

MANEJO INTEGRAL DE INSECTOS PICADORES Y CHUPADORES EN CULTIVOS DE SANDÍA¹

Anovel Barba-Alvarado²; Vidal Aguilera-Cogley³; Román Gordon-Mendoza⁴

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar diferentes sistemas de manejo de plagas en sandía (*Citrullus lanatus*), se realizó un experimento en la Estación Experimental El Ejido de IDIAP, localizada en el Ejido, provincia de Los Santos, Panamá. Se evaluaron tres tratamientos, uno consistió en manejo convencional de plagas (MCP) sin muestreo, otro con un sistema de manejo integrado plagas (MIP) con muestreo y un tercer tratamiento testigo sin aplicación. El análisis de varianza mostró que existe diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) entre los sistemas MIP y MCP en relación al testigo; lográndose mantener en ambos sistemas las poblaciones de *Bemisia tabaci*, *Aphis gossypii* y *Thrips palmi* por debajo de los umbrales de acción establecidos en la investigación durante la etapa crítica del cultivo. Las poblaciones de *A. gossypii* colonizaron el cultivo desde los 16 días después del trasplante (ddt) y se incrementaron durante todo el ciclo fenológico del cultivo hasta alcanzar un porcentaje promedio alto entre 41 ddt y 51 ddt con un 26% y 30% de las plantas infestadas en el tratamiento testigo. También se observó un incremento en las poblaciones de depredadores como *Cycloneda sanguinea* y de la familia Sirphidae, existiendo una fuerte correlación, $r = 0,73$ ($P < 0,01$); $r = 0,78$ ($P < 0,01$), con el incremento en el grado de infestación de *A. gossypii* en campo. No existieron diferencias significativas en el rendimiento entre los sistemas de manejo integrado MCP y MIP. Sin embargo, el sistema de manejo MIP, produjo una mayor tasa de retorno marginal con 363,6%, debido al menor número de aplicaciones de insecticida. Por consiguiente, la práctica de muestreo y uso de umbrales de acción son importantes en los programas de manejo integrado.

PALABRAS CLAVES: *Citrullus lanatus*, *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, *Frankliniella* sp., *Thrips palmi*.

¹Recepción: 13 de junio de 2016. Aceptación: 26 de agosto de 2016.

²Ph.D. en Entomología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). Grupo de Investigación en Protección Vegetal (GIVP). e-mail: anovel.barba@idiap.gob.pa

³Ph.D. en Micología. IDIAP. CIAC. Grupo de Investigación en Protección Vegetal (GIVP).

⁴M.Sc. de Protección Vegetal. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Azuero (CIAA).

INTEGRAL MANAGEMENT OF PIERCING AND SUCKING INSECTS OF THE WATERMELON CROPS

ABSTRACT

With the aim of assessing different systems of the pest management in the crops of watermelon (*Citrullus lanatus*), an assay was carried out at the experimental station El Ejido, in Los Santos, Panama. Three types of treatments were evaluated; a conventional treatment without monitoring (CT), an integrated pest management with monitoring (IPM) and an untreated control. The analysis of variance showed a highly significant difference between the systems of IPM and CT related to untreated control ($P < 0,01$). The population of *Bemisia tabaci*, *Aphis gossypii* and *Thrips palmi* in both the treatment was kept under the threshold established by this research during the critical stage of cultivation of watermelon crop. The population of *A. gossypii* colonized the crop 16 days after transplanting (DAT) and increased during the whole phenological cycle of the plant until reaching the average infestation of 26% and 30% during 41 and 51 DAT in the untreated control. The increase of the population of the predators such as *Cycloneda sanguinea* and the insects of the family Syrphidae were also observed, and the high correlation, $r = 0,73$ ($P < 0,01$) and $r = 0,78$ ($P < 0,01$), existed with the increase of the level of the infestation of *A. gossypii* in the field. No significant difference in the yield existed between both the systems of CT and IPM. Nevertheless, the marginal return increased 363,6% in the system of IPM by reducing the applications of insecticides. Therefore, the practice of sampling and the early action are important for the program of the integrated management.

KEY WORDS: *Citrullus lanatus*, *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, *Frankliniella* sp., *Thrips palmi*.

INTRODUCCIÓN

Es difícil cuantificar el impacto causado por insectos picadores y chupadores como: mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) y afidos, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) sobre la producción de sandía (*Citrullus lanatus* Thumb.) (Herrera-Vásquez *et al.* 2013, Morales y Jones 2004, Guerra *et al.* 2002). El efecto fitófago de *A. gossypii* produce una reducción en

el rendimiento entre 32,5% y 91,1%, en cultivares de melón (*Cucumis melo* L.) (Gordón M *et al.* 2002). A los problemas de *B. tabaci* y *A. gossypii*, se suma ahora, el de *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) (Barba y Suris 2015, Herrera-Vásquez y Barba 2013), del cual se registran pérdidas del 85% en la producción de sandía y de 54% a 95% en pepino (*Cucumis sativus* L.) y berenjena (*Solanum melongena* L.) (SAGARPA 2012).

