicaciones, a pesar de ello podemos distinguir dos tipos de dosificación establecidas en las etiquetas del producto que son las más usadas a nivel de producción: dosis por concentración y dosis por hectárea.

- **Dosis por concentración:** este tipo de dosis está en función del volumen de agua, por ejemplo, kg por cilindro, L por cilindro entre otros, en este tipo de dosificación la concentración del ingrediente activo no varía según el volumen de aplicación.
- **Dosis por hectárea:** este tipo de dosis esta expresada por unidad de área (kg ha⁻¹ o L ha⁻¹), es decir la cantidad de producto es fija por hectárea sea cual sea el volumen de aplicación, sin embargo, la concentración del ingrediente activo en la mezcla varía según el volumen de aplicación.

A continuación, se presenta las dosificaciones utilizadas por diferentes autores, para los ingredientes activos usados en el control de ácaros en campo.

2.6.1. Dosificación por concentración

Jamieson & Stevens (2009) realizaron ensayos para probar la efectividad de diferentes acaricidas en el control de *Panonychus citri* en cultivo de limón. En este ensayo dosificaron Abamectina (Avid - Syngenta) por concentración (mL hL⁻¹), dosis de 25 y 37,5 mL PC (producto comercial) x hL + 0,5% de aceite mineral. Para árboles de 4 metros de altura y un volumen de aplicación promedio de 1700 L ha⁻¹. Obteniendo como resultado un control efectivo con ambas dosis en comparación con un testigo sin aplicar. Cabe resaltar que las dosis utilizadas

en este ensayo no superan lo recomendado en la etiqueta (37,5 mL PC + 500 mL de aceite mineral /100 litros de agua).

2.6.2. Dosificación por hectárea

Cabrera et al. (2009), realizaron un ensayo donde utilizaron Spirodiclofen (Envidor 24 SC - Bayer) para el control de *Phyllocolpa oleivora* “acaró del tostado”, la dosificación que usaron fue de $L\ ha^{-1}$ (0,6; 0,8 y 1,2 L P.C/ha) en árboles de *Citrus sinensis* var. Valencia con 3 a 4 m de altura, marco de plantación de 4 m x 8 m y volumen de aplicación de $3400\ L\ ha^{-1}$. Obteniendo como resultado un control eficiente con las dosis de 0,6 y 0,8 con una tasa de mortandad mayor a 96%, no hubo diferencia con la dosis de 1,2. Sin embargo, cabe mencionar que las dosis recomendadas según a la etiqueta del producto es de $0,4 - 0,6\ L\ ha^{-1}$.

En tal sentido Pergher & Petris (2008), menciona que las dosis establecidas en las etiquetas generalmente no toman en consideración el tamaño de la planta, la forma o la densidad del área foliar, es decir al aplicar una dosis constante, según la etiqueta, a medida que el índice de área foliar se incrementa, resulta en una disminución de los depósitos foliares promedios.

Vásquez-Castro et al. (2020), demostraron en el cultivo del espárrago, que el depósito en el tejido de la planta es inversamente proporcional al volumen de aplicación y que el ángulo de inclinación de las boquillas respecto al cultivo, tiene un efecto grande sobre el depósito de los plaguicidas.

2.6.3. Método analítico de plaguicidas

Para el análisis de residuos de plaguicidas en una muestra de órganos frescos de la planta se puede utilizar diferentes métodos, uno de los más empleados consiste en la técnica QuEChER (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged & Safe) para la preparación de muestras, este proceso comprende 2 etapas, la primera consiste en la extracción del ingrediente activo a través de solventes de una muestra de 10g previamente acondicionada, en la segunda se toma una submuestra de 1g, el cual se somete a un proceso de purificación, donde se extraen los diferentes interferentes (grasas, ácidos orgánicos, entre otros compuestos). Posteriormente la muestra es sometida a un análisis instrumental donde se cuantifica la cantidad de ingrediente activo a través de cromatografía líquida o gaseosa (Carrasco, 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. CONSIDERACIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Este trabajo se llevó a cabo en el lote 030304 - Fundo Cañapay de la empresa Agrícola Copacabana de Chincha, ubicada en la provincia de Chincha departamento de Ica – Perú.

El campo de mandarina Satsuma Okitsu, designado para el experimento, tiene un marco de plantación de 3,5 m entre plantas y 5,0 m entre hileras, tuvo un área de 5200 m² en total que contenían las 36 unidades experimentales, presenta una textura de suelo franco arenoso con riego es tecnificado. Los árboles utilizados en el experimento tuvieron una edad aproximada de 11 años y presentaban una altura promedio de 3 m.

3.2. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

- Pulverizadora hidráulica convencional, marca Impac, modelo Bigger 2000L.
- Pulverizadora electrostática, marca Martignani , modelo Whirlwind *M612*.
- Tractores, marca Landini Rex 90.
- Papel hidrosensible.
- Scanner de papeles hidrosensibles.
- Software para el análisis de papeles hidrosensibles.
- Laptop, útiles de escritorio.
- Acaricida Abamectina 1.8 EC (Recomendación del fabricante: dosis por hectárea).
- Agua
- Adherente
- Balanza
- Recipientes
- Carteles
- Tiras de plástico
- Sobres

- Bolsas herméticas de alta densidad
- Lupa
- Estereoscopio
- Materiales de oficina
- Estación meteorológica portátil
- Materiales de calibración: probeta, guincha métrica, manómetro, tacómetro, multítester, llave francesa, cronometro.

3.3. TRATAMIENTOS, POBLACIÓN Y DATOS DE CAMPO

3.3.1. Tratamientos

Cada tratamiento está compuesto por el factor tipo de dosificación y el factor método de aplicación, ambos con 2 niveles, en el caso del factor método de aplicación cada uno comprende 3 volúmenes de aplicación. Tal como se describe en la Tabla 3.

Tabla 3: Descripción de tratamientos (1 cilindro = 200 L)

Trat.	Dosificación	Método de aspersión	Vol. de aplicación
T1	Dosis por hectárea (1 L ha ⁻¹)	Pulverización electrostática	100 L de agua
T2	Dosis por hectárea (1 L ha ⁻¹)	Pulverización electrostática	200 L de agua
T3	Dosis por hectárea (1 L ha ⁻¹)	Pulverización electrostática	300 L de agua
T4	Dosis por hectárea (1 L ha ⁻¹)	Pulverización convencional	1500 L de agua
T5	Dosis por hectárea (1 L ha ⁻¹)	Pulverización convencional	2000 L de agua
T6	Dosis por hectárea (1 L ha ⁻¹)	Pulverización convencional	3000 L de agua
T7	Dosis por cilindro (0,1 L cil ⁻¹)	Pulverización electrostática	100 L de agua
T8	Dosis por cilindro (0,1 L cil ⁻¹)	Pulverización electrostática	200 L de agua
T9	Dosis por cilindro (0,1 L cil ⁻¹)	Pulverización electrostática	300 L de agua
T10	Dosis por cilindro (0,1 L cil ⁻¹)	Pulverización convencional	1500 L de agua
T11	Dosis por cilindro (0,1 L cil ⁻¹)	Pulverización convencional	2000 L de agua
T12	Dosis por cilindro (0,1 L cil ⁻¹)	Pulverización convencional	3000 L de agua

0.1 L cil⁻¹ equivalente a la dosis por hectárea recomendada por el fabricante (1 L ha⁻¹)

3.3.2. Población

Este experimento conto con una población total de 343 árboles de mandarina Satsuma Okitsu de 11 años de edad y de una altura promedio de 3 metros. A continuación, se puede observar la distribución de los tratamientos en campo (Figura 5).

	BLOQUE 1				BLOQUE 2				BLOQUE 3			
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	T12	*	T7	*	T3	*	T11	*	T1	*	T7	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	T5	*	T8	*	T2	*	T8	*	T12	*	T6	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	T9	*	T3	*	T1	*	T10	*	T3	*	T9	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	T4	*	T6	*	T5	*	T9	*	T8	*	T10	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	T2	*	T11	*	T4	*	T7	*	T5	*	T11	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	T10	*	T1	*	T6	*	T12	*	T4	*	T2	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Figura 6: Representación gráfica de la distribución de las unidades experimentales, tratamientos, bloques y barreras en campo. (*) Árboles de mandarina, (*) Área de aplicación, (Tn) Árboles a muestrear y evaluar

3.3.3. Datos del campo experimental

Unidad experimental: 3 Árboles

- Distanciamiento entre plantas: 3,5m
- Distanciamiento entre hileras: 5 m
- Área de tratamiento: $52,5 \text{ m}^2$

Bloque: 12 tratamientos

- Área de bloque: 630 m^2
- Número de bloques: 3
- \sum Área de bloques: $630 \times 3 = 1890 \text{ m}^2$

Calles: 30 calles

- Área por Calle: $17,5 \text{ m}^2$
- Área de calles: $17,5 \times 30 = 525 \text{ m}^2$

Bordes y separaciones

- Área: $2817,5 \text{ m}^2$
- Área total = $1890 \text{ m}^2 + 525 \text{ m}^2 + 2817,5 \text{ m}^2 = 5232,5 \text{ m}^2$

3.4. MÉTODOS

3.4.1. Selección y delimitación de campo

La investigación se realizó en un campo comercial de mandarinas donde se designó un área que presentaba mayor infestación de arañita roja y dentro de esta se seleccionó arboles lo más homogéneos posible en cuanto a altura, volumen de copa y vigor.

La delimitación del campo se realizó una semana antes del día de aplicación según el croquis mostrado en la Figura 5, se delimito el área total de 5232,5 m², que abarcaron 36 unidades experimentales compuestas por 3 árboles. Para ello se hizo uso de carteles y cintas de colores rotuladas con los diferentes bloques y tratamientos.

3.4.2. Preparación de equipos de aplicación

Para este experimento se utilizaron 2 pulverizadores, uno convencional con asistencia de turbina marca IMPAC equipado con un tanque de 2000 L de capacidad y una bomba membrana y el otro electrostático de la marca Martignani modelo Whirlwind M612 equipado con un tanque de 1500 L de capacidad y una bomba centrífuga. Cada pulverizador fue conectado a una tractor marca Landini Rex 90.

3.4.3. Dosificación

Las premezclas y mezclas del producto se llevaron a cabo previo al inicio de la aplicación, según el tipo de dosificación, por hectárea o cilindro, y al volumen de aplicación.

3.4.4. Aplicación

La aplicación se inició en horas de la mañana según las condiciones meteorológicas, cada tractor conectado a un pulverizador ya sea electrostático o convencional recibió una configuración que consto de velocidad (km h⁻¹), revoluciones por minuto en la toma de potencia TDP, presión en comando (bar), en el caso de los equipos convencionales el número de boquillas activadas y en caso de las electrostáticas cada uno de los difusores fueron ajustados con los caudales previamente determinados mediante la fórmula 1 proporcionada por la marca Martignani en sus diferentes modelos, según el volumen de aplicación.

Fórmula 1:

$$QT = \frac{M \cdot C \cdot V}{10} \quad \rightarrow \quad QD = \frac{QT}{n}$$

QT: caudal total en litros por hora.

QD: caudal de cada difusor en litros por hora.

M: volumen de aplicación por hectárea.

C: ancho entre hileras

V: velocidad en km h^{-1} .

n: número de difusores.

3.4.5. Muestreo y muestras de estudio

De cada unidad experimental, que consto de 3 árboles, se tomó el árbol central para la toma de muestras. El muestreo consistió en dividir el árbol en cuatro cuadrantes verticales, por cada cuadrante se extrajeron 3 muestras de estudio (hojas) es decir 12 hojas por árbol.

a. Muestreo antes de la aplicación

Este muestreo se realizó un día antes de la aplicación para determinar las poblaciones iniciales del ácaro *Panonychus citri*. Por medio de una evaluación, que consiste en el conteo de número de huevos, ninfas y adultos vivos presentes en cada hoja.

b. Muestreos después de las aplicaciones

Se realizaron 4 muestreos luego de las aplicaciones; a los 3, 7, 10 y 14 días. Se tomaron como muestras de estudio 12 hojas por árbol (3 por cuadrante) de la parte inferior, media y superior de la copa en cada uno de ellos se evaluó, por medio de conteo, el número de huevos, ninfas y adultos vivos.

c. Muestreo para el análisis de depósito de Abamectina

Consistió en recolectar 500 g de hojas por tratamiento, empaquetar y rotular en bolsas herméticas de alta densidad para su posterior envío al laboratorio. El análisis se realizó en el laboratorio privado CNTA, en el cual se determinó el depósito de Abamectina, en mg kg^{-1} , en

las hojas inmediatamente después de la aplicación, a través de un análisis multiresiduo de plaguicidas por cromatografía líquida.

3.4.6. Cobertura de las aplicaciones

Se colocaron 12 papeles hidrosensibles en cada árbol, distribuidos en 3 alturas de la copa (tercio superior, medio e inferior), tanto en el haz como en el envés de las hojas. Esta operación se realizó en cada tratamiento y repetición. Inmediatamente después de la aspersion, los papeles hidrosensibles fueron retirados de los árboles y trasladados al Laboratorio de Toxicología de Plaguicidas en la UNALM en donde fueron analizados, mediante un escáner y un software de análisis de imágenes, marca Dropscan a fin de hacer el estudio del espectro de gotas y de la cobertura obtenida en cada tratamiento.

3.5.DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Este experimento se llevó a cabo con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) de 12 tratamientos y 3 repeticiones. Para el análisis de resultados en el control de *P. citri*, número de huevos, ninfas y adultos vivos por hoja, se plantearon 2 diseños, uno factorial anidado para el experimento en general y un análisis de medias repetidas en el tiempo. En este último caso el número de individuos vivos se cuantificó mediante conteos por lo cual se realizó una transformación de datos mediante $\log(y)$ Para satisfacer los supuestos (normalidad y homogeneidad de varianzas). Para la prueba de comparación de medias se usó Tukey con un nivel de significación de 0.05. En caso del depósito de ingrediente activo en mg kg^{-1} esta fue sometida a la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon.

3.6. HIPÓTESIS

- El depósito del acaricida y el control de *Panonychus citri* están influenciados por el método de aspersion.
- La expresión en dosis por hectárea tendrá un mayor depósito que las dosis expresadas por concentración.
- La expresión en dosis por hectárea tendrá un mayor control de *P. citri* respecto de las dosis expresadas por concentración.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.7. DEPÓSITO DE ABAMECTINA

Los resultados del análisis en laboratorio del depósito de abamectina (ppm) en hojas de cítricos para los 12 tratamientos se presentan en la Tabla 4, con estos datos se realizó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon a fin de determinar diferencias significativas para los factores dosificación y método de aspersión, los resultados de este análisis se pueden observar en la Tabla 5. Para el tipo de dosificación, según la prueba no paramétrica, se observó diferencias significativas con un nivel de significancia de 0.05, donde la dosificación por hectárea condujo a un mayor depósito de 0.80 ppm en comparación con la dosificación por cilindro con un depósito de ingrediente activo de 0.51 ppm como indica la Figura 7.

