



Agrocienza
Colegio de Postgraduados
agrocien@colpos.colpos.mx
ISSN: 1405-3195
MÉXICO

2000
Urbano Nava Camberos / Pedro Cano Ríos
UMBRAL ECONÓMICO PARA LA MOSQUITA BLANCA DE LA HOJA PLATEADA EN
MELÓN EN LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO
Agrocienza, Marzo / Abril, año/vol. 34, número 002
Colegio de Postgraduados
Texcoco, México
pp. 227-234



UMBRAL ECONÓMICO PARA LA MOSQUITA BLANCA DE LA HOJA PLATEADA EN MELÓN EN LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO

ECONOMIC THRESHOLD FOR THE SILVERLEAF WHITEFLY IN CANTALOUPE AT THE COMARCA LAGUNERA, MÉXICO

Urbano Nava-Camberos y Pedro Cano-Ríos

Campo Experimental La Laguna. INIFAP. Apartado Postal 247. 27000, Torreón, Coahuila.
(joram@prodigy.net.mx)

RESUMEN

La mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) es un serio problema fitosanitario en la Comarca Lagunera desde 1995. Uno de los elementos clave en la toma de decisiones de control de la plaga es la determinación del umbral económico. Al respecto, no existen antecedentes sobre evaluación de niveles de población de esta plaga bajo las condiciones de producción de melón (*Cucumis melo* L.) en esta región. En el Campo Experimental La Laguna se estableció un experimento en bloques al azar con cuatro repeticiones, en el que se evaluaron cuatro niveles de población: 2.4, 8.4, 18.9 y 28.6 adultos por hoja, además de un testigo con infestación libre. Se efectuó un número variable de aplicaciones de insecticidas en diversas fechas con el objeto de generar gradientes de infestación y de daño de la plaga. Durante el ciclo del cultivo se hicieron entre 4 y 6 muestreos para medir la densidad de adultos y ninfas de mosquita blanca; a la cosecha se evaluó el rendimiento y algunos parámetros de calidad de frutos. Se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para las densidades de adultos y ninfas, rendimiento de melón, grosor de pulpa y grados brix del fruto a la cosecha. El umbral económico fue 2.4 adultos por hoja ya que produjo el mayor rendimiento (40.1 t ha⁻¹), el cual superó al testigo con infestación libre en 11.3 t ha⁻¹ y produjo una utilidad neta de \$15 150.00. El grosor de pulpa en los frutos se redujo con niveles de población iguales o superiores a 18.9 adultos por hoja; el contenido de azúcares solubles sólo fue inferior en el testigo sin tratar.

Palabras clave: *Bemisia argentifolii*, *Cucumis melo*, entomología agrícola, horticultura.

INTRODUCCIÓN

La mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) invadió el Valle de Mexicali, B. C., y la región de San Luis Río Colorado, Sonora, en 1992, afectando a los cultivos de algodónero (*Gossypium hirsutum* L.), melón (*Cucumis melo* L.), sandía [*Citrullus lanatus* (Thumb.) Mansf.] y

ABSTRACT

The silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) is a serious pest at the Comarca Lagunera since 1995. The determination of the economic threshold is a key element in the decision-making process for controlling the pest. There are no previous studies on the evaluation of population levels of this pest under the cantaloupe (*Cucumis melo* L.) production conditions in this region. An experiment was established at Campo Experimental La Laguna, with a randomized block design with four replicates, where four population levels: 2.4, 8.4, 18.9 and 28.6 adults per leaf, besides a free-infestation control were evaluated. A variable number of insecticide applications was made on different dates in order to generate pest infestation and damage. During the crop growing season, four to six samplings were carried out to quantify whitefly adult and nymph densities; the yield and some fruit quality parameters were evaluated at harvest. Significant differences among treatments were observed for adult and nymph densities, cantaloupe yield, fruit pulp thickness and brix values. The economic threshold was 2.4 adults per leaf since it had the highest yield (40.1 t ha⁻¹), surpassing the free-infestation control in 11.3 t ha⁻¹ with a net profit of US \$1595.00. Fruit pulp thickness decreased with population levels equal to or higher than 18.9 adults per leaf. The fruit soluble sugar content only decreased in the untreated control.

Key words: *Bemisia argentifolii*, *Cucumis melo*, agricultural entomology, horticulture.

INTRODUCTION

The silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) invaded the Mexicali Valley, B.C. and the San Luis Río Colorado region in Sonora in 1992, damaging cotton (*Gossypium hirsutum* L.), cantaloupe (*Cucumis melo* L.), watermelon [*Citrullus lanatus* (Thumb.) Mansf.] and sesame seed (*Sesamum indicum* L.) crops; in that year, the estimated loss was 100 million of Mexican pesos (León *et al.*, 1996).

Since 1995, this insect has been a serious pest in the Comarca Lagunera since it has caused a 40-100 % loss in the horticultural crop yield and an increase in the number

Recibido: Octubre, 1998. Aprobado: Octubre, 1999.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 34: 227-234. 2000.

ajonjolí (*Sesamum indicum* L.); en ese año, las pérdidas se estimaron en 100 millones de pesos (León *et al.*, 1996).

