

## ACEITES VEGETALES COMESTIBLES COMO ALTERNATIVA DE CONTROL PARA COCHINILLA SILVESTRE DEL NOPAL *Dactylopius opuntiae* Cockerell (HEMIPTERA: DACTYLOPIIDAE), BAJO CONDICIONES DE CAMPO

María Idalia Cuevas-Salgado\*, Flor Andrea Castañeda-Templos y Carlos Romero-Nápoles. Laboratorio de Entomología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Avenida Universidad 1001 Col. Chamilpa. Cuernavaca, Morelos, México. C.P. 62209.

\*Autor para correspondencia: idalia\_cuesal@hotmail.com

Recibido: 13/03/2015; aceptado: 20/05/2105.

**RESUMEN:** Los insectos plaga son una de las limitantes bióticas más significativas en producción de nopal, destacando por su importancia la cochinilla silvestre del nopal (*Dactylopius opuntiae*). En la búsqueda de alternativas para su control, se evaluaron bajo condiciones de campo las aplicaciones de seis aceites vegetales comestibles reciclados y dos nuevos para el control de ninfas y hembras adultas, utilizando como testigo únicamente agua. Los resultados estadísticos señalaron como mejores tratamientos para ninfas al aceite de oliva nuevo con densidad poblacional de 2.6 %, equivalente a una reducción poblacional de 89.6 % (considerando al testigo como 0 %). Le siguió el aceite de oliva reciclado con 4.5 % (82.1 %), canola nuevo 5.5 % (78.5 %) y maíz reciclado 5.8 % (77.3 %). En hembras adultas la densidad poblacional más baja la registró el aceite de oliva nuevo con 3.7 %, aceite de oliva reciclado 6.6 %, canola reciclado 8.2 % y soya reciclado 8.4 %, comparados con el testigo que presentó 10.2 %.

**Palabras Clave:** Aceites vegetales, control, *D. opuntiae*.

**Edible vegetable oils, alternative for control of wild cochineal nopal *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae), under field conditions.**

**ABSTRACT:** Insect pests are a limiting factor in the production of nopal, emphasizing by its importance cochineal wild of nopal (*Dactylopius opuntiae*). As an alternative to its control were evaluated under field conditions, the applications of six oils vegetable edible recycled and two new, for the control of nymphs and adult females, using only water as witness. The statistical results indicated as better treatments for nymphs, olive oil again with population density of 2.6 %, equivalent to a population reduction of 89.6 % (considering the witness as 0 %). Followed by olive oil burned with 4.5 % (82.1 %), canola new 5.5 % (78.5 %) and burnt corn 5.8 % (77.3 %). In adult females, the lower population density presented the new olive oil with 3.7 %, olive oil burned 6.6 %, canola burnt 8.2 % and burnt soy 8.4 %, compared with the witness which presented 10.2 %.

**Keywords:** Vegetable oils, control, *D. opuntiae*.

### INTRODUCCIÓN

En México se cultivan alrededor de 12,104 ha y se producen cerca de 856,542 toneladas de nopalitos cada año (SIAP, 2012). Los productores más importantes son el Distrito Federal con una superficie cultivada de 4,331 ha y el Estado de Morelos con 3,566 ha; juntos aportan 80% de la producción nacional (SIAP, 2013). Bajo este contexto, los insectos plaga son una de las limitantes bióticas más significativas en su producción, destacando por su importancia la cochinilla silvestre del nopal (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), especie considerada como plaga primaria y competidora de la grana fina (*D. coccus* Costa) (COLPOS, 2005; Delgadillo *et al.*, 2008). Sin embargo, actualmente no existen insecticidas autorizados para el control de plagas en nopal (CICOPLAFEST,

2004), aunque en la práctica son diversos los productos utilizados que pueden provocar consecuencias desfavorables a productores y consumidores, incrementando además los costos de producción (Palacios *et al.*, 2004; Viguera, 2008). Por lo expuesto, el actual ensayo plantea el uso de aceites vegetales comestibles (nuevos y reciclados) para el control de la grana cochinilla, tratando con ello de reducir la incidencia de la plaga así como la dependencia a los productos químicos sintéticos.

