

EFFECTO SUBLETAL DE LA PROTEÍNA CRY1AC DE *Bacillus thuringiensis* BERLINER EN GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH)

Anayely Rosales-Juárez¹, Sotero Aguilar-Medel¹, José Luís Martínez-Carrillo².¹Centro Universitario Tenancingo, Universidad Autónoma del Estado de México. Km 1.5 Carretera Tenancingo-Villa Guerrero. 52400 Tenancingo, Estado de México. anayely1406@hotmail.com; soteromex@hotmail.com ²Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 sur, Ciudad Obregón, Sonora, México.

RESUMEN: El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith es una plaga importante en cultivos básicos, hortícolas, ornamentales y forestales; su control se basa principalmente en el uso de insecticidas químicos. En la actualidad existen alternativas para el control biológico de esta plaga, las cuales no afectan al medio ambiente, tal es el caso de la bacteria *Bacillus thuringiensis kurstaki* que ha sido ampliamente usada para el control de varias especies de insectos lepidópteros. El objetivo de este trabajo fue evaluar en condiciones de laboratorio los efectos subletales de la proteína Cry1Ac de *B. thuringiensis kurstaki* en *S. frugiperda*. Los resultados indicaron que la mortalidad de larvas, pupas y adultos se incrementaron al aumentar las concentraciones de la proteína y a través del tiempo, se prolongó el ciclo de vida de los insectos en 2.7 días al estado de pupa y 5.1 días al estado adulto, se redujo el peso de las larvas (a los 3 y 12 días), pupas y adultos en 1.5, 205.3, 53.7 y 27.8 mg respectivamente con referencia al testigo, y se redujo el número de individuos que se desarrollaron al estado adulto. En la concentración más alta (50 µg ml⁻¹) solo el 3.3% alcanzaron este estado de desarrollo.

Palabras clave: Plaga, Lepidópteros, Control biológico.

Sublethal effect of cry1ac protein of *Bacillus thuringiensis* Berliner on the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)

ABSTRACT: The fall armyworm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, is a key pest of grain, grass, vegetables, ornamental and forest crops, its control is based basically on chemical control. Actually, there are alternative biological control methods for this insect pest, which are not harmful to the environment, such as *Bacillus thuringiensis kurstaki*, a bacteria widely used to control a variety of Lepidoptera insect species. The objective of this work was to evaluate under laboratory conditions the sublethal effects of the Cry1Ac protein of *B. thuringiensis kurstaki* on *S. frugiperda*. Results indicated that larvae, pupae and adult mortality was higher as concentrations of the protein were increased and through time the life cycle of the insects was prolonged by 2.7 days to the pupae stage and 5.1 days to the adult stage, larvae weight was reduced (at 3 and 12 days), pupae and adults in 1.5, 205.3, 53.7 and 27.8 mg respectively as compared to the untreated control, and there was a reduction of the number of adults that reached the adult stage. At the highest concentration (50 µg ml⁻¹) only 3.3% reached this insect developmental stage.

Key words: Insect pests, Lepidoptera, Biological Control

Introducción

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) es una de las plagas importantes que se desarrolla en regiones tropicales y subtropicales, afecta a cultivos ornamentales, frutícolas y hortícolas (Fernández y Estefanía, 1974). El uso intensivo de insecticidas de amplio espectro pertenecientes al grupo de los piretroides y organofosforados (Cook *et al.*, 2004) usados en el control de este insecto, ha ocasionado el desarrollo de resistencia y están causando serios problemas ambientales (Morillo y Notz, 2003), por esta razón, es indispensable estudiar más alternativas de control biológico para el control de esta plaga, una de ellas es el uso de productos a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner, ya que es la bacteria entomopatógena más conocida, estudiada y

