



Susceptibility to acaricides in *Oligonychus perseae* from avocado orchards in Nayarit, Mexico

Susceptibilidad de acaricidas en *Oligonychus perseae* provenientes de huertos de aguacate en Nayarit, México

Ramos-Gutiérrez F.A., Santillán-Ortega C.*, Robles-Bermúdez A., Isiordia-Aquino N.,
García-López M., Flores-Canales R.J., González-Corona M.S.

Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura.
Carretera Tepic-Compostela km 9, apartado postal 49. C. P. 63780. Xalisco, Nayarit. México.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Autonomous University of Nayarit with the aim of determining the relative resistance (RR at level of LC_{50} and LC_{95}) of *Oligonychus perseae* from Hass avocado orchards to acaricides in comparison to a susceptible population. Mite populations were obtained from three sample sites of commercial Hass avocado plantations: one from the municipality of Xalisco (rural areas) and two from the municipality of Tepic (El Ahuacate and San Cayetano), Mexico; a mite population collected from the Agriculture School was taken as susceptibility reference. Fenpropathrin, abamectin and dimethoate were used as acaricides in serial dilutions from 1000 to 0.1 ppm and a control of distilled water. Mortality was determined at 24 hours. Obtained data were analyzed using Probit, through the Polo Plus program to obtain LC_{50} and LC_{95} values, which were compared between assayed populations to determine resistance levels. *O. perseae* mite populations from Xalisco, El Ahuacate and San Cayetano did not present resistance at level at LC_{50} and LC_{95} from the three tested acaricides. For fenpropathrin, in the three populations, RR_{50} and RR_{95} values ranged from 1.1 to 1.2x, and from 1.6 to 2.0x, respecti-

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: October 17th 2014.

Accepted/Aceptado: february 4th 2014.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Universidad Autónoma de Nayarit, con el objetivo de determinar la resistencia relativa (RR a nivel de CL_{50} y CL_{95}) de *Oligonychus perseae* procedente de huertos de aguacate variedad Hass a acaricidas en comparación con una colonia susceptible. Las colonias de ácaros se obtuvieron de tres sitios de muestreo de plantaciones comerciales de aguacate Hass, uno en el municipio de Xalisco (huertas ejidales) y dos en el municipio de Tepic (El Ahuacate y San Cayetano); una población de ácaros recolectada en la Unidad Académica de Agricultura se tomó como referencia de susceptibilidad. Se emplearon los acaricidas fenpropatrin, abamectina y dimetoato en diluciones seriales de 1000 a 0.1 ppm y un testigo de agua destilada. La mortalidad se determinó a las 24 horas. Los datos obtenidos se analizaron con el procedimiento Probit, mediante el programa Polo Plus para obtener los valores de CL_{50} y CL_{95} , los cuales se compararon entre las poblaciones ensayadas para determinar los niveles de resistencia. Las poblaciones del ácaro *O. perseae* de Xalisco, el Ahuacate y San Cayetano no presentaron resistencia a nivel de CL_{50} y CL_{95} con los tres acaricidas ensayados. En el caso de fenpropatrin, en las tres poblaciones, los valores de RR_{50} y RR_{95} variaron de 1.1 a 1.2x y de 1.6 a 2.0x, respectivamente. Para abamectina los valores de RR_{50} y RR_{95} variaron de 0.6 a 1.1x y de 0.2 a 0.8x, respectivamente. Finalmente para el acaricida dimetoato-

*Corresponding Author:

Santillan-Ortega C. Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura, Carretera Tepic-Compostela Km.9, apartado postal 49, C.P. 63780. Xalisco, Nayarit. México. Phone: +52(311) 211 0128. 211 1163. E-mail: csantillan-ortega@hotmail.com

vely. For abamectin, RR_{50} and RR_{95} values varied from 0.6 to 1.1x and 0.2 to 0.8x, respectively. Finally, in the case of dimethoate, RR_{50} and RR_{95} values fluctuated from 0.6 to 1.1x and 0.4 to 3.6x, respectively.

to los valores de RR_{50} y RR_{95} variaron de 0.6 a 1.1x y de 0.4 a 3.6x, respectivamente.

