

CONTROL DE *Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929 (HEMIPTERA: DACTYLOPIIDAE) CON ACEITES VEGETALES RECICLADOS BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO

Keila Torres-Gabriola y María Idalia Cuevas-Salgado✉

Laboratorio de Entomología, Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Avenida universidad 1001 Colonia Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. México. C. P. 62209.

✉ Autor de correspondencia: idalia_cuesal@hotmail.com.

RESUMEN. Se investigó el uso de aceites vegetales comestibles reciclados como instrumento de control para las ninfas de I y II instar, así como de las hembras adultas de *Dactylopius opuntiae*. Se manejó un diseño estadístico completamente al azar con tres repeticiones, evaluando seis tratamientos incluyendo el testigo. La unidad experimental consistió de una porción de cladodio conteniendo 10 colonias de cochinilla silvestre; realizando dos aplicaciones de cada tratamiento, una al inicio del experimento y otras 48 horas después. Los resultados obtenidos para las diferentes etapas de desarrollo fueron los siguientes: en ninfas del instar I los tratamientos estadísticamente más destacados fueron el aceite de maíz con mortalidad de 25.6 % y aceite de oliva con 21.8 %, en comparación al testigo que registró 1.2 %. Para ninfas II también el aceite de maíz fue el tratamiento más relevante con mortalidad de 24.0 %, siguiéndole en importancia el aceite de soya con 22.4 %, ambos comparados con el testigo que obtuvo 4.9 %. Finalmente, en hembras adultas los tratamientos sobresalientes correspondieron al aceite de soya y canola, los dos con mortalidad de 21.3 % (testigo 6.9 %).

Palabras clave: Mortalidad, Cochinilla silvestre, aceites comestibles reciclados.

Control of *Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929 (Hemiptera: Dactylopiidae) with recycled vegetable oils under laboratory conditions

ABSTRACT. The research considers the use of recycled edible vegetable oils as a control instrument for nymphs I, II and adult females of *Dactylopius opuntiae*. A completely randomized statistical design with three replications was used, evaluating six treatments including the control. The experimental unit consisted of a cladode portion containing 10 colonies of wild cochineal; performing two applications of each treatment, one at the beginning of the experiment and another 48 hours later. The results obtained for the different stages of development were the following. In nymphs I the most statistically significant treatments were corn oil with mortality of 25.6% and olive oil with 21.8%, compared to the control that registered 1.2%. For nymphs II corn oil was also the most relevant treatment with mortality of 24.0%, followed in importance by soybean oil with 22.4%, both compared with the control that obtained 4.9%. Finally, in adult females the outstanding treatments corresponded to soybean and canola oil, both with mortality of 21.3% (control 6.9%).

Key words: Mortality, wild cochineal, recycled edible oils.

INTRODUCCIÓN

En México, el nopal (*Opuntia ficus-indica* [L.] Mill.) se distribuye en gran variedad de zonas con condiciones edáfico-climáticas diversas, dividiendo su producción en tres sistemas: nopaleras silvestres, huertos familiares y plantaciones comerciales. Por tanto, genera empleos y divisas y es fuente importante de alimento con un amplio rango de usos (Hernández, 2013). No obstante, uno de los principales problemas fitosanitarios para el cultivo de nopal verdura es el ataque por plagas, destacando por los daños que causa la cochinilla silvestre del nopal *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Delgadillo *et al.*, 2008). Los síntomas que ocasiona es la clorosis en cladodios y en frutos con su consecuente caída; además, si el daño es muy severo puede llegar a matar la planta y favorecer la infección por patógenos, todo ello generando cuantiosas pérdidas económicas

(González *et al.*, 2001). Por otra parte, la cochinilla silvestre se considera competidora de la grana fina (*Dactylopius coccus* Costa, 1835) la cual es utilizada para obtener colorantes naturales (Pérez *et al.*, 2010). Ante ello, y para tratar de contrarrestar los daños, los agricultores han optado por fumigar con plaguicidas no autorizados, teniendo por consecuencia el aumento en los costos de producción y contaminación ambiental, además de severas intoxicaciones por su mal manejo y residualidad en el producto (Palacios *et al.*, 2004; Hernández, 2013). Por lo expuesto, en la presente investigación se plantea la búsqueda de nuevas opciones de control para cochinilla silvestre, como es la utilización de productos de origen vegetal a base de aceites comestibles reciclados que puedan matar o interrumpir el ciclo biológico de la plaga.