ampliamente utilizada como agente de control biológico. Más del 90% del mercado de bioinsecticidas incluye productos a base de esta bacteria (Glare y O'Callaghan, 2000). *B. thuringiensis* forma δ -endotoxinas como inclusiones parasporales durante la esporulación, las cuales se disuelven en el intestino medio del insecto liberando protoxinas que proteolíticamente se convierten en pequeñas moléculas tóxicas (Gill *et al.*, 1992). En la actualidad las δ -endotoxinas son producidas por alrededor de 100 subespecies de Bt (Sanahuja *et al.*, 2011). *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (HD-1) es por excelencia la cepa utilizada para el control de insectos lepidópteros, plagas agrícolas y forestales. Esta cepa es hasta 200 veces más tóxica para algunas especies de lepidópteros, y se caracteriza por la portación de los siguientes genes cry antilepidópteros: cry1Aa, cry1Ab, cry1Ac, cry2Aa, cry2Ab y cry11a (Sauka y Benintende, 2008). A la fecha se han realizado múltiples estudios para evaluar los efectos letales de *B. thuringiensis*, y no existen estudios que indiquen cuales son los efectos subletales que esta bacteria provoca, tales efectos son provocados por una sustancia tóxica en dosis por abajo a la necesaria para provocar el 100% de la mortalidad. Por ello, el objetivo de esta investigación, fue determinar en condiciones de laboratorio los efectos subletales de la proteína Cry1Ac de *B. thuringiensis kurstaki* en el gusano cogollero *S. frugiperda*.

Materiales y Método

Cría del gusano cogollero. Los experimentos fueron realizados con larvas de *S. frugiperda* provenientes de una colonia que se ha mantenido en el laboratorio de Entomología por más de tres años en el Centro Universitario UAEMex Tenancingo. Esta colonia se continuó criando en una cámara de cría en condiciones controladas: temperatura de $27 \pm 1^\circ\text{C}$, humedad relativa del $75 \pm 5\%$ y un fotoperiodo de 13:11 h luz: oscuridad. Las larvas se alimentaron con una dieta artificial (Fall Armyworm, Southland Products, Inc.) hasta obtener pupas, las cuales se colocaron en jaulas entomológicas (25 x 25 x 35 cm) para la emergencia de los adultos, mismos que fueron alimentados con agua azucarada al 10% (agua destilada y azúcar). Las hembras ovipositaron en bolsas de papel de estraza # 20, esta bolsa se cambió cada 24 horas durante el periodo de oviposición. Se obtuvieron larvas de la *F1* con las cuales se realizaron los bioensayos correspondientes.

Proteína Cry1Ac. Se utilizó el bioinsecticida comercial MVP II (Mycogen, Corp. San Diego CA) a 19.1 %, formulación sólida que contiene una protoxina híbrida similar a la δ -endotoxina Cry1Ac de *B. thuringiensis* var. *Kurstaki*, expresada y encapsulada en *Pseudomonas fluorescens*.

Bioensayos. Los bioensayos consistieron en alimentar las larvas del gusano cogollero con dieta artificial contaminada con concentraciones de 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10 y 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$ de proteína de *B. thuringiensis*. La alimentación de las larvas fue en todo el estado larval. La dieta contaminada se cambió cada 72 h (3 días) para evitar exponer las larvas a una proteína degradada. En los primeros seis días de evaluación cada larva fue alimentada con 1 ml de dieta, en este tiempo, la dieta y las larvas fueron colocadas en charolas para bioensayos (Bio-Assay Tray Bio-BA-128: C-D Internacional, Inc) con 128 cavidades, en cada cavidad se colocó una larva neonata confinada con un plástico transparente autoadherible (PULL N' PEEL Tab Bio-Cv-16; C-D International, Inc.). Posteriormente, se alimentaron con 5 ml de dieta, los cuales, tanto la dieta como las larvas se colocaron en vasitos de plástico del número 0 (Envases Primo Cuevas® S.A. de C.V. Ecatepec, Estado de México, Méx.), para favorecer el intercambio gaseoso de los vasitos, en la tapa se realizó una pequeña perforación. Al momento de transferir las larvas a la nueva dieta (cada 72 h), se evaluaron los porcentajes de mortalidad. Las larvas fueron pesadas individualmente a los 3 y 12 días; posteriormente se evaluaron otras variables: tiempo (días) que alcanzaron el estado de pupa, peso de las pupas, tiempo (días) que

llegaron al estado adulto y finalmente el peso de los adultos. Los porcentajes de mortalidad en los tratamientos se ajustó mediante el uso de la formula Abbott (Abbott, 1925).

