

EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE MIEL EN LA CRÍA DE *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) PARA LA MULTIPLICACIÓN DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS*

Ana María Restrepo-García¹, Paula Lorena Arias-Ortega², Alberto Soto-Giraldo³

Resumen

Objetivo: Evaluar diferentes fuentes de miel en la cría de larvas de *Galleria mellonella* para la producción masiva de nematodos entomopatógenos. **Metodología:** Se evaluaron las fuentes azúcar morena, miel de abeja, miel de panela, miel de purga y panela pulverizada en el desarrollo de las larvas de *G. mellonella* y su costo de producción en las dietas; igualmente se determinaron los ciclos de vida del insecto. **Resultados:** Las larvas alimentadas con la dieta en la que se utilizó miel de panela y panela pulverizada presentaron un desarrollo similar a las alimentadas con la dieta convencional (miel de abejas); sin embargo, las alimentadas con azúcar morena presentaron menor tiempo de duración del período huevo-adulto (59,5 días) y disminución en el costo de producción (22 % menos) que las alimentadas con la dieta convencional. **Conclusión:** El azúcar morena se presenta como una alternativa viable para reemplazar la miel de abejas en la dieta convencional, lo que se traduce en menor costo de producción de los nematodos entomopatógenos.

Palabras clave: polilla gigante, dieta artificial, control biológico.

EFFECTS OF DIFFERENT SOURCES OF HONEY IN THE BREED OF *Galleria mellonella* (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) FOR THE MULTIPLICATION OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES

Objective: To evaluate different sources of honey in the larvae culture of *Galleria mellonella* for the massive production of entomopathogenic nematodes. **Methodology:** Brown sugar, honey of bees, raw sugar cane honey, purge honey and powdered raw sugar cane were evaluated for *G. mellonella* larvae culture as well as their cost in the diets; life cycle of the insect was also determined. **Results:** Larvae fed with raw sugar cane developed similarly to those who had the conventional diet (honey of bees). However, the period between egg-adult (59.5 days) and the cost of production (22% less) were reduced when brown sugar was used compared to the conventional diet. **Conclusion:** Brown sugar is a viable alternative to replace honey in conventional diets, which translates into lower production costs of entomopathogenic nematodes.

Key words: giant moth, artificial diet, biological control.

* FR: 28-II-18. FA: 14-X-18.

¹ Ingeniera Agrónoma. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. E-mail: anitmarie@hotmail.com. ORCID: 0000-0002-9596-320X.

² Bióloga. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. E-mail: paloar13@yahoo.es. ORCID: 0000-0001-6672-9388.

³ Ph.D., Departamento de Producción Agropecuaria. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. E-mail: alberto.soto@ucaldas.edu.co. ORCID: 0000-0002-9727-8919.

CÓMO CITAR:

RESTREPO-GARCÍA, A.M., ARIAS-ORTEGA, P.L. & SOTO-GIRALDO, A., 2019.- Efecto de diferentes fuentes de miel en la cría de *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) para la multiplicación de nematodos entomopatógenos. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 23 (1): 73-81. DOI: 10.17151/bccm.2019.23.1.4



INTRODUCCIÓN

La gran polilla de la cera, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae), es considerada una plaga que destruye las colonias de abejas melíferas en todo el mundo (HANUMANTHAN & SWAMY, 2008; KWADHA *et al.*, 2017). La infestación a gran escala de colonias por larvas de *G. mellonella* generalmente lleva a la pérdida de la colonia, fuga y reducción en el tamaño de los enjambres de abejas migratorias (WILLIAMS, 1997; GULATI & KAUSHIK, 2004). Su importancia económica se debe a los hábitos alimenticios de las larvas y a los túneles que forman en medio de los panales (JACKMAN & DREES, 1998; CHANDEL *et al.*, 2003). Estas se alimentan de la cera de las colmenas, polen, propóleos, abejas muertas y pupas de abejas (HANUMANTHAN & SWAMY, 2008); sin embargo, su desarrollo y metamorfosis están influenciados por la humedad relativa y la dieta (ABDEL-NABY *et al.*, 1983; MOHAMED, 1983; GULATI & KAUSHIK, 2004).