KEY WORDS

Bioassays, acaricides, resistance.

PALABRAS CLAVE

Bioensayos, acaricidas, resistencia.

Introduction

Indiscriminate use of organo-synthetic pesticides from World War II, and the arrival of DDT, negatively intervened in the natural balance of predator-prey populations, growing disproportionately in regard to phytoseids. As consequence of this anthropocentric intervention, they turned into destructive plagues. Tetranychidae mites constitute the most important group of plague mites in the agricultural field, since all of its members are phytophagous (Badii and Abreu, 2006); derived from the use of acaricides in the agricultural activity, reported cases of resistance to phytophagous mites are 820, from which 535 correspond to *Tetranychus* (Tetranychidae family), which also belong to 424 cases of the species *T. urticae*. For the case of *Oligonychus* six cases are reported, all for the *O. pratensis* species, which are reported for corn and sorghum (MSU, 2014), therefore *Oligonychus perseae* species does not present resistance cases. Avocado trees in Mexico are important because 168,113 ha are planted, from which Michoacan represents 72.7 % (122,251 ha); for Nayarit, this state has 3.2 % established (5,349 ha), which represents a harvest value of \$174,806,690.00 (Mexican pesos) (SAGARPA-SIAP, 2013). Under such conditions, a large amount of problems arise, among which *Oligonychus punicae* and *O. perseae* mites stand out. Despite the fact that no cases of resistance for mites have been reported in Nayarit, the actual state of the plagues is unknown, so the generated information from the performed bioassays can generate important references. Pest control through chemical means is the most frequently used option, however, ignorance on the use of chemical substances provokes a series of problems when performing control measures under field conditions. Main problems that arise from the indiscriminate use of toxic substances against mites are

Introducción

El uso indiscriminado de los plaguicidas organo-sintéticos a partir de la Segunda Guerra Mundial, y con el advenimiento del DDT, intervinieron de forma negativa en el balance natural de las poblaciones de depredador-presa crecieron de manera desproporcional con respecto a los fitoseidos. Como consecuencia de esta intervención de origen antropocéntrico, se convirtieron en plagas destructivas en agricultura. Los ácaros de la familia Tetranychidae constituyen el grupo más importantes de ácaros plaga en el sector agrícola ya que todos sus miembros son fitófagos (Badii y Abreu, 2006), derivado del uso de acaricidas en la actividad agrícola los casos reportados de resistencia para los ácaros fitófagos son 820, de los cuales 535 casos corresponden al género *Tetranychus* (familia Tetranychidae), que a su vez pertenecen 424 casos a la especie *T. urticae*. Para el caso del género *Oligonychus* se reportan seis casos pero todos para la especie *O. pratensis*, los cuales se reportan para maíz y sorgo (MSU, 2014), de manera que la especie *Oligonychus perseae* no presenta casos de resistencia. El aguacatero en México es importante porque están plantadas 168,113 ha, de las cuales Michoacán representa el 72.7 % (122,251 ha); para el caso de Nayarit, este estado tiene establecido el 3.2 % (5,349 ha), lo cual representa un valor de cosecha de \$174,806,690.00 (Pesos mexicanos) (SAGARPA-SIAP, 2013). En estas condiciones existen una gran cantidad de problemas fitosanitarios entre los que destacan los ácaros *Oligonychus punicae* y *O. perseae*. A pesar de que en Nayarit no se han reportado casos de resistencia para ácaros en aguacate, no se conoce el estado actual de las plagas, por lo que la información generada a partir de bioensayos realizados puede proporcionar referencias importantes. El manejo de plagas por medios químicos es la opción a la que se recurre con más frecuencia, sin embargo, el desconocimiento en el uso de las sustancias químicas provoca una serie de problemas al realizar las medidas de control en condiciones de campo. Los principales problemas ocasionados por el uso indiscriminado de sustancias tóxicas contra ácaros son el desarrollo de resistencia de estos artrópodos a acaricidas; además

the development of resistance of this arthropods to acaricides, besides of the ecological imbalance and the presence of unwanted toxic residuals in agricultural cultures. The aim of this investigation was to determine the relative resistance (RR at LC₅₀ and LC₉₅ levels) of *O. perseae* from Hass avocado orchards to fenprothrin, abamectin and dimethoate acaricides in comparison to a susceptible population.

