

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2012

USO DE ENEMIGOS NATURALES Y BIORRACIONALES PARA EL CONTROL DE PLAGAS DE MAÍZ

Cipriano García-Gutiérrez; María Berenice González-Maldonado y Edgardo Cortez- Mondaca
Ra Ximhai, septiembre - diciembre, año/Vol. 8, Número 3
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 57-70.



e-revist@s

USO DE ENEMIGOS NATURALES Y BIORRACIONALES PARA EL CONTROL DE PLAGAS DE MAÍZ

USE OF NATURAL ENEMIES AND BIORATIONAL PEST CONTROL OF CORN

Cipriano García-Gutiérrez¹; María Berenice González-Maldonado² y Edgardo Cortez-Mondaca³

¹Profesor investigador. CIIDIR-IPN, COFAA, Unidad Sinaloa, Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, C.P. 81101. Guasave, Sinaloa, garciaciprian@hotmail.com. ²Profesora investigadora. CIIDIR-IPN Unidad Durango, COFAA. Sigma 119, Fracc. 20 de noviembre II. C.P. 34220. Durango, Dgo. mbgonzalez@ipn.mx. ³Investigador. INIFAP-Campo Experimental Valle del Fuerte. A. P. 342. Juan José Ríos, Sinaloa, México. cortez.edgardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se presenta un análisis general del uso potencial de los enemigos naturales e insecticidas biorracionales para el control de las principales plagas del maíz en el Estado de Sinaloa. Se discute también sobre su composición, dosis, toxicidad y su efecto colateral en organismos benéficos (enemigos naturales y polinizadores). El trabajo reveló que es posible implementar el uso de los siguientes enemigos naturales y productos: Para en el control de larvas neonatas del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E Smith) con *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson; contra trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) con los nematodos *Steinernema riobraviss* (Cabanillas y Poinar), *S. feltiae* (Filipjev) y *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) a dosis de 10,000 IJ (4x10⁻¹-IJ/m²); contra la mosca de los estigmas *Euxesta stigmatias* (Loew), fomentando el parasitismo natural de *Spalangia* sp., mientras que para el gusano trozador *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) utilizando spinosad (concentrado soluble) a dosis de 0.123 kg de i. a; y para el gusano elotero *Helicoverpa zea* (Boddie) usando el análogo de la hormona de la muda metoxifenocida (24%) o 144 mg de i. a/L. Los agentes de control y biorracionales que no afectan de manera importante a los enemigos naturales son: El virus de la nucleopoliedrosis SfMNPV y SeMNPV; *N. rileyi* e *Isaria fumosorosea* (Wize); *Bacillus thuringiensis* (Berlinier); parasitoides y la azaridactina (nim). En el caso de los productos de síntesis química: El spinosad, oxymatrine y bifentrina, a pesar de presentar altos porcentajes de mortalidad en el control de plagas en maíz, se consideran de alto y moderado riesgo por ser tóxicos a abejas *Aphis mellifera* (L.), la metoxifenocida es relativamente poco tóxica para enemigos naturales. En general, los productos biorracionales tienen efecto de repelencia en larvas y adultos de estos insectos, inhiben la alimentación e inducen la muda, causan malformaciones e impiden el desarrollo y crecimiento, interfieren en la comunicación sexual reduciendo la cópula y oviposición, y provocan esterilidad en adultos, por lo que también podrían constituir un riesgo para los organismos benéficos. No obstante, se concluye que estos productos son menos tóxicos que los insecticidas químicos para los organismos no blanco, por lo que eventualmente también pueden ser usados con menor riesgo de contaminación ambiental en el control de plagas de maíz en la región agrícola del Norte de Sinaloa.

Palabras clave: Biorracionales, enemigos naturales, spinosad, azaridactina, *Nomuraea rileyi*, Sinaloa.

SUMMARY

A general analysis of the potential use of natural enemies and biorational insecticides for control of main pests of corn in the state of Sinaloa is presented. A discuss on their composition, dosage, toxicity and type of effect on beneficial organisms (natural enemies and pollinators) is too included. The work revealed that is possible implement the use of these natural enemies and products for the control of neonate larvae of *Spodoptera frugiperda* fall armyworm (J. E Smith) with *Nomuraea rileyi* (Farlow) (Samson); against thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) using the nematodes *Steinernema riobraviss* (Cabanillas and Poinar), *S. feltiae* (Filipjev) and *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) at doses of 10,000 IJ (4x10⁻¹ ~ IJ/m²); against the corn silk fly *Euxesta stigmatias* (Loew) encouraging the natural parasitism of *Spalangia* sp., while for the cutworm *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) can be with spinosad (soluble concentrate) at doses of 0.123 kg a. i, and to the corn earworm *Helicoverpa zea* (Boddie) using the analog of methoxyfenozide molting hormone (24%) at 144 mg of a. i/L. The biorational control agents that not affect significantly to the natural enemies were the nucleopoliedrosis virus SfMNPV and SeMNPV; *N. rileyi* and *Isaria fumosorosea* (Wize); *Bacillus thuringiensis* (Berlinier); the azadirachtin (neem) and parasitoids. In the case of products of chemical synthesis: Spinosad, oxymatrine and bifenthrin showed high rates of mortality in the control of corn pests, so these are considered as of high and moderate risk to *Aphis mellifera* (L.) bees, the methoxyfenozide presented relatively low toxicity to natural enemies. In general, biorational products have repellent effect on larvae and adults of these insects, inhibit feeding and induce molting, also causing deformities and impede the development and growth, too interfere with sexual intercourse and copulate, reducing the oviposition, as well as cause sterility of adults, so these may also constitute a risk to beneficial organisms. However, we concluded that these products are less toxic than chemical pesticides to nontarget organisms, which eventually will be used with less risk of environment contamination in the control of corn pest in the agricultural region of northern Sinaloa.

Key words: Biorationals, natural enemies, azadirachtin, *Nomuraea rileyi*, Sinaloa.

Recibido: 04 de julio de 2012. Aceptado: 30 de agosto de 2012. Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 8(3): 57-70.

INTRODUCCIÓN

En México el Estado de Sinaloa es el principal productor de maíz, en el ciclo otoño-invierno 2007-2008 se establecieron 450,000 ha de maíz blanco y 2,900 ha de maíz amarillo, con una producción de 5'200,000 ton, con un valor de la producción de 15 mil millones de pesos, generando beneficio directo a 50,000 productores, actualmente se cuenta con una producción de 660,916 ha cultivadas con un rendimientos de 10 ton/ha (CESAVESIN, 2011).

El cultivo de maíz en Sinaloa presenta plagas concurrentes como: gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith), Gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner), gusano elotero *Helicoverpa zea* (Boddie), (Lepidoptera: Noctuidae); mosca de los estigmas: *Euxesta stigmatias* Loew, *Eumecosomyia nubila* (Wiedemann) y *Chaetopsis massyla* (Walker) (Diptera: Otitidae), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch.) (Homoptera: Aphididae) y *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae); para su control se utilizan principalmente insecticidas químicos convencionales de amplio espectro, los cuales tienen efectos negativos en los organismos y en el medio ambiente, además de tener repercusiones en la salud humana, provocando intoxicaciones agudas, cáncer, daños celulares y en el ADN, efectos teratogénicos, así como intoxicación de peces, aves y otros organismos (FAO, 2012).