En la región de Azuero, debido al problema de *B. tabaci* y *A. gossypii* se han evaluado diferentes estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) que incluyeron tácticas: químico, culturales, fitogenético y biológicos, priorizando el control químico (Gordón M *et al.* 2003, Vong C *et al.* 2003, Gordón M *et al.* 2002). Cabe destacar que algunas tácticas como poda, uso de cobertura reflectiva, uso de insecticidas biológicos y químicos selectivos han mostrado reducir las poblaciones de insectos vectores y la incidencia de enfermedades virales (Gordón M *et al.* 2000a, Gordón M *et al.* 2000b, Vong C *et al.* 2003). Sin embargo, estas no se practican con un enfoque integral en el cultivo de sandía en la región de Azuero, al privilegiar la utilización de plaguicidas sintéticos sobre los otros métodos de control (Barba *et al.* 2015).

La utilización indiscriminada de agroquímicos, en especial los insecticidas de amplio espectro, ha provocado que se agudicen más los problemas en el manejo de insectos vectores (Morales 2006, Alvarado *et al.* 2003, Gordón M *et al.* 2002). Algunos productores aplican hasta dos veces por semana totalizando al final del periodo de cultivo de 12 a 15 aplicaciones de químicos (Gordón M *et al.* 2003). Existe una tendencia al incremento en el uso de plaguicida para los próximos años, por lo que la sociedad

estará mayormente expuesta (Espinosa y Barba 2014).

El abuso de pesticidas y el uso de materiales de siembra infestadas son factores que contribuyen al desarrollo de epifitias de virus en cultivos (Morales 2006, Vázquez 2008). El manejo integrado de plagas reduce la necesidad de plaguicidas, ya que actúa sobre la base de muestreos, umbrales de acción e integración de prácticas culturales y biológicas entre otras. Cabe destacar que el MIP puede tener diferentes niveles de integración, incorporando en cada nivel sucesivo los componentes de nivel presente. El primer nivel (nivel I) integra tácticas para el control de plaga o de un complejo de plagas dentro de una categoría (Toledo y Infante 2008). Según Altieri y Nicholl (2000), las interacciones complementarias entre los diversos componentes bióticos pueden ser utilizadas para inducir efectos positivos y directos en el control de plagas específicas de cultivos. La filosofía del MIP, se acopla a los principios de agricultura sustentable, ya que sus estrategias y tácticas toman en cuenta los intereses de los productores y la sociedad; así como el impacto en el ambiente (Toledo y Infante 2008).

El objetivo de este trabajo fue evaluar dos sistemas de manejo de plagas, el sistema manejo convencional de plagas (MCP), sin monitoreo, ni umbrales de

acción para la toma de decisiones en el control de insectos plagas en comparación con el sistema MIP, el cual considera muestreos, umbrales de acción y periodos críticos del cultivo; en el cual se incluye la integración de tácticas de manejo para insectos vectores, análisis de residuos tóxicos y económico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó entre los meses de enero a marzo de 2008, en la Estación Experimental El Ejido del IDIAP, en el Ejido, provincia de Los Santos, Panamá, localizada a 7° 53' latitud Norte y 80° 23' de longitud Oeste, a unos 23 msnm. La temperatura media en el mes de enero fue de 27,6° C y aumento, 0,5° C en febrero y 1° C en marzo, respectivamente.

La preparación de la parcela experimental consistió en un pase de semi roma, tres pases de rastra liviana y surcado. Dentro de las prácticas de manejo, se incluyó el uso de cobertura de polietileno, color negro – plateado. Las plántulas de sandía se obtuvieron en casas de vegetación. También barrera viva de maíz IDIAP – amarillo precoz' (Camargo y Gordón 2000), en doble hilera, sembrada en forma perpendicular a la dirección del viento en los sistema de manejo evaluados. En cuanto al manejo de la fertirrigación fue realizado de acuerdo a los requerimientos del cultivo de sandía,

evitando siempre el exceso de nitrógeno (Osorio *et al.* 2012). Todas estas prácticas contribuyen a reducir las poblaciones de insectos vectores (Ortega 2008). El cultivar utilizado tipo Crimson Quetzalí, cultivar utilizado por el 90% de los productores en la región de Azuero (Barba *et al.* 2015). El control de enfermedades se realizó previo monitoreo en campo y se aplicó metalaxil + mancozeb, en una sola aspersión, para el control de *Pseudeperonospora cubensis*.

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo de tratamientos en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por tres surcos, a una distancia de 0,80 m entre planta y 1,80 m entre hilera (6944 plantas. ha⁻¹) cada surco midió 10 m de longitud. La parcela efectiva estuvo conformada por ocho plantas del surco central de cada unidad experimental.

El experimento constó de dos factores, el primer factor fue la parcela principal (semanas de muestreo) y el segundo para las subparcelas donde se aplicaron los sistemas de manejo integrado.

Los sistemas de manejos consistieron en:

1. Manejo convencional de plagas (MCP) sin muestreo, ni umbral de

acción con frecuencia de aplicación de insecticidas semanal, que incluyó seis aplicaciones de insecticidas.

2. Manejo integral de plagas (MIP) con muestreo y umbral de acción como criterio para la toma de decisión de aplicación de insecticidas selectivos, que incluyó dos aplicaciones de insecticidas.
3. Testigo sin aplicación de insecticidas.