Materials and Methods

Experimentation site. This research was carried out in the Agricultural Parasitology lab of the Agriculture School in the Autonomous University of Nayarit, Mexico.

Used mite populations. Colonies were established in three sampling sites, the first in El Ahuacate (21° 40' 14.9" North latitude and 105° 06' 28.8" West longitude), second in San Cayetano (21° 27' 02" North latitude and 104° 49' 02" West longitude) (both in the municipality of Tepic, Nayarit) and the third from the rural area of the municipality of Xalisco, Nayarit (21° 26' 00.3 North latitude and 104° 54' 11.2 West longitude). The reference susceptibility population was obtained from avocado trees from the Agriculture School (21° 25' 33.4" North latitude and 104° 53' 28.7" West longitude).

Colonies establishment. *O. perseae* colonies were started from the recollection of approximately 1,000 individuals in each sampling site, in order to increase individuals to perform bioassays with freshly collected specimens or in F₁ or F₂. Specimens were taken to greenhouses from the Agriculture School, where they were confined in cages (66 × 85 × 66 cm), which contained small avocado trees.

Used acaricides. As treatment, Agrimec 1.8 CE® (abamectin 180 g of IA/L CE, Syngeta Agro, S. A. de C. V.), Herald 375 CE® (fenprothrin 375 g of IA/L, Valent de Mexico, S. A. de C. V.) and Nugor 400 CE® (dimethoate 400 g of IA/L, United Phosphorus de Mexico, S. A de C. V.).

Bioassays. Bioassay technique methodology of Imbued Vial was used (Lagunes-Tejeda and Vazquez-Navarro, 1994); acaricides dilutions in distilled water that covered the range of 0 to 100 % mortality were prepared, with at least five dilutions (1000, 100, 10, 1, 0.1 ppm), besides

del desequilibrio ecológico y la presencia de residuos tóxicos indeseables en los cultivos agrícolas. El objetivo de esta investigación fue determinar el nivel de resistencia relativa (a nivel de CL₅₀ y CL₉₅) del ácaro *O. perseae* procedentes de huertos de aguacatero cultivar Hass a los acaricidas fenpropatrin, abamectina y dimetoato en comparación con una colonia susceptible.

Materiales y Métodos

Sitio de experimentación. La presente investigación se realizó en el laboratorio de Parasitología Agrícola de la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Poblaciones de ácaros empleadas. Las colonias se establecieron de tres sitios de muestreo, la primera en el poblado de El Ahuacate (21° 40' 14.9" latitud norte y 105° 06' 28.8" longitud oeste), la segunda en San Cayetano (21° 27' 02" latitud norte y 104° 49' 02" longitud oeste) (ambos del municipio de Tepic, Nayarit) y la tercera procedente de la zona rural del municipio de Xalisco, Nayarit (21° 26' 00.3 latitud norte y 104° 54' 11.2" longitud oeste). La colonia de referencia de susceptibilidad se obtuvo de los árboles de aguacate de la Unidad Académica de Agricultura (21° 25' 33.4" latitud norte y 104° 53' 28.7" longitud oeste).

Establecimiento de las colonias. Las colonias de *O. perseae* se iniciaron a partir de la recolección de aproximadamente 1,000 individuos de cada sitio de muestreo, con la finalidad de incrementar los individuos para realizar los bioensayos con especímenes recién recolectados o en la F₁ o F₂. Los especímenes se trasladaron a invernaderos de la Unidad Académica de Agricultura en donde se confinaron en jaulas (66 × 85 × 66 cm), las cuales contenían árboles pequeños de aguacate.