## MATERIALES Y MÉTODO

La investigación se realizó bajo condiciones ambientales (temperatura de 23 a 31 °C  $\bar{X}$  27 °C y humedad relativa de 32 a 70 %  $\bar{X}$  51 %) en una huerta de nopal (*Opuntia ficus-indica* [L.] Mill) no comercial, ubicada en el campo experimental de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Para el desarrollo del ensayo se establecieron los siguientes lineamientos:

**Formulación de tratamientos.** En virtud de no existir investigaciones relacionadas con el trabajo actual, y por tanto no contar con parámetros de comparación para el mismo, se desarrolló una metodología propia tomando como punto de partida ensayos previos. Bajo este contexto, se establecieron como tratamientos a evaluar los señalados en el cuadro 1.

Cuadro 1. Formulación y dosificación de tratamientos.

TRATAMIENTO	FORMULACIÓN
1. Testigo	125 ml de agua
2. Detergente Roma	0.4 g de detergente en polvo en 125 ml de agua
3. Aceite Mazola (canola-reciclado)	4 ml de aceite y 0.4 g detergente en 125 ml de agua
4. Aceite Ybarra (oliva-reciclado)	4 ml de aceite y 0.4 g detergente en 125 ml de agua
5. Aceite Nutrioli (soya-reciclado)	4 ml de aceite y 0.4 g detergente en 125 ml de agua
6. Aceite Oleico (cártamo-reciclado)	4 ml de aceite y 0.4 g detergente en 125 ml de agua
7. Aceite Maceite (maíz-reciclado)	4 ml de aceite y 0.4 g detergente en 125 ml de agua
8. Aceite Capullo (canola-reciclado)	4 ml de aceite y 0.4 g detergente en 125 ml de agua
9. Aceite Ybarra (oliva-nuevo)	4 ml de aceite y 0.4 g detergente en 125 ml de agua
10. Aceite Capullo (canola-nuevo)	4 ml de aceite y 0.4 g detergente en 125 ml de agua

El detergente se evaluó tanto sólo como formando parte de la formulación en el resto de tratamientos. El criterio para su empleo se fundamentó en diversas investigaciones (Viguera, 2006; Palacios *et al.*, 2004; Ramírez *et al.*, 2011), donde utilizan por ejemplo Peak Plus, Tween 20 y SLS como emulsificante, efecto similar que puede ser conseguido con el detergente, ya que permite disminuir la tensión superficial favoreciendo la suspensión de las grasas, con la ventaja de ser comparativamente más económico. Con respecto a los aceites, se emplearon algunas de las marcas más comerciales, teniendo como prioridad el reciclado de aceites quemados. Para ello se colectaron en cocinas económicas y se filtraron con cedazo para eliminar impurezas. Ahora bien, se sabe que el proceso de calentamiento altera la composición química de los aceites, por tanto, se decidió emplear dos aceites nuevos (sin quemar) para determinar si este proceso altera su actividad sobre la plaga.

**Desarrollo de suspensiones.** La metodología seguida para formular los tratamientos fue la siguiente. Se dispusieron 10 matraces Erlenmeyer de 250 ml, se aforaron con agua a 125 ml agregando posteriormente a cada uno de ellos el tratamiento correspondiente. Para el caso de aceites se midieron con pipetas 4 ml de cada producto, vertiéndose a continuación en los matraces. Acto seguido, se les agregó 0.4 g de detergente y se agitaron vigorosamente para lograr una adecuada suspensión. Para su aplicación que fue de manera inmediata, se utilizaron pulverizadores manuales.

**Diseño experimental.** En virtud de que el ensayo se llevó a cabo bajo condiciones de campo, se utilizó un diseño estadístico de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Cada bloque quedó representado por una planta de nopal y la repetición de cada tratamiento estuvo conformada por un cladodio o unidad experimental, es decir, de cada planta se seleccionaron 10 cladodios para igual número de tratamientos. Por otra parte, de cada unidad experimental se seleccionaron 10 colonias de *D. opuntiae* con tamaño similar. Por tanto, los organismos sobre los que se experimentó fueron los mismos que se encontraban de manera natural sobre la planta. Para reconocer las colonias seleccionadas de cada cladodio, se trazó un círculo en torno a ellas con marcador permanente de punto fino. De igual forma, se colocó a cada unidad experimental una etiqueta con el número de bloque, tratamiento y repetición.

**Desarrollo experimental.** Se llevaron a cabo tres aplicaciones, la primera al inicio del experimento y las posteriores con intervalo de 24 horas, dirigiendo el rociado al círculo marcado directamente sobre la colonia. Es necesario destacar que al no existir trabajos de referencia, se consideró por experiencia propia que tres aplicaciones continuas eran suficientes para establecer alguna efectividad. Para fundamentar el efecto de los tratamientos, se realizaron observaciones bajo el microscopio a partir de las 72 horas de iniciado el experimento. Para lograr esto, se desprendían los cladodios de las plantas y se transportaban al laboratorio, en donde con agujas de disección se desprendían las colonias del cladodio y se contabilizaba el número de hembras y ninfas vivas, obteniendo de esta manera la densidad poblacional relativa para cada tratamiento y repetición.