Las larvas de *G. mellonella* se han considerado como posibles vectores de patógenos (CHARRIERE & IMDORF, 1999), ya que se han encontrado esporas de *Paenibacillus larvae* en los pellets fecales de los estados larvales y se ha detectado el virus de la parálisis aguda israelí (IAPV) y el virus de la Reina Negra (BQCV) en las larvas (TRAIYASUT *et al.*, 2016). Asimismo, las larvas de este insecto son utilizadas como ‘trampa’ para capturar nematodos entomopatógenos debido a que son altamente susceptibles a los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis*; que son empleados por su alto grado de patogenicidad en el control de plagas (KAYA & STOCK, 1997; LÓPEZ *et al.*, 2007; LÓPEZ & STOCK, 2008; MELO *et al.*, 2009).

Como agentes de control biológico a los nematodos entomopatógenos se les reconoce su importancia no solo por buscar activamente su presa y matarla, sino porque las especies ya descritas (steinernematidos y heterorhabditidos) mantienen una asociación específica con las bacterias Gram negativas de los géneros *Xenorhabdus* y *Photorhabdus* respectivamente (GRIFFIN *et al.*, 2005; KAYA *et al.*, 2006; SÁENZ & OLIVARES, 2008; SEPULVEDA *et al.*, 2008; JIMENEZ *et al.*, 2012; LÓPEZ & SOTO, 2016).

Los nematodos se producen masivamente bajo dos sistemas, a saber: *in vitro* e *in vivo* (KAYA & STOCK, 1997). En el sistema *in vitro*, ya sea en cultivos semisólidos o líquidos, se incorporan medios artificiales para la producción del nematodo; mientras que en el segundo sistema se utilizan insectos vivos, fáciles de criar, altamente susceptibles al patógeno y que permitan aumentar la producción masiva (REALPE *et al.*, 2007); además no se requieren altas inversiones de capital y equipos para su producción, lo que se traduce en bajos costos y fácil implementación. Para la cría de *G. mellonella* se han estudiado dietas artificiales con diferentes componentes evaluando su desarrollo, fertilidad y supervivencia (REALPE *et al.*, 2007; MOHAMED *et al.*, 2014). La presente investigación se realizó con el fin de evaluar el efecto de diferentes fuentes de miel en la cría de *G. mellonella* para la multiplicación de nematodos entomopatógenos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Centro de Investigación y Cría de Enemigos Naturales de la Universidad de Caldas (CICEN), ubicado en el municipio de Manizales (coordenadas 5°05'N y 75°40'W), en una incubadora Thermo Scientific a 25 °C ± 1 y una humedad relativa del 70 %; bajo un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 6 repeticiones.

Con el fin de obtener posturas de *G. mellonella* se seleccionaron 15 especímenes adultos de la cría del insecto del CICEN, en proporción 2:1 (hembra x macho respectivamente), de 6 días de edad y se introdujeron en 5 recipientes de plástico acondicionados con perforaciones en la parte basal; cubiertos con una porción de papel para facilitar la oviposición de las hembras (Figura 1A); a las 24 h se retiró la porción de papel y se procedió a realizar la selección de posturas mediante el método de la observación con ayuda de un estereomicroscopio marca Olympus, considerando la forma circular concéntrica regular y el color blanco lechoso de los huevos que denotan una buena calidad (SALAS, 2015) (Figura 1B). Posteriormente se coloraron las posturas en cajas de Petri para esperar la maduración de los huevos y la emergencia de las larvas.

Para el desarrollo del experimento se partió de una dieta artificial utilizada en el CICEN (testigo) a base de salvado de trigo, germen de trigo, levadura, cera de abejas, glicerina y miel de abejas, teniendo como variación en los demás tratamientos la fuente de miel (Tabla 1).

Tabla 1. Composición de los tratamientos para preparar 200 g de dieta artificial.

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS				
	MAB	MPA	MPU	AZM	PPU
Salvado de trigo (g)	62	62	62	62	62
Germen de trigo (g)	40	40	40	40	40
Levadura (g)	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2
Cera de abejas (g)	9	9	9	9	9
Glicerina (mL)	30	30	30	30	30
Miel de abejas (MAB) (mL)	45				
Miel de panela (MPA) (mL)		45			
Miel de purga (MPU) (g)			50		
Azúcar morena (AZM) (g)				60	
Panela pulverizada (PPU) (g)					70
Agua (mL)			25	32,5	25

Fuente: elaboración propia.