Con la finalidad de disminuir el impacto ambiental derivado del uso de insecticidas químicos para la protección de cultivos es necesario establecer nuevas estrategias para el control de las principales plagas de maíz en Sinaloa, utilizando agentes de control biológico incluyendo parasitoides y depredadores, este último grupo es uno de los más importantes (Carballo, 2002). Por otra parte, algunos insecticidas biorracionales tienen suficiente toxicidad cuando se usan en conjunto con los agentes de control biológico, estos generalmente son productos naturales, pero también se incluyen algunos de síntesis química, usualmente poco tóxicos a enemigos naturales y otros organismos no blanco. Dentro de estos insecticidas se considera a: 1. Spinosad, una mezcla neurotóxica, producida durante la fermentación del actinomiceto *Saccharopolyspora spinosa* (Mertz y Yao) con alta toxicidad para lepidópteros y dípteros (Méndez *et al.*, 2002). 2. La azadiractina extraída del nim, el cual es un tetranorditerpenoide (C₃₅H₄₄O₁₆) que inhibe la oviposición y el proceso de metamorfosis, también presenta efectos anti alimentarios en lepidópteros, homópteros, coleópteros, himenópteros, hemípteros, dípteros y tisanópteros (Adel y Sehnal, 2000), además se han extraído los compuestos activos de otras plantas, siendo sus sustancias activas: timol, carvacrol, alicina, entre otros (orégano, ajo). 3. El insecticida metoxifenocida (RH 2485) [*N-ter-butyl-N''-(3-metoxi-o-toluil)-3,5-xilohidrazida*], un regulador del crecimiento de los insectos que mimetiza la función biológica de la hormona 20-hidroxiecdisona e induce la muda prematura y la muerte debido a la estimulación directa de los esteroides ecdisteroidales, efectivo para el control de lepidópteros (Zamora *et al.*, 2008; Aguirre-Zaleta., 2010). Por otra parte se considera factible utilizar agentes de control biológico como el hongo *Nomuraea rileyi* (Samson) para el control biorracional de *S. frugiperda* con resultados satisfactorios (Lezama-Gutiérrez *et al.*, 1994.)

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue: Dar a conocer a las principales plagas del maíz y a sus enemigos naturales, así como realizar un análisis de los insecticidas biorracionales usados para el control de estas plagas (su composición, toxicidad y modo de acción), así como de aquellos que tienen potencial para su aplicación, además de alertar sobre el impacto que pudiesen tener sobre organismos benéficos y el medio ambiente en la región maicera del Norte de Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente análisis se basó en la revisión de información sobre los productos comerciales biorracionales utilizados en el control de plagas de maíz, así como de aquellos agentes y sustancias que se encuentran en uso y desarrollo para combatir a las principales especies plaga; así mismo, refiriendo

los trabajos experimentales con sustancias naturales y de síntesis, además de los trabajos sobre el uso de organismos y enemigos naturales de estas plagas realizados por investigadores de diversas instituciones en cultivos de maíz del Norte de Sinaloa.

Principales insectos plaga en maíz

Se presenta información de estudios sobre colectas de insectos plaga, enemigos naturales e insectos benéficos existentes en cultivos de maíz, realizados durante 2010 a 2012 en cultivos donde no se aplicaron medidas de control químico, en diferentes localidades de los municipios de Guasave, Sinaloa de Leyva y Los Mochis, Sinaloa. Las colectas de insectos se hicieron durante ciclos de maíz en primavera-verano y otoño-invierno, con redes entomológicas, trampas amarillas y jabonosas, dependiendo de la biología y hábitos del insecto en particular; los ejemplares fueron trasladados al laboratorio del Campo Experimental Valle del Fuerte INIFAP-CEVAF y CIIDIR IPN Unidad Sinaloa para su montaje, preservación e identificación mediante claves taxonómicas (Borror *et al.*, 1954, 1989; Bautista y Vejar, 1998; Peña-Martínez, 1992; González-Hernández, *et al.*, 2001 y 2003).

A continuación se enlista la descripción y el tipo de daño que ocasionan las principales plagas de maíz colectadas e identificadas en el Norte de Sinaloa, y los insecticidas biorracionales reportados o que se utilizan para su control (Cuadro 1).

Cuadro 1. Biorracionales que se utilizan actualmente para el control de plagas de maíz.

Plagas	Insecticida biorracional	Dosis	Mortalidad (%)	Aplicación	Distribuidor	País (Autor)
<i>S. frugiperda</i>	Metoxifenocida	1-1000 mg/L	6.3-17.5 (huevos)	Laboratorio		Michoacán, México (Zamora <i>et al.</i> 2008)
	Spinosad		23.3-84.4 (larvas)			
	Azaridactina		12.5-28.0 (huevos)			
			67.7-100 (larvas)			
			11.6-31.3 (huevos)			
			13.3-22.2 (larvas)			
	Spinosad+	1 a 0.05, 0.5 y 3 mg/mL	23.5-67.4	Laboratorio	Dow AgroScience®	Chiapas, México
	Nucleopoliedrovirus	+	21.5-60.8	Maíz		(Méndez <i>et al.</i> , 2002)
	SfMNPV	Dieta 5, 20 y 70	90			
	Spinosad+	CO/mm ²				
	Nucleopoliedrovirus	200 mg/L (60 g i.a/ha)				
	SfMNPV	3 mg/L (0.9 g i.a/ha)				
		1.2x10 ¹² CO/ha				
	<i>Cotesia marginiventris</i>	Control natural	4.3-13	Maíz		Sinaloa, México
	<i>Neem</i> semilla molida+	5 kg/ha	7 días de protección			(Cortez-Mondaca, 2008;
Material inerte	5 kg/ha	100			Angulo-Escalante, 2004)	
Metomilo	360 g/ha					
<i>Willardia mexicana</i>	Extracto clorofórmico					
(= <i>Lonchocarpus hermannii</i>)	Conc. 50%					
<i>Nonuraea rileyi</i>	1x10 ⁷ esporas/g	75	Laboratorio		Venezuela	
(formulación granulada)	6 cepas	77-100 (larvas)	Laboratorio		(Pavone <i>et al.</i> , 2009)	
<i>Nonuraea rileyi</i>	2 cepas	92.5-98.8			Colima, México	
<i>Isaria fumosorosea</i>					(Lezama-Gutiérrez <i>et al.</i> , 1994)	
<i>S. exigua</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> (México)	CIBCM-166 (México)	CL ₅₀ = 95.7 ng/cm ²	Laboratorio	Aislamientos nativos de diferentes países	Colombia, México, Brasil, Costa Rica
		S811 (Brasil)	164.1			(Monnerat <i>et al.</i> , 2006)
		IB412 (México)	200.9			
		LBIT27 (México)	288.8			
	<i>Meteorus laphygmae</i>	Control natural	2.1-22.1	Pasto	Sudán	Sinaloa (Molina-Ochoa <i>et al.</i> , 2004)
	<i>Ophion flavidus</i>		1.1-2.1			
	<i>Euplectus plathypenae</i>		1.0-4.2			
	<i>Chelonus</i> sp.		1.0			
	Metoxifenocida 24% (suspensión concentrada)	72 y 144 mg de i.a/L	10-100	Laboratorio	hojas chile	Michoacán, México (Aguirre-Zaleta, 2010)
	Nucleopoliedrovirus	2.8x10 ³ -2.3x10 ⁵ CO/mL	10-90	Laboratorio		España (Lasa <i>et al.</i> , 2007)
SeMNPV	5x10 ¹¹ CO/L	70-89	Laboratorio	Invernadero chile		
<i>Bacillus thuringiensis</i> (formulación granulada)	70 g Bt/kg	80	Laboratorio		Reynosa, Tamaulipas (Rosas-García, <i>et al.</i> 2009)	
<i>E. stigmatias</i>	<i>Spalangia</i> sp.	Natural	38	Maíz	Sinaloa, México (Camacho-Báez, <i>et al.</i> , 2010)	
<i>A. ipsilon</i>	Clorpirifos	1.5 cc/1L agua	90	Laboratorio	Lorsban®	Colombia (Jojoa-Bravo y Salazar-González <i>et al.</i> , 2011)
	Bifentrina (SC)	0.67SC @ 0.023 kg	100	Pastos	Talstar®	E.U. (Richmond y Baldauf, 2005)
	Spinosad (SC)	i.a/A	100		Conserve®	
<i>F. occidentalis</i>		1SC @ 0.123 Kg i.a/A				
	<i>S. feltiae</i>	5000 y 10,000 IJ	56.1 prepupas*	Laboratorio	Ecogen Inc.,	Israel (Chyzik <i>et al.</i> , 1996)
	<i>S. riobravisi</i>		75.0 pupas*		Langhorne, PA, USA	
	UK, Ger		36.5 prepupas		Dr. Ehlers, Christian Albrecht Univ., Kiel, Germany	
	<i>H. bacteriophora</i>		71.7 pupas			
HP88		41.8 prepupas				
			73.4 pupas			