Los muestreos se realizaron con una frecuencia de siete días. Para cuantificar los niveles de infestación de *B. tabaci* y *A. gossypii* se utilizó la escala de evaluación propuesta por Korytkowski (2003), donde se consideró, Grado 0: ningún individuo; Grado 1: 1 - 5 individuos; Grado 2: 6 - 10 individuos; Grado 3: 11 - 25 individuos y Grado 4: más de 25 individuos. Los niveles críticos utilizados para la toma de decisiones de control se presentan en el Cuadro 1. Se observó la presencia de los siguientes enemigos naturales: Coccinellidae (Coleoptera), Sirphidae (Diptera), Chrysopidae (Neuroptera) y arañas (Aranae). Los muestreos se realizaron antes de cada

aplicación y posterior a la aplicación de los tratamientos. Durante la etapa de plántula, se muestreó toda la planta, posterior a esta etapa se tomó la guía principal. Se realizaron conteos en campo de ninfas y se recolectaron muestras de especímenes adultos con la ayuda de aspiradores, paneles o placas blancas, sobre brotes terminales y flores del cultivo de sandía.

Los especímenes se recogieron con ayuda de un pincel humedecido con alcohol al 75% y los mismos se depositaron y preservaron en viales de 2 ml con alcohol al 75% y trasladados al laboratorio de Protección Vegetal del Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC) - Divisa, para montaje e identificación (Voegtlin *et al.* 2003, Ortega 2008, IPPC 2010). En el Cuadro 2 se muestran los momentos de aplicación y las dosis de los insecticidas utilizados en cada tratamiento. Para la determinación del rendimiento, se contó el número y peso (kg) de fruto por planta por sistema de manejo evaluado. Adicional, se realizó una prueba de AChE (inhibición de la

CUADRO 1. NIVELES CRÍTICOS UTILIZADOS PARA LA TOMA DE DECISIONES DE CONTROL DE INSECTOS PICADORES CHUPADORES.

Insecto plaga	Nivel crítico
<i>B. tabaci</i>	Grado 1 en 20% o más de las plantas evaluadas
<i>A. gossypii</i>	Grado 1 en 25% o más de las plantas evaluadas
<i>Frankliniella</i> sp. y <i>T. palmi</i>	<20% de infestación de las plantas evaluadas

enzima colinesterasa) para determinar la presencia de insecticidas de la familia carbamatos y organofosforados a muestras de frutos a fin de asegurar la calidad de la fruta. La misma, fue realizada en el laboratorio de toxicología localizado en el mercado de abasto, ciudad de Panamá.

Se verificaron los supuestos de normalidad Shapiro – Willks (Mahibbur y Govindarajulu 1997). Los datos se transformaron con $\sqrt{X+1}$. Se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA), las diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las medias se determinó mediante la prueba de Diferencias Mínimas Significativas (DMS). Se realizó un análisis económico de presupuesto parcial y tasa de retorno marginal (CIMMYT 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Moscas Blancas: *B. tabaci*

Las poblaciones de moscas se detectaron a partir del segundo muestreo; durante la etapa de elongación del tallo y hojas verdaderas del cultivar Quetzalí (Osorio *et al.* 2012). La fluctuación poblacional vario durante el ciclo del cultivo, siendo la fase reproductiva y desarrollo del fruto (fructificación) donde se presentó la mayor abundancia de *B. tabaci*. El análisis de varianza mostró que existió diferencia altamente significativa entre las semanas de muestreos; sin embargo, entre los sistemas de manejo e interacción entre las semanas de muestreos y sistemas de manejo, no se detectaron diferencias significativas (Cuadro 3).

CUADRO 2. DESCRIPCIÓN DE LOS MANEJOS Y MOMENTO DE APLICACIÓN DE LOS INSECTICIDAS UTILIZADOS.

Sistema (ddt)	Manejo Integrado de Plagas		Manejo Convencional de plagas		Testigo
	Ingrediente activo	Dosis de producto comercial/ha	Ingrediente activo	Dosis de producto comercial/ha	
01	Imidacloprid (granulo dispersable)	250 g	Imidacloprid (granulo)	35 kg	Sin aplicación
09			lambda cialotrina	92 cc	Sin aplicación
16			clorfenapir + abamectina	230 cc	Sin aplicación
23			tiametoxan	307 g	Sin aplicación
30			dimetoato	500 cc	Sin aplicación
37	spinosad	575 cc	spinosad	575 cc	Sin aplicación

ddt: Días después del trasplante.

CUADRO 3. CUADRADOS MEDIOS DE LA VARIABLE PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE MOSCAS BLANCAS.

FV	gl	CM
Semana de muestreo	6	0,0477**
Repetición	3	0,0109 ns
Error A	18	0,0077
Sistema de manejo	2	0,0010 ns
Semana de muestreo * Sistema de manejo	12	0,0006 ns
Error B	42	0,0021

Nivel de significancia: ** = $P < 0,01$; * = $P < 0,05$; ns = no significativo.

Las poblaciones se mantuvieron por debajo de los umbrales de acción durante la etapa de establecimiento del cultivo, que es cuando el cultivo de sandía es más susceptible al daño de *B. tabaci*.

En relación a los enemigos naturales de *B. tabaci*, se han realizado varias compilaciones (González *et al.* 2009, Bernal 2014), siendo los parasitoides *Eretmocerus* spp. y *Encarcia pergandiella*, los dominantes en Azuero. Sin embargo, no se encontraron parasitoides de *B. tabaci*, durante ciclo del cultivo. En este sentido, no existen registros de parasitoides de *B. tabaci* asociados a agroecosistemas de sandía, según literatura consultada. Adicional, es de considerar algunas características de la planta hospedante, pudiese afectar la oviposición, densidad de tricomas, ceras de las hojas, metabolitos secundarios. Smith H *et al.* (2014), sugiere algunos roles que pudiese tener las arvenses en la

regulaciones de poblaciones de *B. tabaci* en agroecosistemas, ya que proveen hábitat para predadores y parasitoides.