Acaricidas empleados. Como tratamientos se emplearon los acaricidas Agrimec 1.8 CE® (abamectina 180 g de IA/L CE, Syngeta Agro, S. A. de C. V.), Herald 375 CE® (fenpropatrin 375 g de IA/L, Valent de México, S. A. de C. V.) y Nugor 400 CE® (dimetoato 400 g de IA/L, United Phosphorus de México, S. A de C. V.).

Bioensayos. Se empleó la metodología de bioensayo por la técnica de Vial Impregnado (Lagunes-Tejeda y Vázquez-Navarro, 1994); se prepararon diluciones de acaricidas en agua destilada que cubrió el rango de 0 a 100 % de mortalidad, con al menos cinco diluciones (1000, 100, 10, 1, 0.1 ppm), además un testigo con sólo agua destilada. Se em-

a control with only distilled water. Glass vials with 0.8 mL capacity were used, which were added with an amount of 0.3 mL from a known insecticide solution. In order to break superficial tension of water, an organosilicon surfactant Mojatodo® at 0.1 % v/v of formulated product (polietoxi polidimetil siloxane 1032 g of IA/L Síntesis y Formulaciones de Alta Tecnología, S.A. de C.V.). To impregnate the recipient, an equipment with rotating rollers was used during 30 min; the solution within the vial was manually moved for the surface to get imbued. After, excess water was wrung from the recipient in inverted position on absorbance paper for 30 min, it was permitted that the imbued vial lost humidity by natural aeration during 24 h in normal positioning. After this procedure, vial was ready to use. Plastic caps of vials were imbued by submerging them during 10 seconds in the corresponding acaricides solution, for its drainage they were placed on absorbance paper during 24 h. Ten mites from a specific colony were introduced in the imbued vials, which were transferred with a plastic filament under a stereoscopic microscope. Mortality was determined 24 h after applying treatment. Mite that presented no movement was considered dead.

Statistical analysis. Mortality data were analyzed by PROBIT procedure with Polo Plus statistical program (Le Ora, 2012) to obtain values of LC_{50} and LC_{95} . Such values were compared to determine resistance or relative resistance (RR) levels.

Results and Discussion

In the three used acaricides it was observed that there are no statistical differences between resistance ranges (RR_{50} and RR_{95}) in populations of *O. perseae*, since fiducial limits or value range of LC_{50} and LC_{95} overlapped with values of the susceptible colony.

By comparing LC_{50} and LC_{95} from the response to fenpropathrin of *O. perseae* colonies from El Ahuacate, Xalisco and San Cayetano (Table 1), with the colony that was considered as susceptible, since Relative Resistance (RR) values fluctuated from 1.1x a 1.2x (at LC_{50} level) and 1.6x to 2.0x (at LC_{95} level), besides fiducial limits overlapped to those compared levels, this result might be due to fenpropathrin being a common use product in vegetable production but sporadically used in production systems of avocado, since Villegas-Elizalde

plearon viales de vidrio con capacidad de 0.8 mL a los cuales se agregó una cantidad de 0.3 mL de una solución de insecticida conocida. Para romper la tensión superficial del agua se empleó un surfactante organosiliconado Mojatodo® al 0.1 % v/v de producto formulado (polietoxi polidimetil siloxano 1032 g de IA/L Síntesis y Formulaciones de Alta Tecnología, S.A. de C.V.). Para impregnar el recipiente, se usó un equipo con rodillos rotatorios, durante 30 min; manualmente se movió la solución contenida en el vial para que toda la superficie se impregnara. Posteriormente, se estiló el agua sobrante del recipiente en posición invertida sobre un papel absorbente por 30 min, se permitió que el vial impregnado perdiera la humedad por aireación natural durante 24 h en posición normal. Después de este procedimiento, el vial estuvo listo para su empleo. Los tapones de plástico de los viales se impregnaron sumergiéndolos durante 10 segundos en la dilución correspondiente de acaricida, para su desecación se colocaron sobre un papel absorbente durante 24 h. En los viales impregnados se introdujeron 10 ácaros de una colonia específica, los cuales se transfirieron con un filamento de plástico bajo un microscopio estereoscópico. La mortalidad se determinó 24 h después de haber aplicado el tratamiento. Se consideró ácaro muerto aquel que no presentó movimiento.