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con seis tratamientos y un testigo absoluto, y se realizaron tres repeticiones. En cada tratamiento se iniciaron con 50 larvas neonatas y las repeticiones se realizaron en días diferentes. Los resultados se sometieron a una análisis de varianza y a una prueba de comparación de medias con Tukey con un nivel de significancia del 95 % ($p \leq 0.05$) con el programa Infostat.

Resultados y Discusión

Mortalidad. La mortalidad de las larvas se incrementó conforme aumentó la concentración de la proteína, y a través del tiempo. A los tres días, en el rango de concentraciones de 0.001 a 1 $\mu\text{g ml}^{-1}$, los porcentajes de mortalidad fluctuaron del 1.3 al 6.0%, mientras que en las concentraciones más altas (10 y 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$) fue del 8.6% sin diferencias significativas. A los seis días, en la concentración más baja (0.001 $\mu\text{g ml}^{-1}$) se registró una mortalidad del 6.0%, en el rango de 0.01 a 1 $\mu\text{g ml}^{-1}$ fue del 8.0 al 16.8%, con las concentraciones más altas (10 y 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$) la mortalidad fue del 21.1 y 28.9% respectivamente.

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad a través del tiempo de larvas de *S. frugiperda* alimentadas con dieta contaminada con diferentes concentraciones de la proteína Cry1Ac de *B. thuringiensis*.

Concentra- cion $\mu\text{g ml}^{-1}$	Periodo larval (días)								Pupas*
	3*	6*	9*	12*	15*	18*	21*	24*	
0.001	1.3ab	6.0ab	5.6ab	5.3ab	9.3ab	12.0ab	22.0ab	23.0ab	50.0ab
0.01	4.0abc	8.0ab	5.5ab	11.7ab	16.3ab	26.0abc	24.0abc	24.7abc	56.3bc
0.1	6.0bc	8.7ab	8.2bc	7.7ab	18.0ab	23.3ab	22.3ab	33.0ab	63.7cd
1	6.0abc	16.8bc	18.7b	20.0ab	23.0b	32.7bc	36.7abc	38.3abc	63.7cd
10	8.6c	20.1cd	18.6b	23.3bc	28.0b	37.7bc	42.0bc	47.0bc	67.0d
50	8.6c	28.9 d	37.5 c	42.7c	49.7 c	55.3c	63.3c	70.3c	96.3f

*Dentro de la misma columna, los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, $p \leq 0.05$).