Para la comparación entre los métodos de aspersión, se realizó la misma prueba que en el caso anterior con un nivel de significancia de 0.05, donde el método de aspersión electrostático condujo a un menor depósito con 0.35 ppm en comparación con el método convencional con un valor de 0.96 ppm como indica la Figura 8.

Esto podría explicarse debido a las variaciones en la concentración de ingrediente activo según los métodos de aspersión, sin embargo, ensayos similares mostraron lo contrario, Cerqueira et al. (2017), determinaron un mayor depósito de un marcador (Rodamin B) de parte del método de aspersión electrostático en comparación con el método de aspersión hidráulico convencional en el cultivo de crisantemo, incluso cuando la dosis del marcador en el método electrostático fue 20 veces inferior que el método hidráulico convencional. Gitirana et al. (2015), realizaron un ensayo en el cultivo de café donde el método de aspersión electrostática obtuvo un mayor depósito del marcador en partes de la planta más cercanas al pulverizador, sin embargo, en la parte alta de la copa el depósito fue similar para ambos métodos. Por otro lado, Member et al. (2019) realizaron un ensayo en el cultivo de arándano donde determinaron un mayor depósito de un marcador para el método de aspersión convencional. Estos resultados se podrían explicar debido a que la metodología usada en el presente experimento es muy diferente al de los autores

citados. Cerqueira et al. (2017) señala que el método y la fiabilidad en la cuantificación del depósito está en función de la naturaleza del objetivo, de la sustancia marcador y de la interacción de ambos. En tal sentido en los ensayos citados se utilizaron sustancias marcadoras y no ingredientes activos de plaguicidas, por otra parte, sus objetivos fueron puntuales en la planta.

Tabla 4: Resultados del depósito de abamectina (ppm) en de hojas de mandarina Satsuma Okitsu según los tratamientos.

Trat.	Dosificación	Método de aspersión	Volumen (L)	Depósito (ppm)
T1	1 L/ha	Electrostático	100	0.4
T2			200	0.45
T3			300	0.73
T4			1500	1.5
T5			2000	0.94
T6	0,1 L/200 L	Convencional	3000	0.8
T7			100	0.16
T8			200	0.17
T9			300	0.18
T10			1500	0.79
T11			2000	0.75
T12			3000	1

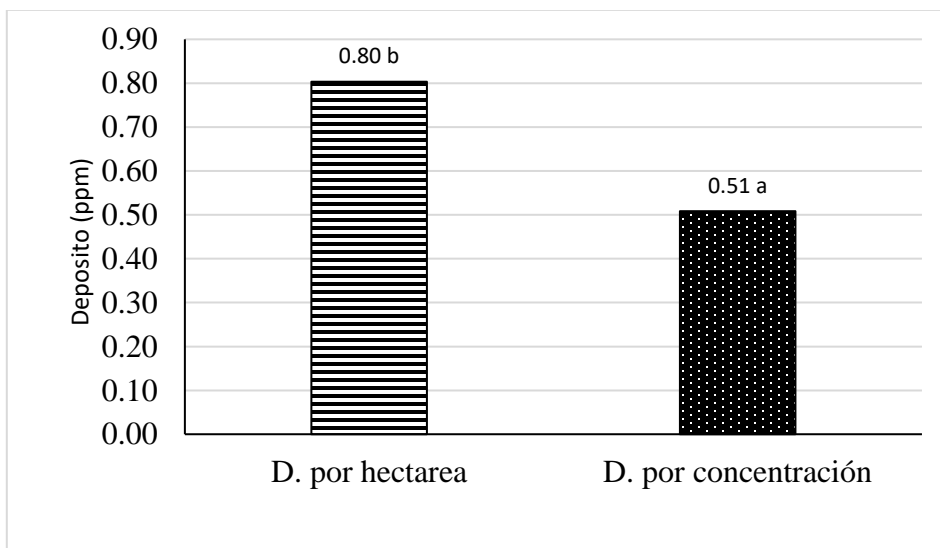


Figura 7: Depósito de abamectina (ppm) según el tipo de dosificación. Con un intervalo de confianza del 95%.

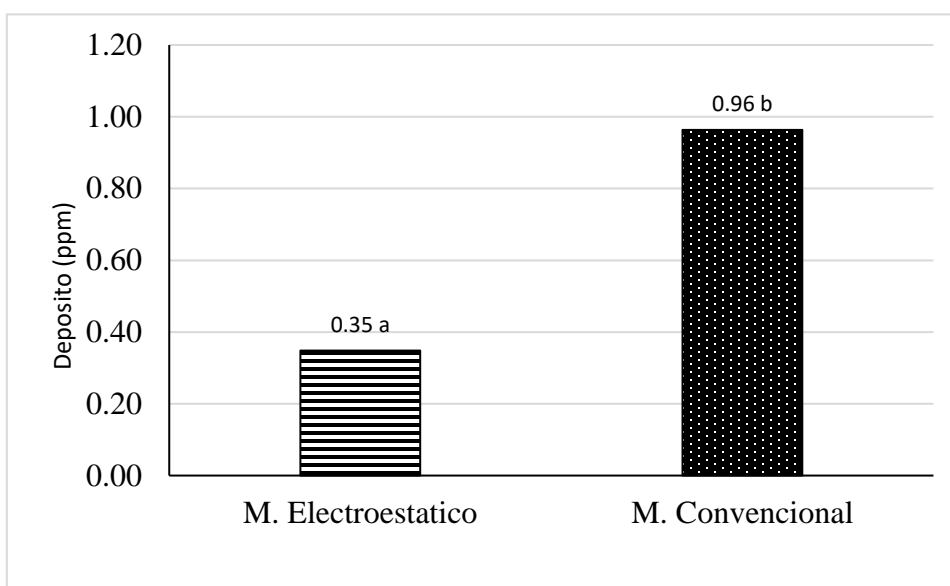


Figura 8: Depósito de abamectina (ppm) según el método de aspersión. Con un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 5: Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para los métodos de aspersión convencional versus electroestático y para el tipo de dosificación, por hectárea versus por concentración

	Método de aspersión Convencional – Electroestático	Tipo de dosificación Concentración – Hectárea
Z	-2,201	-1,992
Sig. Asin. (bilateral)	0,028	0,046

4.8. EFECTO GENERAL DE LOS FACTORES, TIPO DE DOSIFICACIÓN, METODO DE ASPERSIÓN Y VOLUMEN DE APLICACIÓN EN EL CONTROL DE *Panonychus citri*.

Para el análisis de datos se utilizó el programa SPSS; para satisfacer los supuestos básicos del ANOVA, normalidad y homogeneidad de varianzas, se utilizaron los tests de d'Agostino-Pearson y Levene's, para lo cual se realizó una transformación de datos mediante la técnica de la “escalera de exponenciales” propuesta por Box & Cox (1964), por medio del nivel 0, también conocido como $\log(y)$, tanto para adultos, inmaduros y huevos de *P. citri*, conforme se observa en los Anexos 1 al 4.

4.8.1. Efectos en la población de adultos

El análisis de varianza en la Tabla 6 mostró que la intersección del modelo propuesto es significativa. No existen diferencias significativas en el control de adultos para el factor tipo de dosificación (d) ni para para los factores método de aspersión y volumen de aplicación (ma*v), donde este último se encuentra anidado en el factor método de aplicación. Por otro lado, hubo diferencias significativas para el factor método de aplicación (ma) de manera independiente, con un valor de significancia de 0,05.

Los resultados en la Figura 9 muestran que el método de aspersión convencional presentó un control de adultos de *P. citri* ligeramente superior al método de aspersión electrostática, esto para muestras totales equivalentes a 5 hojas por árbol, que incluyen todas las evaluaciones a lo largo del tiempo hasta el día 14 después de la aplicación. En la Tabla 7 se muestran los resultados completos, donde se observa lo señalado en el ANOVA.

Tabla 6: Pruebas de efectos inter-sujetos para la variable dependiente número de adultos

Origen	Tipo II de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^b
Modelo corregido	4.975 ^a	7	0.711	1.039	0.403	7.271	0.450
Intersección	2873.254	1	2873.254	4198.722	0.000	4198.722	1.000
D	1.422	1	1.422	2.078	0.150	2.078	0.301
Ma	3.472	1	3.472	5.074	0.025	5.074	0.613
ma_v	3.742	5	0.748	1.094	0.363	5.469	0.391
Error	287.413	420	0.684				
Total	3165.642	428					
Total, corregido	292.388	427					

Gl: Grados de libertad; F: valor de Fisher; D: tipo de dosificación; Me: Método de aspersión; ma-v: Interacción método de aspersión- volumen de aplicación. $\alpha=0,05$. R al cuadrado = 0.017 (R al cuadrado ajustada = 0.001); b: Se ha calculado utilizando $\alpha = 0.05$

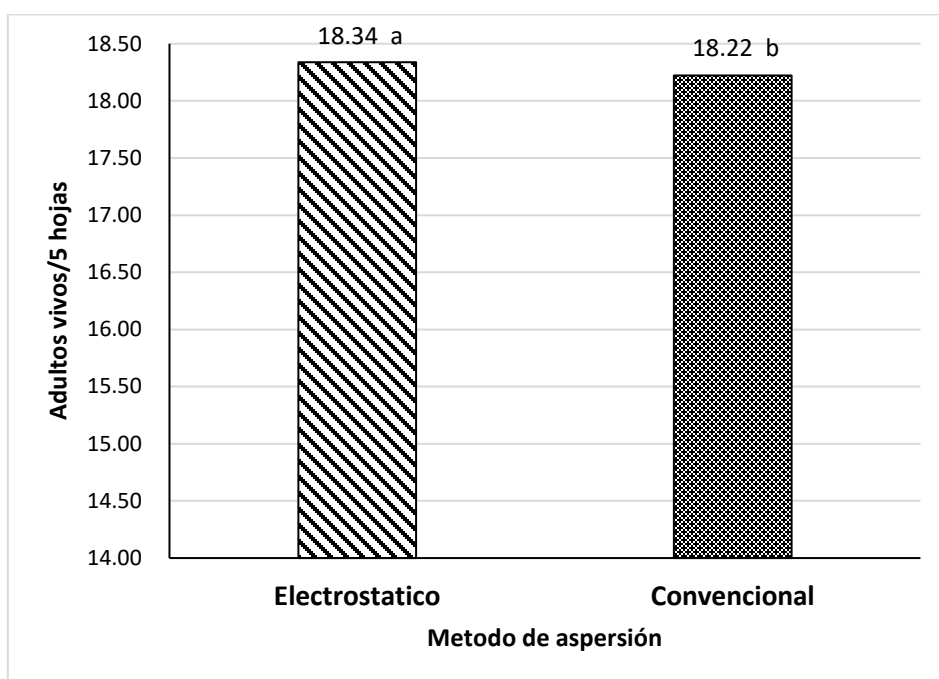


Figura 9: Número de adultos vivos de *Panonychus citri* según el método de aspersión.

Tabla 7: Medias de la población de adultos de *P. citri* para los factores método de aplicación y tipo de dosificación, con sus respectivos niveles

Dosificación	Electroestático			Convencional		
	EL-100	EL-200	EL-300	CV-1500	CV-2000	CV-3000
Por hectárea (ha)	18.50	16.39	13.19	22.53	18.19	18.58
Por concentración (cc)	15.31	26.19	20.44	17.56	15.42	17.06

4.8.2. Efectos en la población de ninfas

El análisis de varianza en la Tabla 8 mostró que la intersección del modelo propuesto es significativa, no existen diferencias significativas en el control de ninfas para el factor tipo de dosificación (d) y método de aspersión (ma), sin embargo, para los factores método de aspersión y volumen de aplicación (ma*v), donde este último se encuentra anidado en el factor método de aplicación, mostró diferencias significativas, con un valor de significancia de 0,05.

Según los resultados, la combinación CV-2000 obtuvo el menor número de ninfas vivas de *P. citri* con 22.44 individuos, en contraste la combinación CV-1500 obtuvo el mayor número de ninfas vivas con 34.64, finalmente no se observaron diferencias significativas entre las otras

combinaciones (Figura 10). En la Tabla 9 se observa los resultados completos para todos los factores.

Tabla 8: Pruebas de efectos inter-sujetos para la variable dependiente número de ninfas

Origen	Tipo II de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^b
Modelo corregido	11.599 ^a	7	1.657	1.770	0.092	12.392	0.718
Intersección	3641.714	1	3641.714	3890.736	0.000	3890.736	1.000
D	0.680	1	0.680	0.726	0.395	0.726	0.136
Ma	0.290	1	0.290	0.309	0.578	0.309	0.086
ma_v	11.100	5	2.220	2.372	0.039	11.859	0.756
Error	393.118	420	0.936				
Total	4046.431	428					
Total corregido	404.717	427					

Gl: Grados de libertad; F: valor de Fisher; D: tipo de dosificación; Me: Método de aspersión; ma-v: Interacción método de aspersión- volumen de aplicación. $\alpha=0,05$. a: R al cuadrado = 0.029 (R al cuadrado ajustada = 0.012); b: Se ha calculado utilizando $\alpha = 0.05$

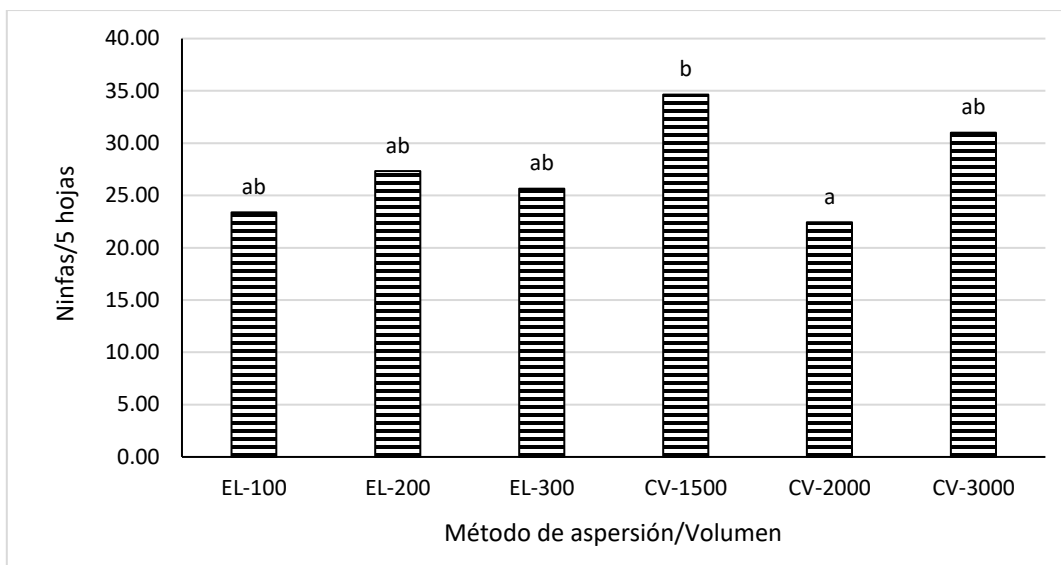


Figura 10: Número de ninfas por 5 hojas para la combinación método y volumen de aplicación.

