

TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN POBLACIONES DE ÁCAROS FITÓFAGOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE LIMÓN (*Citrus limon* Burm) EN XALISCO, NAYARIT

Ricardo D. Hernández-Zaragoza¹, Ricardo J. Flores-Canales^{✉1}, Nestor Isiordia-Aquino¹, Agustín Robles-Bermúdez¹, Mariano G.-López¹ y Anacelia M. Sotelo-Montoya¹

¹Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit; Km 9, carretera Tepic-Compostela, colonia centro, Xalisco, Nayarit, México. C. P. 63780

[✉]Autor de correspondencia: ricardo_flores_uan@hotmail.com

RESUMEN. Este estudio tuvo como objetivo principal conocer la fluctuación poblacional de *Eutetranychus banksi* y *Brevipalpus* spp, en 10 árboles de limón persa los cuales se seleccionaron aleatoriamente, se realizaron 15 muestreos los cuales consistieron en tomar dos hojas de cada punto cardinal y dos de la parte del medio dando un total de 100 hojas con una frecuencia semanal durante los meses comprendidos de marzo a junio del 2015. Se aplicó el análisis de varianza en las variables número de ácaros, prueba de medias por el método de Duncan ($\alpha = 0.05$) calculó la correlación de número de ácaros con temperatura y humedad relativa con prueba de Pearson para lo anterior se utilizó el programa estadístico SAS. Hubo diferencias significativas en las variables utilizadas para medir la fluctuación poblacional de los ácaros *Eutetranychus banksi* y *Brevipalpus* spp en el cultivo del limón, en el municipio de Xalisco Nayarit. El muestreo efectuado el 28 de mayo arrojó una media de 4.30 ácaros de *Eutetranychus banksi*. El 20 de mayo se encontró el mayor número de ácaros del género *Brevipalpus* con un promedio de cuatro ácaros La fluctuación poblacional de las especies de ácaros presentó una correlación positiva con temperatura y correlación negativa con humedad relativa. *E. banksi* y *Brevipalpus* spp. Con base a los datos obtenidos en los diferentes periodos de muestreo es posible planear liberación de enemigos naturales y/o reducir aplicaciones de productos químicos, decisión sustentada en los niveles determinados como bajos, medios o altos de la plaga.

Palabras clave: *Eutetranychus banksi*, *Brevipalpus* spp. condiciones ambientales, biología de ácaros.

Temperature and relative humidity in phytophages mite population associated with lemon cultivated (*Citrus limon* Burm) in Xalisco, Nayarit

ABSTRACT. This study had as main objective to know the population fluctuation of *Eutetranychus banksi* and *Brevipalpus* spp, in ten persian lemon trees which were selected randomly, 15 samples were taken which consisted of taking two leaves of each cardinal point and two of the Part of the medium giving a total of 100 leaves with a weekly frequency during the months from March to June 2015, analysis of variance was applied on the number of mites, test of means by the Duncan method ($\alpha = 0.05$), it was calculated the correlation of number of mites with temperature and relative humidity with Pearson test for the above was used The SAS statistical program. There were significant differences in the variables used to measure the population fluctuation of the mites *Eutetranychus banksi* and *Brevipalpus* spp, in the lemon crop, in the municipality of Xalisco Nayarit. Sampling on 28 May yielded an average of 4.30 mites of *Eutetranychus banksi*. On May 20 the largest number of mites of the genus *Brevipalpus* was found with an average of 4 mites. The population fluctuation of mite species had a positive correlation with temperature and negative correlation with relative humidity. *E. banksi* and *Brevipalpus* spp. Based on the data obtained in the different sampling periods, it is possible to plan the release of natural enemies and or to reduce applications of chemical products, a decision based on the low, medium or high levels of the pest.

Keywords: *Eutetranychus banksi*, *Brevipalpus* spp, environmental conditions, biology of mites.

INTRODUCCIÓN

En México la producción de limón *Citrus limon* Burm se encuentra en las 170 mil hectáreas, esto ocurre por el crecimiento del 23 % de la superficie dedicada a este cultivo en los últimos diez

años. Cerca de un 50 % de la fruta se destina al mercado nacional para su consumo en fresco, un cuarto de la producción nacional, alrededor de 500 mil toneladas, son exportadas principalmente a EEUU (90 %). Más del 85 % de estas exportaciones corresponden a limón persa. El resto de la cosecha se envía a la industria para la extracción de subproductos como el aceite esencial, producto del que nuestro país es el mayor exportador. En el estado de Nayarit, la producción de este frutal se dispone en una superficie de 2,300 hectáreas con una aportación en la producción anual de 16,987 toneladas (SIAP, 2013). Las principales regiones productoras de limón persa en México son Veracruz, Tabasco, Oaxaca, Chiapas, Tamaulipas, Morelos, Michoacán, Jalisco, Yucatán, Estado de México y Colima.