Análisis estadístico. Los datos de mortalidad se analizaron mediante el procedimiento PROBIT con el programa estadístico Polo Plus (Le Ora, 2012) para obtener los valores de CL_{50} y CL_{95} . Tales valores se compararon para determinar los niveles de resistencia o resistencia relativa (RR).

Resultados y Discusión

En los tres acaricidas empleados se observó que no existen diferencias estadísticas entre los rangos de resistencia (RR_{50} y RR_{95}) en las poblaciones de *O. perseae*, puesto que los límites fiduciales o rango de valores de CL_{50} y CL_{95} se traslapan con los valores de la colonia susceptible.

Al comparar la CL_{50} y CL_{95} de la respuesta a fenpropatrin de las colonias de *O. perseae* procedentes de El Ahuacate, Xalisco y San Cayetano (Tabla 1), con la colonia que fue considerada como susceptible, ya que los valores de Resistencia Relativa (RR) fluctuaron de 1.1x a 1.2x (a nivel de CL_{50}) y de 1.6x a 2.0x (a nivel de CL_{95}), además de que los límites fiduciales se traslaparon a esos niveles comparados, este resultado quizás se deba a que fenpropatrin es un producto de uso común en producción de hortalizas pero esporádico en sistemas de

et al., (2010) found fenpropathrin with high resistance levels RR_{50} and RR_{95} 233 and 224x in strawberry to tetranychidae *Tetranychus urticae*. This acaricide is used in vegetables for mite control with a hectare cost of \$400.00 (Mexican pesos), so its use in avocado growth is sporadic. Due to low selection pressure, resistance levels are not manifested.

While abamectin being assayed in the different *O. perseae* mite colonies (Table 2), no differences at level LC_{50} and LC_{95} were found. RR at LC_{50} level fluctuated from 0.6x to 1.1x and at LC_{95} level ranged from 0.2x to 0.8x in all field colonies evaluated: El Ahuacate, Xalisco and San Cayetano, which coincide with the avocado producer expression, who manifests that rarely they perform applications for mite control that include this active ingredient. Results are similar to those appointed by Humeres and Morse (2005), who found susceptibility for abamectin between 2.1 and 3.5x. On the other hand, Cerna-Chávez et al., (2009) found avermectin (a compound with the same action mechanism than abamectin) with high effectiveness on the mite *Tetranychus urticae* in vegetable growth. Despite abamectin is a recommended product to use in avocado, it turns to be expensive for the avocado producer (\$1,000 Mexican pesos/ha), in that sense, *O. perseae* field mite populations are kept susceptible.

It can be seen in Table 3 that there are no susceptibility differences in all evaluated colonies (El Ahuacate, Xalisco and San Cayetano) with the use of dimethoate. RR ranged from 0.5x to 1.7x (LC_{50}) and 0.4x to 3.6x (LC_{95}). This acaricide presents various resistance mechanisms simultaneously so that the developmental process of resistance is delayed (Lagunes-Tejeda and Villanueva-Jiménez, 1995), but there is a susceptibility difference, Landeros et al., (2010) found that α and β esterase enzymes in mites are responsible of resistance to mites from the organophosphate group.

In such respect, Matsumura and Voss (1964) and Herne and Brown (1969) reported resistance of *Tetranychus urticae* to organophosphates by activity increase of the carboxiesterase enzymes. Dimethoate is an acaricide used in avocado but rarely, even though its low cost (\$150.00 Mexican pesos/ha) so that selection pressure of *O. perseae* mites is low.