Tabla 9: Medias de la población de ninfas de *P. citri* para los factores método de aplicación y tipo de dosificación, con sus respectivos niveles

Dosificación	Electroestático			Convencional		
	EL-100	EL-200	EL-300	CV-1500	CV-2000	CV-3000
Por hectárea (ha)	26.22	22.69	20.14	37.11	23.31	29.64
Por concentración (cc)	20.58	31.94	31.17	32.19	21.58	32.39

4.8.3. Efectos en el número de huevos

Según el análisis de varianza en la Tabla 10 mostró que la intersección del modelo propuesto es significativa. No existen diferencias significativas en el control de huevos para el factor tipo de dosificación (D), método de aplicación (Ma) y para los factores método de aspersión y volumen de aplicación (ma*v), donde este último se encuentra anidado en el factor método de aplicación, con un valor de significancia de 0.05. Los resultados completos se observaron en la tabla 11.

Tabla 10: Pruebas de efectos inter-sujetos para la variable dependiente número de huevos

Origen	Tipo II de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^b
Modelo corregido	8.726 ^a	7	1.247	0.971	0.452	6.799	0.421
Intersección	4838.502	1	4838.502	3769.879	0.000	3769.879	1.000
D	1.194	1	1.194	0.930	0.335	0.930	0.161
Ma	.287	1	0.287	0.223	0.637	0.223	0.076
ma_v	7.776	5	1.555	1.212	0.303	6.058	0.431
Error	540.338	421	1.283				
Total	5387.566	429					
Total corregido	549.064	428					

Gl: Grados de libertad; F: valor de Fisher; D: tipo de dosificación; Me: Método de aspersión; ma-v: Interacción método de aspersión- volumen de aplicación. $\alpha=0,05$. R al cuadrado = 0.016 (R al cuadrado ajustada = 0.000); b: Se ha calculado utilizando $\alpha = 0.050$

Tabla 11: Medias de la población de huevos de *P. citri* para los factores método de aplicación y tipo de dosificación, con sus respectivos niveles.

Dosificación	Electroestático			Convencional		
	EL-100	EL-200	EL-300	CV-1500	CV-2000	CV-3000
Por hectárea (ha)	47.67	34.00	37.31	63.64	42.17	45.64
Por concentración (cc)	33.67	67.81	60.83	51.33	42.42	56.47

En general se puede inferir que ninguno de los métodos de aspersión es superior al otro en cuanto al control de *P. citri* para todos sus estadios, sin embargo, en un ensayo similar realizado por Cerqueira et al. (2017) determinaron que el método de aspersión electrostático fue superior al método de aspersión convencional en el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de crisantemo, considerando que las condiciones, metodologías e insumos empleados son diferentes a los del presente experimento.

Cabe resaltar que los volúmenes de aplicación utilizados están anidados en los métodos de aspersión, según los resultados se infiere que entre las distintas combinaciones ma*v no hay alguna superior a las demás en cuanto al control de *P. citri* para todos sus estadios excepto ninfas. Asimismo, para el factor tipo de dosificación no se pudo determinar superioridad de una respecto a la otra en el control de la arañita roja, sin embargo, para un mayor análisis de estos resultados es conveniente analizar las trayectorias evolutivas poblacionales a través del tiempo según los tratamientos, las cuales se presentan a continuación.

4.9. EFECTO DE LOS FACTORES EN EL CONTROL DE *Panonychus citri* PARA MUESTRAS REPETIDAS EN EL TIEMPO.

Este análisis consideró la trayectoria evolutiva para las poblaciones de adultos, ninfas y huevos a través del tiempo de modo generalizado. Para ello se evaluó el número de adultos a un día antes de la aplicación (t_1DAA), a tres días después de la aplicación (t_3DDA), a siete días después de la aplicación (t_7DDA), a diez días después de la aplicación (t_10DDA) y a catorce días después de la aplicación (t_14DDA). Para estudiar este proceso se consideró un diseño experimental de medias repetidas en tiempo que consideró tres bloques, con dos tipos de métodos de aspersión (Electroestático y convencional), con dos tipos de dosificación (por hectárea y por cilindro).

Para satisfacer los supuestos básicos del ANOVA, se consideró la transformación de los datos originales, utilizando la técnica de la “escalera de exponenciales” propuesta por Box & Cox (1964), por medio del nivel 0, también conocido como $\log(y)$, con lo cual se logró satisfacer los dos supuestos básicos (distribución normal y homogeneidad de varianzas) conforme se aprecia en los Anexos 5 al 10.

4.9.1. Efectos en la población de adultos a lo largo del tiempo

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para muestras repetidas en el tiempo se explican a continuación. En primer lugar, debe comentarse los resultados del modelo general, el cual se aprecia en el Anexo 11, respecto a la condición de esfericidad de Mauchly, la cual es significativa por escaso margen; por tanto, las estimaciones basadas en F son consistentes, lo cual además se confirma con los valores significativos de GG y Huynh-Feldt.

Un segundo aspecto que comentar es el referido al modelo general, según el cual deben observarse diferencias significativas entre las medias repetidas en el tiempo, lo cual se aprecia en la siguiente Tabla 12. De la cual se observa, que la intersección del modelo propuesto es significativa con un $\alpha=0.05$, el efecto de método de aplicación (ma) es no determinado por considerar solo dos tratamientos. En cambio, para los factores volumen de aplicación (v) y dosificación (d) se tienen diferencias no significativas (0,32 y 0,46 para un $\alpha=0.05$). Consiguientemente, los efectos secundarios (ma*v y ma*d) y el efecto terciario (ma*v*d) son incongruentes por el efecto de (ma).

Tabla 12: Resultado del ANOVA, pruebas de efectos intersujetos del diseño de medias repetidas en el tiempo

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	44,18	1	44,18	591,61	0,00
Ma	0,00	0	.	.	.
V	0,36	4	0,09	1,22	0,32
D	0,04	1	0,04	0,56	0,46
ma * v	0,00	0	.	.	.
ma * d	0,00	0	.	.	.
v * d	0,51	4	0,12	1,73	0,17
ma * v * d	0,00	0	.	.	.
Error	1,79	24	0,07		

Gl: Grados de libertad; F: valor de Fisher; D: tipo de dosificación; Ma: Método de aspersión; V: Volumen de aplicación; ma-v: Interacción método de aspersión- volumen de aplicación; ma-d: Interacción método de aspersión- tipo de dosificación; v-d: Interacción volumen de aplicación- tipo de dosificación; ma-v-d: Interacción de método- volumen- tipo de dosificación. $\alpha= 0,05$.

Posteriormente se analizó las diferencias entre los tratamientos (efectos principales) conforme al tiempo, lo cual se aprecia en el Anexo 14. De las cuales se concluye que no se aprecian diferencias significativas entre tratamientos a lo largo del tiempo para el método de aplicación, ni para el volumen y tampoco para el tipo de dosificación.

La inferencia de las medias, así como sus niveles de significancia en cuanto a diferencias se pueden observar en las Figuras 11 al 13, donde se observan que todos los tratamientos, en función de sus efectos principales tienen trayectorias similares y sus diferencias no son significativas en ninguno de los casos.

Para los métodos de aspersión electrostática y convencional en la evaluación previa a la aplicación (1 DDA) el número de adultos vivos de *P. citri* por hoja fue homogénea, lo cual se repitió a los 3, 7, 10 y 14 DDA (Figura 12).

Luego de la aplicación de abamectina el número de adultos vivos disminuyó drásticamente para ambos métodos, alcanzando sus menores valores a los 10 DDA de 6.10 a 2.45 (disminución de 60%) para el electrostático y de 6.61 a 2.10 (disminución de 68%) para el convencional (Figura 14), de manera similar para el factor tipo de dosificación donde; dosificación “por hectárea” tuvo una disminución de 6.41 a 2.17 (disminución de 66%) mientras “por cilindro” tuvo una disminución de 6.30 a 2.39 (disminución de 62%).

Para el factor volumen de aplicación el número de adultos vivos previa a la aplicación también fue homogénea, lo cual se mantuvo a los 3, 7, 10 y 14 DDA. (Figura 13)

Luego de la aplicación el número de adultos vivos para los volúmenes de 100, 200, 300, 1500, 2000 y 3000 L disminuyó drásticamente alcanzando sus menores valores a los 10 DDA, siendo 2000 y 1500 L los que obtuvieron los menores valores de 7.04 a 1.76 (disminución de 75%) y de 7.10 a 2.14 (disminución de 70%) respectivamente (Figura 15).

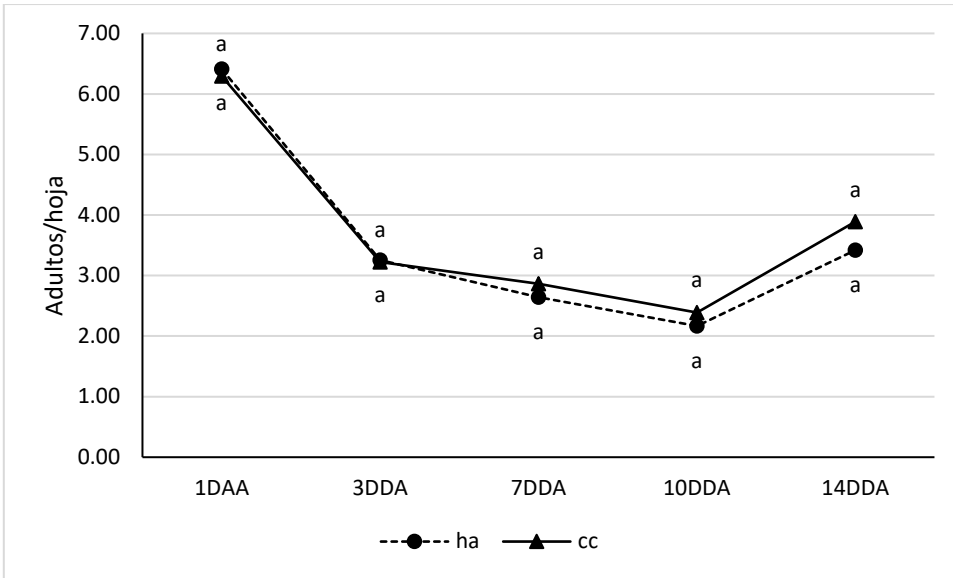


Figura 11: Número de adultos de *P. citri* por hoja de acuerdo con el tipo de dosificación de Abamectina.

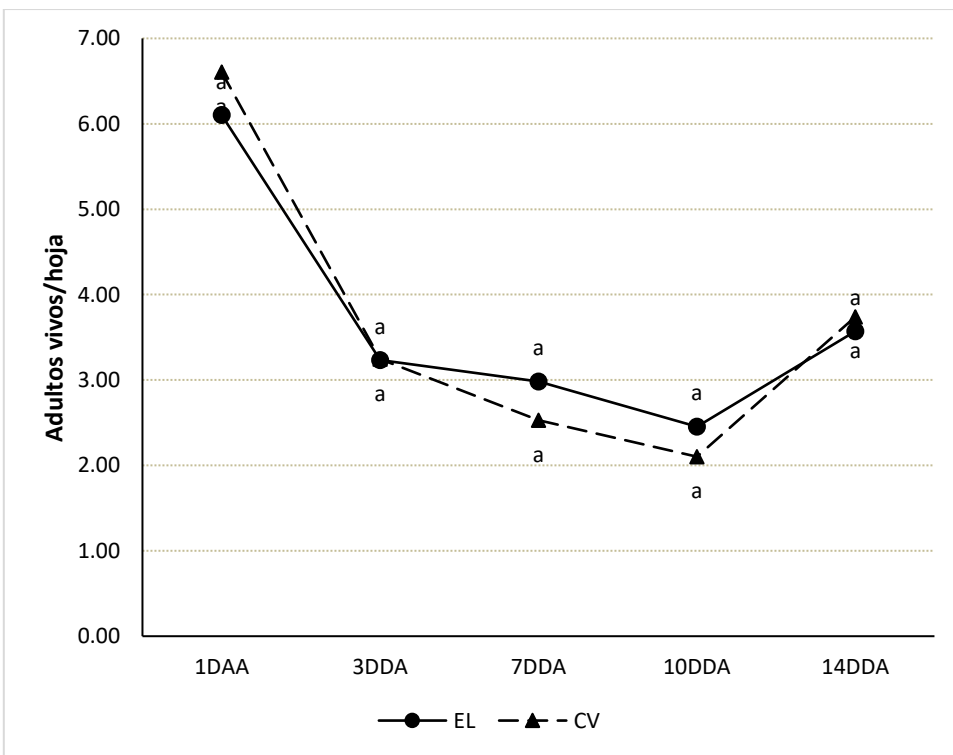


Figura 12: Número de adultos de *P. citri* por hoja de acuerdo al método de aspersión empleado.

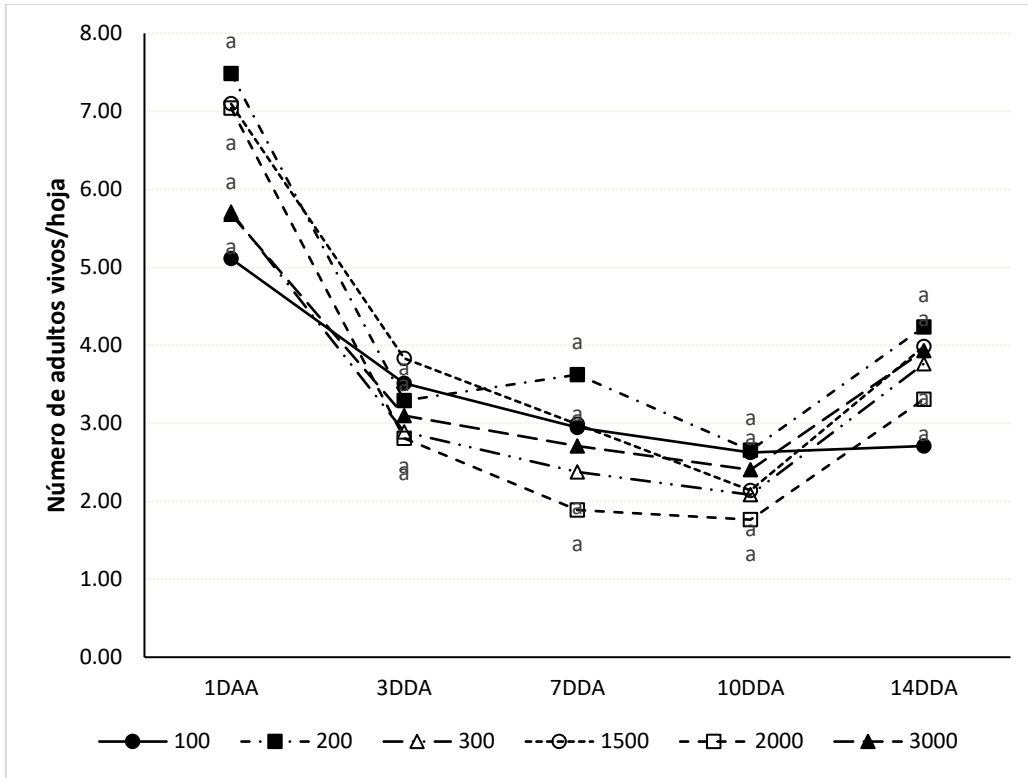


Figura 13: Número de adultos de *P. citri* por hoja de acuerdo a los volúmenes de aplicación.