**Análisis estadístico.** Se utilizó el Paquete Estadístico XLSTAT Versión 7.5.2., para EXCEL. Las pruebas utilizadas comprendieron: análisis de normalidad de Jarque-Bera nivel de significancia 0.05 %, transformación logarítmica de  $x + 1$  en ninfas, transformación de raíz cuadrada de  $x$  en hembras, análisis de varianza (IC = 95 %) y comparación múltiple de medias de Fisher (IC = 95 %).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Densidad poblacional en ninfas.** Los resultados para esta etapa de desarrollo se muestran en el cuadro 2, mismos sirvieron de base para el desarrollo estadístico.

Cuadro 2. Número de ninfas contabilizadas por tratamiento y repetición.

TRATAMIENTO	REPETICIONES			
	1	2	3	4
1. Testigo	289	10	101	94
2. Detergente Roma	168	31	164	47
3. Aceite Mazola (canola-reciclado)	71	21	25	17
4. Aceite Ybarra (oliva-reciclado)	19	12	11	46
5. Aceite Nutrioli (soya-reciclado)	191	23	34	10
6. Aceite Oleico (cártamo-reciclado)	12	73	36	15
7. Aceite Maceite (maíz-reciclado)	19	24	6	63
8. Aceite Capullo (canola-reciclado)	5	58	5	68
9. Aceite Ybarra (oliva-nuevo)	1	39	3	8
10. Aceite Capullo (canola-nuevo)	32	24	13	37

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos (GDL= 9,  $F = 1.804$ ,  $Pr > F = 0.109$ ). De igual forma, la comparación múltiple de medias de Fisher evidenció la diferencia del testigo con el resto de tratamientos (cuadro 3), así como la igualdad entre los tratamientos 8, 6, 3, 7 y 10, y 4 con 9, estos dos últimos con las medias más bajas.

Cuadro 3. Ordenación y agrupamientos de Fisher de los grupos significativamente diferentes en ninfas.

Categorías	Media	Agrupamientos
1. Testigo	123.500	A
2. Detergente	102.500	A B
5. Nutrioli soya-reciclado	64.500	A B C
8. Capullo canola- reciclado	34.000	B C
6. Oleico cártamo- reciclado	34.000	B C
3. Mazola canola- reciclado	33.500	B C
7. Maceite maíz- reciclado	28.000	B C
10. Capullo canola-nuevo	26.500	B C
4. Ybarra oliva- reciclado	22.000	C
9. Ybarra oliva-nuevo	12.750	C

En resumen, los tratamientos estadísticamente más destacados fueron el aceite de oliva nuevo (Ybarra) y el de oliva reciclado (Ybarra). Ahora bien, para tener una percepción más detallada de estos tratamientos así como del resto de ellos se presenta la figura 1.

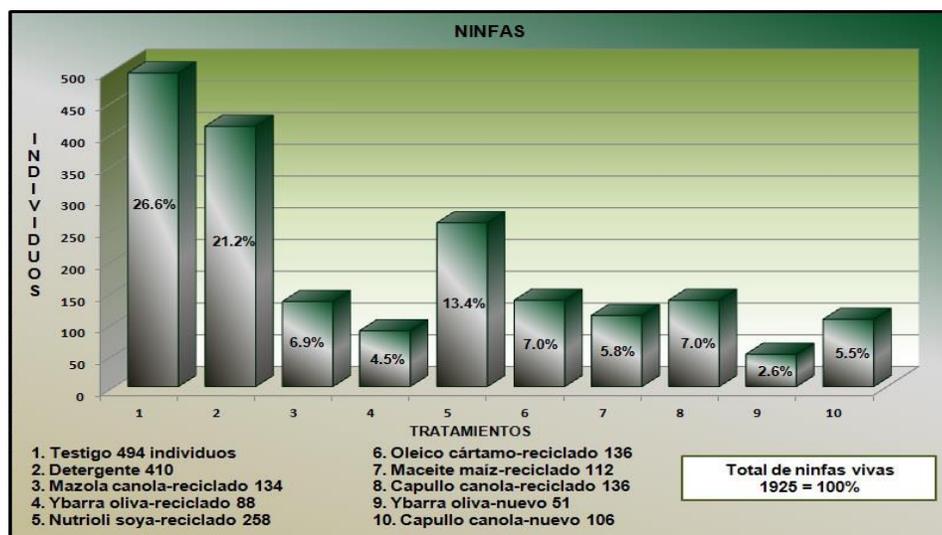


Figura 1. Densidad poblacional de ninfas para cada tratamiento.