A los nueve días, en las concentración más bajas (0.001 y 0.01 $\mu\text{g ml}^{-1}$) se registró el 5.6 y 5.5% de mortalidad, y en las concentraciones de 0.01, 0.1, 1 y 10 $\mu\text{g ml}^{-1}$ la mortalidad fluctuó entre el 8.2 y 20.1%; con 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$ la mortalidad fue del 37.5%. A los 12 días la mortalidad en las concentraciones 0.001, 0.01, 0.1 y 1 $\mu\text{g ml}^{-1}$ fueron del 5.3 al 20.0% y en las más altas (con 10 y 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$) fue del 23.8 y 42.7%. A los 15 días se registró en la concentración más alta (50 $\mu\text{g ml}^{-1}$) un 49.7% de mortalidad, en concentraciones con 0.01, 0.1, 1 y 10 $\mu\text{g ml}^{-1}$ la mortalidad fue de 16.3, 18.0, 23.0 y 28.0 % respectivamente, mientras que en la concentración más baja (0.001 $\mu\text{g ml}^{-1}$) la mortalidad fue solo del 9.3%. A los 18 días, en la concentración más baja se registró el 12.0 % de mortalidad y en concentraciones de 0.01 y 0.1 $\mu\text{g ml}^{-1}$ la mortalidad fue del 26.0 y 23.3 % respectivamente sin diferencia significativa, en 1 y 10 $\mu\text{g ml}^{-1}$ la mortalidad fue de 32.7 y 37.7 %, y en la concentración más alta (50 $\mu\text{g ml}^{-1}$) la mortalidad fue del 55.3%. A los 21 días, la mortalidad fue del 22.0% al 42.0% en las concentraciones con 0.001 a 10 $\mu\text{g ml}^{-1}$, y en la concentración de 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$ fue del 63.3%. A los 24 días, en las concentraciones más bajas (0.001 y 0.1 $\mu\text{g ml}^{-1}$) los porcentajes de mortalidad fueron de 23.0 y 24.7% sin diferencias significativas, en concentraciones de 0.1, 1 y 10 $\mu\text{g ml}^{-1}$ la mortalidad fue del 33.0, 38.3 y 47.0 % respectivamente, y con 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$ fue del 70.3%. El porcentaje de mortalidad de pupas, con 0.001 $\mu\text{g ml}^{-1}$ fue del 50.0%, en la concentración con 0.01 $\mu\text{g ml}^{-1}$ la mortalidad fue de

56.3% y en las concentraciones con 0.1 y 1 $\mu\text{g ml}^{-1}$ el porcentaje de mortalidad fue del 63.7%, mientras que en las concentraciones más altas (10 y 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$) se registró el 67.0 y 96.3% de mortalidad respectivamente (Cuadro 1).

Peso de larvas a los 3 y 12 días. El peso de las larvas se redujo considerablemente al aumentar la concentración de la proteína. A los 3 días, el peso promedio de las larvas testigo fue de 2.7 mg, y en las concentraciones con 0.001, 0.01, 0.1 y 1 $\mu\text{g ml}^{-1}$ pesaron 2.3 mg en promedio, en la concentración 10 $\mu\text{g ml}^{-1}$ pesaron 1.5 mg, mientras que en la concentración con 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$ pesaron 1.2 mg, es decir, 1.5 mg menos que las larvas testigo. A los 12 días, el testigo pesó 490.9 mg y en las concentraciones 0.001, 0.01, 0.1 y 1 $\mu\text{g ml}^{-1}$ pesaron de 352.9, 334.2, 316.9 y 315.2 mg respectivamente, y en las concentraciones de 10 y 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$ los pesos registrados fueron de 306.5 y 285.6 mg respectivamente, casi 205.3 mg menos entre el testigo y la concentración de 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$ (Cuadro 2).

Tiempo en llegar al estado de pupa. El tiempo requerido para alcanzar el estado de pupa fue mayor conforme se incrementó la concentración, habiendo una diferencia hasta de 2.7 días para el alcanzar el estado de pupa entre el testigo y 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$. Es decir, en el testigo las pupas se desarrollaron a los 16.0 días y en la concentración más alta las pupas se formaron a los 18.7 días. En las concentraciones intermedias 0.001, 0.01, 0.1, 1 y 10 $\mu\text{g ml}^{-1}$ las pupas se formaron entre los 16 y 17 días (Cuadro 2).

Peso de pupas. En el testigo las pupas pesaron 257.4 mg, en las concentraciones 0.001, 0.01, 0.1, 1 y 10 $\mu\text{g ml}^{-1}$ pesaron 244.4, 235.4, 229.2, 226.3 y 222.8 mg respectivamente, y con 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$ el peso fue de 203.7 mg, es decir, 53.7 mg menos que en el testigo (Cuadro 2).

Tiempo en llegar al estado de adulto. En el testigo las larvas neonatas tardaron 21.9 días para desarrollarse al estado adulto, y en las concentraciones 0.001, 0.01, 0.1, 1 y 10 $\mu\text{g ml}^{-1}$ los adultos se formaron a los 23.9, 24.5, 24.6, 25.8 y 25.6 mg respectivamente, y en la concentración más alta (50 $\mu\text{g ml}^{-1}$) los adultos se desarrollaron a los 27.0 días. La diferencia en tiempo para que se desarrollaran los adultos del testigo y la concentración más alta fue de 5.1 días (Cuadro 2).