Este insecto es un serio problema fitosanitario en la Comarca Lagunera desde 1995, ya que ha causado entre 40 y 100 % de pérdidas en el rendimiento de cultivos hortícolas y un incremento en el número de aplicaciones de insecticidas en melón, calabaza (*Cucurbita pepo* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), y algodónero (Sánchez *et al.*, 1996)¹.

Esta plaga puede causar los siguientes tipos de daño a sus plantas hospederas: succión de la savia, lo que reduce el vigor de la planta y su producción; excreción de mielecilla, sobre la cual se desarrollan hongos de color negro conocidos comúnmente como "fumagina", que interfieren con la actividad fotosintética de las hojas y pueden disminuir la calidad de la cosecha; transmisión de enfermedades virales e inyección de toxinas, las cuales inducen desórdenes fisiológicos en las plantas (Butler *et al.*, 1986; Byrne *et al.*, 1990; Torres-Pacheco *et al.*, 1996).

En el algodónero, la mielecilla contamina la fibra volviéndola pegajosa, lo cual dificulta el proceso de hilado, disminuye la calidad del producto final y aumenta el desgaste de la maquinaria. Esta situación propicia sanciones económicas a los productores de algodón cuando se rebasan los límites de contenido de mielecilla en la fibra (Hendrix *et al.*, 1996). En los casos de los frutos y hortalizas contaminados con mielecilla, se incrementan los costos de producción pues deben ser lavados antes de su comercialización.

La mosquita blanca del camote (*Bemisia tabaci* Gennadius) y *B. argentifolli* transmiten más de 30 agentes causales de enfermedades virales, tales como geminivirus y closterovirus, que afectan a las plantas. Los geminivirus se encuentran prácticamente en todas las regiones hortícolas de México afectando a los cultivos de chile (*Capsicum annuum* L.), tomate, tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), calabaza y tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brotero) (Torres-Pacheco *et al.*, 1996). En la Comarca Lagunera, en los cultivos de chile y tomate se han observado síntomas similares a los causados por dichos geminivirus; sin embargo, su presencia no ha sido confirmada. Las infestaciones de la mosquita blanca de la hoja plateada en estos cultivos pueden estar relacionadas con tales síntomas de enfermedades virales (Jiménez *et al.*, 1998)².

Bemisia argentifolli puede causar daños a las plantas por la inyección de toxinas durante el proceso de alimentación

of insecticide applications in cantaloupe, pumpkin (*Cucurbita pepo* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and cotton (Sánchez *et al.*, 1996)¹.

This pest may cause the following damages to its host plants: sap suction, decreasing plant strength and its production; excretion of honeydew on which black fungi, known as "sooty mold", are developed. These fungi interfere with the photosynthetic activity of the leaves and may diminish harvest quality, and transmit viral diseases and toxin injection inducing physiological disorders in the plants (Butler *et al.*, 1986; Byrne *et al.*, 1990; Torres-Pacheco *et al.*, 1996).

In cotton, the honeydew contaminates the fiber, making it sticky, which hampers the spinning process, reduces the final product quality and increases machinery wear. This situation causes economical penalties to cotton manufacturers when the limits of honeydew content in the fiber are surpassed (Hendrix *et al.*, 1996). In the case of fruits and vegetables contaminated with honeydew, production costs increase since they have to be washed before their commercialization.

The sweet potato whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius) and *B. argentifolli* transmit more than 30 causative agents of viral diseases which damage the plants, such as geminivirus and closterovirus. Geminivirus are found in almost all the horticultural regions in México, affecting pepper (*Capsicum annuum* L.), tomato, tobacco (*Nicotiana tabacum* L.), pumpkin, and tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brotero) crops (Torres-Pacheco *et al.*, 1996). In the Comarca Lagunera, in tomato and pepper crops, similar symptoms to the ones caused by geminivirus have been observed; however, their presence has not been confirmed. The infestations of the silverleaf whitefly in these crops may be associated to viral disease symptoms (Jiménez *et al.*, 1998)².

Bemisia argentifolli may cause damage to the plants by the injection of toxins during the nymph feeding process, such as the silverleaf syndrome in pumpkins, the irregular ripeness of tomato, the paleness of the broccoli stem and the yellowish color of lettuce foliage (Schuster *et al.*, 1996; Shapiro, 1996).

An integrated management program against any pest in a region should include "tools" for the taking of decisions to control and for developing different control tactics or components. The use of efficient sampling methods to quantify pest density and economic thresholds (pest density above the one causing an economical damage) are the tools allowing an appropriate decision of control.

¹ Sánchez G., H., P. Cano R., G. de Ávila D. y G. Rodríguez L. 1996. Informe de Actividades: Campaña Contra la Mosquita Blanca de la Hoja Plateada, *B. argentifolli* B. & P., en la Región Lagunera. Comité Coordinador de la Campaña contra la Mosquita Blanca. SAGAR. Torreón, Coah., México. 24 p. Documento interno.