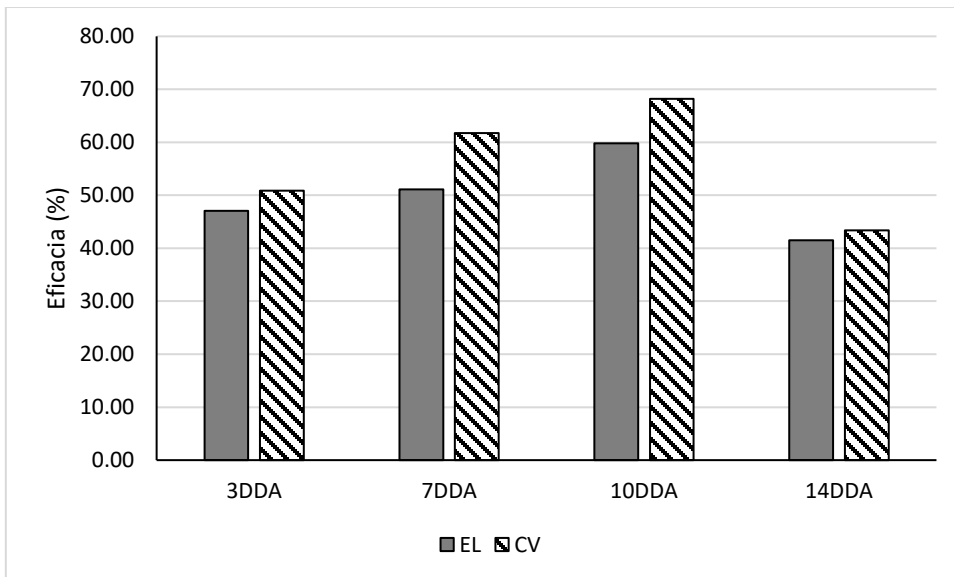


Figura 14: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en adultos de *P. citri* de acuerdo con el método de aspersión empleado.

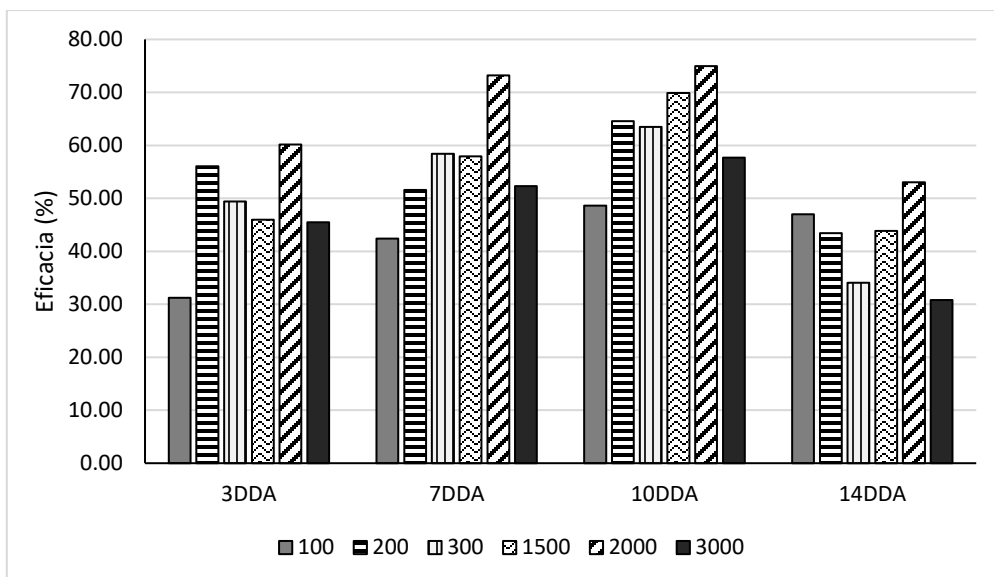


Figura 15: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en adultos de *P. citri* de acuerdo a los volúmenes de aplicación.

4.9.2. Efectos en la población de ninfas a lo largo del tiempo

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para muestras repetidas en el tiempo se explican a continuación. En primer lugar, debe comentarse los resultados del modelo general, el cual se aprecia en el Anexo 12, respecto a la condición de esfericidad de Mauchly, la cual es significativa por escaso margen; por tanto, las estimaciones basadas en F son consistentes, lo cual además se confirma con los valores significativos de GG y Huynh-Feldt.

Un segundo aspecto que comentar es el referido al modelo general, según el cual deben observarse diferencias significativas entre las medias repetidas en el tiempo, lo cual se aprecia en la siguiente tabla 13. De la cual se observa, que la intersección del modelo propuesto es significativa con un $\alpha=0.05$, el efecto de método de aplicación (ma) es no determinado por considerar solo dos tratamientos. En cambio, para los factores volumen de aplicación (v) y dosificación (d) se tienen diferencias no significativas (0.174 y 0.745 para un $\alpha=0.05$). Consiguientemente, los efectos secundarios (ma*v y ma*d) y el efecto terciario (ma*v*d) son incongruentes por el efecto de (ma).

Tabla 13: Resultado del ANOVA, pruebas de efectos intersujetos del diseño de medias repetidas en el tiempo ninfas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	76,137	1	76,137	857,200	0,000
Ma	0,000	0	.	.	.
V	0,619	4	0,155	1,742	0,174
D	0,010	1	0,010	0,109	0,745
ma * v	0,000	0	.	.	.
ma * d	0,000	0	.	.	.
v * d	0,343	4	0,086	0,967	0,444
ma * v * d	0,000	0	.	.	.
Error	2,132	24	0,089		

Gl: Grados de libertad; F: valor de Fisher; D: tipo de dosificación; Ma: Método de aspersión; V: Volumen de aplicación; ma-v: Interacción método de aspersión- volumen de aplicación; ma-d: Interacción método de aspersión- tipo de dosificación; v-d: Interacción volumen de aplicación- tipo de dosificación; ma-v-d: Interacción de método- volumen- tipo de dosificación. $\alpha = .05$.

Posteriormente se analizó las diferencias entre los tratamientos conforme al tiempo, lo cual se aprecia en el anexo 15. De las cuales se concluye que no se aprecian diferencias significativas entre tratamientos a lo largo del tiempo para el método de aplicación, ni para el volumen y tampoco para el tipo de dosificación.

La inferencia de las medias, así como sus niveles de significancia en cuanto a diferencias se pueden observar en las Figuras 16 al 18, donde se observan que todos los tratamientos, en función de sus efectos principales tienen trayectorias similares y sus diferencias no son significativas en ninguno de los casos.

Para los métodos de aspersión electrostática y convencional en la evaluación previa a la aplicación (1 DDA) el número de ninfas de *P. citri* por hoja fue homogénea, lo cual se repitió a los 3, 7, 10 y 14 DDA (Figura 17).

Después de la aplicación de abamectina el número de ninfas disminuyó ligeramente para ambos métodos, alcanzando sus menores valores a los 3 DDA de 2.98 a 2.37 (disminución de 21%) para el electrostático y de 4.06 a 2.29 (disminución de 44%) para el convencional, sin embargo, posteriormente el número de ninfas vivas se incrementó superando la población inicial en más del 100% para ambos métodos (Figura 19).

El comportamiento de ninfas según el tipo de dosificación fue similar, alcanzando mínimos a los 3DDA, donde la dosificación “por hectárea” tuvo una disminución de 3.67 a 2.35 (disminución de 36%) mientras “por cilindro” tuvo una disminución de 3.38 a 2.35 (disminución de 31%), para luego incrementar en más del 100% de la población inicial.

Para el factor volumen de aplicación el número de ninfas vivas previa a la aplicación también fue homogénea, lo cual se mantuvo hasta los 3DDA, posteriormente a los 7, 10 y 14 DDA las poblaciones de ninfas se incrementaron de manera heterogéneas (Figura 18). Luego de la aplicación el número de ninfas vivas para los volúmenes de 100, 200, 300, 1500, 2000 y 3000 L disminuyó ligeramente alcanzando sus menores valores a los 3 DDA, siendo 2000 y 1500 L los que obtuvieron los menores valores de 3.71 a 2.03 y de 4.76 a 2.63 (disminución de 45% para ambos) respectivamente (Figura 20).

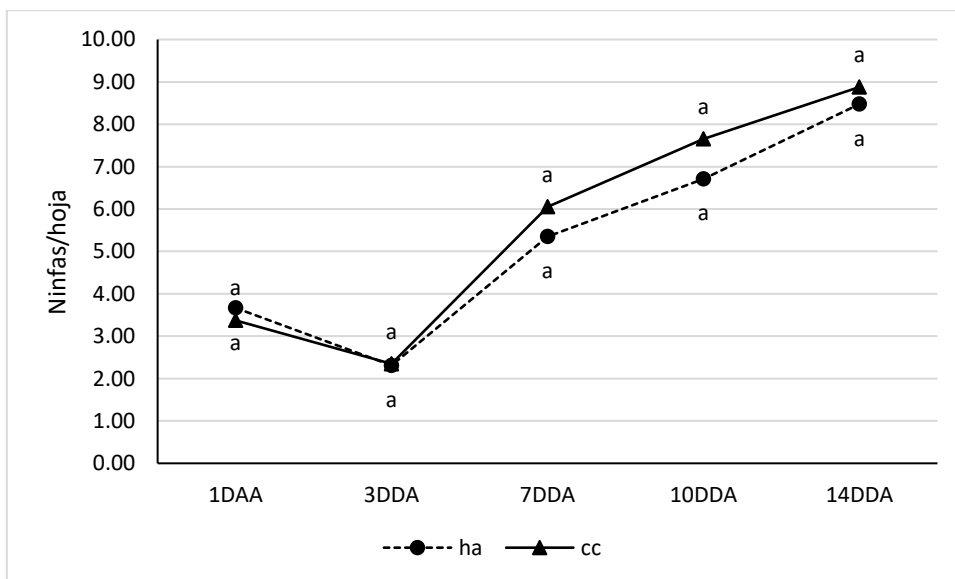


Figura 16: Número de ninfas de *P. citri* por hoja de acuerdo al tipo de dosificación de Abamectina.

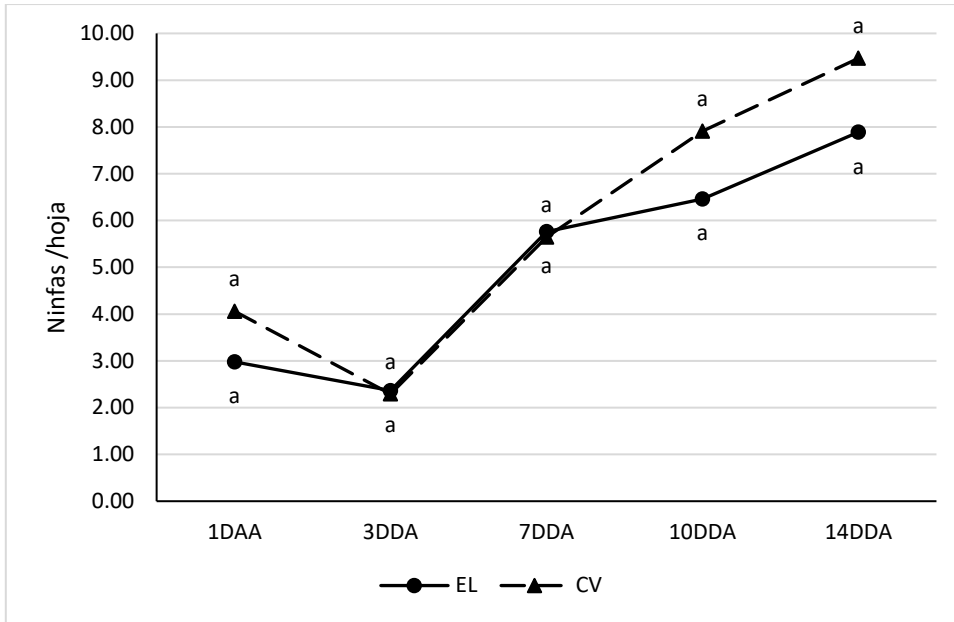


Figura 17: Número de ninfas de *P. citri* por hoja de acuerdo al método de aspersión empleado.

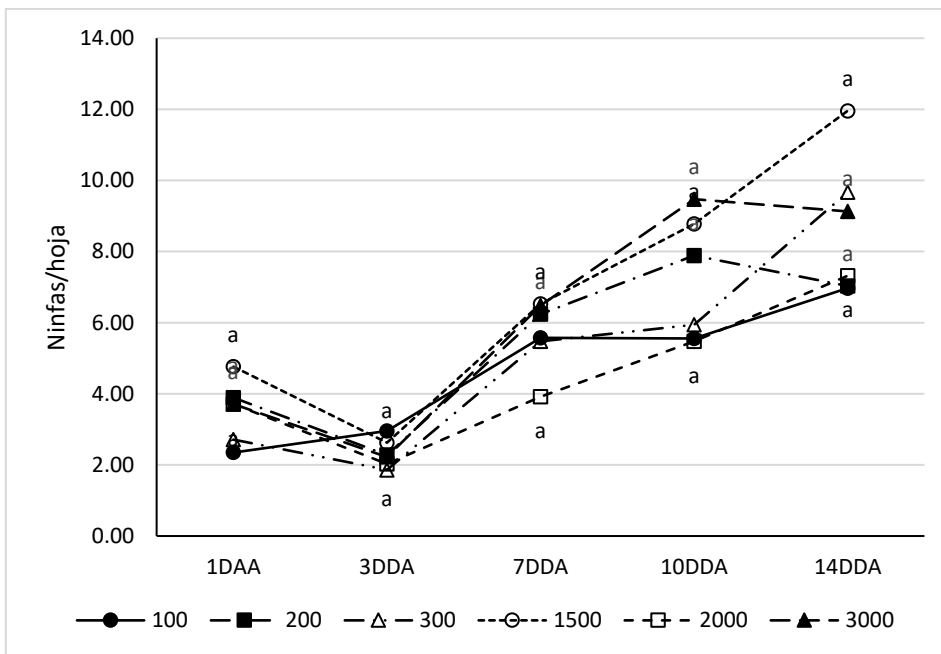


Figura 18: Número de ninfas de *P. citri* por hoja de acuerdo a los volúmenes de aplicación.

