

Pulgón lanígero e impacto ambiental por el uso de pesticidas en manzano en Chihuahua, México*

Woolly aphid and environmental impact of pesticide use in apple tree in Chihuahua, Mexico

María Fátima Ordoñez Beltrán¹, Juan Luis Jacobo Cuéllar^{2§}, Ernesto Quintana López³, Rafael Ángel Parra Quezada¹, Víctor Manuel Guerrero Prieto¹ y Claudio Ríos Velasco⁴

¹Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Unidad Cuauhtémoc. Universidad Autónoma de Chihuahua, Av. Presa de la Amistad y Pablo Cidar No. 2015, CP 31510. Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel. 01625 5826825. (fatorb@hotmail.com). ²Campo Experimental Sierra de Chihuahua-INIFAP. Av. Hidalgo No. 1213. C. P. 31500. Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel. 625 5823110. ³Grupo de Especialidades y Desarrollo Agronómico S. A. de C. V. Carretera Cuauhtémoc-Álvaro Obregón, km 3.5. No. 2015. C. P. 31604. Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. (greda_1@prodigy.net.mx). ⁴Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo, A. C., Unidad Cuauhtémoc, Chihuahua, Av. Río Conchos S/N Parque Industrial. C. P. 31570, Cuauhtémoc, Chihuahua, México. [§]Autor para correspondencia: jacobojuan@inifap.gob.mx.

Resumen

El manzano (*Malus sylvestris* var *domestica* Bork) es uno de los frutales caducifolios más importantes en el mundo. A nivel nacional, Chihuahua es el principal productor de manzana con una aportación de 66%. En este cultivo se hospedan diversos fitófagos entre los que se encuentra el pulgón lanígero del manzano, y cuyo combate es con base en insecticidas. En este estudio se analizó la información generada durante los años 2010 y 2011 sobre temperatura y precipitación, ocurrencia de pulgón lanígero en ascenso por el tronco del árbol, número de colonias aéreas y se calculó el índice de impacto ambiental por la aplicación de plaguicidas en tres huertos de manzano ubicados en Cuauhtémoc, Chihuahua, con la variedad 'Golden Delicious' sobre portainjerto franco y con diferente manejo de plagas (fitófagos y fitopatógenos). Los resultados permitieron detectar un diferencial de 96 mm en la precipitación ocurrida entre el año 2010 y 2011, diferencias significativas en la tasa de acumulación de calor para estos mismos años y un diferencial significativo en la ocurrencia de pulgón lanígero entre años y huertos. En relación al coeficiente de impacto ambiental, se detectó variación entre años y huertos con valores que fluctuaron entre 16 y 436 unidades de impacto ambiental. La mayor acumulación de unidades calor y menor precipitación

Abstract

The apple (*Malus sylvestris* var *domestica* Bork) is one of the most important deciduous fruit in the world. Nationally, Chihuahua is the largest producer of apple with a contribution of 66%. In this culture different phytophagous including the woolly apple aphid is staying, and whose combat is based on insecticides. In this study the information generated was analyzed during the years 2010 and 2011 on temperature and precipitation, occurrence of woolly aphid rising from the tree trunk, number of aerial colonies and the rate of environmental impact was calculated by the application of pesticides in three apple orchards located in Cuauhtemoc, Chihuahua, with the variety 'Golden Delicious' on rootstock frank and different pest management (phytophagous and pathogens). The results allowed to detect a differential of 96 mm in rainfall occurred between 2010 and 2011, significant differences in the rate of accumulation of heat for the same years and a significant difference in the occurrence of woolly aphid between years and orchards. Regarding the environmental impact coefficient of variation between years and orchards it was detected with values ranging between 16 and 436 units of environmental impact. The greatest accumulation of heat

* Recibido: enero de 2016
Aceptado: abril de 2016

pluvial se relacionaron con mayor número de pulgones en ascenso y colonias aéreas, además de un mayor impacto ambiental por el uso de pesticidas en manzano.

Palabras clave: *Eriosoma lanigerum*, *Malus sylvestris* var *domestica*, modelo Weibull, precipitación pluvial, unidades calor.

Introducción

En el estado de Chihuahua, el cultivo de manzano ocupa una extensión que representa alrededor de 50% de las poco más de 60 mil hectáreas que se estiman cultivadas en México, con un volumen de producción mayor a las 200 mil toneladas al año, con un valor de 1913 millones de pesos (SIAP, 2013).

El manzano es afectado por un amplio rango de fitófagos directos e indirectos (Gontijo *et al.*, 2012). Un fitófago que ocasiona daños indirectos y que ha recibido mayor atención durante los últimos años es el pulgón lanífero del manzano *Eriosoma lanigerum* Hausmann (Hemiptera: Aphididae) (Beers *et al.*, 2010). Este fitófago puede invernar en la raíz y en parte aérea de la planta. La población que inverna en la parte aérea es más susceptible a temperaturas frías extremas (Hetherington, 2009). En árboles infestados, las ninfas de primer instar (caminadores) se dispersan formando nuevas colonias en el árbol (Asante *et al.*, 1993), los caminadores producidos por las hembras invernantes fungen como fuente de infestación para cada nueva estación, migrando de la raíz a la parte aérea de los árboles durante la primavera (Damavandian y Pringle, 2007).

El incremento de pulgón lanífero en huertos de manzana parece estar asociado con una mayor oscilación en las temperaturas extremas y reducción en la precipitación pluvial (Ramírez *et al.*, 2011), también con cambios en los programas de uso de pesticidas y con la alteración del control biológico natural (Gontijo *et al.*, 2012). Lo anterior, puede tener repercusiones en la distribución geográfica del fitófago, supervivencia, en las tasas de crecimiento de la población, en el número de generaciones, en la sincronía cultivo-plaga, en las interacciones interespecíficas (Lavstuka, 2009; Porter *et al.*, 1991; Ramírez, *et al.*, 2011; Stay *et al.*, 2009), incremento en los costos de producción (Ramírez *et al.*, 2011) y de pérdidas en los cultivos por pretender, todavía hasta hoy, combatirlo antes de entenderlo y considerarlo como el origen del problema y no como la consecuencia de una serie de factores interaccionando (Barrera *et al.*, 2008; Romero, 2004).

units and less rainfall associated with increased number of aphid colonies rising and air, and a greater environmental impact by the use of pesticides in apple.