² Jiménez D., F., Y. I. Chew M., U. Nava C. y V. M. Valdés R. 1998. Incidencia de mosquita blanca y virosis en tres fechas de trasplante de tomate. In: Informe de Actividades, 1997. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah. pp: 1-6. Documento interno.

de las ninfas, tales como el síndrome de la hoja plateada en calabaza, la maduración irregular del tomate, la palidez del tallo en brócoli y el amarillamiento del follaje de la lechuga (Schuster *et al.*, 1996; Shapiro, 1996).

Un programa de manejo integrado contra cualquier plaga en una región debe constituirse por “herramientas” para la toma de decisiones de control y diferentes tácticas o componentes de control. El uso de métodos de muestreo eficientes para estimar la densidad de la plaga y los umbrales económicos (densidad de la plaga arriba de la cual se causa daño económico) son las herramientas que permiten tomar una buena decisión de control. Entre las tácticas de control destacan los tipos de control cultural, biológico, químico, legal y resistencia genética (Nava *et al.*, 1998).

El modelo general de umbral económico (*UE*) es: $UE = C/VID$, donde *C* es el costo de la medida de control, *V* es el valor del producto agrícola, *I* es el daño causado por el insecto (hojas, porcentaje de follaje o fructificaciones destruidas por insecto) y *D* es la reducción del rendimiento a causa del insecto (kg de cosecha perdidos por insecto) (Pedigo *et al.*, 1986). En EE.UU., Palumbo *et al.* (1994) obtuvieron un umbral económico para *B. tabaci* (biotipo B) de 3 adultos por hoja en melón, en Arizona; Riley y Palumbo (1995a,b) estimaron umbrales económicos para *B. argentifolii* de 0.5 ninfas grandes (4o ínstar) por 7.7 cm² (una pulgada cuadrada) de área foliar y 1.0 adultos por hoja en melón, en Weslaco, Texas, y 3.0 adultos por hoja en Yuma, Arizona; Nava (1996) determinó umbrales económicos para *B. argentifolii* de 8.1 a 10.5 ninfas por 6.45 cm² de área foliar y de 4.1 a 8.6 adultos por hoja en melón, en Weslaco, Texas.

En la Comarca Lagunera no existe información al respecto, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar el umbral económico para tomar decisiones de control de la mosquita blanca de la hoja plateada en melón, bajo las condiciones de producción de esta región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció durante 1997, en un lote de melón, variedad Cruiser, en los terrenos del Campo Experimental La Laguna (CELALA). La Comarca Lagunera se localiza en la parte suroeste del Edo. de Coahuila y noroeste del Edo. de Durango; comprendida entre los paralelos 24° 10' y 26° 45' N y entre los meridianos 101° 40' y 104° 45' O, con una altitud de 1100 m. En verano el clima varía de semicálido a cálido-seco y en invierno de semi-frío a frío; el periodo de lluvia comprende de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992). La siembra se efectuó el 18 de abril en camas de 1.80 m con una sola hilera de plantas; la separación entre plantas fue de 25 cm. El Cuadro 1 muestra los niveles de población del insecto (tratamientos), así como el número y fechas de aplicación de insecticidas. Estas aplicaciones se efectuaron cuando las densidades de mosquitas blancas

Among the main control tactics are the cultural, biological, chemical, legal and genetic resistance types of control (Nava *et al.*, 1998).

The overall model of economic threshold (*ET*) is: $ET = C/VID$, where *C* is the cost of the control measurement, *V* is the value of the agricultural product, *I* is the damage caused by the insect (leaves, percentage of foliage or fruit destroyed per insect) and *D* is the yield reduction due to the insect (kg of lost harvest per insect) (Pedigo *et al.*, 1986). In the USA, Palumbo *et al.* (1994) obtained an economic threshold for *B. tabaci* (biotype B) of three adults per cantaloupe leaf in Arizona; Riley and Palumbo (1995a, b) estimated economic thresholds for *B. argentifolii* of 0.5 large nymphs (4th instar) in a leaf area of 7.7 cm² (one square inch) and 1.0 adults per cantaloupe leaf in Weslaco, Texas, and 3.0 adults per leaf in Yuma, Arizona; Nava (1996) determined economic thresholds for *B. argentifolii* from 8.1 to 10.5 nymphs in a leaf area of 6.45 cm² and from 4.1 to 8.6 adults per cantaloupe leaf in Weslaco, Texas.