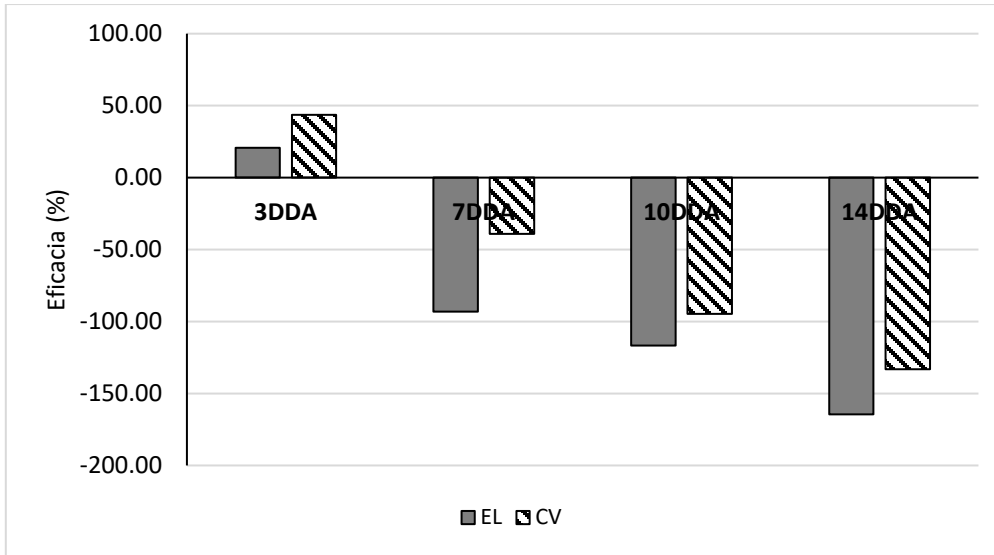


Figura 19: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en ninfas de *P. citri* de acuerdo al método de aspersión empleado.

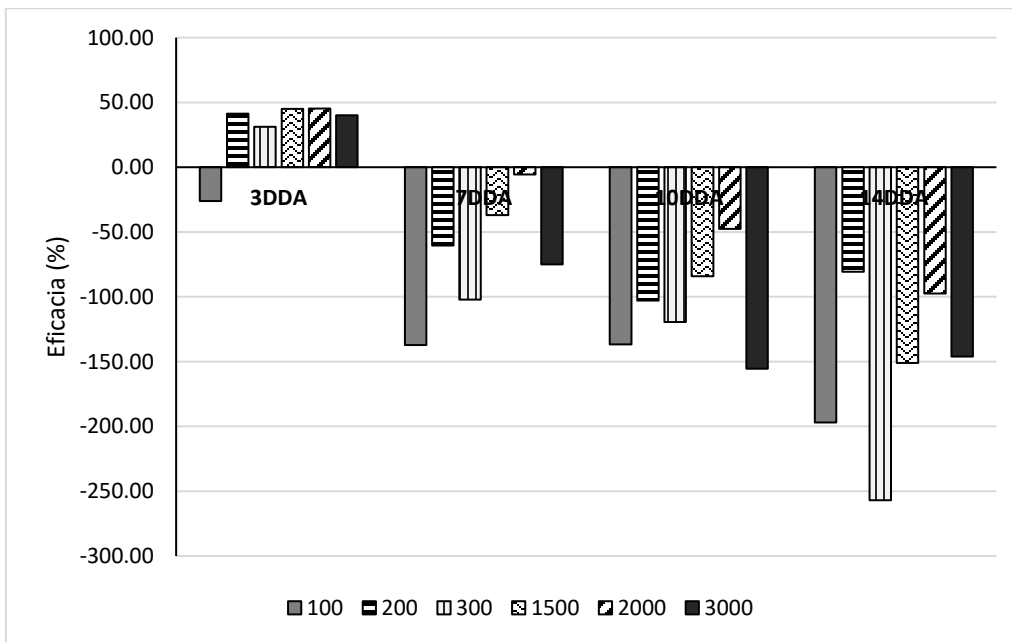


Figura 20: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en ninfas de *P. citri* de acuerdo a los volúmenes de aplicación.

4.9.3. Efecto en el número de huevos para muestras repetidas en el tiempo

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para muestras repetidas en el tiempo se explican a continuación. En primer lugar, debe comentarse los resultados del modelo general, el cual se aprecia en el Anexo 13, respecto a la condición de esfericidad de Mauchly, la cual es

significativa por escaso margen; por tanto, las estimaciones basadas en F son consistentes, lo cual además se confirma con los valores significativos de GG y Huynh-Feldt.

Un segundo aspecto que comentar es el referido al modelo general, según el cual deben observarse diferencias significativas entre las medias repetidas en el tiempo, lo cual se aprecia en la siguiente tabla 14. De la cual se observa, que la intersección del modelo propuesto es significativa con un $\alpha=0.05$, el efecto de método de aplicación (ma) es no determinado por considerar solo dos tratamientos. En cambio, para los factores volumen de aplicación (v) y dosificación (d) se tienen diferencias no significativas (0,210 y 0,211 para un $\alpha=0.05$). Consiguientemente, los efectos secundarios (ma*v y ma*d) y el efecto terciario (ma*v*d) son incongruentes por el efecto de (ma).

Tabla 14: Resultado del ANOVA, pruebas de efectos intersujetos del diseño de medias repetidas en el tiempo

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección					
n	152,736	1	152,736	1,456,302	0,000
Ma	0,000	0	.	.	.
V	0,666	4	0,166	1,587	0,210
D	0,173	1	0,173	1,649	0,211
ma * v	0,000	0	.	.	.
ma * d	0,000	0	.	.	.
v * d	0,900	4	0,225	2,146	0,106
ma * v * d	0,000	0	.	.	.
Error	2,517	24	0,105		

Gl: Grados de libertad; F: valor de Fisher; D: tipo de dosificación; Ma: Método de aspersión; V: Volumen de aplicación; ma-v: Interacción método de aspersión- volumen de aplicación; ma-d: Interacción método de aspersión- tipo de dosificación; v-d: Interacción volumen de aplicación- tipo de dosificación; ma-v-d: Interacción de método- volumen- tipo de dosificación. $\alpha= ,05$.

Posteriormente se analizó las diferencias entre los tratamientos conforme al tiempo, lo cual se aprecia en el Anexo 16. No hay diferencias significativas entre tratamientos a lo largo del tiempo para el método de aplicación, ni para el volumen y tampoco para el tipo de dosificación.

La inferencia de las medias, así como sus niveles de significancia en cuanto a diferencias se pueden observar en las Figuras 21 al 23, donde se observan que todos los tratamientos, en función de sus efectos principales tienen trayectorias similares y sus diferencias no son significativas en ninguno de los casos.

Para los métodos de aspersión electrostática y convencional en la evaluación previa a la aplicación (1 DDA) el número de huevos de *P. citri* por hoja fue homogénea, lo cual se repitió a los 3, 7, 10 y 14 DDA (Figura 22).

Luego de la aplicación de Abamectina el número de huevos disminuyó para ambos métodos, alcanzando valores casi constantes a partir de los 3DDA. El valor ligeramente menor para el método electrostático fue a los 14 DDA de 13.44 a 7.56 (disminución de 44%), para el convencional a los 7DDA de 15.17 a 8.30 (disminución de 45%), de manera similar para el factor tipo de dosificación (figura 24) el menor valor de dosificación “por hectárea” fue a los 7 DDA de 12.71 a 6.77 (disminución de 47%), para la dosificación “por cilindro” a los 14DDA de 15.90 a 8.25 (disminución de 48%)

Para el factor volumen de aplicación el número de huevos previa a la aplicación también fue homogénea, a los 3, 7 DDA el número de huevos fue heterogénea, ya a los 10 y 14 DDA fue homogénea. (Figura 23).

Luego de la aplicación el número de huevos para los volúmenes de 100, 200, 300, 1500, 2000 y 3000 L disminuyó. A partir de los 3DDA el número de huevos para los volúmenes 100, 200, 2000 y 3000 L fue constante a lo largo del tiempo, caso contrario para los volúmenes 300 y 1500 que presentaron valores altos a los 7 DDA. Los menores valores se obtuvieron con 2000 y 200 L de 14.88 a 5.22 a los 7DDA (disminución de 65%) y de 16.68 a 7.94 a los 3DDA, 7DDA y 14DDA (disminución de 52%) respectivamente (Figura 25).

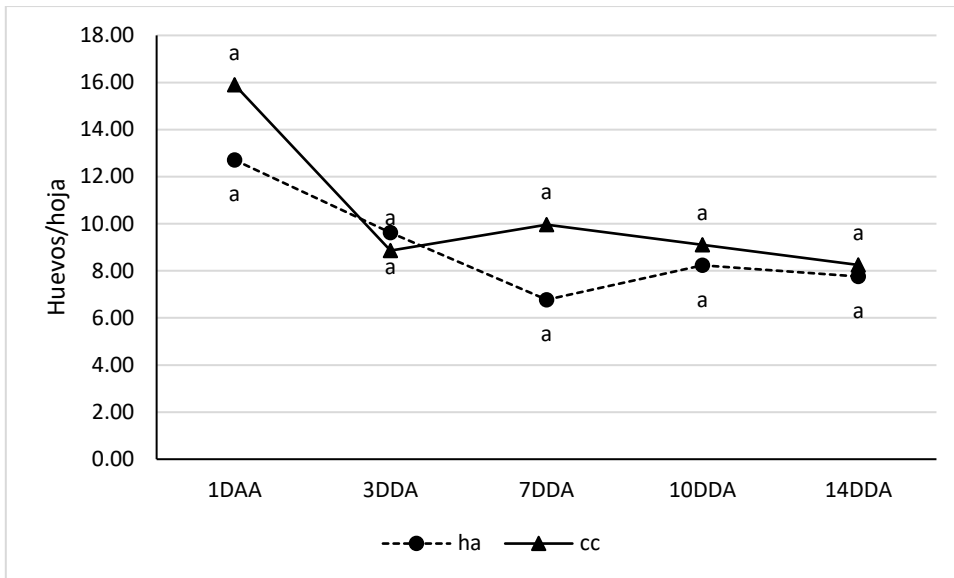


Figura 21: Numero de huevos de *P. citri* por hoja de acuerdo al tipo de dosificación de Abamectina.

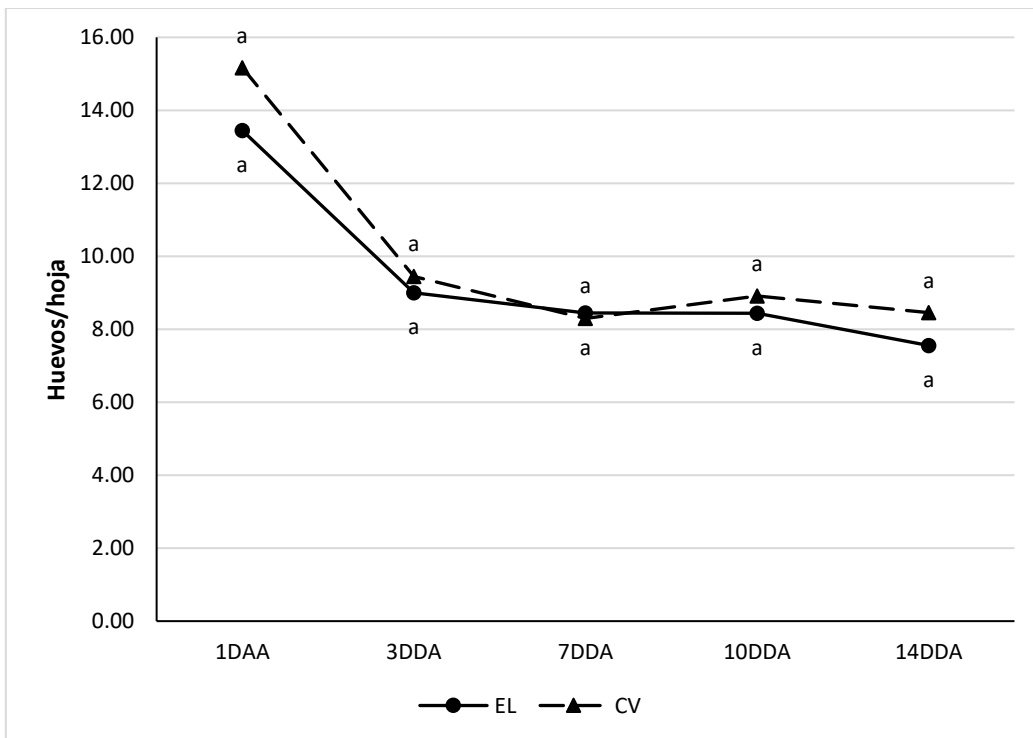


Figura 22: Número de huevos de *P. citri* por hoja de acuerdo al método de aspersión.

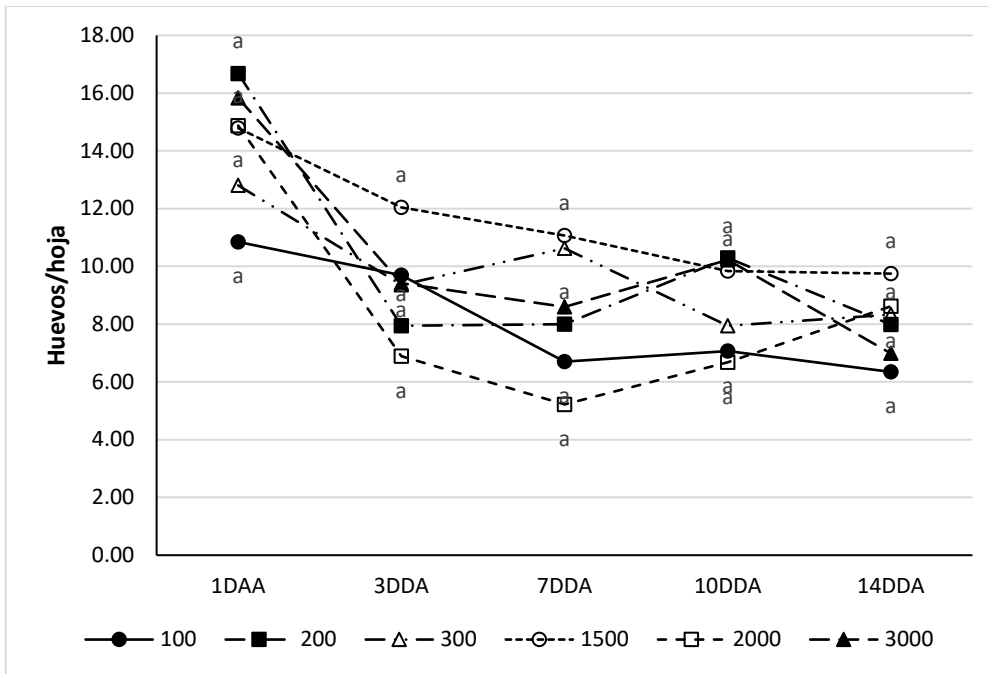


Figura 23: Número de huevos de *P. citri* por hoja de acuerdo al volumen de aplicación.