Keywords: *Eriosoma lanigerum*, *Malus sylvestris* var *domestica*, rainfall, units heat, Weibull model.

Introduction

In the state of Chihuahua, the cultivation of apple occupies an area representing about 50% of the just over 60 thousand hectares are estimated cultivated in Mexico, with a greater volume of production to 200 thousand tons per year, with a value of 1 913 billion pesos (SIAP, 2013).

The apple tree is affected by a wide range of direct and indirect phytophagous (Gontijo *et al.*, 2012). A phytophagous causing indirect damage and has received increased attention in recent years is the woolly aphid apple *Eriosoma Lanigerum* Hausmann (Hemiptera: Aphididae) (Beers *et al.*, 2010). This phytophagous can overwinter in the root and aerial part of the plant. The population that overwinters in the aerial part is more susceptible to extreme cold temperatures (Hetherington, 2009). In infested trees, the first instar nymphs (walkers) are dispersed form new colonies in the tree (Asante *et al.*, 1993), walkers produced by overwintering females serve as source of infection for each new season, migrating root the aerial part of trees during the spring (Damavandian and Pringle, 2007).

The increase of woolly aphid in apple orchards seems to be associated with a greater variation in the extreme and reduction temperatures in rainfall (Ramírez *et al.*, 2011), also with changes in programs pesticide use and alteration natural biological control (Gontijo *et al.*, 2012). This may have an impact on the geographical distribution of phytophagous, survival rates of population growth in the number of generations in the crop-pest synchrony in interspecific interactions (Lavstuka, 2009; Porter *et al.*, 1991; Ramirez, *et al.*, 2011; Stay *et al.*, 2009), increase in production costs (Ramírez *et al.*, 2011) and crop losses by pretending still to this day, fight it before understand and consider it as the source of the problem and not the result of a number of factors interacting (Barrera *et al.*, 2008; Romero, 2004).

With the use of pesticides has avoided the damage that could cause some pests (Headley 1968; Pimentel *et al.*, 1978), but its use has been associated with an increase in losses from

Con el uso de pesticidas se ha evitado el daño que pudieran causar algunas plagas (Headley 1968; Pimentel *et al.*, 1978), pero también, su uso se ha asociado con un incremento en las pérdidas ocasionadas por ellas (Kogan y Bajwa, 1999), con problemas ambientales y salud humana (Shetty y Sabitha, 2009) y la selección de rasgos que confieren resistencia a las plagas (Lagunes *et al.*, 2009). En algunos sistemas agrícolas se ha documentado el efecto negativo de insecticidas de amplio espectro sobre poblaciones de enemigos naturales (Matlock y De la Cruz, 2002; Romero, 2004) y el impacto ecológico de sistemas agrícolas de alto rendimiento es mayor por el uso intensivo de insecticidas, en estos sistemas, la carencia de información por parte de los tomadores de decisiones, propicia acciones que dañan a especies no blanco y eliminan a organismos que sirven de alimento a otros en la cadena trófica (Altieri *et al.*, 1989; Holland y Luff, 2000; Romero, 2004).

En cualquier programa de manejo de plagas en el que se empleen pesticidas, se puede determinar el coeficiente de impacto ambiental (CIA) (Kovach *et al.*, 1992). Estudios de impacto ambiental y de presión de selección por el uso de pesticidas, permiten estimar las consecuencias que tienen las acciones de manejo sobre uno o más indicadores ambientales (Ramírez y Jacobo, 2002; Jacobo y Ramírez, 2006). La valoración del impacto ambiental como consecuencia del uso de pesticidas en sistemas agrícolas, información de temperatura y precipitación y de la detección oportuna de organismos que reducen la producción de cultivos, fortalecen la toma de decisiones en el diseño de programas de manejo de plagas y enfermedades. Sin embargo, la omisión de elementos básicos en el manejo de plagas y enfermedades, ha propiciado que de cada ocho aspersiones de agroquímicos que se realizan en manzano en Chihuahua, México, sólo tres tengan soporte técnico (Ramírez y Jacobo, 2002).

Con base en lo expuesto, en este trabajo se plantearon como objetivos: a) obtener y analizar información de temperaturas máximas, mínimas y precipitación durante los años 2010 y 2011; b) cuantificar inmaduros de pulgón lanígero en ascenso de la raíz a la parte aérea del árbol y su relación con la presencia de colonias aéreas del fitófago; y c) estimar el impacto ambiental por el uso de pesticidas en manzano con diferente manejo del huerto.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en Cuauhtémoc, Chihuahua en huertos de manzano, ubicados geográficamente entre los 28° 25' 58" y 28° 28' 19" latitud norte y entre los 106° 54' 25" y

them (Kogan and Bajwa, 1999), environmental problems and human health (Sabitha and Shetty, 2009) and the selection of traits conferring resistance to pests (Lagunes *et al.*, 2009). In some farming systems it has documented the negative effect of broad-spectrum insecticides on populations of natural enemies (Matlock and De la Cruz, 2002; Romero, 2004) and the ecological impact of farming systems of high performance is enhanced by the intensive use of insecticides, in these systems, the lack of information by decision makers, promotes actions that harm non-target species and eliminate organisms that serve as food for others in the food chain (Altieri *et al.*, 1989; Holland y Luff, 2000; Romero, 2004).