At the Comarca Lagunera, there is no information available with respect to this, therefore, the purpose of our study was to determine the economic threshold for taking decisions to control the silverleaf whitefly in cantaloupe under the production conditions of this region.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was established in 1997 in a cantaloupe lot with the cv. 'Cruiser' at the La Laguna Experimental Station. The Comarca Lagunera is located in the southern part of the State of Coahuila and the northern region of the State of Durango; between the 24° 10' and 26° 45' N parallels and between the 101° 40' and 104° 45' W meridians, at an altitude of 1100 m. During Summer, the weather ranges from semiwarm to warm-dry and in winter from semi-cold to cold; the rainy season is from mid June to mid October (Santibáñez, 1992). The sowing was made on April 18 in 1.80 m beds with one single row of plants; the distance among plants was 25 cm. Table 1 shows insect population levels (treatments), as well as the number and dates of insecticide applications. These applications were performed when whitefly densities were equal to or slightly higher than the established population levels and their purpose was to generate gradients of pest infestation and damage. A complete randomized block experimental design with four replicates was used. The experimental plot was integrated by four 1.8 m wide and 10 m long (72 m²) beds. The plot used for sampling of insect adults and nymphs and for the estimation of fruit yield and quality was formed by the two central beds. Insecticide applications were carried out with a motorized backpack sprayer, calibrated to spray 250 L/ha. In all applications, an endosulfan (2.0 L/ha) +amitraz (1.0 L/ha) mixture was used.

The variables assessed were density of whitefly adults and nymphs, as well as the yield and quality of the cantaloupe fruits. To estimate adult density, samplings were performed on June 17 and 25 and on July 1, 4, 8 and 15. Nymphs were sampled on June 27 and on July 4,

Cuadro 1. Niveles de población establecidos, número y fechas de aplicación de insecticidas contra *B. argentifolii* en melón.

Table 1. Established population levels, number and dates of insecticide applications against *B. argentifolii* in cantaloupe.

Población (adultos por hoja)	Número de aplicaciones	Fechas de aplicación					
		Junio		Julio			
		17 (60)	25 (68)	1 (74)	4 (77)	8 (81)	15 (88) [†]
2.4	6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8.4	4		✓	✓		✓	✓
18.9	3			✓		✓	✓
28.6	3				✓	✓	✓
Testigo	0						

[†] Los números entre paréntesis son días después de la siembra.

eran iguales o ligeramente mayores a los niveles de población establecidos y tuvieron por objeto generar gradientes de infestación y de daño de la plaga. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental fue de cuatro camas de 1.8 m de anchura por 10 m de longitud (72 m²). La parcela útil para efectuar los muestreos de adultos y de ninfas del insecto y para la estimación del rendimiento y de la calidad del fruto consistió de las dos camas centrales. Las aplicaciones de insecticidas se efectuaron con una aspersora motorizada de mochila, la cual se calibró para asperjar 250 L/ha. En todas las aplicaciones se utilizó la mezcla de endosulfán (2.0 L/ha)+amitraz (1.0 L/ha).

Las variables evaluadas fueron densidad de adultos y de ninfas de mosquitas blancas, así como rendimiento y calidad de los frutos de melón. Para estimar la densidad de adultos se efectuaron muestreos el 17 y 25 de junio y el 1, 4, 8 y 15 de julio. Las ninfas se muestrearon el 27 de junio y el 4, 11 y 18 de julio. El muestreo de adultos consistió en revisar 10 hojas, al azar, del quinto nudo por parcela experimental. El muestreo de ninfas consistió en revisar un área foliar de 5 cm² por hoja, en 10 hojas al azar, del décimo nudo por parcela experimental. Los datos de densidades de adultos y de ninfas fueron transformados mediante $\ln(x + 1)$ antes de los análisis de varianza; la comparación de medias se efectuó mediante la prueba de DMS ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Niveles de infestación de adultos y de ninfas

Hubo un incremento significativo ($p < 0.01$) en las densidades de adultos y de ninfas durante el ciclo del cultivo al aumentar el nivel de población establecido para decidir la aplicación de insecticidas. Así, se observaron densidades promedio de 9.8, 13.8, 17.8 y 17.8 adultos por hoja durante el ciclo del cultivo cuando los niveles establecidos fueron de 2.4, 8.4, 18.9 y 28.6 adultos por hoja, respectivamente; para ninfas, las densidades promedio respectivas fueron 0.3, 0.7, 3.8 y 3.6 ninfas por 5 cm².

11 and 18. Adult sampling was carried out by the random inspection of 10 leaves from the fifth node per experimental plot. Nymph sampling was made by the inspection of a leaf area of 5 cm² per leaf in 10 leaves randomly chosen from the tenth node per experimental plot. Data of adult and nymph densities were transformed by $\ln(x + 1)$ before the analysis of variance; the DMS test ($p \leq 0.05$) was used for mean comparisons.

RESULTS AND DISCUSSION

Adult and nymph infestation levels

There was a significant increase ($p < 0.01$) in adult and nymph density during the crop growing season when the established population level was increased to decide the application of insecticides. Thus, average densities of 9.8, 13.8, 17.8 and 17.8 adults per leaf were observed during the crop growing season when the established levels were 2.4, 8.4, 18.9 and 28.6 adults per leaf, respectively; for nymphs, the respective mean densities were 0.3, 0.7, 3.8 and 3.6 nymphs per 5 cm². In the free-infestation control (untreated), the highest mean pest infestations were observed: 24.5 adults per leaf and 7.3 nymphs per 5 cm². The increase observed in whitefly densities when the established population level was increased for the application of insecticides, was associated to the corresponding delay in the beginning of the control and to the reduction of the number of applications (Table 1).