MATERIALES Y MÉTODO

Obtención y colecta de cladodios infestados por *D. opuntiae*. La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. Los individuos de *D. opuntiae* utilizados en el experimento se colectaron de nopales (*O. ficus-indica*) sembrados en el campo experimental de la misma universidad en junio de 2018. De estos se seleccionaron y cortaron 10 cladodios que mostraran una alta incidencia de la plaga, para posteriormente obtener de ellos las unidades experimentales.

Determinación y dosificación de tratamientos. En la literatura especializada no hay referencias en torno al uso de aceites vegetales comestibles para el control de *D. opuntiae*, a excepción del trabajo desarrollado por Cuevas *et al.* (2015), quienes evaluaron en campo contra esta misma plaga aceites comestibles nuevos y reciclados en suspensión con agua y detergente, determinando su efectividad a través de la densidad poblacional de la plaga. A diferencia de este ensayo, en la actual investigación se valoran únicamente aceites reciclados, sin adición de ningún otro componente. Los aceites reciclados fueron de origen casero y para su utilización previamente se limpiaron de impurezas a través de tamizado. Para la determinación de efectividad de los tratamientos se optó por considerar la mortalidad. Bajo este contexto, se evaluaron los productos consignados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de *D. opuntiae*.

Tratamiento	Marca Comercial	Dosis Total
Aceite de Soya	Nutrioli	*4 ml
Aceite de Olivo	Baja precius	4 ml
Aceite de Canola	Maravilla	4 ml
Aceite de Maíz	Capullo	4 ml
Aceite de Cártamo	Oleico	4 ml
Testigo (agua)		4 ml

* Dos aplicaciones de 2 ml cada una por sección de cladodio.

Diseño experimental. El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de laboratorio, manteniendo una temperatura de 26 ± 2 °C y humedad relativa de 50 ± 5 %. Se manejó un diseño estadístico completamente al azar con tres repeticiones, evaluando seis tratamientos incluyendo el testigo. Para obtener las unidades experimentales se cortaron los cladodios en secciones de diferentes tamaños, esto dependiendo de la distribución de las colonias (en promedio de 15 por 12 cm, cada sección correspondió a una repetición), procurando que cada una de estas contara con 10 colonias de cochinilla silvestre. La aplicación de tratamientos se llevó a cabo con atomizadores manuales, uno para cada tratamiento. Para la aplicación de los productos se midieron con una pipeta

2 ml del tratamiento que correspondiera (2 ml de agua corriente para el caso del testigo). Estos se aplicaron inmediatamente sobre la superficie del cladodio, tratando de impregnar las colonias de cochinilla. En total se llevaron a cabo dos aplicaciones de cada tratamiento, una al inicio del experimento y otras 48 horas después. Para determinar la efectividad, se realizó el conteo de mortalidad en ninfas (I y II) y hembras adultas de cada unidad experimental a las 96 horas posteriores a la última aplicación. Es importante destacar que en conteos previos al experimento se determinó que una colonia típica contiene en promedio 38.2 ninfas de I instar, 8.9 de II instar y 6.8 hembras adultas. Los parámetros utilizados para establecer la mortalidad de individuos fueron: pérdida de turgencia corporal o deformación de organismos, cambio de color y la no emanación de hemolinfa al tocar con un alfiler la cutícula del insecto. Todas las observaciones se llevaron a cabo con la ayuda de un microscopio estereoscópico, aplicando los mismos parámetros de determinación para el testigo.