In any pest management program in which pesticides are used, one can determine the coefficient of environmental impact assessment (CIA) (Kovach *et al.*, 1992). Environmental impact studies and selection pressure for pesticide use, allow to estimate the consequences of management actions on one or more environmental indicators (Ramírez and Jacobo, 2002; Jacobo and Ramírez, 2006). The assessment of the environmental impact resulting from the use of pesticides in agricultural systems, information of temperature and precipitation and timely detection of organisms that reduce crop production, strengthen decision making in designing programs pest and diseases. However, the omission of key elements in the management of pests and diseases, has meant that in eight sprayings of agrochemicals performed in apple tree in Chihuahua, Mexico, only three have technical support (Ramírez y Jacobo, 2002).

Based on the above, in this paper objectives were: a) obtain and analyze information maximum, minimum temperatures and precipitation for the years 2010 and 2011; b) quantify immature woolly aphid rising from the roots to the aerial part of the tree and its relationship with the presence of air phytophagous colonies; and c) to estimate the environmental impact of pesticide use in apple orchard with different management.

Materials and methods

This work was done in Cuauhtémoc, Chihuahua in apple orchards, located geographically between the 28° 25' 58' and 28° 28' 19" north latitude and between 106° 54' 25' and 106° 54' 37" length west, with an average height of 2 042 meters above sea level; with maximum distance between orchards of 5 900 meters. Three orchards were selected

106° 54' 37" longitud oeste, con una altura promedio de 2 042 msnm; con distancia máxima entre huertos de 5 900 metros. Se seleccionaron tres huertos con la variedad Golden Delicious sobre patrón Franco que es susceptible a pulgón lanífero y se designaron como: 1) sin manejo de plagas (huerto con riego, sin malla antigranizo, con restricción de recursos y sin asesoría técnica: SM); 2) con manejo integrado de plagas (definido por huerto con malla antigranizo, riego, sin restricción de recursos, con asesoría técnica, con uso de feromona sexual para interrupción del apareo de la palomilla de la manzana y combate químico de plagas y enfermedades: MIP); y 3) huerto con manejo convencional (con malla antigranizo, riego, sin restricción de recursos, con asesoría técnica y aplicaciones regulares de pesticidas: MC).

Se obtuvo información de temperaturas máximas y mínimas diarias y precipitación durante los periodos de abril a octubre de los años 2010 y 2011 de una estación climática automatizada (Campbell Scientific^{MR}, con sonda de temperatura y pluviómetro integrados), con ubicación geográfica de 28° 26' 49" latitud norte y 106° 52' 40" longitud oeste y con distancia máxima de 5300 m de la estación al huerto más alejado. Se describió la ocurrencia de temperaturas máximas y mínimas con base en intervalos de confianza para la media (Sincich *et al.*, 2002) y número de días con temperaturas mínimas inferiores a 4 °C y superiores a 30 °C. Con un software denominado SICA (Medina *et al.*, 2004), se calcularon unidades calor diarias con el método de seno simple con temperatura mínima crítica de 4 °C (Asante *et al.*, 1991). Las unidades calor diarias y la precipitación, se acumularon por año y durante el periodo de evaluación y se ajustaron con el modelo Weibull modificado (Pennypacker *et al.*, 1980), que es flexible a los parámetros $Y=1-\exp(-UC \text{ o } -pp)/b)^c$; donde Y = proporción acumulada de unidades calor u ocurrencia acumulada de precipitación(mm); UC , pp = unidades calor (o precipitación acumulada); b = estimador de la tasa de crecimiento en su forma inversa ($1/b$); c = parámetro de la forma de la curva. Para una misma variable, el estimador de la tasa de incremento por año, permite detectar diferencias significativas entre ellos. Los modelos generados se obtuvieron con el paquete estadístico SAS^{MR} (2002).

Ocurrencia temporal de pulgón lanífero en árboles de manzano

Por huerto, se eligieron de manera aleatoria cinco árboles homogeneizados por área de sección transversal de tronco, arquitectura del árbol y sanidad. Alrededor del tronco (0.20 m sobre el nivel del suelo), se colocaron bandas de papel

with the Golden Delicious variety of pattern Franco is susceptible to woolly apple aphid and were designated as: 1) no pest management (orchard irrigation, without hail mesh, restricted resources without technical advice: SM); 2) with integrated pest management (defined by garden with anti-hail net, irrigation, without restriction of resources, technical assistance, using sexual pheromone disruption of mating of codling moth and chemical pest control and disease management: IPM); and 3) garden with conventional management (with anti-hail net, irrigation, without restriction of resources, technical assistance and regular pesticide applications: MC).

The information maximum temperatures and minimum daily and precipitation was obtained during the period from April to October 2010 and 2011 of an automated weather station (Campbell Scientific^{MR}, with temperature probe and integrated rain gauge) with geographic location of the 28° 26' 49" north latitude and 106° 52' 40" west longitude and maximum distance of 5 300 m from the station to garden further away. the occurrence of maximum and minimum temperatures based on confidence intervals for the average described (Sincich *et al.*, 2002) and number of days with less than 4 °C above 30 °C and minimum temperatures. With a software called SICA (Medina *et al.*, 2004), daily heat units were calculated using the simple method with minimum temperature within critical of 4 °C (Asante *et al.*, 1991). Daily heat and precipitation, accumulated units per year and during the evaluation period and adjusted to the modified Weibull model (Pennypacker *et al.*, 1980), which is flexible to the parameters $Y=1-\exp(-UC \text{ o } -pp)/b)^c$; where Y = cumulative proportion of units heat or accumulated occurrence of precipitation (mm); UC , pp = heat units (or accumulated rainfall); b = estimator growth rate in its inverse ($1 / b$); c = parameter curve shape. For the same variable, the estimate of the rate of increase per year, to detect significant differences between them. Generated models were obtained with the SAS^{MR} (2002) statistical package.