En el cultivo de limón se conocen a las familias Tenuipalpidae y Tetranychidae como ácaros de importancia económica debido a que estas plagas ocasionan enfermedades como el virus de la leprosis de los cítricos en el caso de las especies *Brevipalpus* spp (Acari: Tenuipalpidae) y principalmente la alimentación del follaje que causa amarillamiento, defoliación y pérdida de vigor del árbol causado por *Eutetranychus banksi* (Acari: Tetranychidae) (Flores *et al.*, 2011).

La leprosis de los cítricos es una enfermedad viral transmitida por ácaros del género *Brevipalpus*, la cual afecta de forma severa hojas, ramas y frutos de cítricos, y reduce la producción y el valor comercial del cultivo, con pérdidas económicas que pueden ascender a varios millones de dólares al año y provocar la muerte de plantas cuando no se toman medidas de control del ácaro vector (Rodríguez, 2000; Goes *et al.*, 2002; Bastianel *et al.*, 2010). Esta enfermedad de los cítricos se detectó por primera vez en México en 2004, en ocho municipios del sur del estado de Chiapas. En el estado de Tabasco se detectó en 2006 en algunas plantas de naranja del municipio de Huimanguillo, donde fue erradicada oportunamente; sin embargo, la aparición de varios brotes en 2007 en toda la zona citrícola de este municipio condujeron a declarar a dicho estado bajo cuarentena (Robles, 2010).

Eutetranychus banksi se distribuye en los Estados Unidos de América, México, Argentina, Perú, Italia, Israel, Egipto, Sudáfrica y la India; algunos autores opinan que este ácaro se ha dispersado por todo el mundo con el traslado de cítricos y probablemente plantas ornamentales, Bolland *et al.* (1998) asignan a *E. banksi* una amplia distribución en el Continente Americano, con una lista de 84 especies de plantas hospedantes. En nuestro país, se encuentra localizada en los estados de Veracruz, Sonora y Nuevo León. Las poblaciones de esta especie en Nayarit son bajas, por lo que carece de importancia económica. Rodríguez *et al.* (2013), mencionan que debido a la magnitud de la superficie cultivada con limones en México, cualquier problema fitosanitario que represente una afectación de la producción representa una grave amenaza a la estabilidad económica de las personas que dependen de ese sector productivo. Por lo anterior descrito, es necesario conocer la biología y comportamiento de las especies plagas que afectan los cultivos agrícolas. Las plagas en los cítricos representan un obstáculo para la movilización y/o comercialización, en el caso de los ácaros dañan la calidad estética del fruto y para el manejo de las plagas el productor aplica un gran número de moléculas químicas que provocan los desequilibrios ecológicos, eliminación de enemigos naturales y contaminación en matos freáticos y salud de las personas. Por lo tanto, el objetivo pretende conocer la fluctuación poblacional de *Eutetranychus banksi* y *Brevipalpus* sp. y su relación con la temperatura y humedad relativa en el cultivo de limón persa en el municipio de Xalisco, Nayarit.

MATERIALES Y MÉTODO

El experimento se llevó a cabo en la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, ubicada en el kilómetro 9 de la carretera Tepic-Puerto Vallarta, con las coordenadas: latitud de 21° 25' 36" N, longitud de 104° 53' 8" W y una altura sobre el nivel del

mar de 922 m (INEGI, 2000). Se utilizaron hojas de limón persa, procedentes de una huerta de 15 años de edad aproximadamente y una altura promedio de 3 metros. Se realizaron 15 muestreos durante los meses de marzo a julio del 2015 a intervalos de una semana. Se seleccionaron aleatoriamente 10 árboles. A cada árbol seleccionado, se le colocó un listón rojo como distintivo y una etiqueta con su respectivo número. Después, se dividió en cinco áreas de muestreo: una central y una por cada punto cardinal, todas a una altura de 1.50 m del nivel del suelo.

De cada área de muestreo se seleccionaron dos hojas al azar (10 por árbol = 100 por muestreo), las cuales se colocaron en bolsas de polietileno transparente con una capacidad de 0.500 kg, previamente marcadas con los datos del árbol y se colocaron en una hielera para inhibir el movimiento de los ácaros. Finalmente, se trasladaron al laboratorio de Parasitología Agrícola de la Unidad Académica de Agricultura.