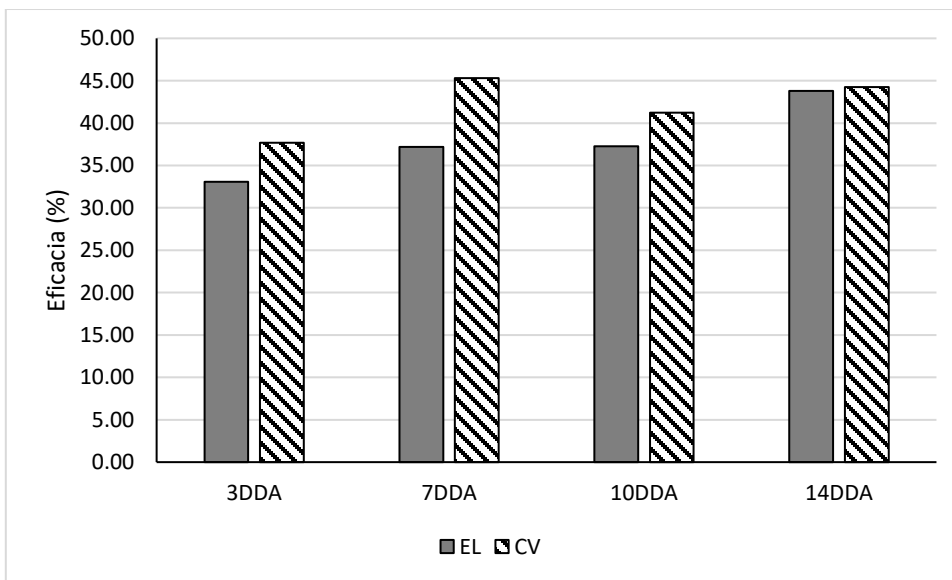


Figura 24: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en huevos de *P. citri* de acuerdo al método de aspersión empleado.

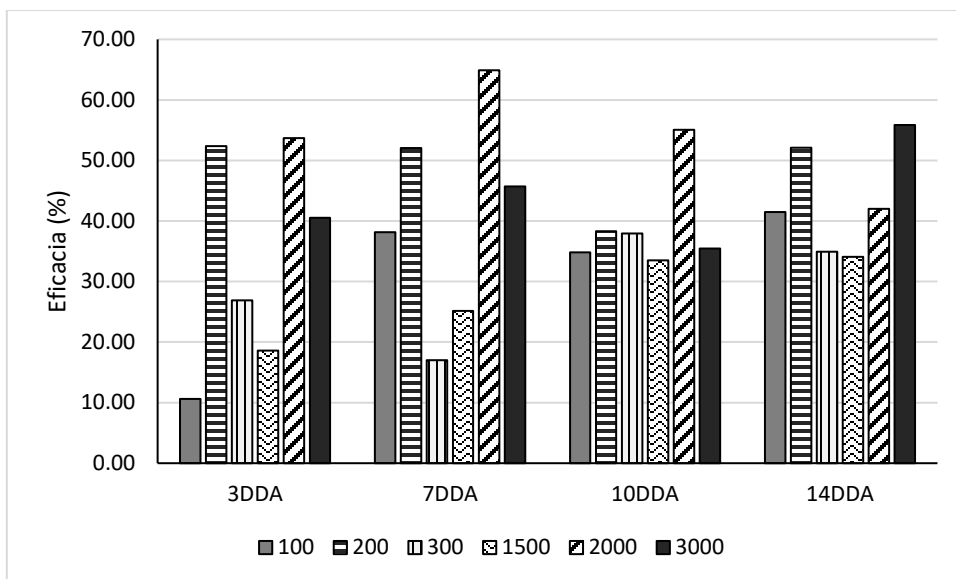


Figura 25: Eficacia (%) luego de la aplicación de Abamectina en huevos de *P. citri* de acuerdo a los volúmenes de aplicación.

En un experimento realizado por Zanardi, et al. (2015) determinaron que la longevidad de adultos de *Panonychus citri* en cítricos puede alcanzar de 9 a 13 días lo cual se traduciría como un incremento en la curva evolutiva considerando que cada hembra fértil puede colocar de 3 a 7 huevos diarios aproximadamente, dependiendo las condiciones, esto contrasta con los resultados del presente experimento donde, la trayectoria evolutiva para los 3 efectos principales fueron similares, observándose una disminución de las poblaciones respecto a la evaluación previa, lo que nos indica que hubo control, alcanzando sus mínimos valores a los 10 DDA.

Según Cisneros, (2012) entre los factores que determinan un control eficaz de una plaga se encuentran una correcta dosificación y la manera en la que se realiza la aplicación del pesticida. Haciendo referencia al primero, para el tipo de dosificación, por hectárea o por cilindro se observó un control de adultos de araña roja de 66 y 62% respectivamente, por lo tanto, no se pudo determinar un tipo de dosificación superior. En tal sentido existen diferentes ensayos realizados usando dosis por cilindro donde se obtuvieron buenos resultados, Sacramento, et al. (2018) reportó una eficacia mayor a 83% en el control de *Colomerus sp.* un acaro de la vid, usando una dosis de Abamectina por cilindro de 200 mL cc⁻¹, de la misma manera Cerqueira, et al (2017) usando una dosis de Clorfenapir por cilindro de 50 mL cc⁻¹ para el control de *Tetranychus urticae* logró obtener una eficacia de hasta 90% en el cultivo de crisantemo.

Ensayos realizados con dosis por hectárea también presentaron buenos resultados, Tavares et al. (2016) determinaron una eficacia de hasta 84% en el control de *Triozoidea limbata* usando imidacloprid a una dosis de 1.6 L ha⁻¹ en el cultivo de guayaba.

En cuanto a la aplicación del pesticida, el método de aspersión y los volúmenes de aplicación empleados son fundamentales para un buen control, en el presente experimento se utilizó 2 métodos de aspersión, electrostático y convencional, ambos ligados a sus volúmenes de aplicación correspondiente. Según los resultados para el control de adultos de arañita roja, ambos métodos mostraron control de la plaga, la mayor eficacia para ambos se observó a los 10 DDA con 60% y 68% sin que alguno sea estadísticamente superior al otro. Posteriormente la población de adultos se incrementa lo cual se puede explicar por una disipación del efecto del pesticida y el incremento de una nueva generación de individuos. En tal sentido la disipación de abamectina puede estar ligado a distintos factores entre ellos, el ambiental. Besil et al. (2019) determinaron en cítricos, que este pesticida tiene una tasa de disipación muy rápida en comparación con otros, como el Spinosad, con un tiempo de vida media de hasta 11 días en el cultivo de mandarina, por lo tanto, el tiempo de protección del cultivo también es menor.

Respecto al incremento de adultos a partir de 10DDA, puede explicarse de acuerdo con el ciclo biológico del acaro, *P. citri* puede tardar 11 días en pasar de huevo a adulto incrementando la población de estos (Childers & Fasulo, 2009.; Kasap, 2009).

De acuerdo a los resultados para control de huevos y ninfas del ácaro, se observa una ligera disminución el número de huevos el cual se mantiene constante en el tiempo, este comportamiento se replica para los 3 efectos principales en estudio (tipo de dosificación, método de aspersión y volumen de aplicación), en el caso de ninfas se observó un ligero descenso en la población a los 3DDA, sin embargo, posteriormente la población de ninfas se incrementó drásticamente llegando a superar en más del 100% a la población inicial, este comportamiento se replicó para los 3 efectos principales en estudio. En general se puede inferir que no hubo control para huevos y ninfas del ácaro. La trayectoria evolutiva de huevos y ninfas puede explicarse según la naturaleza del acaro, en tal sentido, la población de huevos no es afectado por el ingrediente activo, por lo tanto, no existe control sobre estos, ya que la abamectina es considerada un insecticida de ingestión y contacto dermal (Bai & Ogbourne, 2016).

Considerando además que cada adulto de *P. citri* puede colocar entre 3 y 7 huevos diarios y que estos pueden tener un periodo de incubación aproximada de 6 días (Zanardi, et al. 2015), podemos explicar el abrupto incremento en la población de ninfas. La trayectoria constante del número de huevos a través del tiempo puede explicarse debido a que ninguno de los tratamientos logró un control 100% eficaz de la población de adultos, por lo tanto, la oviposición de los sobrevivientes continuó e incluso es posible que haya ocurrido un fenómeno de hormoligosis, donde la tasa reproductiva se incrementa producto de la estimulación del ingrediente activo, Wang et al. (2016) determinaron que la tasa de reproducción de *Tetranychus urticae* se incrementó significativamente luego de la aplicación de dosis subletales de Spinoteram a adultos y huevos, generando como consecuencia un incremento poblacional. Sin embargo, Alves et al. (2018) afirman que dosis subletales de abamectina no producen cambios en el comportamiento de *P. citri*, lo cual concuerda con He et al (2011) quien afirmó que la tasa de reproducción de *P. citri* no aumenta luego de la aplicación de dosis subletales de avermectina, por su parte Zibae & Esmaily (2017) tampoco observaron hormoligosis en *Tuta absoluta* luego de la aplicación de abamectina, sin embargo, ambos coinciden en que la fecundidad se incrementa en hembras de la generación siguiente aunque no de manera significativa. Por lo tanto, la hormoligosis podría estar ligada al tipo de ingrediente activo que se use.

Tabla 15: Comparación de tiempos y costos de aplicación por hectárea según el método y volumen empleado

	Electrostático - 100L	Convencional - 3000L
Tiempo de aplicación (min)	27	54
Consumo de Diesel (gl)	0.25	1.5
Costo de Diesel	S/3.00	S/18.00
Costo Jornales	S/5.00	S/10.20
Alquiler de tractor + pulverizador	S/99.00	S/162.00
Costo total	S/107.00	S/190.20

Respecto a la eficiencia de los métodos de aspersión, esta se fundamenta en la óptima utilización de los recursos para obtener los resultados esperados (Rojas et al. 2018), esta a su vez cumple con el primer principio de sostenibilidad señalado por la FAO, (2015). En tal sentido en el presente trabajo no existe superioridad de uno de los métodos sobre el otro en cuanto al control

del ácaro, sin embargo, si existen diferencias en cuanto a los recursos empleados para obtener estos resultados.

Para el método de aspersión electrostático se emplearon volúmenes aplicación hasta 30 veces inferiores a los usados en el método convencional, este ahorro en recurso hídrico es fundamental sobre todo en zonas áridas donde la obtención de este implica un costo, además el número de maquinaria empleada para la aplicación de áreas extensas se reduce, asimismo el número de personal empleado, lo cual se traduce en una reducción de costos de aplicación.

En ese sentido se realizó una comparación entre el tiempo y los costos de aplicación por hectárea de una pulverizadora electrostática con un volumen de aplicación de 100 L versus una convencional con 3000 L, respecto al tiempo de aplicación en general el método de aspersión electrostática lo realizó en la mitad de tiempo en comparación con el convencional lo cual repercute en los costos, en este caso se consideró el consumo de Diesel, jornales y alquiler de tractor más pulverizador. Según la comparación se observó que el costo de aplicación con el método electrostático fue de S/107.00 versus S/190.20; es decir 43.74% menor que el convencional. En el aspecto socioambiental el método electrostático reduce la deriva y el escurrimiento, en comparación con el método convencional al momento de la aplicación, lo cual reduce la exposición del operario y personal circundante, asimismo se reduce la probabilidad de contaminar el suelo, fuentes de agua, atmósfera, cultivos vecinos (Patel, 2016).

Estas ventajas mencionadas se pueden justificar en gran medida gracias a su tecnología, su capacidad de formar gotas finas de 50 a 150 micrones cargadas electrostáticamente que facilita su adherencia a la planta. Al no haber una superioridad de un método sobre el otro se debería considerar usar el método que es eficiente, desde el punto de vista de costos, responsabilidad social y ambiental.

4.10. COBERTURA DE LAS APLICACIONES

Los resultados de los análisis de los papeles hidrosensibles fueron incongruentes; debido a que una cantidad de muestras correspondientes a los tratamientos con el pulverizador electrostático tuvieron gotas muy finas (menores de 100µm de diámetro), las cuales están por debajo de la sensibilidad del software, no pudiendo cuantificarse. Por otro lado, una cantidad de papeles hidrosensibles de los tratamientos con el pulverizador hidroneumático quedaron completamente

empapados de caldo, siendo imposible para el software determinar el espectro de gotas de esas muestras (Figura 26). Por ese motivo, no se presentan los datos de los análisis de los papeles hidrosensibles.

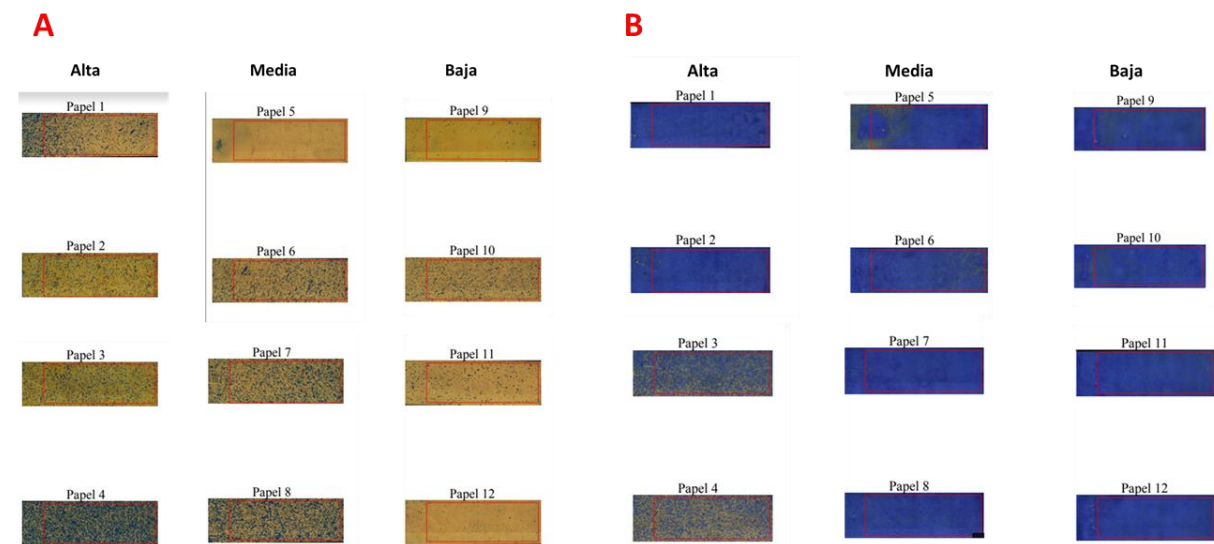


Figura 26: A: papeles hidrosensibles luego de la aplicación con un volumen de 300 L (Electrostatico). B: papeles hidrosensibles luego de la aplicación con un volumen de 3000 L (Convencional).