Acaricides are human allies to fight phytophagous mites from cultures; susceptibility analysis of mites in fruit cultures

producción de aguacate, ya que Viellegas-Elizalde et al., (2010) encuentran a fenpropatrin con altos niveles de resistencia RR_{50} y RR_{95} 233 y 224x en fresa al tetránquido *Tetranychus urticae*. Este acaricida es usado en hortalizas para control de ácaros con un costo por hectárea de \$400.00 pesos, por lo que el uso es esporádico en el cultivo de aguacate. Debido a la baja presión de selección no se manifiestan niveles de resistencia.

Al ensayar abamectina en las distintas colonias del ácaro *O. perseae* (Tabla 2), no se encontraron diferencias a nivel de la CL_{50} y CL_{95} . Las RR a nivel de CL_{50} fluctuaron de 0.6x a 1.1x y a nivel de CL_{95} variaron de 0.2x a 0.8x en todas las colonias de campo evaluadas: El Ahuacate, Xalisco y San Cayetano, lo cual coinciden con la expresión del productor de aguacate que manifiestan rara vez realizar aplicaciones para el manejo de ácaros que incluyan este ingrediente activo. Los resultados son similares a los señalados por Humeres y Morse (2005) quienes encontraron susceptibilidad para abamectina entre los 2.1 y 3.5x. Por su parte Cerna-Chávez et al., (2009) encontraron a avermectina (un compuesto con el mismo mecanismo de acción que abamectina) con alta efectividad sobre el ácaro *Tetranychus urticae* en cultivo de hortalizas. A pesar de que abamectina es un producto que se recomienda su uso en aguacate, resulta ser costoso para el productor de aguacate (\$1,000.00 pesos M.N./ha) en ese sentido las poblaciones de ácaros *O. perseae* de campo se mantienen susceptibles

En el Tabla 3 se puede apreciar que no existen diferencias de susceptibilidad en todas las colonias evaluadas (El Ahuacate, Xalisco y San Cayetano) con el uso de dimetoato. Las RR variaron de 0.5x a 1.7x (CL_{50}) y de 0.4x a 3.6x (CL_{95}). Este acaricida presenta varios mecanismos de la resistencia de manera simultánea de tal forma que el proceso de desarrollo de la resistencia se ve retrasado (Lagunes-Tejeda y Villanueva-Jiménez, 1995) pero si se encuentra diferencia de susceptibilidad, Landeros et al., (2010) encontraron que las enzimas α y β esterases en ácaros son responsables de la resistencia a acaricidas del grupo de los organofosforados.

Al respecto, Matsumura y Voss (1964) y Herne y Brown (1969) reportan resistencia de *Tetranychus urticae* a organofosforados por incremento de la actividad de las enzimas carboxiesterasas. Dimetoato es un acaricida que se emplea en aguacate pero de manera aislada aunque su costo es bajo (\$150.00 pesos M.N./ha) de manera que la presión de selección de los ácaros *O. perseae* es baja.

Los acaricidas son aliados del hombre para combatir los ácaros fitófagos de los cultivos; el análisis de la suscepti-

Table 1.
Fenpropathrin susceptibility in *Oligonychus perseae* adults from three colonies of avocado orchards in the State of Nayarit.

Tabla 1.
Susceptibilidad a fenpropatrin en adultos de *Oligonychus perseae* procedentes de tres colonias de huertos de aguacate del estado de Nayarit.

Colony	n	Slope	LC ₅₀ * (95 % LC)	LC ₉₅ ** (95 % LC)	χ^2	RR ₅₀	RR ₉₅
El Ahuacate	350	1.113	47.373 (24.157-98.276)	1423.4 (453.60-16259.)	3.0984	1.1	2.0
Xalisco	350	1.108	47.532 (28.023-83.210)	1451.386 (553.783-8260.609)	2.971	1.1	2.0
San Cayetano	350	1.218	51.477 (30.356-87.663)	1155.097 (473.217-6072.388)	1.928	1.2	1.6
Susceptible	350	1.348	43.502 (15.953-108.821)	721.80 (223.78-27086.)	5.6805	–	–

*RR₅₀ and **RR₉₅: Relative Resistance at 50 and 95 % of mortality.