Temporal occurrence of woolly aphid in apple trees

By orchard, they were chosen randomly five trees homogenised by cross-sectional area of the trunk, tree architecture and healing. Around the trunk (0.20 m above ground level), strips of aluminum foil 5 cm wide impregnated with Vaseline to detect immature moving from root to the aerial part of the tree were placed. With the aid of a stereoscopic microscope (Velab^{MR} type VE-S1) specimens

aluminio de 5 cm de ancho impregnadas con vaselina para detectar inmaduros en movimiento de la raíz a la parte aérea del árbol. Con el auxilio de un microscopio estereoscópico (Velab^{MR} tipo VE-S1) se contaron los ejemplares atrapados en las bandas de aluminio por trampa, manejo del huerto y año, para su comparación. Se hicieron pruebas de homogeneidad de varianzas; en varianzas homogéneas, se realizó un análisis bajo un diseño completamente aleatorio, cuando hubo efecto significativo, se utilizó la prueba de Tukey al 95% de confianza para comparación de medias. En varianzas heterogéneas, se empleó el procedimiento no paramétrico de Kruskal-Wallis y en efecto significativo de tratamientos, se utilizó el procedimiento de Mann Whitney para comparación de dos muestras (Sprent y Smeeton, 2001). De la parte aérea de los árboles se registró el número de colonias de pulgón lanígero.

Impacto ambiental del uso de pesticidas en huertos de manzano

En cada uno de los huertos, se obtuvo información de los pesticidas utilizados, dosis y número de aplicaciones. Se cuantificó y comparó el impacto ambiental para cada manejo del huerto y año con la metodología propuesta por Kovach *et al.* (1992), en la cual se aporta información del coeficiente de impacto ambiental por pesticida y determina el impacto ambiental en campo mediante la fórmula: Impacto ambiental = CIA * i.a. * dosis * frecuencia, donde; CIA = coeficiente de impacto ambiental; i.a. = ingrediente activo del producto formulado; dosis = cantidad de producto comercial aplicado en campo y frecuencia = número de aplicaciones.

Finalmente se relacionó la ocurrencia de temperaturas, precipitación, colonias de pulgón en la parte aérea del árbol e impacto ambiental por el uso de pesticidas en manzano bajo diferente manejo de plagas y enfermedades.

Resultados y discusión

Las temperaturas registradas permitieron señalar que durante el año 2010, la temperatura media máxima fluctuó entre 25.3 y 26.2 °C, mientras que en el año 2011 fluctuó entre 26.9 y 27.6 °C, de tal forma que, con base en el intervalo con 95% de confianza, se declaró que la temperatura media máxima fue estadísticamente diferente entre años y superior en el año 2011. Para el año 2010, el intervalo de confianza para la media de las temperaturas mínimas osciló entre 9.2 y 10.4 °C, mientras que en el año 2011, la media de las temperaturas mínimas fluctuó

caught in the trap aluminum bands, orchard management and year for comparison were counted. homogeneity of variance tests were made; in homogeneous variances, an analysis under a completely randomized design was made when there was significant effect, the Tukey test was used 95% confidence interval for mean comparison. In heterogeneous variances, the nonparametric Kruskal-Wallis procedure and significant effect of treatments was used, the procedure Mann Whitney for comparison of two samples was used (Sprent and Smeeton, 2001). The aerial part of trees the number of colonies of woolly aphid was recorded.

Environmental impact of pesticide use in apple orchards

In each of the orchards, information of pesticides used, doses and number of applications it was obtained. It was quantified and compared the environmental impact for each year orchard management and the methodology proposed by Kovach *et al.* (1992), in which information coefficient pesticide environmental impact is provided and determines the environmental impact in the field using the formula: Environmental impact = CIA * i.a. * dose * frequency, where; CIA = coefficient of environmental impact; i.a. = active ingredient formulated product; dose = amount of product applied in commercial field and frequency = number of applications.

Finally the occurrence of temperature, precipitation, aphid colonies in the aerial part of the tree and environmental impact of pesticide use in apple under different pest and disease related.

Results and discussion

The recorded temperatures allowed noted that during 2010, the average maximum temperature fluctuated between 25.3 and 26.2 °C, while in the year 2011 fluctuated between 26.9 and 27.6 °C, so that, based on the interval with 95% confidence, stated that the average maximum temperature was statistically different between years and higher in 2011. For 2010, the confidence interval for the average minimum temperatures ranged between 9.2 and 10.4 °C, while in 2011, the average minimum temperatures ranged between 8.8 and 10 °C, declaring statistical equality between years for the average minimum temperature (Table 1). For 2010, minors days at 4 °C were 23 and older days at 30 °C were 34, while for 2011, the number of days with less than 4 °C

entre 8.8 y 10 °C, declarándose igualdad estadística entre años para la temperatura media mínima (Cuadro 1). Para el año 2010, los días menores a 4 °C fueron 23 y los días mayores a 30 °C fueron 34, mientras que para el año 2011, el número de días con temperatura menor a 4 °C fueron 25 y los días con temperatura superior a 30 °C fueron 37 (Cuadro 1). Durante el año 2010 se cuantificaron 2958 UC con una tasa de incremento de 4.4×10^{-3} , mientras que en el año 2011 se acumularon 3061 UC con una tasa de incremento de 4.6×10^{-3} . El incremento paulatino en la acumulación de Unidades Calor fue estadísticamente diferente entre años (Cuadro 1). Se observó también que la precipitación ocurrida durante el 2010 fue de 322 mm, mientras que en el año 2011 se acumularon 226 mm, un diferencial de 56 mm. El modelo Weibull ajustó de manera significativa la precipitación acumulada con coeficientes de determinación mayores a 92% y coeficientes de variación menores a 27.5 (Cuadro 1). Durante el año 2010 la tasa de incremento en la lluvia acumulada fue de 4.6×10^{-3} , y estadísticamente diferente al 3.6×10^{-3} que fue la tasa de incremento de la lluvia acumulada para el año 2011 (Cuadro 1).