Adult and nymph densities were also significantly increased through the time ($p < 0.01$). Up to 68 days after sowing (das), adult densities were low in all treatments (≤ 9.0 adults per leaf), but from 74 das, adult densities increased and maximum density was observed (13 to 60 adults per leaf) at 81 das. Similarly, nymph densities were low (≤ 4.0 nymphs per 5 cm² of leaf) in all treatments up to 84 das and reached a maximum density (10 to 25 nymphs per 5 cm² of leaf) at 91 das, especially at the established levels of 18.9 and 28.6 adults per leaf, as well as in the free-infestation control (Figure 1). The population growth pattern of the whitefly in this study, specially in the control, was similar to the one observed in a study conducted in Texas and Arizona, USA, although whitefly densities reached in this study were closer to the ones in Arizona than to the ones in Texas (Riley and Palumbo, 1995b). On the other hand, the whitefly population dynamic observed in this study, indicates that the cantaloupe crop underwent a higher infestation towards the end of the growing season and, therefore, received a higher direct damage from the pest due to sap extraction.

Cantaloupe yield

When the established population of adults was increased and, consequently, the mean density of white-

En el testigo con infestación libre (sin tratar) se observaron las mayores infestaciones promedio de la plaga: 24.5 adultos por hoja y 7.3 ninfas por 5 cm². El incremento observado en las densidades de mosquitas blancas al aumentar el nivel de población establecido para la aplicación de insecticidas estuvo asociado con el correspondiente retraso en el inicio del control y con la reducción en el número de aplicaciones (Cuadro 1).

Las densidades de adultos y de ninfas se incrementaron también significativamente a través del tiempo ($p < 0.01$). Hasta los 68 días después de la siembra (dds) las densidades de adultos fueron bajas en todos los tratamientos (≤ 9.0 adultos por hoja), pero a partir de los 74 dds las densidades de adultos aumentaron observándose la densidad máxima (13 a 60 adultos por hoja) a los 81 dds. Similarmente, las densidades de ninfas fueron bajas (≤ 4.0 ninfas por 5 cm² de hoja) en todos los tratamientos hasta los 84 dds y alcanzaron una densidad máxima (10 a 25 ninfas por 5 cm² de hoja) a los 91 dds, particularmente en los niveles establecidos de 18.9 y 28.6 adultos por hoja, así como en el testigo con infestación libre (Figura 1). El patrón de crecimiento poblacional de la mosquita blanca

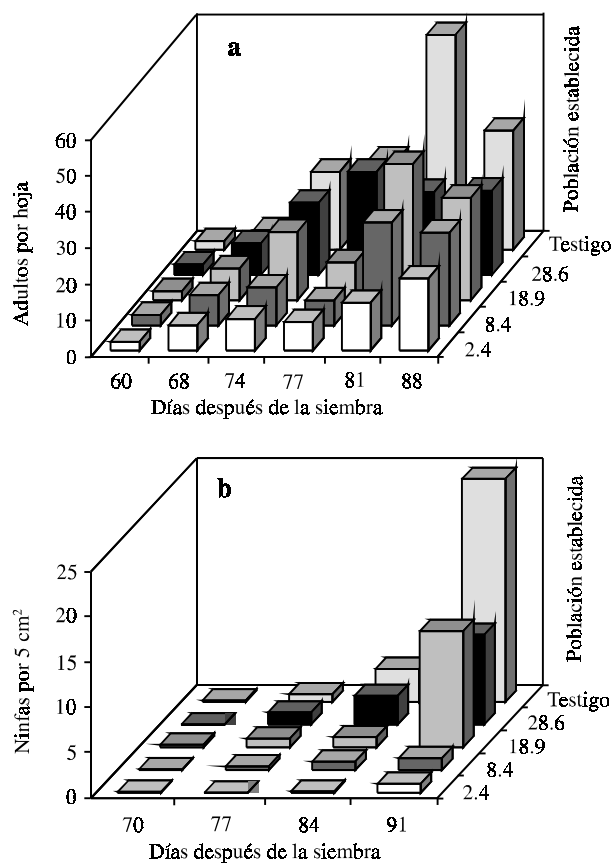


Figura 1. Infestación efectiva de adultos (a) y de ninfas (b) de *B. argentifolii* en cada nivel de población establecido.