Las poblaciones de *B. tabaci* se correlacionaron con el incremento en poblaciones de *Cycloneda sanguinea* ($r = 0,46$; $P < 0,01$). Los coccinélidos en los agroecosistemas se alimentan principalmente de huevos e instares ninfales de moscas blancas (Smith H *et al.* 2014). Las poblaciones de *B. tabaci* se mantuvieron por debajo de los umbrales de acción establecidos para el experimento durante la etapa crítica del cultivo.

El análisis de separación de medias indicó que los porcentajes más altos de infestación se observaron en la última semana de muestreo realizada a los 51 ddt con un promedio de infestación de 37,5%, seguido de la sexta semana de muestreo realizado a los 44 ddt con promedio de infestación de 16,68% (Figura 1).

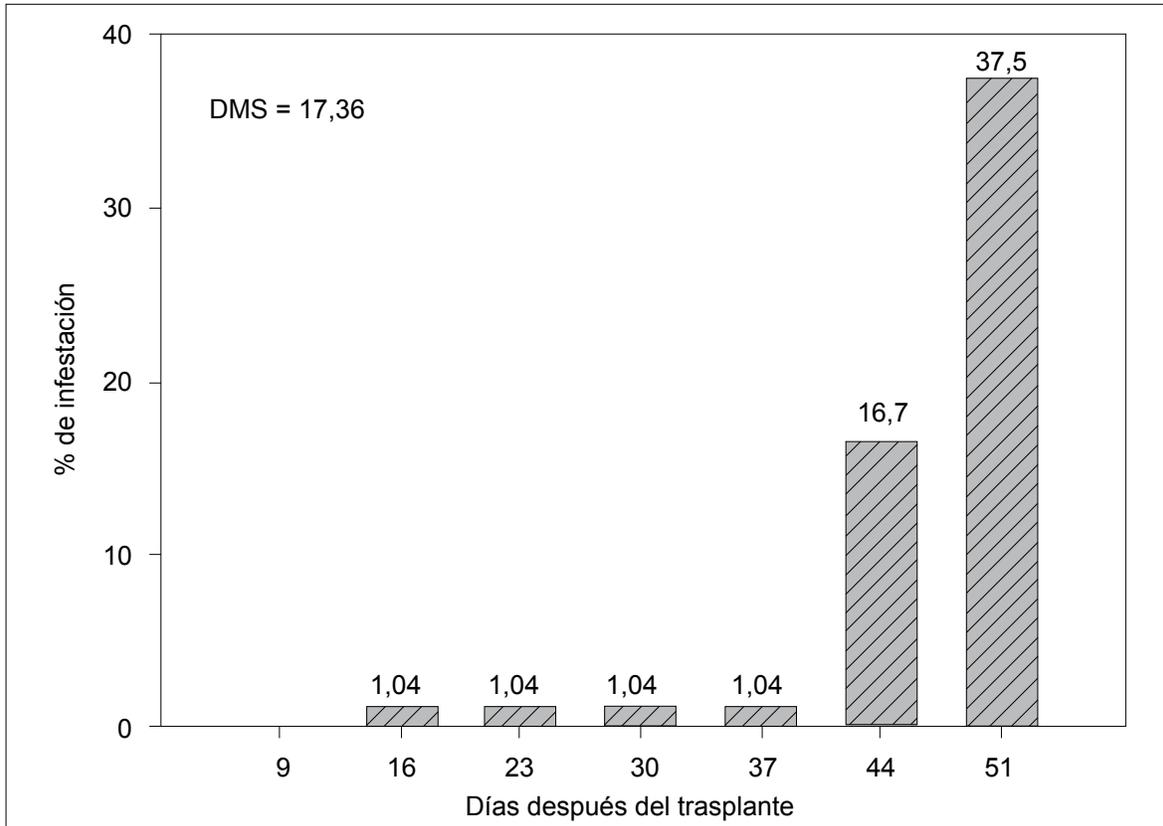


Figura 1. Porcentaje de infestación promedios de mosca blanca por semana de muestreo.

Áfidos: *A. gossypii*

Las poblaciones de *A. gossypii* mostraron grados de infestación superiores, a *B. tabaci*. El análisis de varianza realizado a *A. gossypii*, reveló diferencias significativas y altamente significativas entre los muestreos y sistemas evaluados, en relación al testigo (Cuadro 4). Esto pudiese explicarse por las interacciones entre los niveles tróficos inferior, influenciados por prácticas agrícolas apropiadas de manejo, que limitan las poblaciones de las plagas (Polack 2008). Existió una correlación

positiva $r = 0,43$; ($P < 0,01$), entre las poblaciones de *A. gossypii* y *B. tabaci*. En los sistemas de cultivo, la integración y diversidad de prácticas influyeron en el ciclo de desarrollo de poblaciones de insectos (Altieri y Nicholls 2000, Polack 2008, Ortega 2008).

Las densidades poblacionales variaron entre semana de muestreos. Las poblaciones colonizaron el cultivo a los 16 ddt y se incrementó durante todo el ciclo fenológico del cultivo de sandía. Siendo entre 44 y 51 ddt donde se detectaron los

CUADRO 4. PORCENTAJE DE INFESTACIÓN PROMEDIO DE AFIDOS POR SEMANA DE MUESTREO.