Análisis estadístico. Para el análisis de resultados se utilizó el Paquete Estadístico XLSTAT Versión 7.5.2. para EXCEL. Las pruebas utilizadas comprendieron: análisis de normalidad de Jarque-Bera y Shapiro-Wilk y transformación logarítmica [$\log(x)$] para su normalización. Adicionalmente se elaboró el análisis de varianza y comparación múltiple de medias de Duncan, todas con intervalo de confianza del 95 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan las cifras de mortalidad obtenida después de la aplicación de tratamientos, mismas que sirvieron de base para el desarrollo estadístico.

Cuadro 2. Conteos de mortalidad para los diferentes estados de desarrollo de *D. opuntiae*.

Etapa de Desarrollo	Tratamiento	Mortalidad*			Total
		1	2	3	
Ninfa I	Aceite Soya	41	223	407	671
	Aceite Canola	308	251	319	878
	Aceite Cártamo	470	223	205	898
	Aceite Maíz	495	219	509	1223
	Aceite Oliva	361	392	290	1043
	TESTIGO	42	11	8	61
Ninfa II	Aceite Soya	150	39	113	302
	Aceite Canola	61	109	49	219
	Aceite Cártamo	95	52	72	219
	Aceite Maíz	172	53	99	324
	Aceite Oliva	74	99	44	217
	TESTIGO	14	48	5	67
Hembras adultas	Aceite Soya	73	48	96	217
	Aceite Canola	45	127	45	217
	Aceite Cártamo	72	46	62	180
	Aceite Maíz	34	40	113	187
	Aceite Oliva	50	59	37	146
	TESTIGO	9	46	16	71

*Número de individuos

Mortalidad en ninfas I. En virtud de que los valores para esta etapa de desarrollo fueron normales se aplicó el análisis de varianza, el cual mostró diferencias significativas entre tratamientos y testigo (GDL= 5, $F = 4.166$, $Pr > F = 0.020$), al igual que la Comparación Múltiple de Medias de Duncan (Cuadro 3). Esto implica la igualdad estadística entre todos los aceites evaluados, es decir, que todos ellos presentaron una mayor mortalidad con respecto al testigo. Aunque los tratamientos fueron estadísticamente iguales, algunos de ellos destacaron por tener las cifras más altas, aspecto que se detalla en el mismo cuadro. En éste se observa que el aceite de maíz fue el más significativo por provocar una mortalidad en ninfas I de 25.61 % (1,223 individuos), siguiéndole en importancia el aceite de oliva con 21.84 % (1,043 individuos), ambos comparados con el testigo que registró mortalidad de 1.27 % (61 individuos).

Cuadro 3. Promedio de ninfas I de *D. opuntiae* (\pm DS) y porcentaje de mortalidad por tratamiento.

Tratamientos	\bar{x}	Desv. estándar	Porcentaje de mortalidad	Agrupamientos ¹
Maíz	407.66	133.52	25.61	A
Oliva	347.66	42.69	21.84	A
Cártamo	299.33	120.90	18.81	A
Canola	292.66	29.80	18.39	A
Soya	223.66	149.41	14.05	A
Testigo	20.33	15.36	1.27	B

¹Duncan ($P < 0.05$).

Mortalidad en ninfas II. Para esta etapa de desarrollo los valores se transformaron logarítmicamente para su normalización, exponiendo el análisis de varianza diferencias significativas entre tratamientos (GDL = 5, $F = 3.306$, $Pr > F = 0.042$). Resultado confirmado en la prueba de Duncan que manifiesta igualdad estadística entre todos los aceites con respecto al testigo (Cuadro 4). No obstante, porcentualmente se perciben diferencias entre estos destacando de manera inmediata dos tratamientos: el aceite de maíz y soya cuyos porcentajes de mortalidad fueron los más altos, 24.03 % (324 individuos) y 22.4 % (302 individuos) respectivamente, comparados al testigo que únicamente alcanzó el 4.97 % (67 individuos). Este resultado coincide parcialmente con el obtenido en ninfas I, ya que en ambos casos el aceite de maíz es el tratamiento más significativo.