Como fue referido anteriormente, el aceite de oliva nuevo fue el que registró la densidad poblacional más baja con 2.6 %, equivalente a una reducción poblacional de 89.6 % (considerando al testigo como 0 %). A este le siguió en importancia el aceite de oliva reciclado con 4.5 % (82.1 %), canola nuevo 5.5 % (78.5 %) y maíz reciclado 5.8 % (77.3 %). Todos ellos en comparación al testigo que mostró una densidad poblacional de 26.6 %. No obstante, de los resultados es importante señalar que en mayor o menor medida todos los aceites evaluados ejercieron una acción importante sobre ninfas. De igual forma se podría considerar, que tanto los aceites reciclados como nuevos tienen efecto similar en la plaga. Finalmente, es destacable la poca efectividad mostrada por el detergente, la cual difiere con los resultados obtenidos por Palacios *et al.* (2004). Estos señalan que bajo condiciones de laboratorio y con organismos obtenidos de pie de cría, obtuvieron en ninfas I una mortalidad cercana al 50 % con una concentración del 0.5 % de detergente roma. Esta información es solo un comparativo, ya que por diversos factores al desarrollarse bajo condiciones

controladas, el comportamiento del detergente puede ser totalmente diferente al mostrado en condiciones de campo, como lo reportado en el presente experimento.

**Densidad poblacional en hembras adultas.** Al igual que en ninfas, los resultados de la investigación en torno a la abundancia de hembras adultas se resume en el cuadro 4.

Cuadro 4. Adultos hembra contabilizados por tratamiento y repetición.

TRATAMIENTO	REPETICIONES			
	1	2	3	4
1. Testigo	67	29	55	53
2. Detergente Roma	78	83	69	52
3. Aceite Mazola (canola-reciclado)	64	51	57	40
4. Aceite Ybarra (oliva-reciclado)	7	51	41	33
5. Aceite Nutrioli (soya-reciclado)	51	13	41	64
6. Aceite Oleico (cártamo-reciclado)	160	21	57	36
7. Aceite Maceite (maíz-reciclado)	43	74	65	76
8. Aceite Capullo (canola-reciclado)	45	48	34	38
9. Aceite Ybarra (oliva-nuevo)	6	18	9	41
10. Aceite Capullo (canola-nuevo)	95	19	49	59

El análisis de varianza obtuvo por resultado diferencia significativa entre tratamientos ( $GDL = 9$ ,  $F = 2.089$ ,  $Pr > F = 0.063$ ), en tanto que la comparación múltiple de medias de Fisher resaltó como tratamientos diferentes al testigo al 9, 4, 5 y 8 (cuadro 5).

Cuadro 5. Ordenación y agrupamientos de Fisher de los grupos significativamente diferentes en hembras.

Categorías	Media	Agrupamientos		
2. Detergente	8.365	A		
7. Maceite maíz- reciclado	7.985	A	B	
6. Oleico cártamo- reciclado	7.695	A	B	
3. Mazola canola- reciclado	7.254	A	B	
10. Capullo canola-nuevo	7.197	A	B	
1. Testigo	7.067	A	B	
8. Capullo canola- reciclado	6.408	A	B	C
5. Nutrioli soya- reciclado	6.288	A	B	C
4. Ybarra oliva- reciclado	5.484		B	C
9. Ybarra oliva-nuevo	4.024			C

Para visualizar gráficamente estos resultados se desarrolló la figura 2. En ésta se observa que la densidad poblacional más baja la registró el aceite de oliva nuevo con 3.7 % (tratamiento 9), siguiéndole en importancia el aceite de oliva reciclado 6.6 % (4), canola reciclado 8.2 % (8) y soya reciclado 8.4 % (5). A pesar que todos ellos fueron estadísticamente importantes, es evidente al igual que en ninfas que el aceite de oliva nuevo y reciclado resultó ser el más destacado.