Figure 1. Effective infestation of *B. argentifolii* adults (a) and nymphs (b) in each established population level.

flies, a significant decrease ($p < 0.01$) in the commercial yield of cantaloupe was observed. An established level of 2.4 adults per leaf led to an effective mean density of 9.8 adults per leaf during the crop cycle and produced the highest yield (40.1 t ha⁻¹), which was higher than the control one in 13.1 t ha⁻¹. The treatment of 8.4 adults per leaf generated an average density of 13.8 adults per leaf producing a 31.6 t ha⁻¹ yield, leading to a significant reduction of 8.4 t ha⁻¹ in cantaloupe with respect to the best treatment (2.4 adults per leaf). The yields obtained with the populations of 8.4, 18.9 and 28.6 adults per leaf, as well as with the untreated control were not statistically different (Table 2). Although the production loss in the control was significant regarding the best treatment, it is considered that the production was not severely affected, basically due to the fact that the crop was free of damage during most part of its cycle, since the seeding date was intermediate (April 18), although it could have also been free of damage due to the seeding method. It has been determined that a late planting date of cantaloupe (for example, on May 30) in the Comarca Lagunera, have had an increased pest infestation since its emergence, and its commercial yield is low (16.5 t ha⁻¹) or none (Cano and Nava, 1998)³. As far as the sowing method concerns, with whitefly infestations similar to the ones of this study, Nava (1996) observed a higher reduction in the cantaloupe yield in 1994 and 1995 in Weslaco, Texas, in direct sowing rather than when transplanted, which might be due to the fact that the transplanted cantaloupe has a damage-free interval during the period of time in the greenhouse, and because its development in the field is faster than when directly seeded.

Our results indicate that the chemical control of the pest should be based on a mean economic threshold of 2.4 adults per leaf during the crop growing season. This result is similar to the recommendation of an economic threshold of 3 adults per leaf for Arizona, USA (Riley and Palumbo, 1995a, b). Based on this threshold, the cost of the chemical control (6 applications) was US \$190.00, considering an average cost of US \$32.00 per application. The difference of the production value regarding the untreated control (11.3 t ha⁻¹) was US \$1784.00 considering an average cost of US \$0.16 per kg of cantaloupe (SAGAR, 1997)⁴, thus net profit was US \$1595.00.

Fruit quality

No significant differences were observed among treatments for the following quality variables: fruit weight, and polar and equatorial diameters; but there were significant differences for pulp thickness ($p < 0.05$) and brix levels ($p < 0.05$) (Table 3).

en el presente estudio, particularmente en el testigo, fue similar al observado en un estudio efectuado en Texas y en Arizona, EE.UU., aunque las densidades de mosquitas blancas alcanzadas en el presente estudio fueron más cercanas a las de Arizona que a las de Texas (Riley y Palumbo, 1995b). Por otra parte, la dinámica poblacional de la mosquita blanca observada en este estudio indica que el cultivo de melón estuvo sujeto a una mayor infestación hacia el final del ciclo y, en consecuencia, a un mayor daño directo de la plaga por extracción de savia.

Rendimiento de melón

Al incrementarse la población establecida de adultos y, por lo tanto, la densidad promedio de mosquitas blancas, se observó una reducción significativa ($p < 0.01$) del rendimiento comercial de melón. Un nivel establecido de 2.4 adultos por hoja dio lugar a una densidad efectiva promedio de 9.8 adultos por hoja durante el ciclo del cultivo y produjo el mayor rendimiento (40.1 t ha^{-1}), el cual fue superior en 13.1 t ha^{-1} al del testigo. El tratamiento de 8.4 adultos por hoja generó una densidad promedio de 13.8 adultos por hoja y produjo un rendimiento de 31.7 t ha^{-1} , lo que resultó en una reducción significativa de 8.4 t ha^{-1} de melón en relación con el mejor tratamiento (2.4 adultos por hoja). Los rendimientos obtenidos con las poblaciones de 8.4, 18.9 y 28.6 adultos por hoja, así como con el testigo sin tratar, no fueron estadísticamente diferentes (Cuadro 2). Aunque en el testigo la pérdida de producción fue significativa con respecto al mejor tratamiento, se considera que la producción no fue severamente afectada debido básicamente a que el cultivo escapó al daño de la plaga durante la mayor parte de su ciclo, pues la fecha de siembra fue intermedia (18 de abril), aunque también pudo haber escape por el método de siembra. Al respecto, se ha determinado que siembras tardías de melón (por ejemplo, del 30 de mayo) en la Comarca Lagunera, presentan infestaciones elevadas de la plaga desde la emergencia y su rendimiento comercial es bajo (16.4 t ha^{-1}) o nulo (Cano y Nava, 1998)³. En relación con el método de siembra, con infestaciones de mosquita blanca similares a las del presente estudio, Nava (1996) observó durante 1994 y 1995 en Weslaco, Texas, una mayor reducción en el rendimiento de melón en siembra directa que trasplantado, lo que atribuye a que el melón trasplantado posee un periodo de escape durante el tiempo que permanece en el invernadero y a que su desarrollo en campo es más acelerado que cuando se siembra directo.

Los resultados del presente estudio indican que el control químico de la plaga debe basarse en un umbral

Cuadro 2. Rendimiento de melón, niveles de población establecidos y características de infestación de *B. argentifolii*.
Table 2. Cantaloupe yield, established population levels and characteristics of *B. argentifolii* infestation.