Los productos fueron pesados en balanza electrónica y medidos en las cantidades exactas para cada una de las dietas. Inicialmente en un vaso de precipitado se mezclaron el germen de trigo y el salvado de trigo, los cuales se sometieron a esterilización en autoclave durante 20 min a 120 °C y 15 lb de presión; cuando la mezcla estuvo a temperatura ambiente se adicionó la levadura. Aparte, en un Beaker, se puso la cera de abejas y se sometió a derretimiento en un horno microondas marca GoldStar; cuando esta cambió a estado líquido se agregaron la glicerina y la miel correspondiente a cada dieta, sometiéndose nuevamente a calor hasta conseguir uniformidad en los fluidos; posteriormente la mezcla líquida (aún caliente) se adicionó a los productos sólidos. Después de la homogenización final, las dietas se vertieron en platos para cultivo de tejidos Falcon® de fondo plano con 6 celdas individuales por plato (4 g de dieta x celda); el contenido restante se depositó en recipientes transparentes de 11,5 cm de largo x 11 cm de diámetro (capacidad de 30 oz) (Figura 1C).

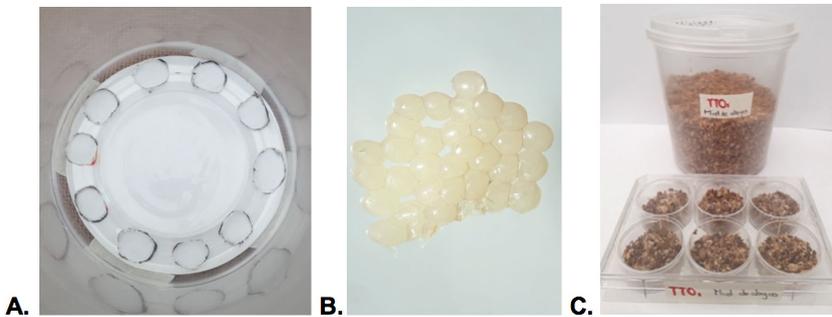


Figura 1. Obtención de posturas. **A.** Tarros de oviposición; **B.** Masa de huevos; **C.** Unidades experimentales. Fuente: elaboración propia.

Para obtener la miel en cada uno de los tratamientos (MPU, AZM y PPU) se mezclaron, en un Beaker, la miel de purga, el azúcar morena y la panela pulverizada con agua y se sometieron a calor en el horno microondas hasta obtener la consistencia de la miel de abejas.

La preparación de la dieta se realizó el mismo día de la emergencia de larvas de *G. mellonella* procedentes de la cría, infestando cada celda con un espécimen de primer instar del insecto; para un total de 6 larvas por tratamiento. Adicionalmente se depositaron 10 larvas del artrópodo, en cada recipiente transparente, para permitir el desarrollo larval hasta llegar al estado adulto con el fin de evitar la manipulación de los individuos. Diariamente se realizaron mediciones del ancho de la cápsula cefálica para verificar el cambio de instar, teniendo en cuenta las mediciones obtenidos por REALPE *et al.* (2007) y HOSAMANI *et al.* (2017). En el momento en que las larvas alcanzaron el último instar se determinaron la longitud, ancho y peso como variables que denotan mejor capacidad del espécimen para tolerar la parasitación y albergar un

mayor número de nematodos entomopatógenos (RAMARAO *et al.*, 2012; SALAS, 2015).

Para realizar las mediciones de la capsula cefálica (Figura 2A), las larvas se colocaron sobre una caja de Petri y se sometieron a baja temperatura; empleando un gel refrigerante como base y provocando una parálisis momentánea; una vez realizada la medición se dejó el espécimen a temperatura ambiente hasta que recuperó su movimiento normal. En cuanto a la variable peso de la larva, esta se ejecutó en una balanza analítica marca OHAUS; la longitud y ancho de la larva se determinaron con ayuda de una reglilla de medición en un estereomicroscopio y con hojas de papel milimetrado (Figura 2B).