temperature were 25 days with temperature above 30 °C were 37 (Table 1). In 2010 they quantified UC 2958 with a rate of increase of 4.4×10^{-3} , while in 2011 they were joined UC 3061 with a rate of increase of 4.6×10^{-3} . The gradual increase in the accumulation of heat units was statistically different between years (Table 1). It was also observed that precipitation occurred during 2010 was 322 mm, while in 2011 226 mm, a differential of 56 mm were accumulated. The Weibull model adjusted significantly accumulated rainfall with greater determination coefficients to 92% and lower coefficients of variation 27.5 (Table 1). In 2010 the rate of increase in the accumulated rainfall was 4.6×10^{-3} and statistically different 3.6×10^{-3} from which was the rate of increase in the cumulative rainfall for 2011 (Table 1).

Temporal occurrence of woolly aphid

The number of aphids trapped foil tape was statistically different between years and orchards. Among years, during the cycle 2010 were counted 2049 copies, while in 2011

Cuadro 1. Intervalos de temperaturas medias máximas y medias mínimas, días menores a 4 °C y mayores a 30 °C e indicadores del modelo Weibull en el ajuste del incremento acumulado de unidades calor y precipitación (mm) en Cuauhtémoc, Chihuahua. Durante los años 2010 y 2011.

Table 1. Intervals average temperatures maximum and minimum averages less days at 4 °C and 30 °C higher and indicators Weibull model in adjusting the heat and accumulated precipitation (mm) in Cuauhtemec, Chihuahua units increase. During the years 2010 and 2011.

Año	Intervalo de confianza para temperatura media		Número de días con temperatura		Precipitación acumulada (mm)		
	Mínima	Máxima	< 4 °C	> 30 °C			
2010	[9.2 - 10.4] a	[25.3 - 26.2] a	23	34	322		
2011	[8.8 - 10.0] a	[26.9 - 27.6] b	25	37	226		
Indicadores del modelo Weibull							
Σ	C	B	(1/B)	R ²	CV	Pr > F	
Unidades Calor							
2010	2958	3.4736	223.6	4.47227×10^{-3} a	0.99	2.45	<0.0001
2011	3061	3.4801	217.2	4.60405×10^{-3} b	0.99	2.86	<0.0001
Precipitación (mm)							
2010	322	7.6049	215.3	4.64468×10^{-3} a	0.97	13.1	<0.0001
2011	226	5.0279	274.9	3.63769×10^{-3} b	0.92	27.5	<0.0003

Σ = valor acumulado durante el ciclo; Modelo Weibull de forma: $Y=1-xp(-UC)/b)^c$ o $Y=1-\exp(-PP \text{ mm})/b)^c$ donde: Y= valor estimado; c= parámetro de forma del modelo Weibull; 1/B= estimador de la tasa de incremento; valores con misma letra en columna intervalos de confianza para temperaturas y en columna (1/B) significa igualdad de pendientes con 95% de confianza; R²= coeficiente de determinación; CV= coeficiente de variación en por ciento; Pr>F= probabilidad de encontrar un valor mayor a un valor de F tabulada.

Ocurrencia temporal de pulgón lanígero

El número de pulgones atrapados en cintas de papel aluminio fue estadísticamente diferente entre años y huertos. Entre años, durante el ciclo 2010 se contaron 2 049 ejemplares, mientras que en el 2011 fueron 11 269 ejemplares (Cuadro 2). Entre huertos, en el año 2010, en el huerto sin manejo de plagas, la mediana de pulgones atrapados fue 140, en el huerto con MIP fue de 330 ejemplares, mientras que en el huerto con manejo convencional se atraparon 283 ejemplares (Cuadro 2). Para el año 2011, en el huerto sin manejo, la mediana del número de pulgones atrapados en las cintas de papel aluminio fue de 4 461 ejemplares; de 1 698 unidades en el huerto con MIP y de 7 831 ejemplares en el huerto con manejo convencional (Cuadro 2). Se detectó significancia al comparar el número de colonias aéreas de pulgón entre años, ya que en el 2010 se detectó una mediana de 1 y en 2011 de 46 colonias (Cuadro 2). No se detectó relación consistente entre el número de pulgones en ascenso y la ocurrencia posterior de colonias en la parte aérea. Señalamiento similar fue reportado anteriormente por Beers *et al.* (2010).

En la comparación de colonias aéreas entre huertos, para el año 2010 se detectó igualdad estadística en los huertos sin manejo y con manejo convencional, dado que la presencia de colonias fue casi nula y en la huerta con MIP se detectaron 77 colonias aéreas, valor que fue significativamente diferente a los otros dos huertos (Cuadro 2). En el año 2011, en número de colonias aéreas en la huerta sin manejo y con MIP fueron estadísticamente iguales entre sí, con valores de 247 y 54 colonias respectivamente y diferentes a la huerta con manejo convencional con solo 1 colonia detectada (Cuadro 2).

Cuadro 2. Pulgones atrapados en cintas de papel aluminio y colonias aéreas de pulgón lanígero por año y huertos (bajo diferente manejo) durante los años 2010 y 2011 en Cuauhtémoc, Chihuahua.

Table 2. Aphids trapped in aluminum foil tapes and air woolly aphid colonies per year and orchards (under different management) for the years 2010 and 2011 in Cuauhtemoc, Chihuahua.

	Número de pulgones en cintas de papel aluminio			Número de colonias aéreas de pulgones				
	Por año	Por manejo de huerto			Por año	Por manejo de huerto		
		Sin manejo	MIP	Convencional		Sin manejo	MIP	Convencional
2010	2049 a	140 a	330 ab	283 b	1 a	1 a	77 b	1 a
2011	11269 b	4461 b	1698 a	7831 b	46 b	247 b	54 b	2 a

Valores en columnas por año con misma letra significa igualdad estadística entre ellos; valores en hilera para manejo de huerto dentro de un mismo año con misma letra significa igualdad estadística entre ellos.