En el cuadro 1 se presentan los tratamientos evaluados, los cuales consistieron en diferentes fechas de muestreos durante el periodo de estudio.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados

No.	Fechas (2015)	No.	Fechas (2015)
1.	25 marzo	9.	20 mayo
2.	01 abril	10.	28 mayo
3.	08 abril	11.	03 junio
4.	14 abril	12.	11 junio
5.	22 abril	13.	17 junio
6.	29 abril	14.	24 junio
7.	07 mayo	15.	01 julio
8.	13 mayo		

Se utilizó un diseño fue completamente al azar con 10 repeticiones. Cada unidad experimental estuvo formada de un árbol. Las variables evaluadas fueron temperatura y humedad relativa. Los datos temperatura y humeada relativa se obtuvieron y registraron directamente en la huerta de limón, con una frecuencia diaria, ambas variables con un termo-higrómetro digital. Al material biológico recolectado se le determinó el número de ácaros de cada hoja (haz y envés), se utilizó un microscopio estereoscopio con un aumento de 30 x (Fig. 4). Para la variable número de ácaros se aplicó el análisis de varianza y la prueba de medias por el método de Duncan ($\alpha = 0.05$), con el objeto de conocer las diferencias entre poblaciones. Para las variables ambientales se aplicó la prueba de correlación de Pearson. Para esto se utilizó el programa estadístico SAS (Castillo, 2011), análisis realizado con el objeto de conocer el efecto de las condiciones ambientales descritas en la población de las dos especies de ácaros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se presentan los resultados del análisis de varianza aplicado a las variables utilizadas para medir la fluctuación poblacional de los ácaros *Eutetranychus banksi* y *Brevipalpus* spp. en el cultivo del limón, en el municipio de Xalisco Nayarit. Se observa que ambas variables tuvieron diferencias significativas, lo que indica un comportamiento diferencial de los tratamientos para estas características. Nótese que la $Pr > F$ en número de ácaros *E. banksi* es de 0.0434 y en número de ácaros *Brevipalpus* spp. es de 0.0001, es decir, la probabilidad de equivocarse al rechazar la hipótesis nula de que los tratamientos tienen el mismo efecto, es de 0.0434 y 0.0001, respectivamente. En lo referente al coeficiente de variación (C. V.), el cual nos determina el grado de error que se comete al medir cada una de las variables evaluadas, en ambas se obtuvieron valores

altos, situación aceptable en experimentos donde se trabaja con organismos vivos, los cuales se encuentran en constante movimiento y ocasionan este tipo de errores en el muestreo. En este mismo cuadro se presenta el coeficiente de determinación (R^2), el cual indica que el modelo estadístico utilizado fue adecuado, ya que los valores van de 0.61 a 0.73, lo que significa que dicho modelo explica entre el 61-73 % de la variabilidad generada en el experimento.

Cuadro 2. Análisis de varianza de las variables evaluadas.

Variabes	Pr > F	C. V. (%)	R ²
Número de ácaros de <i>Eutetranychus banksi</i>	0.0426*	152.85	0.61
Número de ácaros de <i>Brevipalpus spp</i>	0.0001**	155.09	0.73

Cuando la Pr > F es mayor de 0.05, no existen diferencias significativas.

En el cuadro 3 se observa que la prueba de medias para *E. Banksi* arrojó tres grupos estadísticos, sobresaliendo en el primero (A) el muestreo efectuado el 28 de mayo con una media de 4.30 ácaros; aunque es estadísticamente igual a nueve fechas más. Las fechas que manifestaron estadísticamente igual el menor número de ácaros fueron la 1, 3 y 2 (25 de marzo, 08 y 01 de abril); cuyas diferencias numéricas son muy pequeñas.

Cuadro 3. Prueba de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) para número de *Eutetranychus banksi*.