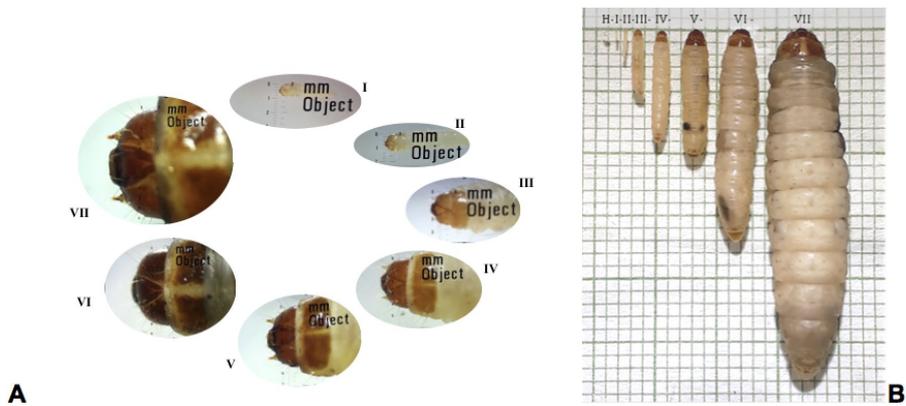


Figura 2. Medición de larvas de *G. mellonella* en sus diferentes instares. **A.** Capsulas cefálicas; **B.** Longitud y ancho. Fuente: elaboración propia.

Se utilizó un diseño completamente al azar con 6 repeticiones por tratamiento. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS 9.1 y se realizaron pruebas de Duncan al 5 %. Igualmente se analizaron los costos en la elaboración de cada una de las dietas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Longitud, ancho y peso de las larvas

En el tratamiento en el que se utilizó AZM en la dieta, las larvas de último instar de *G. mellonella* presentaron los mayores valores de longitud (2,55 mm), ancho (0,57 mm) y peso (0,28 g) (Tabla 2). Este aspecto es muy importante a considerar, pues a mayor tamaño de las larvas se van a albergar un mayor número de nematodos entomopatógenos (SALAS, 2015). Comparando la longitud de las larvas en los tratamientos AZM, MAB, MPA, PPU, se observa que no se presentaron diferencias

estadísticas. Las larvas presentaron menor longitud cuando se utilizó MPU en la dieta (1,6 mm) (Tabla 2). Para el ancho de las larvas de *G. mellonella*, estas presentaron un comportamiento similar al obtenido en la variable longitud; en donde el tratamiento en el que se utilizó MPU, el ancho fue únicamente de 0,3 mm (Tabla 2). Igual sucedió con el peso, donde se presenta un mayor peso en el tratamiento AZM (0,28 g) y un menor peso en el tratamiento MPU (0,19 g) (Tabla 2). Estos resultados son comparables con los obtenidos por HOSAMANI *et al.* (2017), quienes encontraron que la longitud de las larvas de último instar de *G. mellonella* fue de $2,54 \pm 1,19$ cm y el ancho de $0,49 \pm 0,37$ cm.

Tabla 2. Media de las variables tomadas del último instar de *G. mellonella*, según la prueba de Duncan.

Tratamientos	Longitud (cm) Media \pm sd**	Ancho (cm) Media \pm sd	Peso (g) Media \pm sd
AZM*	2,55+/- 0,16 a***	0,57+/- 0,08 a	0,28+/- 0,02 a
MAB	2,48+/- 0,11 a	0,47+/- 0,05 b	0,27+/- 0,05 ab
MPA	2,52+/- 0,16 a	0,48+/- 0,04 b	0,22+/- 0,04 bc
MPU	1,6+/- 0,21 b	0,3+/- 0,03 c	0,19+/- 0,04 c
PPU	2,47+/- 0,16 a	0,49+/- 0,02 b	0,26+/- 0,04 ab

Nota: *AZM: azúcar morena; MAB: miel de abejas; MPA: miel de panela; MPU: miel de purga; PPU: panela pulverizada; **sd: desviación estándar; ***promedios en cada columna con distinta letra presentan diferencias significativas de acuerdo a Duncan al 5 %. Fuente: elaboración propia.

Al comparar los tratamientos en los que se utilizó MPA, PPU en la dieta para la cría de *G. mellonella*, con el tratamiento convencional donde se utilizó MAB, se pudo observar que estos presentan un contenido nutricional similar al ofrecido por una colonia de abejas; ya que las variables longitud, ancho y peso fueron similares a los valores obtenidos por HOSAMANI *et al.* (2017). Así, las larvas que presentan mayor tamaño y peso denotan mejor capacidad del espécimen para tolerar la parasitación y albergar mayor número de nematodos entomopatógenos (RAMARAO *et al.*, 2012; SALAS, 2015).