Según Cortez-Mondaca (2008) la descripción biología hábitos y daños de los principales lepidópteros plaga es la siguiente:

Plagas primarias

Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

Descripción. La palomilla oviposita por la noche comúnmente en el envés de las hojas, en la parte baja de las mismas (de la mitad hacia al ápice), en grupos de 100 a 200 huevecillos, los cuales cubre con escamas de su cuerpo para su protección. Las larvas jóvenes son de color verde-amarillo con bandas longitudinales de tonos claros y con la cabeza oscura, las larvas grandes son de color café oscuro grisáceo, con tres líneas longitudinales más claras, llegan a medir alrededor de 3.5 cm de largo. En la cabeza presentan líneas que forman una “Y” vista desde el dorso del cuerpo del insecto, y sobre el último segmento abdominal presentan cuatro puntos negros con forma de trapecio.

El cuerpo del adulto mide alrededor de 1.8 cm de longitud y 3.8 cm de extensión alar; las alas son de color café oscuro y gris. Una hembra puede ovipositar más de 1,000 huevecillos durante su periodo reproductivo. Estos eclosionan en tres o cinco días; las larvas al nacer se alimentan de un área foliar reducida pero en los días siguientes se distribuyen a plantas vecinas, estableciéndose en el cogollo. Tienen hábitos caníbales, por lo que a partir del tercer periodo sólo se observa una larva por cogollo; pasan por seis estadios de desarrollo en un rango de 14 a 21 días, de acuerdo a la temperatura. La etapa de pupa ocurre en el suelo y alrededor de 9 a 13 días, después emerge el adulto.

Daños. Este insecto es considerado la plaga más dañina del maíz; se presenta en poblaciones elevadas, sobre todo en siembras extemporáneas, perfora el tallo de las plantas a la altura del cuello de la raíz, con lo que provoca el marchitamiento de la planta; también actúa como barrenador del tallo de la planta y daña los estigmas, las espigas, y el elote. Infestaciones y daño severo de la plaga pueden reducir el rendimiento en porcentajes superiores al 30%. El gusano cogollero puede estar presente durante la mayor parte del desarrollo del cultivo, pero el daño más importante lo ocasiona de la emergencia a la emisión del jilote y el daño es mayor entre menor sea la edad de la planta.

Gusano trozador *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae)

Descripción. Los huevecillos en general son blancos, de tamaño pequeño (0.5 a 0.6 mm de diámetro), esféricos, aunque ligeramente aplastados en su base, adornados por unas cuarenta líneas radiales y recubiertos de una secreción viscosa. Las larvas miden entre 30 y 45 mm de largo. La cabeza es de color castaño rojizo. La cutícula es de color gris a casi negro de aspecto grasiento, en el lado ventral y lateral tienen adornos pálidos. En la línea media dorsal lleva una franja más clara, cuerpo con pocas sedas, aunque tienen algunas dispuestas regularmente en cada segmento del abdomen, poseen cinco pares de falsas patas y en cada una de ellas unos ganchitos dispuestos circularmente en su parte inferior. Las larvas se curvan sobre un costado de su cuerpo. Los segmentos abdominales tienen en su parte superior cuatro manchas negras, siendo las dos anteriores unas tres veces más pequeñas y menos brillantes que las dos posteriores, saliendo de cada una seta. La pupa se encuentra siempre en la tierra, son de color obscuro-rojizo y de diferente tamaño según la especie.

El adulto es de tamaño mediano, envergadura alar entre 28 y 51 mm. El cuerpo es grisáceo a castaño grisáceo; el abdomen es más claro que el tórax. Las alas anteriores son de color castaño oscuro en los dos primeros tercios basales; el segundo par de alas es claro. Debajo del ala existe una mancha negra triangular y en la parte terminal del ala dos triángulos negros más difusos y de menor tamaño. Los huevecillos son colocados en lugares con bastante humedad en el suelo. Las hembras ponen sus huevecillos en grietas en el suelo, cada una entre 1500 y 2500 en verano y menos de la mitad en invierno. El ciclo anual es variable según la especie. Pasan el invierno en forma de pupa, introducida en el suelo (10-12 cm). Reinician su actividad en primavera, alimentándose de malas hierbas, de día permanecen escondidas debajo de la tierra a unos dos centímetros. Cuando llega el final de su

desarrollo larvario se introducen en el suelo y se transforman en pupa, las larvas siguen dos caminos según la especie: se introducen en el suelo, después de haberse alimentado durante un período de tiempo para pasar el invierno, o continúan su desarrollo para dar lugar a otra generación antes de introducirse en la tierra antes del invierno, pueden existir más de una generación al año, dependiendo de las condiciones climáticas (temperatura, lluvia, fotoperiodo, principalmente).