*RR₅₀ y **RR₉₅: Resistencia Relativa al 50 y 95 % de mortalidad.

Table 2.
Abamectin susceptibility in *Oligonychus perseae* adults from three colonies of avocado orchards in the State of Nayarit.

Tabla 2.
Susceptibilidad abamectina en adultos de *Oligonychus perseae* procedentes de tres colonias de huertos de aguacate del estado de Nayarit.

Colony	n	Slope	LC ₅₀ * (95 % LC)	LC ₉₅ ** (95 % LC)	χ^2	RR ₅₀	RR ₉₅
El Ahuacate	350	0.809	93.689 (59.721-151.949)	10123 (3732.7-46209)	0.251	0.6	0.3
Xalisco	350	0.875	105.173 (67.603-167.816)	7981.2 (3124.8-33737)	0.853	0.7	0.2
San Cayetano	350	0.737	172.956 (102.280-320.626)	29490 (8001.1-43745.)	0.520	1.1	0.8
Susceptible	350	0.705	159.972 (92.996-302.394)	34508 (71595-8753.5)	0.545	–	–

*RR₅₀ and **RR₉₅: Relative Resistance at 50 and 95 % of mortality.

*RR₅₀ and **RR₉₅: Resistencia Relativa al 50 y 95 % of mortalidad.

Table 3.
Dimethoate susceptibility in *Oligonychus perseae* adults from three colonies of avocado orchards in the State of Nayarit.

Tabla 3.
Susceptibilidad a dimetoato en adultos de *Oligonychus perseae* procedentes de tres colonias de huertos de aguacate del estado de Nayarit.

Colony	n	Slope	LC ₅₀ * (95 %LC)	LC ₉₅ ** (95%LC)	χ^2	RR ₅₀	RR ₉₅
El Ahuacate	350	0.899	45.563 (22.590-88.034)	3078.2 (984.61-25123.)	4.5226	0.5	0.4
Xalisco	350	0.762	134.521 (82.278-234.387)	19365 (5990.3-12876.)	1.793	1.6	2.7
San Cayetano	350	0.727	142.581(85.457-257.217)	26052 (7361.7-41912)	1.719	1.7	3.6
Susceptible	350	0.854	84.661 (36.387-209.030)	7131.7 (1605.1-65456.)	6.3947	–	–

*RR₅₀ and **RR₉₅: Relative Resistance at 50 and 95 % of mortality.

*RR₅₀ and **RR₉₅: Resistencia Relativa al 50 y 95 % of mortalidad.

represents a sustainable tool in the rational management of agrochemicals for culture damage by pests, so it is possible to use acaricides chemical groups in function of resistance and/or susceptibility to phytosanitary problems. Generated knowledge represents an alternative in the management of phytophagous mites.

Conclusions

Oligonychus perseae mite populations from the three sampling sites: El Ahuacate, San Cayetano and Xalisco did not present resistance at LC_{50} and LC_{95} levels with assayed fenpropathrin, abamectin and dimethoate acaricides.

An agronomic advantage was found in the production of avocado in Nayarit, since used acaricides in this assay can be used for chemical control of *O. perseae* and as an alternative for the integrate management of pests.

This monitoring of resistance in the mentioned pest must be made between one and two years to observe development tendency of resistance in avocado trees.

bilidad de los ácaros en los cultivos frutales representa una herramienta sustentable en el manejo racional de los agroquímicos por daños en los cultivos por plagas, de esta manera es posible emplear grupos químicos de acaricidas en función a la resistencia y/o susceptibilidad de los problemas fitosanitarios. El conocimiento generado representa una alternativa en el manejo de ácaros fitófagos.