Cuadro 4. Promedio de ninfas II de *D. opuntiae* (\pm DS) y porcentaje de mortalidad por tratamiento.

Tratamientos	\bar{x}	\bar{x}^*	Desv. estándar	Porcentaje de mortalidad	Agrupamientos ¹
Maíz	1.98	108	48.49	24.03	A
Soya	1.94	100.66	46.14	22.4	A
Cártamo	1.85	73	17.56	16.24	A
Canola	1.83	73	25.92	16.24	A
Oliva	1.83	72.33	22.48	16.09	A
Testigo	1.17	22.33	18.51	4.97	B

¹Duncan ($P < 0.05$).

* Sin transformar

Mortalidad en hembras adultas. Con los datos transformados el análisis de varianza presentó diferencias significativas entre los tratamientos (GDL = 5, $F = 2.442$, $Pr > F = 0.095$), en tanto que la prueba de Duncan reflejó igualdad estadística entre todos los aceites, a excepción del aceite de

oliva que tuvo igualdad con el testigo y este último diferente al resto de tratamientos (Cuadro 5). Porcentualmente se determinó que los tratamientos más destacados fueron los aceites de soya y canola, ambos con efectividad del 21.31 %; es decir, provocaron la mortalidad de 217 individuos, cifra superior a la expresada por el testigo (6.97 % = 71 individuos). La explicación del por qué el aceite de oliva fue significativo en la mortalidad de ninfas I y II y no en la de hembras adultas, probablemente esté relacionada con el relativo bajo número de individuos muertos (146, Cuadro 2); es decir, 41 organismos menos que el aceite de maíz (187) que sí presentó significancia. Es por ello que el análisis estadístico le adjudica mayor semejanza con el testigo (71 individuos) que con el resto de tratamientos. Ahora bien, la presencia de menor número de individuos muertos se atribuye a que de origen las colonias de este tratamiento antes de las aplicaciones fueron menos numerosas, seguramente por debajo de la media calculada para una colonia típica (6.8 hembras adultas). Desafortunadamente, es imposible saber con antelación el número de individuos que inicia el experimento y con cuantos vivos y muertos concluye. La razón de esto es muy simple, todas las etapas de desarrollo de *D. opuntiae* se encuentran bajo masas algodonosas de origen céreo que imposibilitan su conteo. Si se intentara cuantificar su número, seguramente la mayoría de ellas quedarían dañadas o muertas por la manipulación.

Cuadro 5. Promedio de hembras de *D. opuntiae* (\pm DS) y porcentaje de mortalidad por tratamiento.

Tratamientos	\bar{x}	\bar{x}^*	Desv. estándar	Porcentaje de mortalidad	Agrupamientos ¹
Soya	1.84	72.33	19.60	21.31	A
Canola	1.80	72.33	38.65	21.31	A
Cártamo	1.77	60	10.70	17.68	A
Maíz	1.72	62.33	35.91	18.36	A
Oliva	1.67	48.66	9.03	14.34	A B
Testigo	1.27	23.66	16.04	6.97	B

¹Duncan ($P < 0.05$).

* Sin transformar.

Es importante destacar que los resultados expuestos difieren con la conclusión aportadas por Cuevas *et al.* (2015), quienes indican que bajo condiciones de campo los tratamientos más importantes para reducir la población de ninfas y hembras adultas fueron el aceite de oliva nuevo y quemado: en ninfas densidad poblacional de 2.6 % (51 individuos) y 4.5 % (88 individuos), respectivamente (testigo 26.6 % = 494 individuos); en tanto que en hembras fue de 3.7 % (74 individuos) y 6.6 % (132 individuos), el testigo presentó 10.2 % (204 individuos). La única similitud con los resultados actuales, es la presencia del aceite de oliva como segundo mejor tratamiento para ninfas I. Por lo demás, es evidente la imposibilidad de comparar ambos estudios ya que uno contempló densidad poblacional y el otro la mortalidad. A ello se añaden las condiciones medioambientales de los experimentos, el que nos ocupa en laboratorio y el de Cuevas *et al.* (2015) en condiciones de campo, situación en la que intervienen factores físicos que hacen inviable la comparación. No obstante, se hace patente la potencialidad de los aceites vegetales como instrumentos de control para *D. opuntiae*.