V. CONCLUSIONES

1. El tipo de dosificación por hectárea conduce a mayores depósitos de ingrediente activo del acaricida en hojas de mandarina.
2. El método de aspersión convencional genera mayores depósitos de ingrediente activo del acaricida en hojas de mandarina.
3. No existe superioridad de ninguno de los tipos de dosificación en cuanto al control de adultos, ninfas y huevos de *Panonychus citri*.
4. No existe superioridad de ninguno de los métodos de aspersión en cuanto al control de adultos, ninfas y huevos de *Panonychus citri*.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda emplear el tipo de dosificación, por hectárea, para la preparación de la mezcla de aplicación.
2. Se debe realizar estudios de eficacia en el control de ácaros con el método de aspersión electrostática probando mayores volúmenes de aplicación.
3. Se recomienda realizar estudios similares con un periodo de evaluación más larga y con más de una aplicación.
4. A pesar de que no hay diferencias en el control de acaro entre los métodos de aspersión, se recomienda realizar un estudio más detallado de los costos de aplicación e impacto ambiental, evaluando la pérdida de la mezcla por deriva y escurrimiento al suelo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Abreo, E.; Valle, D.; Mujica, V. & Altier, N. (2018). Pathogenicity and virulence factors of *Lysinibacillus xylanilyticus* and *Bacillus* spp. towards *Argyrotaenia sphaleropa* larvae (Lepidoptera). *Journal of Applied Entomology*. 142(9). 882-892. <https://doi.org/10.1111/jen.12539>

Achor, D.S.; Ochoa, R.; Erbe, E.F.; Aguilar, H.; Wergin, W.P. & Childers, C.C. (2001) Relative advantages of low temperature versus ambient temperature scanning electron microscopy in the study of mite morphology, *International Journal of Acarology*, 27(1), 3-12, <https://doi.org/10.1080/01647950108684218>

Agricultural Sciences, University of Florida. Document ENY- 603. 7p. Recuperado de <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/CG/CG00200.pdf>

Agrodata Perú. (2017). Mandarina. Recuperado de <https://www.agrodataperu.com/?s=mandarina>

Alves, E. B., Casarin, N. F. B., & Omoto, C. (2018). Lethal and sublethal effects of pesticides used in Brazilian citrus groves on *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae). *Arquivos Do Instituto Biológico*, 85(0). doi:10.1590/1808-1657000622016

Andersen, P. & Jorgensen, M. (2010). Calibration of sprayers. Third European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe - SPISE 3. *Julius Kühn-Archiv*, 426 (4), 143-152. Disponible en https://spise.julius-kuehn.de/dokumente/upload/18717_spise3_jki-archiv_426.pdf#page=147

Arshad, M.; Ullah, M.; Afzal, M.; Aatif, H.; Iftikhar, Y.; Molina-Ochoa, J. & Foster, J. (2017). Association of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) damage with physiological parameters and larval weight in *Citrus reticulata*. *International Journal of Tropical Insect Science*, 38(01), 26–32. <https://doi.org/10.1017/s1742758417000273>

Arvidsson, T.; Bergstrom, L.; Kreuger, J. Spray drift as influenced by meteorological and technical factors. *Pesticide Management Science*, 67(5), p.586-598, 2011. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.2114>

Asociación de Gremios Productores Agrarios del Perú (AGAP). (2019). Expectativa por exportación de cítricos peruanos aumento y alcanzaría las 205 mil toneladas. AGAP. Recuperado de: <https://agapperu.org/noticias/expectativa-por-exportacion-de-citricos-peruanos-aumento-y-alcanzaria-las-205-mil-toneladas/>

Atakan, E. & Pehlivan, S. (2019) Influence of weed management on the abundance of thrips species (Thysanoptera) and the predatory bug, *Orius niger* (Hemiptera: Anthocoridae) in citrus mandarin. *Applied Entomology and Zoology* . 9 (36), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s13355-019-00655-9>

Batista, C.; Teixeira, M.; Zolnier, S.; Shigueaki, R. & Natalino, P. (2014) Air and liquid volumetric distribution in vertical in a hydro-pneumatic sprayer. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, Guarapuava-PR. 7(1), 71-79. <https://doi.org/10.5935/PAeT.V7.N1.08>

Bai, S. H., & Ogbourne, S. (2016). Eco-toxicological effects of the avermectin family with a focus on abamectin and ivermectin. *Chemosphere*, 154, 204–214. <https://doi:10.1016/j.chemosphere.2016.03.113>

Besil, N., Pérez-Parada, A., Bologna, F., Cesio, M. V., Rivas, F., & Heinzen, H. (2019). Dissipation of selected insecticides and fungicides applied during pre-harvest on mandarin and orange trees in Uruguay. *Scientia Horticulturae*, 248, 34–40. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.12.053>

Box, G. E. P. and Cox, D. R. (1964). An analysis of transformations, *Journal of the Royal Statistical Society*, Series B, 26, 211-252.

Carrasco, J. (2020). Disipacion de plaguicidas: fase laboratório. Conferencia de residuos de pesticidas y curvas de disipación: estudio de campo y laboratorio. Lima, Perú.

Cabrera, R.; Beltran, A.; Martinez, E.; Ayra, L.; Garcia, A.; Hernandez, O.; Rodriguez, J. & Hernandez, D. (2009). Evaluación de spirodiclofen para el control químico del ácaro del moho

Phyllocoptruta oleivora Ashmead (Acarina: Eriophyidae) en cítricos. *Revista CitriFrut.* 26(2). 8-12.

Childers, C. & Fasulo, T. (2009). Citrus red mite. Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Document ENY- 817. 4p. Recuperado de <https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/46/19/00001/CH02100.pdf>

Cerqueira, Denise Tourino Rezende de, Raetano, Carlos Gilberto, Pogetto, Mario Henrique Ferreira do Amaral Dal, Carvalho, Marina Mouzinho, Prado, Evandro Pereira, Costa, Saulo Ítalo de Almeida, & Moreira, Caio Alexandre Ferreira. (2017). Optimization of spray deposition and Tetranychus urticae control with air assisted and electrostatic sprayer. *Scientia Agricola*, 74(1), 32-40. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2015-0340>

Cisneros, F. (2010) Control de Plagas Agrícolas – Fascículo 13. Páginas: 35. https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/Control_de_Plagas_Agricolas_MIP_Ene_2010.pdf

Cisneros, F. (2012). *Control químico de plagas agrícolas*. Lima, Perú. Editor: Aguilar, P.

Dhooria M.S. (2016) Biological Control of Phytophagous Mites. In: *Fundamentals of Applied Acarology*. (pp.381–397). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1594-6_20

Electrostatic Agro Spray System. (sin fecha). Dispositivo electrostático “Martignani”, Emilia-Romaña, Italia: Martignani. Recuperado de: <https://www.martignani.com/es>

Ferragut, F.; Navia, D. & Ochoa, R. (2012). *New mite invasions in citrus in the early years of the 21st century. Experimental and Applied Acarology*, 59(1-2), 145–164. <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9635-9>

Guanilo, A. & Martínez, N. (2007). Predadores asociados a *Panonychus citri* McGregor (Acarí: Tetranychidae) en la costa central del Perú. *Ecología Aplicada*, 6(1-2), 119-129. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162007000100014

Haberle, T.; Agostini, J. & Acuña, L. (2011) Resultados de tres años de ensayo en el ajuste de la tecnología de “Tree Row Volume” (TRV) para el control de mancha negra en naranja valencia. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)*. 37(2), 193-197. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/864/86421189013.pdf>

He, H.-G., Jiang, H.-B., Zhao, Z.-M., & Wang, J.-J. (2011). Effects of a sublethal concentration of avermectin on the development and reproduction of citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology*, 37(1), 1–9. doi:10.1080/01647954.2010.491798

Hernandez, L.; Guzman, Y.; Martínez-Arias, A.; Manzano, M. & Selvaraj, J. (2015). *The bud midge Prodiplosis longifila: Damage characteristics, potential distribution and presence on a new crop host in Colombia*. *SpringerPlus*, 4(1). 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-0987-6>

Herrera, M.; Rodriguez, G. & Teixeira, M. (2008) Características operacionales de las boquillas de pulverización hidráulica de chorro plano y cónico hueco. *Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 17(3), 61-67. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/932/93215941013.pdf>

Hurtado de Mendoza, A. (2018). Manejo integrado de *Panonychus citri* (McGregor) en el cultivo de mandarina (*Citrus reticulata* L.) en Chincha-Perú. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3720/hurtado-de-mendoza-cruz-andrea-sofia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Insecticide Resistance Action Committee IRAC. (2021). The IRAC mode of action classification online. Boletín IRAC 2019-v.9.3 (en línea). Consultado 15 mar. 2021. Disponible en <https://www.irac-online.org/documents/moa-classification/>

Jamieson, L., & Stevens, P. (2009). Miticides against citrus red mites (*Panonychus citri*). *New Zealand Plant Protection*, 62, 302-309. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2009.62.4821>

Karamaouna, F.; Mylonas, P.; Papachristos, D.; Kontodimas, D.; Michaelakis, A., & Kapaxidi, E. (2010). Main Arthropod Pests of *Citrus* Culture and Pest Management in Greece. In: Ciancio A., Mukerji K. (eds) *Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne*

Diseases. Integrated Management of Plant Pests and Diseases, vol 5. (pp. 29-59). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-8606-8_2

Kasap, I. (2009) The biology and fecundity of the citrus red mite *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) at different temperatures under laboratory conditions. Turkish journal of agriculture and forestry. 39(6), 593-600. <https://doi.org/10.3906/tar-0902-41>

Mansour, R., Belzunces, L. P., Suma, P., Zappalà, L., Mazzeo, G., Grissa-Lebdi, K., ... Biondi, A. (2018). *Vine and citrus mealybug pest control based on synthetic chemicals. A review. Agronomy for Sustainable Development*, 38(4). 1-20. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0513-7>

Member, S.; Pfap, F.; Hoheisel, G.; Bahlol, H.; Khot, L.; Dalton, D.; Brewer, L.; Rossi, M; Zhang, C.; Xue, L. & Walton, V. (2019). Canopy spray deposition and related mortality impacts of commonly used insecticides on *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae) populations in blueberry. Pest manag SCI. DOI 10.1002/ps.5672

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2014). La mandarina peruana; un producto de enorme potencial exportador. Perú: Minagri. Recuperado de <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=mandarina>

Narrea, M. (2012). Manejo integrado de plagas en el cultivo de cítricos. Agrobanco. Huaral. Recuperado de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/013-c-citricos.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). Agricultura sostenible. Recuperado de <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). Producción y comercio de mandarina. FAOSTAT. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#compare>

Patael, M. (2016). Technological improvements in electrostatic spraying and its impact to agriculture during the last decade and future research perspectives - A review. Engineering in Agriculture, Environment and Food 9. 92 – 100. <https://doi.org/10.1016/j.eaef.2015.09.006>

Patiño, S.; Rodríguez, E.; Mora, G.; Lomeli, J. & Diaz, O. (2012). Composición y fluctuación de áfidos vectores del virus de la tristeza de los cítricos en la península de Yucatán, México. *Revista entomológica mexicana*. 11, 370-374. Recuperado de <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2012/EC/370-374.pdf>

Pascuzzi, S. & Cerruto, E. (2015). Spray deposition in “tendone” vineyards when using a pneumatic electrostatic sprayer. *Crop Protection*, 68. 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.11.006>

Pergher, G. & Petris, R. (2008). Pesticide dose adjustment in vineyard spraying and potential for dose reduction. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. 10(1). Disponible en <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/1254/1111>

Qureshi, J. & Stansly, P. (2019). Florida citrus production guide: rust mites, spider mites, and others phytophagous mites. Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and and Agricultural Sciences, University of Florida. Document ENY- 603. 7p. Recuperado de <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/CG/CG00200.pdf>

Rao C.N., George A. (2018) Pests of Citrus. In: Omkar (eds) Pests and Their Management. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8687-8_17

Rogers, M. & Stansly, P. (2017). Florida citrus pest management guide: rust mites, spider mites, and other phytophagous mites. Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Document ENY- 603. 5p. Recuperado de <https://crec.ifas.ufl.edu/extension/pest/PDF/2017/Rust%20Mites.pdf>

Rogers, M.; Stansly, P. & Qureshi, J. (2018). Florida citrus pest management guide: rust mites, spider mites, and other phytophagous mites. Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Document ENY- 603. 5p. Recuperado de <https://citrusresearch.ifas.ufl.edu/wp-content/uploads/2018/08/Ch-21-mites.pdf>

Rojas, M.; Jaimes, L. & Valencia, M. (2018). Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. *Revista espacios*. 39 (6). 11. Recuperado de : <https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/18390611.html>

Sacramento, F.; Souza, A.; Leal, I. & Oliveira, J. (2018) Ação acaricida do piridabem e abamectina contra *Colomerus* sp. (Acari: Eriophyidae) em videira. *Embrapa Semiárido* 248. 215-219. Recuperado de: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1102274>

Salcedo, R.; Llop, J.; Campos, J.; Costas, M.; Gallart, M.; Ortega, P. & Gil, E. (2020). Evaluation of leaf deposit quality between electrostatic and conventional multi-row sprayers in a trellised vineyard. *Crop protection*. 127. 104964. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104964>

Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (2016). Importancia del control biologico de plagas en la agricultura peruana. Recuperado de <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/importancia-del-control-biologico-de-plagas-en-la-agricultura-peruana/>

SIGIA. –SENASA: Sistema integrado de Gestión de Insumos Agropecuarios. Pagina virtual del Servicio Nacional de Sanidad Agraria- SENASA-Perú. Disponible en http://200.60.104.77/SIGIAWeb/sigia_consulta_producto.html

Singh, T., (2017). *Farm machinery*. Delhi, Indian. PHI Learnig Private Limited.

Smith, H.; Stansly, P.; Seal, D.; McAvoy, E.; Polston, J.; Gilreath, P. & Schuster, D. (2007). Management of Whiteflies, Whitefly-Vectored Plant Virus, and Insecticide Resistance for Tomato Production in Southern Florida. Department of Entomology and Nematology, UF/IFAS Extension. University of Florida. Recuperado de <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN69500.pdf>.