FV	gl	CM			
		Áfidos Grado 1	Áfidos Grado 2	Áfidos Grado 3	Áfidos Grado 4
Semana de muestreo	6	0,0109**	0,0008*	0,0009**	0,0386**
Repetición	3	0,0022 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0003 ^{ns}
Error A	18	0,0011	0,0010	0,0004	0,0017
Sistema de manejo	2	0,0017 ^{ns}	0,0035**	0,0039**	0,0937**
Semana de muestreo* Sistema de manejo	12	0,0056**	0,0008**	0,0008**	0,0268**
Error B	42	0,0010	0,0002	0,0003	0,0021

Nivel de significancia: ** = $P < 0,01$; * = $P < 0,05$; ^{ns} = no significativo.

porcentajes de infestación acumulados más altos, alcanzando infestaciones de grado 4 con un 26,04% y 30,21%, respectivamente (Figura 2). Produciendo el colapso de la planta en el tratamiento testigo, durante la etapa de desarrollo del fruto. Sin embargo, las poblaciones se mantuvieron por debajo de los umbrales establecidos durante la etapa crítica del cultivo, en los dos sistemas de manejo evaluados. Solo se requirieron dos aplicaciones de insecticidas selectivos en el sistema de manejo integrado MIP, en tanto que en el sistema MCP, se requirieron seis aplicaciones.

En relación al efecto de control de los sistemas de manejo integrado con respecto a los áfidos, se pudieron observar diferencias significativas entre los mismos. La prueba de separación de medias indicó que el tratamiento

testigo fue el que presentó las mayores infestaciones (Figura 3) y los sistemas de producción MIP y MCP obtuvieron los menores promedios de infestación, sin presentar diferencia estadística entre ellos.

En relación a la interacción semana de muestreo por sistema de manejo, sirvió de parámetro para medir la respuesta de los tratamientos en los diferentes momentos en que se realizaron los muestreos y aplicaciones. El efecto de aplicación de granulo de imidacloprid al momento de la siembra mantuvo las poblaciones por debajo del umbral de acción hasta los $\pm 47,5$ ddt, durante la etapa crítica del cultivo de sandía, en el sistema MIP, que es cuando emigran las primeras poblaciones de adultos de campos cultivados.

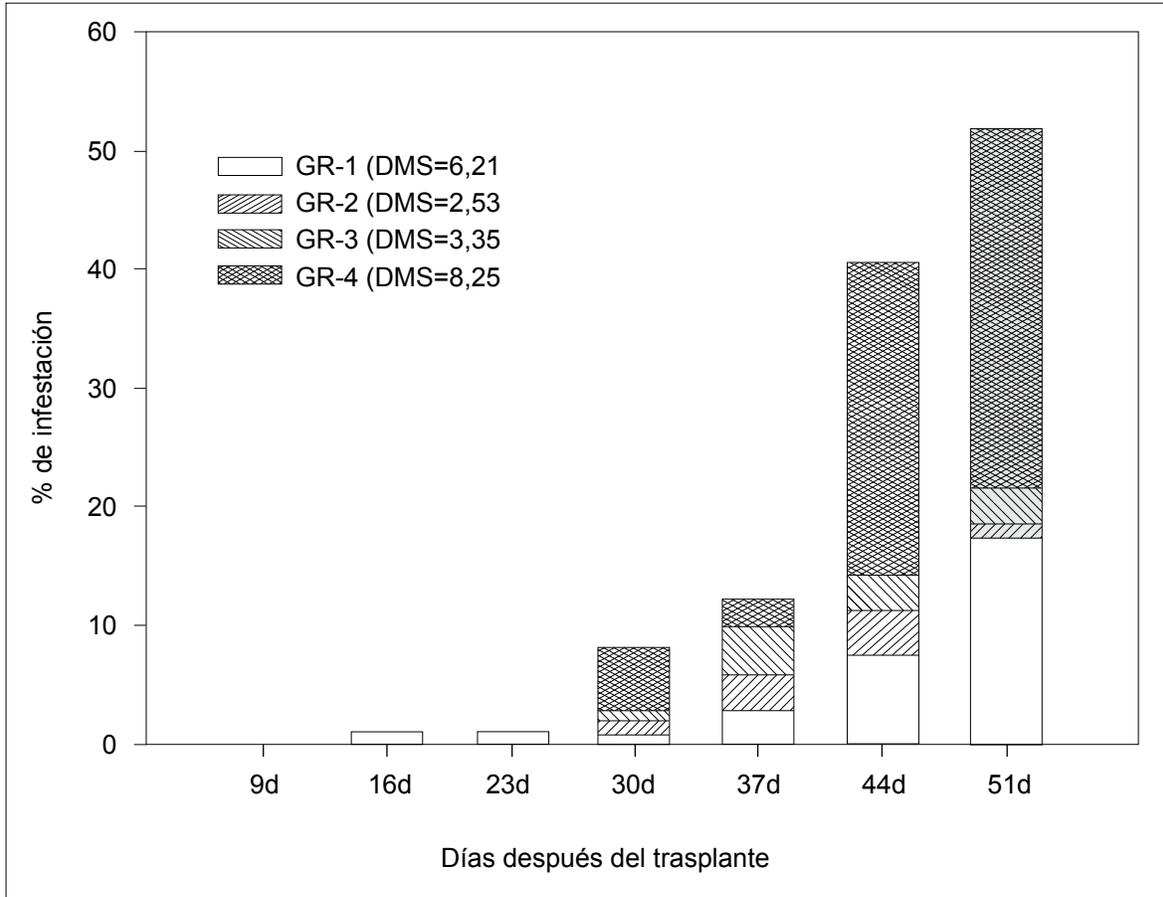


Figura 2. Porcentajes de infestación promedios de áfidos por muestreo.