Ahora bien, la manera en que se supone actúan los aceites vegetales de acuerdo con Stoller (2009) es formar una cubierta lipídica sobre el insecto, impidiendo el intercambio gaseoso al obstruir los espiráculos, esto es, provocan la muerte por asfixia. También señala que destruyen la membrana plasmática de las células, provocando la destrucción de los tejidos. A lo anterior, Tovar

(2012) agrega que en huevecillos producen deshidratación, coagulación y muerte del embrión. Por tanto, con base en estas formas de actuar se podría considerar a los aceites como insecticidas de contacto (Terralia, 2014). Por otra parte, Salas y Hernández (1985) señalan que la mortalidad de insectos causada por aceites tanto vegetales como minerales no está claramente establecida, ya que si bien en los minerales se reconoce su acción asfixiante, en los de origen vegetal además de la asfixia parecieran existir acciones más complejas, esto lo justifica al mencionar que se ha comprobado que insectos desprovistos de oxígeno permanecen vivos durante más tiempo que aquellos tratados con algunos aceites vegetales.

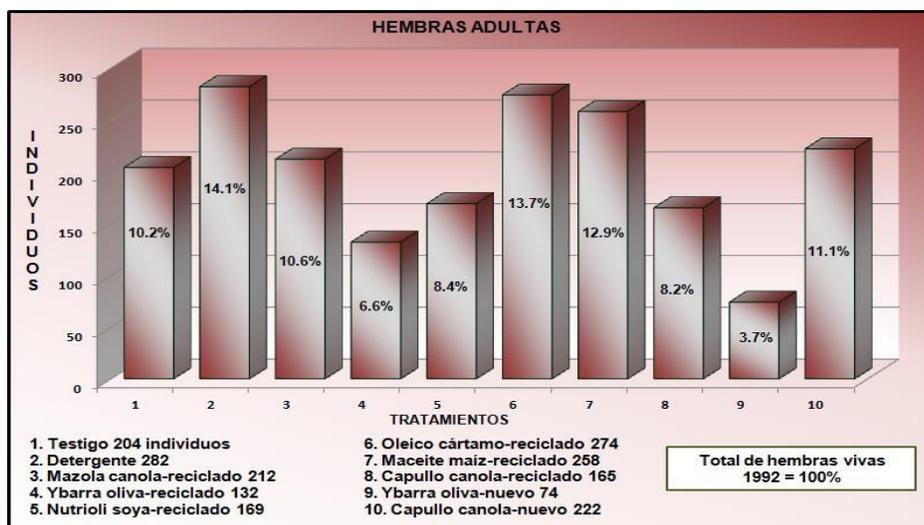


Figura 2. Densidad poblacional de adultos por tratamiento.

De ser esto cierto, explicaría por qué en el actual ensayo el aceite de oliva redujo en mayor medida la densidad poblacional de ninfas y hembras, y sobre todo, porqué prevaleció el aceite nuevo sobre el reciclado en ambos casos. Es sabido que al aumentar la temperatura de un aceite vegetal (quemar), se aceleran todos los procesos químicos y enzimáticos, por tanto, una grasa o aceite calentados se degradan con bastante rapidez, sobre todo si hay residuos que potencian las reacciones de alteración actuando como catalizadores (Yagüe, 2003). Partiendo de este supuesto, se podría pensar que el aceite nuevo de oliva tuvo mayor efecto en la población, debido a que alguno o algunos de sus componentes pudieran tener algún efecto insecticida adicional al de asfixia, resultado que disminuyó al utilizar el de oliva reciclado, esto explicaría el por qué prevaleció uno sobre otro.

## CONCLUSIONES

Con respecto al resultado en ninfas, es importante destacar que todos los aceites evaluados influyeron en mayor o menor medida en su densidad poblacional. No obstante, se concluye que los tratamientos estadísticamente más destacados fueron el aceite de oliva nuevo (Ybarra) con densidad poblacional de 2.6 % (51 individuos) y el de oliva reciclado (Ybarra) con 4.5 % (88 individuos), esto en comparación al testigo que registró 26.6 % (494 individuos).