Daños. Las larvas muerden los tallos y destruyen las plantas en secciones de surco, consumen las raíces, cortan el cuello de la planta y consumen hojas tiernas, se les considera en el grupo de los "gusanos cortadores", especialmente perjudiciales en plantas jóvenes. Al terminar de comer una planta se trasladan a la planta más cercana.

Tienen hábitos alimenticios nocturnos; durante el día se les encuentra semienterrados en el suelo cerca de las plantas. Esta plaga tiene hábitos solitarios, comúnmente se alimentan de plantas de semillero a nivel del suelo, cortan el tallo y, a veces arrastran las plantas a sus refugios. Las larvas en ocasiones se alimentan de las raíces. Debido a la naturaleza de su alimentación en las plantas jóvenes, esta plaga puede hacer daño en los campos recién sembrados.

Gusano elotero *Helicoverpa zea* Boddie (Lepidoptera: Noctuidae)

Descripción. Los huevecillos son depositados uno a uno en los estigmas del jilote y eclosionan dos o tres días después. A pesar de que puede haber decenas de huevecillos por jilote, al final, generalmente, sólo queda una larva, ya que las larvas del tercer periodo son de hábitos caníbales, la que sobrevive se alimenta de los granos en formación. Las larvas pequeñas tienen la cabeza de color negro y el resto del cuerpo de color blanco hialino (cristalino), con numerosas cerdas; en la tercera fase son predominantemente de color café y en ocasiones son de color verde con líneas longitudinales blancas, amarillas o de color crema; al final de su desarrollo pueden medir alrededor de 3.5 cm de largo.

El periodo larval dura un promedio de 16 días y la etapa de pupa transcurre en nueve días aproximadamente, en las condiciones predominantes de fines de primavera en el norte de Sinaloa. Los adultos son palomillas de color café cobrizo con marcas irregulares más oscuras en las alas anteriores y miden 2.5 cm de largo y más de 3 cm de extensión alar.

Daños. El insecto daña los granos del ápice del elote y propicia la presencia de otros insectos plaga como nitidúlidos y la mosca de los estigmas *Euxesta* sp. Puede llegar a causar pérdidas del 10 al 30%.

Mosca de los estigmas *Euxesta stigmatias* Loew (Diptera: Otitidae)

Sobre la descripción de este insecto e información sobre su ciclo de vida y hábitos García-Gutiérrez, *et al.* (2011a, b) mencionan lo siguiente:

Descripción. Las hembras son capaces de poner hasta 95 huevecillos por día entre los estigmas. Los huevecillos duran 2 días, son alargados y color blanco hialino (transparentoso); miden 80 mm de longitud y 20 mm de ancho. Se pueden encontrar de forma individual o en grupos; eclosionan a las 48 horas a temperatura ambiente (25-34°C).

Las larvas son de forma alargada y cilíndrica, sin patas; la parte apical es más ancha que la parte posterior, tiene ganchos bucales en la cabeza y dos espiráculos (orificios respiratorios) anales uniformes de color negro, el resto es de color blanco-amarillento y alcanza una longitud máxima de 7 mm. Se encuentran dentro del elote, durante toda la etapa reproductiva y hasta antes de la madurez fisiológica. No consumen el pericarpio (envoltura) del grano, pero se alimentan del endospermo o parte del olote, incluso se alimentan con una dieta a base de maíz. Su duración es de 13 días. La pupa es también alargada y cilíndrica, con un extremo más redondeado y una protuberancia en el otro extremo. El cuerpo es de color amarillento al principio y luego se torna rojizo brillante y finalmente café oscuro;

mide 5 mm de largo por 1.3 mm de ancho. Ésta se encuentra en los estigmas secos, entre las hojas del fruto. Dura 7 días.

El adulto presenta cuatro bandas oscuras transversales en las alas y patas color negro con amarillo. La hembra es de mayor tamaño y presenta abdomen agudo con ovipositor extendible. Por su parte, el macho tiene abdomen redondeado. El cuerpo es de color verde oscuro metálico y ojos café-rojizo. Alcanzan una longitud máxima de 6.5 mm.

Daños. El daño es causado por la etapa larvaria. Los estigmas se tornan color marrón-bronce, efecto causado por la alimentación de las larvas, también se alimentan de la punta de la mazorca (Seal y Jansson, 1989). La mayor abundancia de larvas (59 insectos), y los daños causados por el insecto son del 70 %, se presentan en abril y mayo (30 °C), coincidiendo con la presencia de los estigmas en el cultivo. Se puede estimar en siembras de primavera-verano, daños del fruto que pueden superar 10 por ciento de la producción, tomando en cuenta que el promedio de producción de maíz en Sinaloa es de 10 toneladas por hectárea, con un precio base de 2,200 pesos por tonelada; valorando pérdidas de una tonelada por hectárea, esto equivale a reducir las ganancias en 2,200 pesos/ha. En infestaciones severas los estigmas pueden ser cortados por completo, los estadios inmaduros pueden encontrarse alimentándose a lo largo del elote, la reducción del rendimiento es elevada si el daño inicia temprano durante el desarrollo del cultivo (Cortez-Mondaca, 2007).

Plagas secundarias

Gusano soldado *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)

En relación a este lepidóptero Torres-Ortega., *et al.* (2007) indican lo siguiente:

Descripción. Este insecto tiene un ciclo biológico completo que consta de cuatro etapas. Las hembras colocan sus huevecillos en racimos de 50 a 150 por masa y cada hembra produce de 300 a 600 huevecillos. Estos son depositados generalmente en la superficie baja de la hoja y a menudo cerca de las flores y en la extremidad de las ramas. Son de color verdoso y blanco, están cubiertos con una capa de escamas blanquecinas que le dan un aspecto algodonoso. Los huevecillos tardan de dos a tres días en madurar durante el tiempo cálido. Las larvas recién eclosionadas suelen agruparse en tallos y hojas de los botones terminales y axilares de las plantas; a partir del tercer estadio, suelen vivir aisladas y es cuando se alimentan y mayores daños causan. Son activas durante la noche, pues completan su desarrollo en 15-25 días, después de pasar por cinco estadios larvarios y pupan en el suelo en un capullo terroso, o bien, bajo restos vegetales.

El desarrollo de la pupa ocurre en el suelo. El compartimiento se construye de las partículas de arena y del suelo ligadas con una secreción oral que endurece cuando se seca. Las crisálidas son de color marrón claro y miden de 15 a 20 mm de longitud. La duración de la etapa pupal es 6 a 7 días durante la temporada cálida. Los adultos son pequeños, miden aproximadamente 1.3 cm con una extensión alar de 2.5 a 3.8 cm. El cuerpo y las alas se extienden de plateado-gris a grisáceo marrón y tienen un punto ligero cerca del centro.