Tavares, R.; Cunha, J.; Alves, T.; Bueno, M.; Silva, S.; & Zandonadi, C. (2016). Electrostatic spraying in the chemical control of *Triozoida limbata* (Enderlein) (Hemiptera: Triozidae) in guava trees (*Psidium guajava* L.). *Pest Management Science*. 73 (6), 1148 – 1153. <https://doi.org/10.1002/ps.4433>

Urkan, E.; Guler, H. & Komekci, F. (2016). A review of electrostatic spraying for agricultural applications. *Revista Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery*

Science), 12 (4): 229-233. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/312982439> A Review of Electrostatic Spraying for Agricultural Applications

Van Der Geest L.P.S. (2010) IPM Potentials of Microbial Pathogens and Diseases of Mites. In: Ciancio A., Mukerji K. (eds) Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases. Integrated Management of Plant Pests and Diseases, vol 5. (249–309). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-8606-8_11

Vásquez-Castro, J.; Ancco, A. & La Torre, B. (2020). Spray penetration into asparagus (*Asparagus officinalis* L.) canopy using different nozzle inclinations and application rates. Peruvian Journal of Agronomy, 4(1):35-39.<http://dx.doi.org/10.21704/pja.v4i1.1464>

Wang, L., Zhang, Y., Xie, W., Wu, Q., & Wang, S. (2016). Sublethal effects of spinetoram on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Pesticide Biochemistry and Physiology, 132, 102–107. doi:10.1016/j.pestbp.2016.02.002

Wise, J. C.; Jenkins, P. E.; Schilder, A.; Vandervoort, C. & Isaacs R. 2010. Spreyer type and water volume influence pesticide deposition and control of insect pests and diseases in juice grapes. Crop protection. 29 (4), 378 – 385. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.11.014>

Zappalà L. (2010) Citrus Integrated Pest Management in Italy. In: Ciancio A., Mukerji K. (eds) Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases. Integrated Management of Plant Pests and Diseases, vol 5. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-8606-8_4

Zanardi, O. Z., Bordini, G. P., Franco, A. A., de Morais, M. R., & Yamamoto, P. T. (2015). Development and reproduction of *Panonychus citri* (Prostigmata: Tetranychidae) on different species and varieties of citrus plants. Experimental and Applied Acarology, 67(4), 565–581. doi:10.1007/s10493-015-9968-2

Zibae, I., & Esmaily, M. (2017). Effect of sublethal doses of abamectin on demographic traits of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Plant Protection Research*, 57(3), 256–267. doi:10.1515/jppr-2017-0036

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Test de normalidad para adultos de *P. citri* en el diseño anidado.

d'Agostino-Pearson

DA-stat	1.88133541	16.2439757	2.55844013	1.45625617	1.85854439	2.6849831
p-value	0.3903671	0.00029694	0.27825424	0.48281193	0.39484097	0.26119408
Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Normal	yes	no	yes	yes	yes	Yes

Anexo 2: Test de normalidad para inmaduros de *P. citri* en el diseño anidado.

d'Agostino-Pearson

DA-stat	2.61889736	3.69396031	2.53402116	2.37231533	0.70247201	5.72977381
p-value	0.26996885	0.15771272	0.2816724	0.30539243	0.70381763	0.05698958
Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Normal	yes	yes	yes	yes	yes	Yes

Anexo 3: Test de normalidad para huevos de *P. citri* en el diseño anidado.

d'Agostino-Pearson

DA-stat	0.16452718	2.22883811	4.20261037	1.54001934	2.8471988	4.02915726
p-value	0.92102915	0.32810584	0.1222967	0.46300859	0.24084556	0.13337659
Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Normal	yes	yes	yes	yes	yes	Yes

Anexo 4: Test de homogeneidad de varianzas (Levene) para los 3 estadios de *P. citri* (adultos, inmaduros y huevos) para el diseño anidado.

Type	Levene's Tests		
	Adultos p-value	Inmaduros p-value	Huevos p-value
Means	0.10	0.26	0.12
Medians	0.13	0.34	0.15
Trimmed	0.11	0.28	0.13

Anexo 5: Prueba de normalidad y estadísticos descriptivos para la secuencia en el tiempo de población de adultos de *P. citri*.

	Num. adultos (t_1DAD)	Num. adultos (t_3DDA)	Num. adultos (t_7DDA)	Num. adultos (t_7DDA)	Num. adultos (t_10DDA)
N	36	36	36	36	36
Media	0.737	0.476	0.376	0.315	0.535
Desv. Estandar	0.16	0.177	0.247	0.191	0.153
Estadístico de prueba	0.087	0.11	0.09	0.07	0.09
Sig. bilateral	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sig. Monte carlo	0.685	0.214	0.552	0.87	0.537

Anexo 6: Prueba de normalidad y estadísticos descriptivos para la secuencia en el tiempo de población de ninfas de *P. citri*.

Factor en el tiempo	Bloque	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
			12				
Un día antes de la aplicación (población de ninfas)	Bloque I	0,133		0,200*	0,955	12	0,708
	Bloque II	0,251	12	0,035	0,864	12	0,055
	Bloque III	0,190	12	0,200*	0,919	12	0,277
Tres días después antes de la aplicación (población de ninfas)	Bloque I	0,245	12	0,045	0,876	12	0,077
	Bloque II	0,161	12	0,200*	0,981	12	0,989
	Bloque III	0,112	12	0,200*	0,973	12	0,937
Siete días después de la aplicación (población de ninfas)	Bloque I	0,163	12	0,200*	0,935	12	0,441
	Bloque II	0,131	12	0,200*	0,943	12	0,535
	Bloque III	0,119	12	0,200*	0,963	12	0,829
Diez días después de la aplicación (población de ninfas)	Bloque I	0,160	12	0,200*	0,949	12	0,621
	Bloque II	0,204	12	0,182	0,943	12	0,536
	Bloque III	0,187	12	0,200*	0,949	12	0,625
Catorce días después de la aplicación (población de ninfas)	Bloque I	0,151	12	0,200*	0,948	12	0,602
	Bloque II	0,164	12	0,200*	0,922	12	0,299
	Bloque III	0,186	12	0,200*	0,954	12	0,700

* Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a Corrección de significación de Lilliefors

Anexo 7: Prueba de normalidad y estadísticos descriptivos para la secuencia en el tiempo de población de huevos de *P. citri*.

Factor	Bloque	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Un día antes de la aplicación	Bloque I	0,188	12	0,200*	0,928	12	0,360
	Bloque II	0,218	12	0,118	0,903	12	0,174
	Bloque III	0,164	12	0,200*	0,959	12	0,775
Tres días después de la aplicación	Bloque I	0,141	12	0,200*	0,967	12	0,882
	Bloque II	0,144	12	0,200*	0,947	12	0,596
	Bloque III	0,138	12	0,200*	0,946	12	0,574
Siete días después de la aplicación	Bloque I	0,119	12	0,200*	0,964	12	0,838
	Bloque II	0,131	12	0,200*	0,977	12	0,966
	Bloque III	0,222	12	0,104	0,909	12	0,207
Diez días después de la aplicación	Bloque I	0,163	12	0,200*	0,875	12	0,077
	Bloque II	0,160	12	0,200*	0,965	12	0,853
	Bloque III	0,196	12	0,200*	0,903	12	0,175
Catorce días después de la aplicación	Bloque I	0,162	12	0,200*	0,931	12	0,389
	Bloque II	0,154	12	0,200*	0,932	12	0,401
	Bloque III	0,214	12	0,134	0,902	12	0,166

* Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a Corrección de significación de Lilliefors

Anexo 8: Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) para la secuencia en el tiempo de población de adultos de *P. citri*.

Variable	Condición	Estadístico de Levene	g1	g2	Sig. ($\alpha=0.05$)
Num. adultos Un día antes de la aplicación (Transf. Log)	Se basa en la media	0,12	1	34,0	0,731
	Se basa en la mediana	0,22	1	34,0	0,637
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,22	1	33,8	0,637
	Se basa en la media recortada	0,11	1	34,0	0,738
Num. adultos tres días después de la aplicación (Transf. Log)	Se basa en la media	0,71	1	34,0	0,405
	Se basa en la mediana	0,82	1	34,0	0,369
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,82	1	33,7	0,369
	Se basa en la media recortada	0,76	1	34,0	0,387
Num. adultos siete días después de la aplicación (Transf. Log)	Se basa en la media	2,55	1	34,0	0,119
	Se basa en la mediana	2,57	1	34,0	0,118
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,57	1	29,2	0,119
	Se basa en la media recortada	2,52	1	34,0	0,121
Num. adultos diez días después de la aplicación (Transf. Log)	Se basa en la media	5,07	1	34,0	0,031
	Se basa en la mediana	4,67	1	34,0	0,038
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	4,67	1	30,0	0,039
	Se basa en la media recortada	5,06	1	34,0	0,031
Num. adultos catorce días después de la	Se basa en la media	1,92	1	34,0	0,174

aplicación (Transf. Log)	Se basa en la mediana	1,89	1	34,0	0,177
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,89	1	32,7	0,178
	Se basa en la media recortada	1,93	1	34,0	0,173

Anexo 9: Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) para la secuencia en el tiempo de población de ninfas de *P.citri*.

Factor	Prueba	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Un día antes de la aplicación (población de ninfas)	Se basa en la media	3,048	2	33	0,061
	Se basa en la mediana	1,646	2	33	0,208
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,646	2	24,94	0,213
	Se basa en la media recortada	3,220	2	33	0,053
Tres días después antes de la aplicación (población de ninfas)	Se basa en la media	4,571	2	33	0,018
	Se basa en la mediana	2,970	2	33	0,065
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,970	2	20,83	0,073
Siete días después de la aplicación	Se basa en la media recortada	4,371	2	33	0,021
	Se basa en la media	1,127	2	33	0,336
	Se basa en la mediana	0,694	2	33	0,507

(población de ninfas)	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,694	2	30,72	0,507
	Se basa en la media recortada	1,140	2	33	0,332
	Se basa en la media	1,130	2	33	0,335
Diez días después de la aplicación (población de ninfas)	Se basa en la mediana	1,093	2	33	0,347
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,093	2	27,69	0,349
	Se basa en la media recortada	1,118	2	33	0,339
	Se basa en la media	0,129	2	33	0,880
Catorce días después de la aplicación (población de ninfas)	Se basa en la mediana	0,129	2	33	0,879
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,129	2	31,921	0,879
	Se basa en la media recortada	0,135	2	33	0,875

Anexo 10: Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) para la secuencia en el tiempo de población de huevos de *P. citri*.

Factor	Tipo de test	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Un día antes de la aplicación	Se basa en la media	1,398	2	33	0,261
	Se basa en la mediana	0,816	2	33	0,451
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,816	2	29,30	0,452
	Se basa en la media recortada	1,157	2	33	0,327
Tres días después de la aplicación	Se basa en la media	0,041	2	33	0,960
	Se basa en la mediana	0,071	2	33	0,932
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,071	2	27,12	0,932
Siete días después de la aplicación	Se basa en la media recortada	0,044	2	33	0,957
	Se basa en la media	2,307	2	33	0,115
	Se basa en la mediana	1,714	2	33	0,196
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,714	2	28,02	0,199
	Se basa en la media recortada	2,297	2	33	0,116

	Se basa en la media	2,013	2	33	0,150
Diez días después de la aplicación	Se basa en la mediana	1,858	2	33	0,172
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,858	2	24,77	0,177
	Se basa en la media recortada	1,958	2	33	0,157
Catorce días después de la aplicación	Se basa en la media	0,627	2	33	0,541
	Se basa en la mediana	0,556	2	33	0,579
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,556	2	30,61	0,579
	Se basa en la media recortada	0,594	2	33	0,558

Anexo 11: Prueba de esfericidad de Mauchly para la secuencia a lo largo del tiempo de adultos de *P.citri*.

Efecto intra sujetos	W de Macuchly	Aprox. Chi cuadrado	gl	Sig.	Epsilon		
					Greenhaus e-Geisser	Huynh- Feldt	Limite inferior
factor1_Tie mpo	0,465	17,17	9	0,047	0,76	1,00	0,250

Anexo 12: Prueba de esfericidad de Mauchly para la secuencia a lo largo del tiempo de ninfas de *P.citri*.

Efecto intra- sujetos	W de Mauchl y	Aprox. Chi- cuadrad o	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse -Geisser	Huynh -Feldt	Límite inferior
factor1	0,553	13,285	9	0,151	0,811	1,000	0,250

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a Diseño : Intersección + ma + v + d + ma * v + ma * d + v * d + ma * v * d

Diseño intra-sujetos: factor1

b Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos

Anexo 13: Prueba de esfericidad de Mauchly para la secuencia a lo largo del tiempo de huevos de *P.citri*.

Efecto intra- sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi- cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Límite inferior
factor1	0,571	12,561	9	0,185	0,799	1,000	0,250

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a Diseño : Intersección + ma + v + d + ma * v + ma * d + v * d + ma * v * d

Diseño intra-sujetos: factor1

b Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Anexo 14: Medias de adultos de *P. citri* para el método de aspersión en función del tiempo

Método de aplicación	factor1_Tiempo	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Electroestático	1	0,753 ^a	0,038	0,674	0,832
	2	0,470 ^a	0,046	0,374	0,565
	3	0,389 ^a	0,048	0,290	0,488
	4	0,330 ^a	0,042	0,244	0,416
	5	0,518 ^a	0,034	0,448	0,588
Convencional	1	0,795 ^a	0,038	0,715	0,874
	2	0,484 ^a	0,046	0,388	0,580
	3	0,363 ^a	0,048	0,264	0,462
	4	0,300 ^a	0,042	0,214	0,386
	5	0,553 ^a	0,034	0,483	0,623

a Se basa en la media marginal de población modificada

Anexo 15: Medias de adultos de *P. citri* para los volúmenes de aplicación en función del tiempo

Volumen de aplicación	factor1_Tiempo	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
100	1	0,687 ^a	0,067	0,549	0,824
	2	0,500 ^a	0,080	0,335	0,666
	3	0,432 ^a	0,083	0,261	0,604
	4	0,336 ^a	0,072	0,187	0,485

	5	0,413 ^a	0,059	0,292	0,534
200	1	0,839 ^a	0,067	0,701	0,976
	2	0,480 ^a	0,080	0,314	0,646
	3	0,476 ^a	0,083	0,305	0,648
	4	0,393 ^a	0,072	0,244	0,542
	5	0,590 ^a	0,059	0,469	0,711
300	1	0,734 ^a	0,067	0,596	0,871
	2	0,429 ^a	0,080	0,263	0,594
	3	0,258 ^a	0,083	0,087	0,430
	4	0,261 ^a	0,072	0,112	0,410
	5	0,551 ^a	0,059	0,430	0,672
1500	1	0,829 ^a	0,067	0,691	0,966
	2	0,569 ^a	0,080	0,403	0,735
	3	0,433 ^a	0,083	0,261	0,605
	4	0,302 ^a	0,072	0,153	0,451
	5	0,576 ^a	0,059	0,454	0,697
2000	1	0,808 ^a	0,067	0,670	0,946
	2	0,403 ^a	0,080	0,237	0,569
	3	0,247 ^a	0,083	0,075	0,418
	4	0,235 ^a	0,072	0,086	0,384
	5	0,500 ^a	0,059	0,379	0,621
3000	1	0,747 ^a	0,067	0,609	0,885
	2	0,480 ^a	0,080	0,314	0,646
	3	0,409 ^a	0,083	0,238	0,581
	4	0,362 ^a	0,072	0,213	0,511

5 0,584^a 0,059 0,463 0,705

a Se basa en la media marginal de población modificada

Anexo 16: Medias de adultos de *P. citri* para el tipo de dosificación en función del tiempo.

Dosificación	factor1_ Tiempo	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Por hectárea (ha)	1	0,768 ^a	0,038	0,689	0,848
	2	0,475 ^a	0,046	0,380	0,571
	3	0,349 ^a	0,048	0,250	0,448
	4	0,296 ^a	0,042	0,210	0,382
	5	0,513 ^a	0,034	0,443	0,582
Por concentración (cc)	1	0,779 ^a	0,038	0,700	0,859
	2	0,479 ^a	0,046	0,383	0,574
	3	0,403 ^a	0,048	0,304	0,503
	4	0,334 ^a	0,042	0,248	0,420
	5	0,559 ^a	0,034	0,489	0,629

a Se basa en la media marginal de población modificada