Peso de adultos. En el testigo los adultos pesaron 54.4 mg, en las concentraciones 0.001, 0.01, 0.1, 1 y 10 $\mu\text{g ml}^{-1}$ los pesos fueron: 46.4, 44.5, 41.3, 43.2 y 37.1 mg respectivamente, y en la concentración más alta los adultos pesaron 16.9 mg, lo cual representó una diferencia de 27.8 mg menos que en el testigo (Cuadro 2).

Los resultados encontrados confirman que las larvas de gusano cogollero al alimentarse con dieta contaminada con la proteína Cry1Ac de *B. thuringiensis* y al exponerse a concentraciones subletales, la toxina provocó una mortalidad superior al 67% usando concentraciones de 10 y 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$ en estado de pupa. A los 24 días, con 1 $\mu\text{g ml}^{-1}$ la mortalidad de las larvas fue de 38.3%; estos datos concuerdan con estudios realizados por Zeener de Polonia *et al.* (2005), donde de igual forma, determinaron que la proteína Cry1Ac afecta el desarrollo de larvas de gusano cogollero provocando una mortalidad del 20.8% en el mismo tiempo y a la misma concentración, según Broderik *et al.* (2006), confirman que esta mortalidad provocada por Bt depende de la microbiota natural del intestino del insecto debido a que causa septicemia después de que esta bacteria les permite alcanzar el hemocele tras dañar el epitelio intestinal.

Este trabajo demuestra que las concentraciones subletales afectaron el desarrollo larval, incrementando el tiempo para llegar al estado de pupa y adulto en 2.7 y 5.1 días respectivamente respecto al testigo, este atraso se atribuye a la disminución en la alimentación y como consecuencia aumento en tiempo de desarrollo de cada uno de los estadios.

Cuadro 2. Efecto de diferentes concentraciones de la proteína Cry1Ac de *B. thuringiensis* en *S. frugiperda* sobre el tiempo

de desarrollo (días) de larvas neonatas a pupa y adulto, peso promedio de larvas a los 3 y 12 días, peso de pupas y adultos.

Concentración µg ml ⁻¹	N ¹	N ²	T ¹ *	N ³	T ² *	Peso en mg			
						Larvas (3 días*)	Larvas (12 días*)	Pupas *	Adulto*
TESTIGO	150	78.0	16.0 a	54.7	21.9 a	2.7a	490.9 a	257.4 a	54.4 a
0.001	150	60.7	16.8 ab	27.3	23.9 b	2.3 bc	352.9 b	244.4 ab	46.4 b
0.01	150	58.7	17.1 abc	24.7	24.4 b	2.6 ab	334.2 bc	235.4 abc	44.5 b
0.1	150	52.0	17.2 abc	20.0	24.6 b	2.2 cd	316.9 cd	229.2 abc	41.3 bc
1	150	48.0	17.7 bc	20.7	25.8 bc	2.1 d	315.2 cd	226.3 abc	43.2 bc
10	150	41.3	17.6 abc	18.0	25.6 bc	1.5 e	306.5 de	222.8 bc	37.0 c
50	150	23.3	18.7 c	3.3	27.0 c	1.2 f	285.6 e	203.7 c	26.9 d

N¹ Número de larvas expuestas a las diferentes concentraciones de la proteína Cry1Ac.

N² Porcentaje de larvas que llegaron al estado de pupa.

N³ Porcentaje de larvas que llegaron al estado de adulto.

T¹ Tiempo transcurrido en días desde larvas neonatas al estado de pupa.

T² Tiempo transcurrido en días desde larvas neonatas al estado de adulto.

*Dentro de la misma columna, los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, p ≤ 0.05).