Daños. Esta plaga causa daños de consideración tanto por disminución de superficie foliar debido a la alimentación de las larvas en hojas, como por los daños en frutos al realizar perforaciones en los mismos que adquieren mayor importancia comercial, desde el momento de su eclosión. El daño que causan al alimentarse de los frutos es superficial en la fruta madura, y la pudrición de frutos ocurre por los organismos que causan descomposición de tejidos y que pueden entrar por las heridas. Ocasionalmente las larvas se desarrollan dentro de los frutos, causando desarrollo anormal. Las hojas pueden ser consumidas casi totalmente al igual que las plantas jóvenes; sin embargo, hay recuperación en plantas más viejas. En este último caso, los mismos consisten en agujeros superficiales o comeduras que los marcan, pudiendo llegar a pudrirse.

La etapa en la cual provoca mayor daño a los cultivos es en la fase larvaria. Las larvas jóvenes se alimentan adentro de los racimos terminales de las cosechas y hacen a menudo un daño considerable antes de que se noten. Las pérdidas ocasionadas por esta plaga se incrementan con el número de larvas dentro del cultivo

***Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae)**

Descripción. Huevos reniformes, de color blanco hialino, encontrándose insertados dentro de los tejidos de los vegetales. Los adultos son alargados, las hembras de unos 1,2 mm y los machos de 0,9 mm de longitud, con dos pares de alas plumosas replegadas sobre el dorso en estado de reposo. Las hembras son de color amarillento-ocre con manchas oscuras en la parte superior del abdomen. Esta coloración es más clara en verano y en los machos. Presentan un aparato bucal rascador–chupador.

Daños. Raspan y succionan la savia de la hoja, retraso en el crecimiento durante las primeras etapas, enrollamiento del cogollo, que puede provocar la muerte de la planta, daño en la lámina foliar que disminuye el área fotosintética, puede transmitir algunas enfermedades, puede causar pérdidas en el rendimiento (Pioner, 2012a). El ciclo de vida comienza con la oviposición en la hoja, después las ninfas emergen y se alimentan raspando y succionando las hojas, lo cual provoca deshidratación del tejido foliar.

***Rhopalosiphum maidis* (Fitch.) (Homóptera: Aphididae)**

Descripción. Los adultos de estos insectos son pequeños, de cerca de 1 mm de largo, de cuerpo blando, en forma de pera, de un color gris verdoso a azul verdoso, alados o no; desarrollan sus colonias en cogollos tiernos, hojas, ramas, o en las raíces de los cultivos. Su aparato bucal lo compone un pico o estilete, que les sirve para perforar los tejidos y chupar la savia. Las hembras dan lugar directamente a ninfas vivas no ponen huevecillos; los machos son escasos y se han encontrado hembras no reproductivas. El ciclo de vida puede ser completado en 8 a 10 días. En colonias sobrepobladas, algunos adultos tienen la capacidad de desarrollar alas que les facilita emigrar a otras plantas. Las infestaciones por estos insectos suelen aparecer unas cuatro semanas antes del espigamiento.

Daños. El cultivo se torna amarillento, la planta pierde turgencia y por lo general las hojas se enrollan por los bordes, que en general, carecen de importancia económica. Sin embargo un daño importante puede ser causado indirectamente en casos de altas poblaciones; ya que estos insectos al perforar y succionar los jugos de las partes de la planta pueden transmitir enfermedades (Pioneer, 2012b). Los áfidos excretan una especie de gotas azucaradas haciendo que la planta se torne pegajosa, y sirven de sustrato a un complejo de hongos de color negro o fumagina, entre los cuales se tienen a *Fumago* sp. y *Cadnodium* sp. El pulgón de las hojas de maíz es una plaga muy conocida, que en general, su daño carece de importancia económica. En casos excepcionales las colonias de pulgones pueden cubrir totalmente la espiga y las hojas vecinas. Las plantas afectadas pueden achaparrarse, presentar manchas amarillas conspicuas y volverse rojizas conforme maduran y rara vez producen mazorcas (Pioneer, 2012b).

Principales enemigos naturales

A continuación se mencionan a las principales especies de enemigos naturales de las plagas del maíz encontradas el norte de Sinaloa.

Parasitoides. Avispitas *Meteorus* sp., *Euplectus* sp., *Aphidius testaceipes* (Cresson), *Cotesia marginiventris* Cresson, (Hymenoptera: Braconidae), *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Cortez-Mondaca *et al.*, 2008).

Depredadores. Catarinita roja *Cycloneda sanguinea* (L.), catarinita naranja *Hippodamia convergens* Guérin Méneville, catarinita gris *Olla v-nigrum* (Mulsant) (= *O. abdominalis*), catarinita rosada *Coleomegilla maculata* de Geer, catarinita *Hyperaspis* sp., catarinita café *Scymnus* sp., catarinita roji negra *Chilocorus cacti* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae), colops *Collops femoratus* Schaeffer (Coleoptera: Melyridae), Chinche asesina *Sinea* sp., *Zelus longipes* (L.) (Hemiptera: Reduviidae), mosca sirfide *Allograpta oblicua* (Diptera: Syrphidae) (Cortez-Mondaca *et al.*, 2008).

Medidas de control cultural de insectos plaga en maíz

Selección y preparación del terreno. Una buena selección y preparación del terreno, proporciona un punto firme de partida. Se debe evitar establecer el cultivo en terrenos altamente infestados con maleza, sobre todo de tipo perenne, hospederas importantes de insectos plaga o enfermedades comunes para el maíz.

Selección del híbrido a sembrar. La selección del cultivar a sembrar es de gran importancia en el aspecto agronómico en general y específicamente en el fitosanitario, ya que la resistencia genética de cada genotipo hacia una plaga determinada es diferente. Generalmente híbridos con elevado rendimiento aunque puedan ser preferidos por los insectos plaga, muestran algún nivel de tolerancia (Kogan, 1990) al daño que provocan, logrando compensar pérdidas de rendimiento.

Fecha de siembra. Influye decididamente en el éxito de un cultivo. Sembrar fuera del periodo recomendado trae como consecuencia riesgos mayores en la producción, por la presencia de plagas y factores climatológicos adversos para el cultivo. El periodo de siembra recomendado es en el que se presentan las mejores condiciones de desarrollo para el cultivo y menores factores climáticos adversos y de plagas.

Densidad de siembra. Cantidades menores de plantas a las recomendadas, ponen en riesgo la buena producción del cultivo, por el contrario, altas densidades de siembra y de planta, además de significar mayores costos, el rendimiento no se incrementa, además favorecen un microclima de mayor humedad relativa dentro del cultivo y se propicia la presencia de enfermedades de tipo fungoso. En general se recomienda una cantidad de plantas suficientes para llegar a la cosecha con siete plantas en promedio por metro lineal, bien distribuidas (CEVAF, 2003) espacios perdidos que a la vez significan espacios con plantas aglomeradas van en contra del desarrollo del cultivo y de su rendimiento (Mendoza *et al.*, 2003), sin embargo, con el empleo de equipo de siembra de precisión esta deficiencia se ha corregido en gran parte.