El efecto de la interacción entre semanas de muestreos por sistema de manejo integrado, se observó en las variables áfidos grado 1, 2, 3 y 4 con diferencias altamente significativas. Estas poblaciones se incrementaron en la etapa de fructificación hasta la maduración o cosecha. También se observó un incremento en las poblaciones de depredadores como *Cycloneda sanguinea* y *Syrphidae*, existiendo una fuerte

correlación, $r = 0,73$ ($P < 0,01$); $r = 0,78$ ($P < 0,01$), con el incremento en el grado de infestación de *A. gossypii* en campo. El alto grado de infestación de *A. gossypii*, produjo daños directos e indirectos, por efecto de la producción de mielecillas que favoreció el desarrollo del hongo fumagina, el cual cubrió de hollín, con la consecuente reducción en la cantidad y calidad del fruto en el tratamiento testigo.

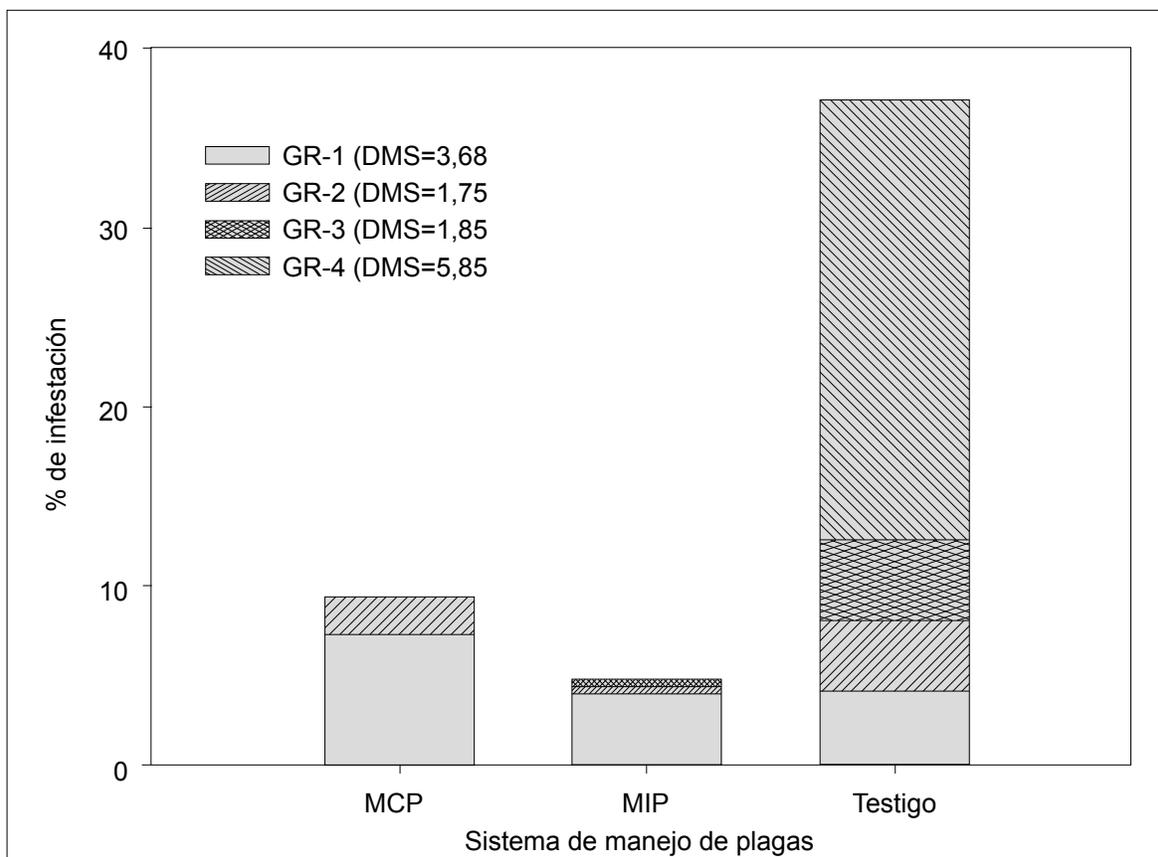


Figura 3. Porcentajes de infestación promedio de áfidos por muestreo por sistema de manejo.

Trips: *Frankliniella* sp. y *T. palmi*.

Las poblaciones de trips presentaron bajos niveles de infestación durante todo el ciclo del cultivo. Las primeras poblaciones se detectaron a partir del segundo muestreo cuando el cultivo tenía 16 ddt, sin embargo, el porcentaje de infestación en promedio no sobrepasó 0,59% durante todo el ciclo del cultivo. Los niveles de infestación durante el desarrollo de la investigación se mantuvieron por debajo de los umbrales establecidos para el control, incluyendo el Testigo. El análisis de varianza realizado

a las poblaciones de *T. palmi*, indicó que no hubo diferencias significativas entre las semanas de muestreo, sistema de manejo integrado ni tampoco hubo interacción significativa entre ambos factores (Cuadro 5).