Ahora bien, retomando los resultados, en primera instancia se pensaría que todos los aceites deberían haber producido una mortalidad similar, esto con base en lo señalado por Karlsson (2005) y DROKASA (2014), quienes mencionan que los aceites actúan principalmente por contacto, provocando en los insectos asfixia por obstrucción de espiráculos. Sin embargo, la divergencia en efectividad de tratamientos probablemente esté relacionada con el tipo de aceite utilizado. Al respecto, Garduño (2008) indica que los aceites vegetales comestibles sufren tres alteraciones

durante su calentamiento en presencia de aire: la formación de peróxidos de ácidos grasos insaturados, descomposición de los peróxidos en ácidos de carbonil e hidroxil y la oxidación parcial de los ácidos grasos que se fraccionan en compuestos tóxicos en niveles superiores al 2.5 % como la dioxina, término que engloba gran variedad de compuestos químicos de diferente potencial tóxico (Choque, 2012). Ante esto, se discurre la posibilidad de que además del efecto por contacto, los aceites empleados en el ensayo pudieran haber presentado diferentes grados de toxicidad hacia la plaga, explicando con ello los diversos grados de mortalidad.

Literatura Citada

- Choque, L. J. 2012. Utilización de grasas y aceites reciclados que contienen dioxinas y policlorobifenilos en la alimentación animal y humana. *Revista Agropecuaria y Forestal*, 1(1): 29–40.
- Cuevas, S. M. I., Templos, A. C. y C. R. Nápoles. 2015. Aceites vegetales comestibles como alternativa de control para cochinilla silvestre del nopal *Dactylopius opuntiae* cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae), bajo condiciones de campo. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología*, 1: 64-70.
- Delgado, V. I., Gonzales, M. A. y R. Rivera. 2008. *Manejo fitosanitario del nopal verdura en Milpa Alta, Distrito Federal*. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Distrito Federal (CESAVEDF), México. 63 pp.
- DROKASA. 2014. *TAXI-OIL: aceite vegetal de soya*. Ficha Técnica. Disponible en: <https://studylib.es/doc/3612593/ficha-tecnica-taxi-oil>; fecha de consulta: 15-II-2019.
- Garduño S. S. 2008. *Aceite para cocinar quemado: riesgos para la salud y recomendaciones para su manejo*. ANIAME. http://portal.aniname.com/imp_83.shtml. (Fecha de consulta: 8-I-2019).
- González, D. A., López. M. R. y J. A. Nava. 2001. *El género Opuntia en Jalisco: Guía de Campo*, Universidad de Guadalajara, México, 135 pp.
- Hernández, N. A. 2013. *Estudio bioecológico y de control de trips Neohydatothrips opuntiae (Hood) que daña al nopal tuna en la región del Valle de Teotihuacán, Estado de México*. Doctorado en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Edo. de México, 89 pp. [no publicada].
- Karlsson, F. M. 2005. *Control de mosca blanca (Aleurotrachelus socialis) en yuca (Manihot esculenta)*, Minor Field Studies No. 325. Swedish University of Agricultural Sciences. 74 pp.
- Palacios, M. C., Hernández, C. N., Cazares, C. y H. G. Hernández. 2004. Efectividad Biológica de productos biodegradables para el control de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Crockel) (Homoptera: Dactylopiidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 20(3): 99–06.
- Pérez, G. F., Martínez, J. y A. Aragón. 2010. *Manejo agroecológico del cultivo de nopal tuna con extractos vegetales en san Sebastián Villanueva, Puebla*. Disponible en: <https://vdocuments.mx/manejo-agroecologico-del-cultivo-de-nopal-parmetros-que-se-evaluaron-fueron-presencia.html>. (Fecha de consulta: 3-I-2019).