Fertilización. Dosis excesivas de fertilizante muchas veces originan plantas con excesivo desarrollo de follaje, con una alta producción de aminoácidos, que favorecen una alta incidencia de plagas insectiles de hábitos defoliadores y del hongo que provoca el carbón común (Kostandi y Soliman, 1991; Hodkinson y Hughes, 1993), además, la sobre-fertilización no incrementa el rendimiento (Mendoza *et al.*, 2003), pero sí el incremento de los costos de producción.

Riegos. La humedad del suelo comúnmente ayuda a reducir la presencia de insectos que habitan en el suelo o que pasan gran parte de su ciclo biológico en él, como el gusano trozador, los trips, entre otros. Aunque el exceso de humedad generalmente influye más en la presencia y desarrollo de enfermedades fungosas. Se recomiendan terrenos bien nivelados y con buen drenaje, y tiradas máximas de 200 m de largo (Mendoza *et al.*, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con relación a la compatibilidad de ciertos biorracionales con agentes patógenos se sabe que cuando se han utilizado mezclas de Spinosad con nucleopoliedrovirus (SfMNPV) se ha observado un cierto grado

de sinergismo (3 mg/mL de Spinosad con 20-70 CO de NPV, conteniendo 0.05 o 0.5 mg/L de i. a), está mezcla no afecta la emergencia de parasitoides y ectoparasitoides *Chelonus insularis* (Cresson) y *Euplectus comstockii* (Howard), con bajo impacto en la abundancia de enemigos naturales a dosis de 200 mg/L (Méndez *et al.*, 2002).

Por otro lado, se ha demostrado el efecto tóxico de spinosad y oxymatrine (matrine N-oxide) sobre insectos benéficos como la abeja *Aphis mellifera* L. con una CL_{50} de 7.34 mg/L y 10.68 mg/L y en campo de 48 y 30 mg/L, respectivamente. Al respecto, Rabea *et al.*, (2010) encontró que la exposición de *A. mellifera* a spinosad a las 24 h causo altas mortalidades, estos resultados fueron confirmados por la EPA, por lo que la actividad tóxica aguda de spinosad contra abejas es de 1µg/abeja. De acuerdo a Fell, (2012) el insecticida bifentrina es altamente tóxico a abejas y el Spinosad es moderadamente tóxico y el promotor de la muda metoxicifenocida es relativamente no tóxico, por lo que se deben de seguir algunas recomendaciones para que estos productos sean menos tóxicos al momento de aplicarlos.

Según García y González (2012), una opción sustentable en el desarrollo de nuevas formulaciones es la adición de fagoestimulantes a algunos patógenos a dosis bajas, lo cual aumenta la actividad alimentaria de la plaga, por ejemplo gránulos a hongos entomopatógenos y virus; así como spinosad con fagoestimulantes (25 o 50 g de i. a/ha), esto fue observado en el control de *S. frugiperda*, además de que no se afecto el porcentaje de parasitismo de *C. insularis*, siendo éste mayor al 80 % (Williams *et al.*, 2004).

En el caso de la aplicación de spinosad, azaridactina y metoxifenocida, se tiene mayor efecto ovicida con los dos primeros, siendo factible utilizarlos en las etapas tempranas del cultivo, además son compatibles con parasitoides, enemigos naturales y otros bioinsecticidas (Zamora *et al.*, 2008).

Cortez *et al.* (2011) sugieren el empleo de insecticidas como el benzoato de emamectina (promotor de parálisis intestinal), el spinoteram y el spinosad (con efecto neurotóxico, interrumpiendo la transmisión de impulsos entre las células nerviosas); los cuales resultaron efectivos para matar larvas de gusano cogollero a la dosis recomendada por el fabricante, incluso al 50% de dicha dosis; además, señalan que estos insecticidas son relativamente novedosos, tienen diferente modo de acción a los convencionales, principalmente su acción es por ingestión y menor efecto nocivo sobre enemigos naturales (Cortez *et al.*, 2010).

Las cepas de *B. thuringiensis* son efectivas contra *S. frugiperda*, sin embargo, las formulaciones actuales son costosas y por el hábito del insecto no logran matarlo en su totalidad, además mostraron diferente susceptibilidad a los genes *Cry* (alta susceptibilidad: *Cry IC* y *Cry ID*), aunado a la presencia de otras proteínas, esto debido posiblemente a las diferentes regiones geográficas de donde fueron aisladas (Monnerat *et al.*, 2008).

Según Molina-Ochoa *et al.*, (2004) la distribución natural y las tasas de parasitismo de gusano cogollero están relacionados a la diversidad de los hábitats (pastizales, cultivos, bosques, huertas, etc.), ellos encontraron que en Sinaloa las familias predominantes fueron: Braconidae (1.0 a 22.1%), Ichneumonidae (1.1 a 2.1%) y Eulophidae (1.0 a 4.2%), algunos de los parasitoides más importantes son: *Meteorus* sp. (22.1%), *Ophion flavidus* Brulle (2.1%), *Euplectus plathypenae* Howard (4.2%), en relación a la familia mencionada anteriormente, respectivamente; los cuales son importantes en la mortalidad de larvas de *S. frugiperda*.

La aplicación de nucleopoliedrovirus cepa SeMNPV en campo varía dependiendo del área y fenología del cultivo, se debe verificar la fluctuación de la plaga y aplicar en 1 o 2 ocasiones (con 7 días de separación), cuando las larvas se encuentren entre el 1-3 estadio de desarrollo, en el caso particular del

virus SeMNPV, la infección se inicio a las 6 h después de la aplicación y la población se redujo a los 4 d, resultando ser un excelente producto para el control de *S. exigua*, brindando protección al cultivo (Lasa *et. al.*, 2007).

Todos los nematodos probados (*S. riobravis*, *S. feltiae* Ger., y *H. bacteriophora* HP88) para el control del trips *F. occidentalis* tuvieron algún efecto en su control, por lo que fueron altamente efectivos a 10,000 IJ/contenedor, sin embargo esta concentración es considerada alta y no es económicamente factible, por lo cual es recomendable buscar formulaciones adecuadas dependiendo del organismo entomopatógeno de que se trate para asegurar su efectividad.

CONCLUSIONES

En cultivos de maíz de la región Norte de Sinaloa se tienen cuatro especies de plagas primarias y tres secundarias, entre las que destacan: *S. frugiperda*, *A. ipsilon*, *H. zea*, *E. stigmatias*, *S. exigua*, *F. occidentalis* y *R. maidis*. La abundancia relativa y distribución de parasitoides de *S. frugiperda* es relevante, los géneros y especies más representativas corresponden a las familias: Braconidae, Ichneumonidae y Eulophidae representando de un 3.2 a un 27.4% de parasitismo natural en 8 localidades; existen también 11 especies de depredadores. En conjunto estos agentes de control biológico impactan positivamente en el agroecosistema.