El peso de larvas a los 3 y 12 días, pupas y adultos se redujo mientras se incrementó la concentración, Stapel *et al.* (1998), confirman que el uso de toxinas de Bt afecta el desarrollo larval y la alimentación producto de la intoxicación bacteriana. En investigaciones realizadas por Ezaguirre *et al.* (2005), evaluaron los posibles efectos subletales de *B. thuringiensis* variedad Kurstaki (Dipel DF) sobre el desarrollo de *Sesamia nonagrioides* demostrando que hay un porcentaje de mortalidad del 20.1% en el estado de pupa al exponer las larvas a una concentración de 0.35 mg kg⁻¹ de Bt, más tiempo de desarrollo y una muda extra comparada con el testigo. Mientras tanto Moreau y Bauce (2003), evaluaron los efectos subletales usando *Bacillus thuringiensis* en *Choristoneura fumiferana*, afirmando que los efectos subletales afectaron el desarrollo larval prologándolo en días y se redujo significativamente el peso de pupas.

Conclusión

Se determinó que las concentraciones de la proteína Cry1Ac de *B. thuringiensis* en *S. frugiperda* evaluadas no ocasionaron el 100% de mortalidad, sin embargo, tienen influencia sobre el desarrollo del insecto, ya que los individuos que sobrevivieron en las diferentes concentraciones, su ciclo biológico se prolongó en 2.7 días para llegar al estado de pupa y 5.1 días para llegar al estado adulto con respecto al testigo, se redujo el peso de las larvas, pupas y adultos, y se redujo el número de individuos que se desarrollaron al estado adulto.

Literatura Citada

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Broderik, N., Raffa, K y J. Handelsma. 2006. Bacteria required for *Bacillus thuringiensis* insecticidal activity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 103: 549-57.
- Cook, D.R., Leonard, B. R. y J. Gore. 2004. Field and laboratory performance of novel insecticides against armyworms (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist.* 87: 433-439.
- Eizaguirre, M., Tort, S., López, C. y R. Albajes. 2005. Effects of sublethal concentrations of *Bacillus thuringiensis* on larval development of *Sesamia nonagrioides*. *J. Econ. Entomol.* 98: 464-470.

- Fernández, W. L. y V. L. Estefania. 1974. Coconut water waste disposal of some desiccated coconut factories in the Philippines. *Phil. Agric.* 57: 359-363.
- Gill, S.S., Cowles, E.A. y P.V. Pietrantonio. 1992. The mode on action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. *Annu. Rev. Entomol.* 37:615-636.
- Glare, T. y M. O'Callaghan. 2000. *Bacillus thuringiensis*. Biology, ecology and safety. Reino Unido, Wiley and sons. p. 350 .
- Moreau G. y E. Bauce. 2003. Lethal and sublethal effects of single and Dpuble Applications of *Bacillus thuringiensis* Variety kurstaki on Spruce Budworm (Lepidoptera: Tortricidae) Larvae. *J. Econ. Entomol.* 96: 280-286.
- Morillo, F. y A. Notz. 2003. Resistencia de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda cihalotrina y metonil. *Entomotripica* 16: 79-87.
- Sanahuja G, Banakar R., Twyman R. M., Capell T. y P.Christou. 2011. *Bacillus thuringiensis*: a centuryof research, development and commercial applications. *Plant Biotechnol J* 9:283–300.
- Sauka, D. H. y G. B. Benintende. 2008. *Bacillus thuringiensis*: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. *Revista Argentina de Microbiología* 40: 124-140.
- Stapel, J. O., Deborah, J. W., Ruberson J. R. y W. L. Joe. 1998. Development and behavior of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Choice Test with Food Substrares containg toxins of *Bacillus thuringiensis*. *Biological control.* 11: 29-37.
- Zeener de Polonia, I., Álvarez, A., Mejía, R. y M. Bayona. 2005. Influencia de la toxina Cry1Ac de *Bacillus thiringuiensis* sobre el desarrollo del cogollo del maíz, *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH). En: Colombia. *Revista. U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica* 8:129-139.