Desde el punto de vista de la reducción poblacional y tomando en consideración el parámetro establecido por Lagunes (1994), los tratamientos prometedores que superaron el 50 % de efectividad fueron el aceite de oliva nuevo que redujo la población de ninfas en 89.6 % y el de oliva reciclado en 82.1%. A estos le siguieron en importancia el aceite de canola nuevo (Capullo) con 78.5 %, maíz reciclado (Maceite) 77.3 %, canola reciclado (Mazola) 72.8 %, canola reciclado (Capullo) 72.4 % y cártamo reciclado (Oleico) con 72.4 %. En hembras adultas con base en las pruebas estadísticas, se determinó como tratamiento más destacado al aceite de oliva nuevo (Ybarra) con densidad

poblacional de 3.7 % (74 individuos). Con menor efectividad le siguió el aceite de oliva reciclado (Ybarra) con 6.6 % (132 individuos), canola reciclado (Capullo) 8.2 % (165) y soya reciclado (Nutrioli) 8.4 % (169 individuos), tratamientos superiores al testigo que presentó 10.2 % (204 individuos). Aplicando el criterio de Lagunes (1994), el único tratamiento prometedor por exceder el 50 % de efectividad fue el aceite de oliva nuevo que redujo la población de hembras adultas en 63.8 %, esto considerando la población del testigo como 100 %. Finalmente, se determinó la poca efectividad del detergente en ninfas y nulo efecto en hembras adultas. Con base en los resultados expuesto, se podría considerar a los aceites vegetales como una alternativa de control viable para *D. opuntiae*; sin embargo, para establecer una metodología apropiada es necesario afinar algunos aspectos tales como número de aplicaciones e intervalo entre estas, dosis óptima de aceite y detergente y costos de aplicación, entre otros.

### Literatura Citada

- CICOPLAFEST. 2004. Catálogo de plaguicidas. Comisión intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas. En: <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/plaguicidas/busquedas.html>
- COLPOS, 2005. Diagnóstico fitosanitario del nopal verdura (*Opuntia ficus-indica* L.) en Tlalnepantla, Morelos. Documento de Trabajo Primera Reunión del Grupo Interdisciplinario de Investigación del Nopal. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México, 85 p.
- DELGADILLO, V. I., GONZÁLEZ, M. A. Y R. RIVERA. 2008. Manejo fitosanitario del nopal verdura en Milpa alta, D.F. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del D.F. (CESAVED), 63 p.
- LAGUNES, A. 1994. Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Colegio de Postgraduados. México, 35 p.
- PALACIOS, C., NIETO, R., LLANDERAL C. Y H. GONZÁLEZ. 2004. Efectividad biológica de productos biodegradables para el control de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Homoptera: Dactylopiidae). Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 20(3): 99–106.
- RAMÍREZ, R. S., CANIZALEZ, F. O., PÉREZ F. G. Y J. CANUL. 2011. Evaluación de la efectividad biológica de extractos vegetales sobre *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) en nopal. Memorias del XVI Simposio Nacional de Parasitología Forestal. Cuernavaca, Morelos, pp. 289.
- SALAS, J. Y G. HERNÁNDEZ. 1985. Protección de semillas de quinchoncho (*Cajanus cajan*) contra el ataque de *Acanthoscelides obtectus* y *Callosobruchus maculatus* a través del uso de aceites vegetales. Agronomía Tropical, 35(4-6): 19–27.
- SIAP, 2012. Agricultura. Cultivos Perennes. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. En: <http://www.siap.gob.mx/>
- SIAP, 2013. Producción Agrícola. Cultivos Perennes. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. En: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
- STOLLER, 2009. NATURL ÓLEO: aceite vegetal insecticida-acaricida. Ficha Técnica. En: [http://www.stoller.cl/fic/NATURL\\_OLEO.pdf](http://www.stoller.cl/fic/NATURL_OLEO.pdf)
- TERRALIA, 2014. Aceite vegetal 95 %. AE. En: [http://www.terralia.com/agroquimicos\\_de\\_mexico/index.php?proceso=registro&numero=6561](http://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/index.php?proceso=registro&numero=6561)
- TOVAR, H. H. 2012. Alternativas biorracionales de plagas agrícolas. Cultura Orgánica. Septiembre-Octubre. Editorial Agro Síntesis. México. pp. 28–32. En: <http://www.culturaorganica.com/html/viewer.php?ID=28&IDPAG=28>
- VIGUERAS, A. L. 2006. Avances en el control de cochinilla silvestre (*Dactylopius* spp.) con insecticidas vegetales bajo condiciones semicontroladas. Boletín Nakari, 17(3): 92–93.
- VIGUERAS, A. L. 2008. Bioinsecticidas para el control de cochinilla silvestre (*Dactylupios opuntiae* Cockerell). (Hemiptera: Dactilopidae). En: Grana cochinilla y colorantes naturales. Colegio de Postgraduados. México, pp. 74–77.
- YAGÜE, A. M. 2003. Estudio de utilización de aceites para frituras en establecimientos alimentarios de comidas preparadas. Bellaterra. Universidad Autónoma de Barcelona, 34 p.