Conclusiones

Las poblaciones del ácaro *Oligonychus perseae* de los tres sitios muestreados: El Ahuacate, San Cayetano y Xalisco no presentaron resistencia a nivel de CL_{50} y CL_{95} con los acaricidas fenpropatrin, abamectina y dimetoato ensayados.

Se encontró una ventaja agronómica en la producción de aguacate en Nayarit, ya que los acaricidas empleados en el presente ensayo pueden ser útiles para el control químico de *O. perseae* y como una alternativa para el manejo integrado de plagas.

Este monitoreo de la resistencia en la mencionada plaga debe realizarse entre uno y dos años para observar las tendencia del desarrollo de la resistencia en aguacatero.

References

- Badii, M.H. and Abreu, J.L. 2006. Control biológico: una forma sustentable de control de plagas. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. 3: 45-60 pp.
- Cerna-Chávez, E., Landeros, J., Ochoa-Fuentes, Y.M., Luna-Ruiz, J.J., Vázquez-Martínez, O. and Ventura-López, O. 2009. Tolerancia del ácaro *Tetranychis urticae* Koch a cuatro acaricidas de diferente grupo toxicológico. *Investigación y Ciencia* 44: 4-10. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67411476002>
- Herne, D.H.C. and Brown, A.W.A. 1969. Inheritance and biochemistry of OP-resistance in a New York strain of the two spotted spider mite. *Journal of Economic Entomology* 62: 205-209. <http://jee.oxfordjournals.org/content/62/1/205>
- Humeres, E.C. and Morse, J.G. 2005. Baseline susceptibility of *persea mite* (Acari: Tetranychidae) to abamectin and milbemectin in avocado groves in Southern California. *Experimental and Applied Acarology* 36: 51-59. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10493-005-1545-7#page-1>
- Lagunes-Tejeda, A. and Vázquez-Navarro, M. 1994. El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 159 pp.
- Lagunes-Tejeda, A. and Villanueva-Jiménez, J.A. 1995. Toxicología y Manejo de Insecticidas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 264 pp.
- Landeros, J., Ail, C.E., Cerna, E., Ochoa, Y., Guevara, L. and Aguirre, L.A. 2010. Susceptibilidad y mecanismos de resistencia de *Tetranychus urticae* (Acariformes: Tetranychidae) en rosal de invernaderos. *Revista Colombiana de Entomología* 36: 5-9. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v36n1/v36n1a02>
- LeOra Software. PoloPlus: Probit and Logit Analysis 2012. Versión 2.0.
- Matsumura, F. and Voss, G. 1964. Mechanism of malathion and parathion resistance in the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Journal of Economic Entomology* 57: 911-917. <http://jee.oxfordjournals.org/content/57/6/911>
- MSU (Michigan State University). Arthropods Pesticides Resistance Database 2014. En <http://www.pesticideresistance.com/search.php>, última consulta: 19 de diciembre de 2014.

SAGARPA-SIAP. Anuario de la producción agrícola 2013. En <http://infosiap.siap.gob.mx/>, última consulta: 10 de diciembre de 2014.

Villegas-Elizalde, S.E., Rodríguez-Maciel, J.C., Anaya-Rosales, S., Sánchez-Arroyo, H., Hernández-Morales, J. and Bujanos-Muñiz, R. 2010. Resistencia a acaricidas en *Tetranychus urticae* (Koch) asociada al cultivo de fresa en Zamora Michoacán, México. 44: 74-81 pp.

Cite this paper/Como citar este artículo: Ramos-Gutiérrez F.A., Santillán-Ortega C., Robles-Bermúdez A., Isordia-Aquino N., García-López M., Flores-Canales R.J., González-Corona M.S. (2015). Susceptibility to acaricides in *Oligonychus perseae* from avocado orchards in Nayarit, Mexico. *Revista Bio Ciencias* 3(3): 220-227. <http://editorial.uan.edu.mx/BIOCIENCIAS/article/view/153>