Trabajos realizados por Barba 2015, indican que las poblaciones de *T. palmi* se presentan durante todo el desarrollo fenológico del cultivo, incrementándose desde la floración hasta la maduración, que es cuando alcanza su mayor densidad. Adicionalmente, existen

CUADRO 5. CUADRADOS MEDIOS DE LA VARIABLE PORCENTAJE DE INFESTACION DE TRIPS.

FV	gl	CM
Semana de muestreo	6	0,00019 ^{ns}
Repetición	3	0,00035 ^{ns}
Error A	18	0,00025
Sistema de manejo	2	0,00004 ^{ns}
Semana de muestreo * Sistema de manejo	12	0,00015 ^{ns}
Error B	42	0,00013

Nivel de significancia: ** = $P < 0,01$; * = $P < 0,05$; ^{ns} = no significativo.

factores bióticos y abióticos que influyen en las poblaciones de *T. palmi* en sistemas agrícolas (Vázquez 2003). Kawai (1985) menciona que existe competencia inter específica entre *T. palmi* y *A. gossypii*, esta última especie fue la dominante en campo.

Calidad - Rendimiento de fruto

El resultado de la prueba de inhibición de la enzima colinesterasa (AChE) de insecticidas realizada a muestras de frutos de lotes bajo los sistemas de MCP y MIP, presentó niveles inferiores al 35%, lo que indica que la fruta es apta para el consumo.

En relación al rendimiento de fruta, no se encontró diferencias significativas entre los sistemas de manejo MCP y MIP ($P > 0,05$). Sin embargo, se realizó un análisis económico de los sistemas

de manejo que involucró precio de los insecticidas, costo de aplicación, conforme al precio de la fruta en planta de empaque durante el período que se realizó el experimento.

Al realizar el análisis de dominancia de los sistemas de manejo se observó que el sistema MCP es dominado (D) con respecto al sistema MIP ya que presentó mayores costos que varían y menos beneficios netos (Cuadro 6). Al calcular la tasa de retorno marginal muestra que el sistema MIP es el más eficiente con 363,6%, es decir que por cada dólar invertido en el sistema MIP el agricultor podrá recuperar su inversión y ganar B/.3,63, lo cual sugiere que este sistema de manejo pudiese ser una alternativa económicamente viable y amigable con el ambiente ya que requirió de menos aplicaciones de insecticidas.

CUADRO 6. PRESUPUESTO PARCIAL Y TASA DE RETORNO MARGINAL DE LOS SISTEMAS DE MANEJO INTEGRADO.

Sistema de Manejo	Rendimiento (kg/ha)	Beneficios Brutos (B/.ha)	Costo que Varían (B/.ha)	Beneficios Netos (B/.ha)	Tasa de Retorno Marginal (%)
Testigo	27 059	4 167,15	-----	4 167,15	-----
MIP	33 168	5 107,83	202,90	4 904,93	363,6
MCP	33 062	5 091,47	381,90	4 709,57	D

CONCLUSIONES

- La aplicación de diversidad de tácticas de manejo con alto potencial práctico, minimizaron los daños causados por insectos vectores. Todas ellas integradas dentro de una estrategia de manejo integrado.
- Los sistemas de manejo evaluados lograron mantener las poblaciones bajas de insectos vectores durante la etapa crítica del cultivo de sandía, incluyendo *T. palmi*, plaga de interés fitosanitario.
- De los sistemas de manejo evaluados, el MIP, que integra un mayor número de tácticas dentro de la estrategia de manejo, mostró efectividad en la protección del cultivo, y de menor impacto en salud y ambiente, reflejado en la disminución del número de aplicaciones, rendimiento, calidad de frutos y rentabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M; Nicholls, C. 2000. Teoría y práctica para la agricultura sustentable. 1era edición. Programa de la Naciones Unidas para el medio ambiente. Red de Formación ambiental para América Latina y el Caribe. MX. 257 p.
- Alvarado, L; Sánchez, J; Zachrisson, B; Fernandez, O. 2003. Distribución del biotipo B de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) en la zona central y en la provincia de Panamá, República de Panamá. 2001. Revista Actualidad Agropecuaria 14:81-94.
- Barba, A, Suris, M. 2015. Incidence of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) in weeds associated with the watermelon crop for the region of Azuero, Panama. Rev. Protección Veg. 30(3):171-175.

- Barba, A. 2015. Manejo Integrado de *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de sandía de Exportación en la Región de Azuero, Panamá: Distribución de *T. palmi* en la planta de sandía. Tesis doctoral, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Universidad Agraria de la Habana, Cu. 100 p.
- Barba, A; Espinosa, J, Suris, M. 2015. Adopción de prácticas para el manejo agroecológico de plagas en la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) en Azuero, Panamá. Rev. Protección Veg. 30(2):104-114.
- Bernal, J. 2014. Diversidad de especies de los parasitoides de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos y malezas en Panamá. Rev. Tecnociencia 16(2):9-31.
- Camargo, I; Gordón, R. 2000. IDIAP Amarillo Precoz; una variedad de maíz de ciclo corto, para el pequeño productor. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). 2 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México DF, MX. 79 p.
- Espinosa, J; Barba, A. 2014. Reseña histórica de la problemática de contaminación por agroquímicos y mecanismos de regulación en Panamá. Universidad de Panamá. Rev. Antataura Visión 2:37-48.
- González, G; Guerra, J; Villarreal, N; Adames, k; Araúz, L; Núñez, J. 2009. Contribución al conocimiento de los parasitoides de mosca blanca en Panamá. Nota de Investigación. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 3 p.
- Gordón M, R; Franco, J; González, A. 2002. Comportamiento de insectos plagas a la aplicación de insecticidas en dos cultivares de melón en la región de Azuero, Panamá. 1996. Revista Ciencia Agropecuaria 12:95-111.
- Gordón M, R; Franco, J; González, A. 2003. Efectividad de insecticidas de origen biológico para control de áfidos y mosca blanca en melón. Los Santos. Revista Ciencia Agropecuaria 13:17-28.