No.	Tratamientos/fechas	Medias*	Grupos estadísticos
10	28 de mayo	4.30	A
9	20 de mayo	3.30	A B
5	22 de abril	2.70	A B C
13	17 de junio	2.60	A B C
11	03 de junio	2.40	A B C
14	23 de junio	2.20	A B C
12	12 de junio	2.00	A B C
8	13 de mayo	2.00	A B C
7	07 de mayo	1.80	A B C
15	01 de julio	1.70	A B C
6	29 de abril	1.30	B C
4	14 de abril	0.60	B C
2	01 de abril	0.30	C
3	08 de abril	0.20	C
1	25 de marzo	0.10	C

* Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Para esta variable, la prueba de medias (Cuadro 4) manifestó tres grupos estadísticos, siendo el muestreo realizado el 20 de mayo del primer grupo, el que presentó el mayor número de ácaros del género *Brevipalpus*, ya que se encuentra sin ninguna competencia con el resto de las 14 fechas. En el segundo grupo se encuentran ubicadas seis fechas, sobresaliendo numéricamente el muestreo efectuado el 12 de junio con un valor de 0.70 ácaros. En el tercer grupo se presentan las fechas que manifestaron el menor número de ácaros durante el desarrollo de la investigación, destacando la del 9 de abril con 0 (cero) ácaros capturados, aunque numéricamente igual a siete fechas, las cuales presentan valores menores a 1.

Los resultados de la prueba de Pearson aplicada a las variables evaluadas se presentan en el cuadro 5. Para los conteos de *E. banksi* y temperatura (°C) se obtuvo un valor del coeficiente de correlación de Pearson positivo bajo ($r = 0.28485$), con una probabilidad de Pr > r de 0.3035 por lo que la correlación entre estas variables no es estadísticamente significativa. Sin embargo es notable la tendencia en el aumento de la población de *E. banksi* conforme la temperatura aumenta. Al

incremento de la temperatura diversas especies de ácaros incrementan sus poblaciones, esto se debe principalmente a que el ciclo se acorta e incrementa su dinámica poblacional, biológicamente acortan al ciclo y dan lugar a un mayor número de generaciones por año.

Cuadro 4. Prueba de medias (Duncan $_{\alpha=0.05}$) para número de *Brevipalpus* spp.

No.	Tratamientos/fechas	Medias*	Grupos estadísticos
9	20 de mayo	4.00	A
11	03 de junio	2.00	B
10	28 de mayo	1.20	B C
14	23 de junio	1.10	B C
13	17 de junio	0.80	B C
8	13 de mayo	0.80	B C
12	12 de junio	0.70	B C
15	01 de julio	0.60	C
5	22 de abril	0.50	C
7	07 de mayo	0.50	C
2	01 de abril	0.40	C
1	25 de marzo	0.40	C
4	14 de abril	0.20	C
3	08 de abril	0.10	C
6	29 de abril	0.00	C

* Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Sin embargo, es necesario analizar las condiciones óptimas de desarrollo del ácaro, cuya temperatura óptima de desarrollo se ubica entre los 32 y 25 °C y la HR entre 10 a 30 %, lo que significa que se sometió a condiciones desfavorables, por lo que no se reporta una correlación alta y positiva Jeppson (1977). Por otro lado French (1994), menciona que en Texas se favorece el desarrollo de esta especie a temperaturas de 27 °C con periodos de 8 a 10 horas por día, mientras que la presencia de lluvias intensas ejerce un efecto adverso sobre las poblaciones del ácaro.

En las variables conteo y humedad relativa (HR), el coeficiente de correlación fue bajo y presentó un valor negativo ($r = -0.278391$), con una probabilidad de $Pr > r$ de 0.3150, por lo que la correlación entre estas variables no es estadísticamente significativa. El valor negativo de la correlación indicó que al disminuir la humedad relativa se incrementó la población de *E. banksi*. Al respecto, Jeppson (1977) reporta que el desarrollo de *E. banksi* se ve favorecido por la humedad relativa baja (10-30 %) y temperaturas cercanas a los 32 °C. Browning (1983) reporta que las condiciones de clima caluroso y seco son más propicias para el desarrollo de *E. banksi*. En *Brevipalpus* spp. el valor del coeficiente de correlación de Pearson para las variables conteos y temperatura fue positivo y bajo ($r = 0.00646$), con una probabilidad de $Pr > r$ de 0.9818, por lo que la correlación de estas variables no fue estadísticamente significativa.

Solano *et al.* (2008) demostraron que la fluctuación poblacional de *Brevipalpus* spp. es directamente proporcional al aumento de la temperatura, ya que entre 24 y 33 °C favorecen el desarrollo poblacional. El coeficiente de correlación entre las variables conteo y humedad relativa presentó un valor bajo y negativo ($r = -0.17303$) y no significativo estadísticamente ($Pr > r = 0.5375$), por lo tanto, existe una correlación muy baja entre estas variables y nos muestran que la presencia de humedad relativa alta es desfavorable para la población de *Brevipalpus* spp. Estudios al respecto en otras regiones han demostrado que la fluctuación poblacional de *Brevipalpus* spp. es inversamente proporcional a este factor climático que afecta el desarrollo poblacional de la especie, la que es más abundante en el período más seco del año (Chiavegato y Kharfan, 1993). En la figura 7 se observa que *E. banksi* presentó picos poblacionales, uno del 14 al 29 de abril con un máximo de 25 ácaros en el muestreo y el otro del 13 de mayo al 03 de junio con un máximo de 38 ácaros.