Desarrollo de *G. mellonella* en las diferentes dietas

Los resultados del ciclo de vida de *G. mellonella* a 25 °C con las diferentes dietas se presentan en la Tabla 3. La duración del período huevo a adulto fue más corto en la dieta en la que se utilizó azúcar morena (59,5 días); seguido de las dietas con panela pulverizada, miel de panela y miel de abeja con una duración de 62,5, 74,4 y 75,1 días respectivamente. En la dieta en la que se utilizó miel de purga, la duración del ciclo de vida fue el más largo (104,8 días) (Tabla 3). REALPE *et al.* (2007) obtuvo una duración del ciclo de vida de *G. mellonella* de 82,4 días, utilizando la misma dieta

(con miel de abeja) y la misma temperatura del presente estudio. KUMAR & KHAN (2018) encontraron que a 28 ± 2 °C el período huevo a emergencia de adultos fue de 92,6 días. Estudios realizados por HANUMANTH & SWAMY (2008) hallaron que a 28 °C la duración del ciclo de vida de *G. mellonella* fue de 85 días. Como se aprecia en la Tabla 3, la dieta en la que se utilizó azúcar morena como fuente de miel es la más recomendada; ya que el ciclo de vida de *G. mellonella* fue más corto, lográndose mayores generaciones del insecto a través del tiempo. Es muy importante recalcar que la miel de abeja utilizada en la dieta convencional es el elemento más costoso, por lo tanto el que encarece el valor de la dieta.

Tabla 3. Duración en días de los estados de desarrollo de *G. mellonella* a 25 °C en diferentes dietas artificiales.

ESTADO	N*	AZM**	MAB	MPA	MPU	PPU
Huevo	48	9,0 ± 0,30	9,0 ± 0,35	9,0 ± 0,48	9,0 ± 0,25	9,0 ± 0,32
Larva I Instar	30	6,2 ± 0,64	7,1 ± 0,73	6,9 ± 0,37	8,3 ± 0,26	6,3 ± 0,28
Larva II Instar	30	4,9 ± 0,54	5,3 ± 0,53	5,3 ± 0,25	10,6 ± 0,29	4,8 ± 0,25
Larva III Instar	30	3,2 ± 0,87	5,1 ± 0,34	5,5 ± 0,42	11,9 ± 0,47	3,5 ± 0,38
Larva IV Instar	28	4,2 ± 0,75	4,6 ± 0,38	4,2 ± 0,36	6,3 ± 0,55	3,9 ± 0,45
Larva V Instar	26	3,9 ± 0,65	4,8 ± 0,47	5,1 ± 0,25	8,1 ± 0,71	4,1 ± 0,59
Larva VI Instar	25	5,4 ± 0,69	6,9 ± 0,83	6,6 ± 0,26	9,7 ± 0,62	5,6 ± 0,30
Larva VII Instar	25	4,7 ± 0,88	7,2 ± 0,43	6,9 ± 0,79	11,2 ± 0,45	5,4 ± 0,27
Pupa	23	10,7 ± 1,26	13,5 ± 1,08	14,3 ± 0,87	16,6 ± 0,26	11,2 ± 0,98
Adulto	20	7,3 ± 0,89	11,6 ± 0,82	10,6 ± 1,29	13,1 ± 1,13	8,7 ± 0,89
Total		59,5	75,1	74,4	104,8	62,5

Nota: *N: número de individuos; **AZM: azúcar morena; MAB: miel de abeja; MPA: miel de panela; MPU: miel de purga; PPU: panela pulverizada. Fuente: elaboración propia.

Costo económico

La implementación de la cría masiva de *G. mellonella* para la multiplicación de nematodos entomopatógenos depende en un alto porcentaje de sus costos de producción; los cuales están determinados, en gran parte, por el uso de la materia prima. La presente investigación pone en evidencia que la fuente de miel del tratamiento testigo es la que presenta el mayor valor (\$5,21 US) en comparación con las demás alternativas evaluadas (Figura 3).