- Gordón M, R; Franco, J; González, A; Guerra, J. 2000a. Efecto de la poda e insecticidas en el manejo de las principales plagas del cultivo de la sandía. *Revista Ciencia Agropecuaria* 10:83-99.
- Gordón M, R; Franco, J; González, A; Gutiérrez, O. 2000b. Manejo químico de las principales plagas del cultivo del melón bajo dos sistemas de siembra. Los Santos, Panamá. 1999. *Revista Ciencia Agropecuaria* 10:101-112 p.
- Guerra, J; Fernández, O; Gutiérrez, O; Murillo, A; Villarreal, N. 2002. Moscas blancas presentes en áreas hortícolas de la península de Azuero. Los Santos, Panamá. 1999. *Revista Ciencia Agropecuaria* 12:125-136.
- Herrera-Vásquez, JA; Barba, A. 2013. Identificación de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de cucurbitáceas en Panamá. *Agronomía Mesoamericana* 24(1):47-55.
- Herrera-Vásquez, JA; Córdoba-Sellés, MC; Cebrián, MC; Font-San Ambrosio, MI; Alfaro-Fernández, A; Jordá, C. 2013. Viruses of cucurbits in Panamá. *Journal of Plant Pathology* 95(2):435-440.
- IPPC (International Plant Protection Convention, IT). 2010. Normas Internacionales para medidas fitosanitarias. NIMF 27. Anexo1. Protocolo de diagnóstico PD1. *Thrips palmi*. 22 p.
- Kawai, A. 1985. Studies de population ecology of *Thrips palmi* Karny. Interspecific competition with *Aphis gossypii* Glover. *Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu* 31:156-159. (In Japanese, English summary).
- Korytkowski, C. 2003 Manejo Integrado de Plagas. Programa de Maestría en Entomología. Universidad de Panamá. p. 97.
- Mahibbur, RM; Govindarajulu, Z. 1997. A modification of the test of Shapiro and Wilks for normality. *Journal of Applied Statistics* 24(2):219-235.
- Morales, F. 2006. Tropical Whitefly IPM Project. *Advances in Virus Research* 69:249-311.
- Morales, F; Jones, P. 2004. The ecology and epidemiology of whitefly-

- transmitted viruses in Latin America. *Virus Research* 100:57-65.
- Ortega, L. 2008. Mosca blanca temas selectos sobre su manejo. Colegio de Postgraduados. Mundi Prensa, MX. 118 p.
- Osorio, N; González, R; Guerra, J; Aguilera, V. 2012. Manejo integrado del cultivo de la sandía. Manual Técnico. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). 44 p.
- Polack, LA, 2008. Interacciones tritróficas involucradas en el control de plagas de cultivos hortícolas. Tesis doctoral. Universidad de la Plata. Facultad de Ciencias naturales y Museo. 172 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, ME). 2012. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Dirección Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASICA). Ficha Técnica Trips oriental *Thrips palmi* Karny. Gobierno Federal, MX. 34 p.
- Smith H, A; Nagle, C; Evans, G. 2014. Densities of Eggs and Nymphs and Percent Parasitism of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on Common Weeds in West Central Florida. *Insects* 5:860-876.
- Toledo, F; Infante, F. 2008. Manejo Integrado de Plagas. Ed. Trillas, MX. 24 p.
- Vázquez M, LL. 2003. Base para el manejo de *Thrips palmi*. *Revista de Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 69(46):84-91.
- Vázquez, LL. 2008. Manejo Integrado de Plagas. Preguntas y respuestas para técnicos y agricultores. Editorial Científico – Técnica. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, CU. p. 385-392.
- Voegtlin, D; Villalobos, W; Sánchez, M; Saborío, G; Rivera, C. 2003. Guía de los áfidos alados de Costa Rica. Eds: Voegtlin, D y Rivera, C. San José, CR. *Revista de Biología Tropical* 51(2):6-54.
- Vong C, K; Fernández, O; García, J. 2003. Análisis de epifitias del PRSV-W en parcelas de melón tratadas con insecticidas y cobertura reflectiva plateada en Azuero. 1997. *Revista Ciencia Agropecuaria* 13:169-178.

AGRADECIMIENTO

A la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología de Panamá (SENACYT) por el apoyo económico brindado al proyecto.

A la Agencia Internacional de Cooperación de Japón (JICA) por brindarnos la colaboración del Dr. Masachika Hirano, Entomólogo.

A los compañeros de IDIAP en especial al Biólogo Jorge Ceballos por AChE (inhibición de la enzima colinesterasa), al Ing. Nelson Osorio y Técnico Gustavo Castillo de la Estación Experimental del Ejido.

A Sustainable Science Institute (SSI), Dr. Ronel Solís, revisión resumen inglés, al Magister Marco Medina y a la Magistra Karla Solís B. por la revisión de este documento.