La temperatura fluctuó desde los 27.3 hasta 34.7 °C, mientras que la humedad relativa varió entre el 28 y 70 %. En la figura 8 se observa que ácaros *Brevipalpus* spp. tuvieron un pico poblacional ente las fechas del 13 al 28 de mayo con un máximo de 40 individuos en el muestreo.

Cuadro 5. Correlación de Pearson para los factores ambientales en *Brevipalpus* spp. y *Eutetranychus banksi*.

Ácaros	No. Ácaros y temperatura	No. Ácaros y humedad relativa
<i>E. banksi</i>		
C. de Correlación	0.2848	-0.2783
Pr > r	0.3035	0.3150
<i>B. spp</i>		
C. de Correlación	0.0064	-0.1730
Pr > r	0.9818	0.5375

La temperatura fluctuó desde los 27.3 hasta 34.7 °C, mientras que la humedad relativa varió entre el 28 a 70 %. En la figura 8 se observa que ácaros *Brevipalpus* spp. tuvieron un pico poblacional ente las fechas del 13 al 28 de mayo con un máximo de 40 individuos en el muestreo. La temperatura fluctuó desde los 27.3 hasta 34.7 °C, mientras que la humedad relativa varió entre el 28 a 70 %.

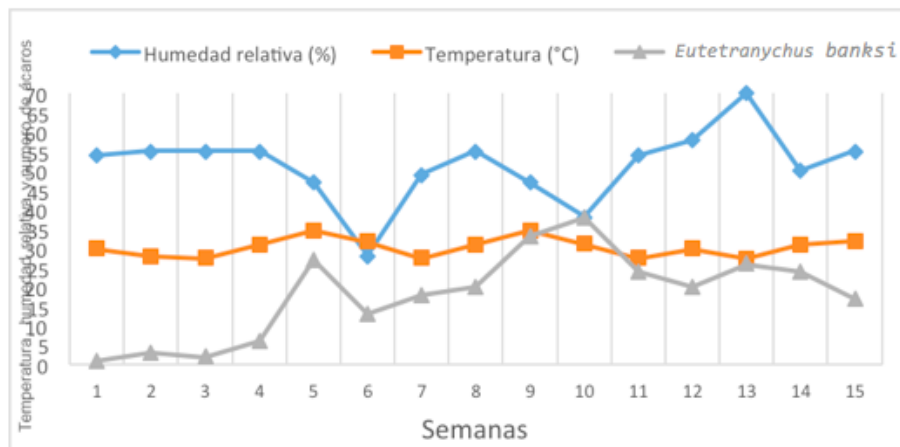


Figura 1. Fluctuación poblacional de *Eutetranychus banksi* en relación a temperatura y humedad relativa.

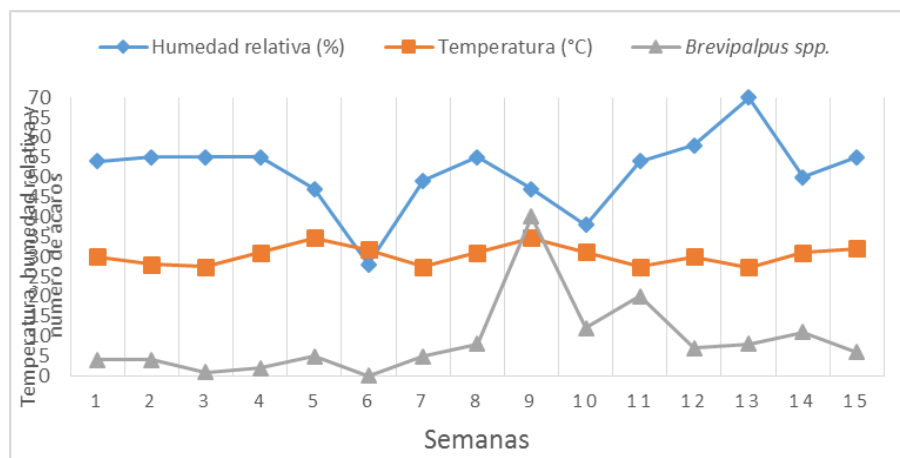


Figura 2. Fluctuación poblacional de *Brevipalpus* spp. con relación a temperatura y humedad relativa.