En el control de *S. frugiperda* es posible utilizar una gran variedad de insecticidas biorracionales mencionados en este trabajo (metoxifenocida, spinosad, azaridactina), así como el nucleopoliedrovirus SfMNPV; *Willardia mexicana*; *N. rileyi*, *I. fumosorosea*; *B. thuringiensis* y parasitoides (*Cotesia marginiventris*, *Meteorus laphygmae*, *Ophion flavidus*, *Euplectus plathypenae*), los cuales, si son aplicados de forma correcta y continua traen grandes beneficios económicos y ecológicos.

Por los efectos residuales de la metoxifenocida se debe determinar la dosis letal mínima y por su efecto en la muda puede actuar también sobre insectos no blanco, por lo que puede usarse con reserva.

Con base en la información analizada en este trabajo se concluye que es necesario realizar proyectos de investigación relacionados a la compatibilidad entre insecticidas biorracionales y agentes de control biológico, para su uso conjunto en programas de control de las principales plagas del maíz en el Norte de Sinaloa.

LITERATURA CITADA

- Adel, M. M. y F. Sehnal. 2000. **Azaridactin potenciales the action of ecdyteroid against RH-2485 in *Spodoptera littoralis***. J. insect. Physiol. 46: 267-274.
- Angulo-Escalante, M. A. 2004. **Desarrollo de bioinsecticidas extraídos de *Willardia mexicana* contra gusano cogollero y trozador del maíz**. Resumen ejecutivo. CIAD, Culiacán, Sin. México. 4 p.
- Aguirre-Zaleta, O. U. 2010. **Efecto de los residuos de metaxifenocida sobre el gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México. 60 p.
- Bautista, M. N. y G. Vejar C. 1998. **Lepidópteros más comunes en las hortalizas**. En: *Plagas y enfermedades de las hortalizas en México*. Editorial Trillas, México.
- Borror, D. J.; De Long, D. M.; Triplehorn, C. A. 1954. **An introduction to the study of insects**. Holt, Rinehart and Wilson. New York.
- Borror, D.; DeLong and C. Triplehorn. 1989. **An introduction to study of insects**. New York, Saunders College Publishing, 6th ed., 827p.
- Camacho-Báez, J. R. C. García Gutiérrez., J. I. Valenzuela Hernández, E. L. Vázquez Montoya., E. Nava Pérez., D. Armenta Bojórquez, M. Mundo Ocampo. 2010. **Búsqueda de enemigos naturales asociados a la mosca de los estigmas *Euxesta* spp. (Díptera: Otitidae) en maíz blanco en Guasave, Sinaloa, México**. VII Encuentro Nacional de Biotecnología del IPN. Mazatlán, Sinaloa.

- Carballo, M. 2002. **Manejo de insectos mediante parasitoides**. En: *Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos*. Manejo integrado de plagas y agroecología. Costa Rica. 66, 118-122.
- CESAVESIN. 2011. **Manejo fitosanitario de maíz**. (En línea). Disponible en: http://www.cesavesin.gob.mx/web/index.php?option=com_content&view=article&id=72:manejo-fitosanitario-del-maiz&catid=35:campanas&Itemid=481.
- CEVAF. 2003. **Guía para la asistencia técnica agrícola para el área de influencia del Campo Experimental Valle del Fuerte**. INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Fuerte. Agenda Técnica, 6ª ed. Juan José Ríos, Sinaloa, México. 208 p.
- Chyzik, R., I. Glazer y M. Klein. 1996. **Virulence and efficacy of different entomopathogenic nematode species against western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*)**. *Phytoparasitica*. 24(2): 103-110.
- Cortez-Mondaca, E. 2007. **Recomendaciones para el control de la mosca pinta en maíz**. En: *El Fitosanitario*. SAGARPA. Los Mochis, Sin. p. 7.
- Cortez-Mondaca, E. 2008. **Recomendaciones para el manejo de las principales plagas insectiles del maíz en el Norte de Sinaloa**. En: *Jornada de manejo sustentable del cultivo de maíz*. Memoria de capacitación. Fundación Produce Durango. 41-51 pp.
- Cortez-Mondaca, E., J. R. Camacho-Báez., J. L. Meza-García., J. I. Valenzuela-Hernández y J. Ramírez-Bojórquez. 2008. En: *Jornada de manejo sustentable del cultivo de maíz*. Memoria de capacitación. Fundación Produce Durango. **Entomofauna benéfica e insecticidas biorracionales en maíz**. 53-65 pp.
- Cortez, Mondaca, E., R. B. Armenta-Arredondo, V. O. Orduño-Tinoco, F. Bahena-Juárez, y J. Pérez-Márquez. 2010. **Parasitismo natural de gusano cogollero J. E. Smith en maíz y sorgo, en Sinaloa, México**. In: Coria A.V. M., Ma. B. N. Lara, Ch., G. Orozco, G., H. J. Muñoz, F., y R. Sánchez M. (eds). XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico. pp 213-216.
- Cortez-Mondaca, E., F. A. Valenzuela-Escoboza, V. M. González-Calderón, V. M. Leal-León, M. M. Grivel-Castro. 2011. **Efectividad de insecticidas novedosos al 100% y 50% de la dosis sobre gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en maíz**. *Entomología Mexicana*. 10 (1):488-492.
- FAO. 2012. **Los plaguicidas, en cuanto contaminantes del agua**. (En línea). Disponible en <http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s06.htm>.
- Fell, R. D. 2012. **Regulations and basic information: Protecting honey bees**. (En línea). Disponible en: http://pubs.ext.vt.edu/456/456-018/Section-I_Regulations_and_Basic_Information-5.pdf
- García-Gutiérrez, C., J. R. Camacho Báez., E. Nava Pérez., A. D. Armenta Bojórquez., F. López García., E. L. Vázquez Montoya y V. Hernández Ortiz. 2011a. **Mosca de los estigmas del maíz, comportamiento y control biológico**. Resultados de proyectos. Fundación Produce Sinaloa. 9 p.
- García-Gutiérrez, C., E. L. Vázquez-Montoya, J. R. Camacho-Báez y E. Nava-Pérez. 2011b. **Morfología, ciclo de vida y comportamiento de la mosca de los estigmas del maíz *Euxesta stigmatias* (Loew) (Diptera: Ulidiidae) en Sinaloa**. *Southwestern Entomologist*, 36 (1): 111-113.
- García-Gutiérrez, C. y M. B. González Maldonado. 2012. **Formulaciones de hongos entomopatógenos para el control de plagas de hortalizas**. XI Congreso Internacional y XVII Congreso Nacional en Ciencias Ambientales. 5-7 de junio del 2012. Mazatlán, Sinaloa. 139-140 pp.
- González-Hernández, A., and Woolley, J. B. 2001. **Identificación y distribución de los géneros de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en México**. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- González-Hernández, A., Wharton, R. A., Sánchez-García, J. A., López-Martínez, V., Lomelí-Flores, J. R., Figueroa de la Rosa, I., y Delfín-González, H. 2003. **Catálogo ilustrado de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en México**. Universidad Autónoma de Nuevo León. ISBN 970-694-114-2.
- Hodkinson, I. D. y M. K. Hugues. 1993. **La fitofagia en los insectos**. M.D. Piulachis, B. (Trad., Inglés-Español). Oikos-tau Barcelona, España. 99 p.
- Jojoa-Bravo, C. J. y C. Salazar-González. 2011. **Evaluación *In vitro* de insecticidas biorracionales para el control de *Agrotis ipsilon* Hüfnagel**. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 28(1): 53-63.
- Kogan, M. 1990. **Resistencia de la planta en el manejo de plagas**. In: Metcalf, R. L y W. H. Luckman (comps). *Introducción al manejo de Plagas de Insectos*. Trad. al español, García T, A. y R. Elizondo, M. 1ª ed. 2ª edit. Limusa, S. A. de C. V. México, D. F. 123-172.
- Kostandi, S.F., Soliman, M.F., 1991. **The significance of NPK fertilizers on yield and smut incidence of corn**. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 167(4):269-276.
- Lasa, R., I. Pagola., I. Ibañez., J. E. Belda., T. Williams and P. Caballero. 2007. **Efficacy of *Spodoptera exigua* multiple nucleopolyhedrovirus as a biological control in greenhouse of southern Spain**. *Biocontrol Science and Technology*. 17(3): 221-232.