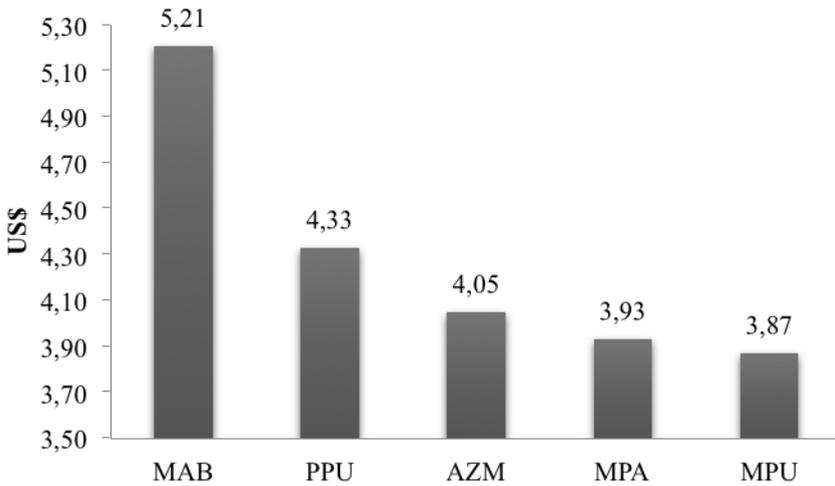


Figura 3. Costos de producción de 1 kg de las diferentes dietas para la cría de *G. mellonella*.
Fuente: elaboración propia.

Los costos fijos (sumatoria de otros componentes) representaron el 73 % de los costos totales, teniendo al 27 % restante como el valor del componente MAB. Es de suma importancia tener en cuenta que las dietas que se utilicen para la cría de insectos se deben optimizar en la medida en que se produzcan insectos de alta calidad, en cantidad suficiente y utilizando una dieta económicamente viable (VAN & MALAN, 2015).

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde se utilizaron otras fuentes de miel en la dieta para la cría de *G. mellonella*, se concluye que, al implementar otras fuentes de miel como miel de panela, azúcar morena y panela pulverizada existe una disminución de los costos de 25, 22 y 17 %, respectivamente, y que pueden ser utilizadas para reemplazar la miel de abejas en la dieta convencional, obteniendo resultados favorables en la producción del insecto.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados de la Universidad de Caldas por la financiación de la investigación.