La ocurrencia de temperaturas más altas, mayor acumulación de unidades calor y menor precipitación pudieron favorecer inicialmente la supervivencia de plagas y posteriormente su establecimiento o incremento durante el ciclo 2011,

were 11 269 units (Table 2). Among orchards, in 2010, the garden without pest management, the median trapped aphids was 140, in the garden with MIP was 330 copies, while in the garden with conventional management 283 copies were trapped (Table 2). For 2011, the garden without management, the median number of aphids trapped in aluminum foil tapes was of 4 461 copies; of 1 698 units in the garden with MIP and 7,831 copies in the garden with conventional management (Table 2). The significance was detected by comparing the number of air aphid colonies between years, since in 2010 a median of 1 and 46 colonies in 2011 was detected (Table 2). No consistent relationship between the number of aphids on the rise and the subsequent occurrence of colonies in the aerial part was detected. Similar point was previously reported by Beers *et al.* (2010).

In comparing aerial colonies among orchards, for 2010 statistical equality was detected in orchards without management and conventional management, since the presence of colonies was almost zero and in the garden with MIP were detected 77 aerial colonies value it was significantly different from the other two orchards (Table 2). In 2011, the number of aerial colonies in the garden without management and MIP were statistically equal, with values of 247 and 54 colonies respectively and different from the orchard with conventional management with only 1 detected colony (Table 2).

The occurrence of higher temperatures, higher heat accumulation units and less precipitation could initially favor the survival of pests and subsequently increase their establishment or during the 2011 cycle, the previous marking

coincides with the previously highlighted by Ramirez *et al.* (2011) and Stay *et al.* (2009), deriving the above in greater use of pesticides and consequently greater environmental impact in apple orchards this year (Table 3).

el señalamiento anterior coincide con lo previamente destacado por Ramírez *et al.* (2011) y Stay *et al.* (2009), derivando lo anterior en mayor uso de pesticidas y por consecuencia, mayor impacto ambiental en huertos de manzano durante este año (Cuadro 3).

At least for the past 10 years, plant pathogens and herbivorous insects affecting apple orchards in the state of Chihuahua, have been exposed to the same chemicals that are used for combat, the result of comparing reported by Ramirez y Jacobo (2002) and the products used in apple

Cuadro 3. Plaguicidas aplicados durante los años 2010 y 2011 en huertos de manzano y su coeficiente de impacto ambiental total.

Table 3. Pesticides applied during the years 2010 and 2011 in apple orchards and its coefficient of total environmental impact.

Productos (nombre común)	Cociente de impacto ambiental	Ingrediente activo (kg)	Dosis kg * 1 000 lt de agua)	Aplicaciones	Coeficiente de impacto ambiental (valor de uso en campo)
Huerta sin manejo					
2011					
Spinetoram	27.78	0.06	0.5	1	0.8
Captan	15.77	0.5	2	1	15.8
Total					16.6
Huerta con manejo integrado de plagas					
2010					
Captan	15.77	0.5	2	2	31.5
Clorpirifos etil	26.85	0.75	1	2	40.3
Azufre elemental	32.66	0.8	4	2	209.0
Total					280.8
2011					
Estreptomina	45	0.15	1	1	6.8
Oxitetraciclina	21.67	0.015	1	1	0.3
Oxitetraciclina	21.67	0.05	0.8	1	0.9
Clorpirifos etil	26.85	0.75	1	1	20.1
Quinoxifen	32	0.25	0.5	1	4.0
Azufre elemental	32.66	0.8	4	2	209.0
Fenpyroximate	19.33	0.05	2.5	1	2.4
Spirocliflofen	17.18	0.24	1.5	1	6.2
Thiabendazol	31.04	0.5	0.75	1	11.6
Ziram	25.15	0.76	2	1	38.2
Mancozeb	38.06	0.8	4	1	121.8
Hexitiazox	33	0.5	0.17	1	2.8
Abamectina	34.68	0.018	1	1	0.6
Etoxazole	13.42	0.11	0.24	1	0.4
Dicofol	29.92	0.185	2	1	11.1
Total					436.2

Cuadro 3. Plaguicidas aplicados durante los años 2010 y 2011 en huertos de manzano y su coeficiente de impacto ambiental total (Continuación).**Table 3. Pesticides applied during the years 2010 and 2011 in apple orchards and its coefficient of total environmental impact (Continuation).**

Productos (nombre común)	Cociente de impacto ambiental	Ingrediente activo (kg)	Dosis kg * 1 000 lt de agua)	Aplicaciones	Coeficiente de impacto ambiental (valor de uso en campo)
Huerta con manejo convencional					
2010					
Estreptomicina	45.0	0.20	1.0	1	6.75
Oxitetraciclina	21.67	0.02	1.0	1	0.33
Oxitetraciclina	21.67	0.05	2.0	1	2.17
Fosmet	32.82	0.50	2.0	2	65.64
Malation	23.83	0.50	2.0	1	23.83
Diazinon	44.03	0.25	1.8	2	38.53
Endosulfan	38.55	0.36	3.0	1	41.63
Total					178.87
2011					
Fosmet	32.82	0.5	1	1	16.41
Diazinon	44.03	0.25	1.5	2	33.02
Clorpirifos etil	26.85	0.75	1	1	20.14
Mancozeb	38.06	0.8	2	2	121.79
Endosulfan	38.55	0.35	1.5	2	40.48
Ziram	25.15	0.76	2	2	76.46
Captan	15.77	0.5	2	1	15.77
Total					324.07