Población (adultos por hoja)	Número de aplicaciones (promedio)	Adultos por hoja (promedio)	Ninfas por 5 cm^2 (promedio)	Rendimiento (kg ha^{-1})
2.4	6	9.8 d	0.3 c	40 135 a
8.4	4	13.8 c	0.7 c	31 747 b
18.9	3	17.8 b	3.8 b	28 310 b
28.6	3	17.8 b	3.6 b	28 587 b
Testigo	0	24.5 a	7.3 a	28 796 b
CV (%)		30	133	13

Medias de tratamientos con las mismas letras no son significativamente diferentes (DMS, 0.05).

Pulp thickness decreased with population levels equal to or higher than 18.9 adults per leaf; this is, when mean infestations of whiteflies were equal to or higher than 17.8 adults per leaf and 3.8 nymphs per 5 cm^2 . Sugar content was only reduced when mean infestation increased to 24.5 adults per leaf and 7.3 nymphs per 5 cm^2 (control) (Table 3). These results differ from the ones found by Riley and Palumbo (1995b) and Nava (1996), who observed a decrease in the size and weight of cantaloupe fruits when the established population level and the whitefly density were increased. These differences seem to be due to the fact that only the commercial fruit quality was assessed in this study, while the above mentioned investigators assessed all the reaped fruits. Moreover, in this study, the largest pest infestations occurred towards the end of the crop growing season, when most of the harvest was already formed (Cano and Nava, 1997)⁵; even though, it is clear that during this phenological stage, some quality characteristics of the fruits, such as soluble sugar accumulation (brix levels) and pulp thickness, are negatively affected by the pest's carbohydrate suction.

CONCLUSIONS

The population of 2.4 adults per leaf is the economical threshold in the cantaloupe crop growing season, since it produced the highest yield (40.1 t ha^{-1}), which was 11.3 t ha^{-1} higher than the untreated control, and yielded a net profit of US \$1595.00. Pulp thickness in fruits decreased with population levels equal to or higher than 18.9 whitefly adults per leaf; the content of soluble sugar was lower only in the untreated control. The polar and equatorial diameters and the commercial fruit weight were not affected by the treatments.

—End of the English version—

³ Cano R., P. y U. Nava C. 1997. Efecto de las infestaciones de mosquita blanca en el rendimiento y calidad del melón en diferentes fechas de siembra. In: Informe de Actividades, 1997. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah. pp:1-6. Documento interno.

económico de 2.4 adultos por hoja, en promedio durante el ciclo de cultivo. Este resultado es similar a la recomendación de un umbral económico de 3 adultos por hoja para Arizona, EE.UU. (Riley y Palumbo, 1995a, b). Con base en este umbral, el costo del control químico (6 aplicaciones) fue de \$1800.00, o sea, un costo promedio de \$300.00 por aplicación. El diferencial del valor de la producción respecto al testigo sin tratar (11.3 t ha⁻¹) fue de \$16 950.00, considerando un costo promedio de \$1.50 por kg de melón (SAGAR, 1997)⁴, por lo que la utilidad neta fue de \$15 150.00.

Calidad de los frutos

No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para las siguientes variables de calidad: peso de fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial; en cambio, hubo diferencias significativas para espesor de pulpa ($p < 0.05$) y grados Brix ($p < 0.05$) (Cuadro 3).

El grosor de pulpa se redujo con niveles de población iguales o superiores a 18.9 adultos por hoja; es decir, cuando las infestaciones promedio de mosquitas blancas fueron iguales o mayores de 17.8 adultos por hoja y 3.8 ninfas por 5 cm². El contenido de azúcares sólo se redujo cuando la infestación promedio aumentó a 24.5 adultos por hoja y 7.3 ninfas por 5 cm² (testigo) (Cuadro 3). Estos resultados difieren de los encontrados por Riley y Palumbo (1995b) y Nava (1996) quienes observaron una reducción en el tamaño y peso de los frutos de melón al incrementarse el nivel de población establecido y la densidad de mosquitas blancas. Estas diferencias parecen deberse, por una parte, a que en el presente estudio sólo se evaluó la calidad de los frutos comerciales, mientras que los investigadores antes mencionados lo hicieron para todos los frutos cosechados. Por otra parte, en este estudio las mayores infestaciones de la plaga ocurrieron hacia el final del ciclo del cultivo, cuando la mayor parte de la cosecha ya estaba formada (Cano y Nava, 1997)⁵; aún así, es claro que durante esta etapa fenológica, algunos atributos de calidad de los frutos tales como la acumulación de azúcares solubles (grados Brix) y el grosor de pulpa son afectados negativamente por la succión de carbohidratos por la plaga.

CONCLUSIONES

La población de 2.4 adultos por hoja resultó ser el umbral económico en el cultivo del melón ya que produjo el mayor rendimiento (40.1 t ha⁻¹), el cual fue 11.3 t ha⁻¹ superior al testigo sin tratar y produjo una utilidad neta de

Cuadro 3. Efecto de las poblaciones de mosquita sobre las características de calidad de los frutos comerciales de melón.
Table 3. Effect of the whitefly populations on the quality characteristics of cantaloupe commercial fruits.