REFERENCIAS

- ABDEL-NABY, A.A., ATA LLAH, M.A., MORAD, M.G. & MOHAMED, A.A., 1983.-Effect of different temperatures, relative humidity and light on the immature stages of the greater wax moth (*Galleria mellonella* L.). *5th Arab Pesticides Conference*, 1: 94-103.
- CHANDEL, Y.S., SHARMA, S. & VERMA, K.S., 2003.- Comparative biology of the greater wax moth, *Galleria mellonella* L., and lesser wax moth, *Achoria grisella*. *Forest Pest Management and Economic Zoology*, 11: 69-74.
- CHARRIERE, J.D. & IMDORÉ A., 1999.- Protection of honey combs from wax moth damage. *Am. Bee J.*, 139: 627-630.
- GRIFFIN, C.T., BOEMARE, N.E. & LEWIS, E.E., 2005.- Biology and Behaviour: 47-64 (en) GREWAL, P.S., EHLERS, R.U. & SHAPIRO-ILAN, D.I. (eds.) *Nematodes as biocontrol agents*. Oxfordshire: CABI Publishing.
- GULATI, R. & KAUSHIK, H., 2004.- Enemies of honeybees and their management—A review. *Agric. Rev.*, 25: 189-200.
- HANUMANTH, A. & SWAMY, B.C., 2008.- Bionomics and biometrics of Greater wax moth *Galleria mellonella* Linnaeus. *Asian J. of Bio Sci.*, 3 (1): 49-51.
- HOSAMANI, V., HANUMANTHA, B.C., KATTIMANI, K.N. & KALIBAVI, C.M., 2017.- Studies on Biology of Greater Wax Moth (*Galleria mellonella* L.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 6 (11): 3811-3815.
- JACKMAN, J.A. & DREES, B.M., 1998.- *A field guide to Texas insects*. Houston: Gulf Publishing Company.
- JIMÉNEZ, J.A., LÓPEZ, J.C. & SOTO, A., 2012.- Patogenicidad de dos nematodos entomopatógenos sobre *Metamasius hemipterus sericeus* (Coleoptera: Curculionidae). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 16 (2): 87-97.
- KAYA, H. & STOCK, S., 1997.- Techniques in insect nematology: 281-324 (en) LACEY, L. (ed.) *Manual of techniques in insect pathology*. San Diego: Academic Press.
- KAYA, H.K., AGUILERA, M.M., ALUMAI, A., CHOO, H.Y., TORRE, M. de la & FODOR, A. et al., 2006.- Status of entomopathogenic nematodes and their symbiotic bacteria from selected countries or regions of the world. *Biological Control*, 38: 134-155.
- KWADHA, C.A., ONG'AMO, G.O., NDEGWA, P.N., RAINA, S.K. & FOMBONG, A.T., 2017.- The biology and control of the greater wax moth, *Galleria mellonella*. *Insects*, 8 (2): 61-76.
- KUMAR, G. & KHAN, M.S., 2018.- Study of the life cycle of greater wax moth (*Galleria mellonella*) under storage conditions in relation to different weather conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6 (3): 444-447.
- LÓPEZ, J.C., PLICHTA, K., GÓNGORA, C.E. & STOCK, S.P., 2007.- A new entomopathogenic nematode, *Steinernema colombiense* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae) from Colombia. *Nematology*. En prensa.
- LÓPEZ, J.C. & STOCK, P., 2008.- First isolation of *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976 (Nematoda: Heterorhabditidae), in Colombia. *Journal of Invertebrate Pathology*. En prensa.
- LÓPEZ, R.A. & SOTO, A., 2016.- Aislamiento de nematodos entomopatógenos nativos en cultivos de caña panelera y pruebas de patogenicidad sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 114-123.
- MELO, E.L., ORTEGA, C.A., ALPER SUSURLUK, A., ANDREAS, G. & BELLOTTI, A.C., 2009.- Poblaciones nativas de nematodos entomopatógenos (Rhabditida) en cuatro departamentos de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 35 (1): 28-33.
- MOHAMED, A.A., 1983.- Biological and ecological studies on the greater wax moth (*Galleria mellonella* L.): Tesis, Faculty of Agriculture, Minia University, Egypt.
- MOHAMED, A.A., MOHAMED, J.A., AHMAD, A., MOHAMED, O.M. & MANPREET, K., 2014.- Effect of larval nutrition on the development and mortality of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 40 (1): 49-54.
- RAMARAO, N., NIELSEN, C. & LERECLUS, D., 2012.- The Insect *Galleria mellonella* as a Powerful Infection Model to Investigate Bacterial Pathogenesis. *J Vis Exp.*, 70: 4392.
- REALPE, F.J., BUSTILLO, A.E. & LÓPEZ, J.C., 2007.- Optimización de la cría de *Galleria mellonella* (L.) para la producción de nematodos entomopatógenos parásitos de la broca del café. *CENICAFÉ*, 58 (2): 142-157.
- SÁENZ, A. & OLIVARES, W., 2008.- Capacidad de búsqueda del nematodo entomopatógeno *Steinernema* sp. SNIO 198 (Rhabditida: Steinernematidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 34 (1): 51-56.
- SALAS, M.A., 2015.- Efecto de dietas artificiales en la crianza de *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae): Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- SEPULVEDA, P.A., LÓPEZ, J.C. & SOTO, A., 2008.- Efecto de dos nematodos entomopatógenos sobre *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Dryophthoridae). *Revista Colombiana de Entomología*, 34 (1): 62-67.
- TRAIYASUT, P., MOOKHPLOY, W., KIMURA, K., YOSHIYAMA, M., KHONGPHINITBUNJONG, K. & CHANTAWANNAKUL, P., et al., 2016.- First detection of honey bee viruses in wax moth. *Chiang Mai J. Nat. Sci.*, 43: 695-698.
- VAN, C. & MALAN, A., 2015.- Cost-Effective Culturing of *Galleria mellonella* and *Tenebrio molitor* and Entomopathogenic Nematode Production in Various Hosts. *African Entomology*, 23 (2): 361-375.
- WILLIAMS, J.L., 1997.- Insects: Lepidoptera (moths): 121-141 (en) MORSER, & FLOTTUM, K. (eds.) *Honey Bee Pests, Predators, and Diseases*, es. Medina: AI Root Company.