Por lo menos durante los últimos 10 años, los fitopatógenos e insectos fitófagos que inciden en huertos de manzano del estado de Chihuahua, se han expuesto a los mismos productos químicos que se emplean para su combate, resultado de comparar lo reportado por Ramírez y Jacobo (2002) y los productos empleados en huertos de manzano reportados en este trabajo. Durante los años 2010 y 2011, el manejo de plagas en manzano dependió de 20 productos químicos en formulación comercial, de los cuales 5 fueron insecticidas-acaricidas, 4 insecticidas, 3 acaricidas, 6 fungicidas y 2 bactericidas (Cuadro 3). De todos estos químicos, el uso de azufre fue el de mayor impacto ambiental con 209 UIA, le siguieron en orden de importancia los fungicidas Mancozeb y Ziram con 122 y 76 UIA, respectivamente (Cuadro 3). Independientemente del manejo de plagas en el huerto, el empleo de Azufre tuvo alta repercusión en los niveles de impacto ambiental, resultados que coincidieron con lo expuesto por Covach *et al.* (1992), quienes al comparar el impacto ambiental de manejo convencional de plagas contra

orchards reported in this paper. During 2010 and 2011, pest management in apple depended on 20 chemicals in commercial formulation, of which 5 were insecticides-acaricides, 4 insecticides, 3 miticides, 6 fungicides and 2 bactericides (Table 3). Of all these chemicals, the use of sulfur was the most environmental impact with 209 IUA, followed in order of importance Mancozeb and Ziram fungicides with 122 and 76 IUA, respectively (Table 3). Regardless of pest management in the garden, use of sulfur had high impact on the levels of environmental impact, results coincided with the statement made by Covach *et al.* (1992), who compared the environmental impact of conventional organic pest management against in which the use of sulfur included detected a differential of 782 UIA top for the garden with organic management. The increase in the occurrence of woolly aphid and very likely other phytophagous and phytopathogenic, reverberated in 55 and 81% more UIA than for 2011 very possibly derived from the change in environmental conditions between 2010 and 2011.

orgánico en el que se incluyó el uso de azufre, detectaron un diferencial de 782 UIA superior para el huerto con manejo orgánico. El incremento en la ocurrencia de pulgón lanígero y muy probable el de otros fitófagos y fitopatógenos, repercutió en 55 y 81% más de UIA para el año 2011 derivado muy posiblemente por el cambio en las condiciones ambientales entre los años 2010 y 2011.

Durante los últimos 15 años, la atención en el cambio climático para los próximos 200 años y su efecto, primero en los organismos y posteriormente en su distribución, han distraído la atención de lo que pasa año con año en relación con factores abióticos. En este trabajo, se evidenciaron diferencias significativas en temperaturas máximas que repercutieron en un incremento superior al 3% en unidades calor y una reducción de 30% en la precipitación acumulada durante el periodo de abril a agosto entre los años 2010 y 2011 para el oeste del estado de Chihuahua. Esta situación de temperatura y precipitación que pudo ser casuística, aportó evidencia de su variabilidad en corto periodo de tiempo y de su influencia en el incremento de ejemplares de pulgón lanígero y el consecuente impacto ambiental producto de un manejo, tal vez deficiente de plagas y enfermedades en manzano para el oeste del estado de Chihuahua, ya que aún con cambios en temperatura, precipitación e incidencia de fitófagos, las actividades de manejo de huertos, con el combate de fitófagos inclusive, se basa en una toma de decisiones inflexible y obsoleta.

Conclusiones

La incidencia de temperaturas más altas durante el año 2011, el mayor número de unidades calor acumuladas y menor precipitación, pudieron favorecer el establecimiento del pulgón lanígero y muy posible el de otros fitófagos y fitopatógenos en huertos de manzano que propiciaron incremento en la diversidad de químicos y número de aplicaciones para su combate, lo que detonó en un coeficiente de impacto ambiental superior al del año 2010. De todos los plaguicidas empleados en manzano durante el periodo de estudio, el uso de Azufre elemental fue el de mayor impacto ambiental con 209 UIA, le siguieron en orden de importancia los fungicidas Mancozeb y Ziram con 122 y 76 UIA, respectivamente.

No se detectó relación entre los ejemplares en ascenso y colonias aéreas de pulgón lanígero.

Over the past 15 years, attention on climate change for the next 200 years and its effect, first organisms and subsequently in distribution, have distracted attention from what happens every year in relation to abiotic factors. In this work, significant differences in maximum temperatures that affected an increase of 3% in heat units and a 30% reduction in accumulative rainfall during the period from april to august between 2010 and 2011 to the west were evident Chihuahua state. This situation of temperature and precipitation that could be casuistry, provided evidence of variability in short period of time and its influence on the increase of copies of woolly apple aphid and the consequent environmental impact product handling, perhaps deficient pests and diseases on apple trees to the west of the state of Chihuahua, because even with changes in temperature, rainfall and incidence of phytophagous, activities orchard management, with combat phytophagous inclusive, it is based on an outdated and inflexible making decisions.

Conclusions

The incidence of higher temperatures during 2011, the highest number of accumulated and lower precipitation, heat units, could favor the establishment of woolly aphid and very possible other herbivores and pathogens in apple orchards that led to increase in the diversity of chemicals and number of applications for combat, which detonated in a coefficient of environmental impact than 2010. Of all the pesticides used in apple during the study period, the use of elemental sulfur was the most environmental impact with 209 UIA, they followed in order of importance Mancozeb and Ziram fungicides with 122 and 76 UIA, respectively.

No copies relationship between rising and air woolly aphid colonies were detected.

End of the English version



Literatura citada

Altieri, M. A.; Trujillo, J. L. C.; Klein, C. K.; Gold, C. S. y Quezada, J. R. 1989. El control biológico clásico en América Latina en su contexto histórico. *Manejo Integrado de Plagas* 12:82-107.