Población (adultos por hoja)	Peso de fruto (kg)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Grosor de pulpa (cm)	Grados Brix
2.4	2.33 a	17.79 a	16.12 a	4.53 a	9.56 a
8.4	2.38 a	18.00 a	16.01 a	4.37 ab	8.44 a
18.9	2.26 a	17.75 a	15.79 a	4.18 b	8.50 a
28.6	2.27 a	17.61 a	15.90 a	4.18 b	9.13 a
Testigo	2.16 a	17.25 a	15.60 a	4.32 b	7.18 b
CV (%)	9	3	3	8	11

Medias de tratamientos con las mismas letras no son significativamente diferentes (DMS, 0.05).

\$15 150.00. El grosor de pulpa en los frutos se redujo con niveles de población iguales o superiores a 18.9 adultos de mosquita blanca por hoja; el contenido de azúcares solubles sólo fue inferior en el testigo sin tratar. El diámetro polar, el diámetro ecuatorial y el peso del fruto comercial no fueron afectados por los tratamientos.

LITERATURA CITADA

- Butler, G. D., Jr., T. J. Henneberry, and W. D. Hutchison. 1986. Biology, sampling and population dynamics of *Bemisia tabaci*. *Agric. Zool. Rev.* 1: 167-195.
- Byrne, D. N., T. S. Bellows, and M. P. Parrella. 1990. Whiteflies in agricultural systems. *In: Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management*. Gerling, D. (ed.). Intercept LTD. Andover, Hants. UK. pp: 227-261.
- Hendrix, D. L., T. L. Steele, and H. H. Perkins. 1996. *Bemisia* honeydew and sticky cotton. *In: Bemisia 1995: Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management*. Gerling, D. and R. T. Mayer (eds.). Intercept, Andover. UK. pp: 189-199.
- León L., R., M. Cervantes R. y J. B. Sánchez D. 1996. Monitoreo regional de mosca blanca en algodónero y toma de decisiones, DDR 002, Río Colorado, 1995. *In: Memorias II Reunión Binacional sobre el Control de la Mosquita Blanca y otras Plagas del Algodonero*. Abril, 1996. Mexicali, B. C. pp: 25-35.
- Nava C., U. 1996. Bionomics of *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring on cotton, cantaloupe, and pepper. Ph. D. Dissertation. Texas A&M Univ. 212 p.
- Nava C., U., J. J. Pacheco C. y K. F. Byerly M. 1998. Manejo integrado de la mosquita blanca de la hoja plateada, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring. *In: Memoria 4a Asamblea Anual del CONACOFI*. 27-28 de febrero, 1997. Peña A., M. y D. Téliz O. (eds.). Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Montecillo, Edo. de México. pp: 215-253.
- Palumbo, J. C., A. Tonhasca, Jr., and D. N. Byrne. 1994. Sampling Plans and Action Thresholds for Whiteflies on Spring Melons. University of Arizona, IPM Series Number 1. 2 p.
- Pedigo, L. P., S. H. Hutchins, and L. G. Higley. 1986. Economic injury levels in theory and practice. *Annu. Rev. Entomol.* 31: 341-368.
- Riley, D. G., and J. C. Palumbo. 1995a. Interaction of silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) with cantaloupe yield. *J. Econ. Entomol.* 88: 1726-1732.

⁴ SAGAR. 1997. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaría de Planeación. México, D.F. 165 p.

⁵ Cano R., P. y U. Nava C. 1997. Evaluación de genotipos de melón para resistencia a mosquita blanca, rendimiento y calidad de fruto. *In: Informe de Actividades*, 1997. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah. pp: 1-9. Documento interno.

- Riley, D. G., and J. C. Palumbo. 1995b. Action thresholds for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in cantaloupe. *J. Econ. Entomol.* 88: 1733-1738.
- Santibáñez G., E. 1992. La Comarca Lagunera. Ensayo Monográfico. Tipográfica Reza. Torreón, Coah., México. 265 p.
- Schuster, D. J., P. A. Stansly, and J. E. Polston. 1996. Expressions of plant damage by *Bemisia*. In: *Bemisia 1995: Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management*. Gerling, D., and R. T. Mayer (eds.). Intercept, Andover. UK. pp: 153-165.
- Shapiro, J. P. 1996. Insect-plant interactions and expression of disorders induced by the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. In: *Bemisia 1995: Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management*. Gerling, D., and R. T. Mayer (eds.). Intercept, Andover. UK. pp: 167-177.
- Torres-Pacheco, Y., J. A. Garzón-Tiznado, J. K. Brown, A. Becerra-Flores, and R. Rivera-Bustamante. 1996. Detection and distribution of geminivirus in Mexico and the Southern United States. *Phytopatology* 11: 1186-1192.