CONCLUSIONES

Los resultados indicaron diferencias significativas en las variables utilizadas para medir la fluctuación poblacional de los ácaros *E. banksi* y *B. spp.* en el cultivo del limón, en el municipio de Xalisco, Nayarit. El muestreo efectuado el 28 de mayo arrojó una media de 4.30 ácaros de *E. banksi*. El 25 de marzo, 08 y 01 de abril, se encontraron el menor número de ácaros. El 20 de mayo se encontró el mayor número de ácaros del género *Brevipalpus* con una media de cuatro ácaros. El 9 de abril no se encontraron individuos capturados. La fluctuación poblacional de las especies de ácaros presentó una correlación positiva con temperatura y correlación negativa con humedad relativa. *Eutetranychus banksi* y *Brevipalpus spp.* estuvieron presentes durante los cuatro meses de estudio en el huerto de limón, de la Unidad Académica de Agricultura.

Literatura citada

- Bastianel, M.; Novelli, V. M.; Kitajima, E. W.; Kubo, K. S.; Bassanezi, R. B.; Machado, M. A. and J. Freitas. 2010. *Citrus leprosis*: Centennial of an Unusual Mite-Virus Pathosystem, *Plant Disease*, 94 (3): 284–292.
- Bolland, H. R.; Gutierrez, J. and C. H. W. Flechtman. 1998. *World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)*. Brill Academic Publishers, Leiden. 392 pp.
- Browning, H. W. 1983. Spatial and temporal distribution of phytoseiid mites in Texas citrus groves. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 96: 50–54.
- Castillo, M. L. E. 2011. Introducción al SAS para Windows. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Tercera edición. Primera reimpresión. ISBN 978-968-02-0439-7. Chapingo, Estado de México.
- Chiavegato, L. G. e P. R. Kharfan. 1993. Comportamento do ácaro da leprosis *Brevipalpus phoenicis* (G.) (Acari: Tenuipalpidae) em citros, *Anais da Sociedade de Entomologica do Brasil*, 22(2): 355–359.
- Flores, C. R. J., Isiordia, A. N., Robles, B. A., Ortega, A. O., Pérez, G. R. y Q. A. Ramos, Q. A. 2011. Ácaros fitófagos asociados a frutales en la zona centro de Nayarit. *Revista Fuente*, 7: 25–31.
- French, J. V. 1994. *Mites on Texas Citrus*. Texas A & I University. Texas Citrus Center. Welasco, Texas. Circ. N° 6. 35 pp.
- Goes, A., Souza, P. S. e K. C. Kupper. 2002. Controle das doenças causadas por vírus e similares na cultura dos citros. Pp. 421–442. In: *Manejo integrado: fruteiras tropicais - doenças e pragas*. Universidad de Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil,
- Gómez, C. M., Schwentesius, R. R. y G. A. Barrera. 1994. *El limón persa en México. Una opción para el trópico*. SARH. CIESTAAM. UACH, 202 pp.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). 2000. Atención .usuarios@inegi.org.mx
- Jeppson, L. R. 1977. Bionomics and Control of Mite Attakin Citrus. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 2: 445–451.
- Robles, P. L. 2010. *Manual técnico para el manejo de la leprosis de los cítricos*. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA); Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV); Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México.
- Rodríguez, J. C. V. 2000. *Relações patógeno-vetor-plantas no sistema leprose dos citros*. Tese de Doutorado, Universidades de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- Rodríguez, L., Santillán, O. C., Robles, B. A., Isiordia, A. N. y C. M. Ortiz, C. M. *Insecticidas de bajo impacto ambiental para el control de Diaphorina citri (hemiptera: psyllidae) en limón persa en “La Fortuna”, Nayarit, México*. Pp. 10-14.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2013). Anuario estadístico de producción agrícola. Disponible en: Infosiap.siap.gob-mx/aagricola_siap_gb/icultivo.
- Solano, D. A., Álvarez, J. G. y J. A. Rodríguez. 2008. Distribución espacial de *Brevipalpus phoenicis*, vector de la leprosis de los cítricos en el cultivo de naranja valencia (*Citrus sinensis*) en Yopal, Casanare (Colombia), *Agromonía Colombiana*, 26(3): 399–410.