- Lezama-Gutiérrez, R., Alatorre-Rosas, R., Sánchez y García-Figueroa F. 1994. **Evaluación de cepas de *Nomuraea rileyi* y *Paecilomyces fumosoroseus* contra *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**. *Vedalia*. 1: 19-22.
- Méndez, W. A., J. Valle., J. E. Ibarra., J. Cisneros, D. I. Penagos and T. Williams. 2002. **Spinosad and nucleopolyhedrovirus mixtures for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize**. *Biological control*. 25, 195-206.
- Mendoza, R. J. L., J. Macias, C., y E. Cortez, M. 2003. **Tecnología para mejorar la productividad del maíz en el norte de Sinaloa y su impacto económico**. Folleto técnico No. 21. INIFAP-CIRNO-CEVAF. Los Mochis, Sinaloa, México. 37 p.
- Monnerat, R. E. Martins., P. Queiroz., S. Ordúz., G. Jaramillo., G. Benintende., J. Cozzi., M. Dolores Real., A. Martínez-Ramírez., C. Rausell., J. Cerón., J. E. Ibarra., M. C. Del Rincon-Castro., A. M. Espinoza., L. Meza-Basso., L. Cabrera., J. Sánchez., M. Soberon, and A. Bravo. 2006. **Genetic Variability of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) populations from Latin America is associated with variations in susceptibility to *Bacillus thuringiensis* Cry toxins**. *Applied and environmental microbiology*. 72(11): 7029-7035.
- Molina-Ochoa, J., J. E. Carpenter., R. Lezama-Gutiérrez., J. E. Foster., M. González-Ramírez., C. A. Angel-Sahagún and J. Farías-Larios. 2004. **Natural distribución of hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera. Noctuidae) larvae in Mexico**. *Florida entomologist*. 87(4): 461-472.
- Pavone, D., M. Díaz., L. Trujillo y B. Dorta. 2009. **Formulación granulada de *Nomuraea rileyi* Farlow (Samson) para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**. *Interciencia*. 34(2): 130-134.
- Peña-Martínez, R. 1992. **Biología de áfidos y su relación con la trasmisión de virus**. pp. 11-35. In: Urias, M. C., R. Rodríguez-M. y T. Alejandré-A. (Eds). *Áfidos como vectores de virus en México*. Volumen 1. Contribución a la ecología y control de áfidos en México. Centro de Fitopatología.
- Pioneer. 2012a. **Trips *Frankliniella* spp. y su impacto en el cultivo de maíz y sorgo**. (En línea). Disponible en: <http://mexico.pioneer.com/LinkClick.aspx?fileticket=rXEi4wGTyQ0=&tabid=84&language=en-US>.
- Pioneer. 2012b. **Pulgón del maíz. *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)**. (En línea). Disponible en: <http://mexico.pioneer.com/LinkClick.aspx?fileticket=4g7b%2Brg2ksY%3D&tabid=84&language=en-US>.
- Rabea, E. I., H. M. Nasr and M. E. I. Badawy. 2010. **Toxic effect and biochemical study of chlorfluazuaron, oxymatrine and spinosad on honey bees (*Apis mellifera*)**. *Arch Environ. Contam. Toxicol*. 58:722-732.
- Richmond, D. y W. Baldauf. 2005. **Soluble concentrate formulations of bifenthrin (Talstar) and spinosad (Conserve) for curative**. (En línea). Disponible en: <http://www.agry.purdue.edu/turf/report/2005/49.pdf>
- Rosas-García N. M., Villegas-Mendoza J. M. and Torres-Ortega J. A. 2009. **Design of a *Bacillus thuringiensis*-based formulation that increases feeding preference on *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae**. *Journal of Economic Entomology*. 102 (1): 58-63.
- Seal, D. R, Jansson R. K. 1989. **Biology and management of corn-silk fly, *Euxesta stigmatis* Loew (Diptera: Otitidae), on sweet corn in southern Florida**. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 102: 370-373.
- Torres-Ortega, J. A., N. Rosas-García., R. Garza-Molina y M. Leal-Castillo. **Diseño de una formulación insecticida biodegradable a base de *Bacillus thuringiensis* para el control de *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae)**. (En línea). Disponible en: <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%205%20Numero%201/insecticida-2.pdf>
- Zamora, M. C., Martínez, A. M., Nieto M. S., Schneiner M. I., Figueroa, J. I., Pineda S. 2008. **Actividad de algunos bioinsecticidas biorracionales contra el gusano cogollero**. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31(4): 351-357.
- Williams, T., Cisneros J., Penagos D. I., Valle, J. and P. Tamez-Guerra. 2004. **Ultralow rates of spinosad in phagostimulant granules provide control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Maize**. *J. Econ. Entomol*. 97(2): 422-428.

Cipriano García Gutiérrez

Licenciatura en Biología por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN y Maestría en Ciencia en Entomología y Acarología por el Colegio de Posgraduados. Doctor en Ciencias en Ingeniería Bioquímica con especialidad en Biotecnología. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II y miembro honorífico del Sistema Sinaloense de Investigadores. Profesor Investigador Titular en el Dpto. de Biotecnología Agrícola del CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa.

María Berenice González Maldonado

Ingeniero Químico y Maestro en Ciencias en Ingeniería Bioquímica por el Instituto Tecnológico de Durango. Profesor Investigador Titular del CIIDIR-IPN Unidad Durango, líneas de investigación: Control Biológico de Plagas agrícolas, Producción de bioinsecticidas y Entomología agrícola. Responsable del laboratorio de Entomología.

Edgardo Cortez Mondaca

Licenciatura en Parasitología Agrícola por la Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte-Universidad Autónoma de Sinaloa. Maestría en Ciencias en Protección Vegetal por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Doctorado en Entomología y Acarología Agrícola por el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I y miembro honorífico del Sistema Sinaloense de Investigadores. Investigador de Entomología en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, en el Campo Experimental Valle del Fuerte.