- Asante, S. K.; Danthanarayana, W. and Cairns, S. C. 1993. Spatial and temporal distribution patterns of *Eriosoma lanigerum* (Homoptera: Aphididae) on apple. *Environ. Entomol.* 22:1060-1065.
- Asante, S. K.; Danthanaryana, W. and Heatwole, H. 1991. Bionomics and population growth statistics of apterous virginoparae of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum*, at constant temperatures. *Entomol. Exp. Appl.* 60: 261-270.
- Barrera, J. F.; Toledo, J. y Infante, F. 2008. Manejo integrado de plagas: conceptos y estrategias. *In: Toledo, J. e Infante, F. 2008. Manejo integrado de plagas.* Trillas. México. 327 p.
- Beers, E. H.; Cockfield, S. D. and Gontijo, L. M. 2010. Seasonal phenology of woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum* Hausman) (Hemiptera: Aphididae) in central Washington. *Environ. Entomol.* 39(2):286-294.
- Damavandian, M. R. and Pringle, K. L. 2007. The field biology of subterranean populations of the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Hemiptera: Aphididae), in South African apple orchards. *African Entomol.* 15: 287-294.
- Gontijo, L. M.; Cockfiel, S. D. and Beers. 2012. Natural enemies of Woolly apple aphid (Hemiptera: Aphididae) in Washington. *Environmental Entomology*, 41(6): 1364-1371
- Headley, J. C. 1968. Estimating the production of agricultural pesticides. *Am. J. Agric. Econ.* 5:13-23.
- Hetherington, S. 2009. Wolly aphid. *In: integrated pest management. The State of New South Wales, Industry & Investment NSW.* Apple and Pear Australia Limited. Australia. 134-140 pp.
- Holland, J. M. and Luff, M. L. 2000. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Manag Rev.* 5(2):109-129.
- Jacobo, C. J. L. y Ramírez, L. M. R. 2006. Presión de selección absoluta y relativa por el uso de insecticidas y acaricidas en huertos de manzano en Cuauhtémoc, Chihuahua, México. *Folia Entomol. Mex.* 45(1):9-16.
- Kogan, M. and Bajwa, W. I. 1999. Integrated pest management: a global reality? *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil.* 28:1-25.
- Kovach, J.; Petzoldt, C.; Degni, J. and Tette, J. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences. Bulletin No.* 139.
- Lagunes, T. A.; Rodríguez, M. J. C. y de Loera, B. J. C. 2009. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones de artrópodos de México. *Agrociencia*, 43(2): 173-196.
- Lavstuvka, Z. 2009. Climate change and its possible influence on the occurrence and importance of pests. *Plant Protect Sci.* 45: Special Issue: S53-S62.
- Matlock, R. B. and De la Cruz R. 2002. An inventory of parasitic *Hymenoptera* in banana plantations under two pesticide regimes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 93(1):147-64.
- Medina, G. G.; Ruíz C. J. A. y María, R. A. 2004. SICA: sistema de información para caracterizaciones agroclimáticas. Versión 2.5: documentación y manual del usuario. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Zacatecas, Zac. Tema didáctico Núm. 2. 2^{da} Edición. 74 p.
- Pennypacker, S. P. H.; Knoble, H. D.; Antle, C. E. and Madden, L. D. 1980. A flexible model for studing plant disease progression. *Phytopathology.* 70:232-235.
- Pimentel, D.; Krummel, J.; Gallahan, D.; Hough, J.; Merrill, A.; Schreiner, I.; Vittum, P.; Koziol, F.; Back, E.; Yen, D. and Fiance, S. 1978. Benefits and costs of pesticide use in United States food production. *Bioscience*, 28:778-784.
- Porter, J. H.; Parry, M. L. and Carter, T.R. 1991. The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. *Agric. Forest Meteorol.* 57(1-3):221-240.
- Ramírez, L. M. R. y Jacobo C. J. L. 2002. Impacto Ambiental del Uso de Plaguicidas en Huertos de Manzano del Noroeste de Chihuahua, México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 20:168-173.
- Ramírez, L. M. R.; Ruíz, C. J. A.; Medina, G. G.; Jacobo, C. J. L.; Parra, Q. R. A.; Ávila, M. M. R. y Amado, A. J. P. 2011. Perspectivas del sistema de producción de manzano en Chihuahua, ante el cambio climático. *Rev. Mex. Cienc. Agric. Pub. Esp.* 2:223-237.
- Romero, R. F. 2004. Manejo integrado de plagas: las bases, los conceptos, su mercantilización. Universidad Autónoma Chapingo-Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Instituto de Fitosanidad, Montecillo, Chapingo, Estado de México. 103 p.
- SIAP. 2013. Producción Agropecuaria. Producción Anual. Producción Agrícola por Estado. *Manzana. siap.gob.mx.*
- Shetty, P. K. and Sabitha, M. 2009. Economic and ecological externalities of pesticide use in India. *In Peshin, R. and Dhawan, A. K. (Eds.). Integrated pest management: innovation development process* Dordrecht, Netherlands Springer. 1:113-129.
- Sincich, T.; D. M. Levine and D. Stephan. 2002. Practical statistics by example using Microsoft® Excel and Minitab®. Prentice Hall. 2nd Edition. New Jersey. USA. 789 p.
- Sprent, P. and Smeeton, N. C. 2001. Applied nonparametric statistical methods. 3rd edit. Text in Statistical Sciences. Chapman and Hall CRC. USA. 461 p.
- SAS Institute Inc. 2002. Statistical Analysis System user's guide. Version 9.0. Cary, NC. USA. Statistical Analysis System Institute. 513 p.
- Stay, S. A.; Lima, M. and Labra, F. A. 2009. Predicting insect pest status under climate change scenarios: combining experimental data and population dynamics modelling. *J. Appl. Entomol.* 133:491-499.