

DESARROLLO, CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DEL GUSANO SOLDADO *Spodoptera Exigua* (HUBNER) EN ALGODÓN TRANSGENICO Y CONVENCIONAL EN LA COMARCA LAGUNERA

M.U². Vargas-Espejel, U¹. Nava-Camberos, M². Ramírez-Gómez, M¹. Ramírez-Delgado

¹Campo Experimental La Laguna, Apdo.postal 247,2700, Matamoros Coah., México.

²Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Apdo. postal 8, 35230. Bermejillo, Dgo.,México.

RESUMEN. Este trabajo se realizó en el laboratorio de Entomología del Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP) Matamoros, Coahuila durante el 2001. Se utilizaron las dos fuentes de colecta de campo (Convencional y transgénico), así como tres dietas en laboratorio: algodón Deltapine 5415 (variedad convencional), NuCOTN33B (variedad transgénica Bollgard) y NuCOTN33BII (variedad transgénica Bollgard II). El objetivo del estudio fue evaluar el crecimiento, desarrollo y sobrevivencia del gusano soldado (*S. exigua*). Los periodos de desarrollo de las diferentes fases biológicas del gusano soldado fueron similares entre tratamientos independientemente del tipo de algodón donde se colectaron, las larvas y de la dieta utilizada para su alimentación en el laboratorio. No se observó desarrollo del insecto cuando la dieta contenía Bollgard II. Las variedades Bollgard y Bollgard II afectaron las tasas de crecimiento diaria de larvas (longitud y peso) del gusano soldado, pero no hubo efecto en las pupas, excepto cuando se alimentaron con Bollgard II, en que no llegaron a esta etapa biológica. Las larvas de gusano soldado no sobrevivieron cuando se alimentaron de algodón transgénico Bollgard II. El porcentaje de sobrevivencia total (huevecillo a adulto) se redujo cuando las larvas se alimentaron con hojas de algodón transgénico (Bollgard y Bollgard II), presentandose una sobrevivencia significativamente más baja que cuando se alimentaron con algodón convencional.

Palabras clave: algodón transgénico, *Spodoptera exigua*, crecimiento, desarrollo y Sobrevivencia.

SUMMARY. This work was carried out in the laboratory of Entomology of the Experimental Field The Lagoon (CELALA-INIFAP) Matamoros, Coahuila during the 2001. The two sources of field collection were used (Conventional and transgénico), as well as three diets in laboratory: cotton Deltapine 5415 (conventional variety), NuCOTN33B (variety transgénica Bollgard) and NuCOTN33BII (variety transgénica Bollgard II). The objective of the study was to evaluate the growth, development and survival of the welded worm (scanty S.).

The periods of development of the different biological phases of the welded worm were similar among treatments independently of the cotton type where they were collected, the larvas and of the diet used for their feeding in the laboratory. Development of the insect was not observed when the diet contained Bollgard II. The varieties Bollgard and Bollgard II affected the daily rates of growth of larvas (longitude and weight) of the welded worm, but there was not effect in the pustules, except when they fed with Bollgard II in that you/they didn't arrive to this biological stage. The larvas of welded worm didn't survive when they fed of cotton transgénico Bollgard II. The percentage of total survival (huevecillo to adult) he/she decreased when the larvas fed with leaves of cotton transgénico (Bollgard and Bollgard II), being presented a significantly lower survival that when they fed with conventional cotton.

Words key: cotton transgénico, scanty *Spodoptera*, growth, development and Survival.

INTRODUCCIÓN

Los altos costos de producción asociados con el control de plagas en algodón ha propiciado la reducción a nivel nacional de la superficie sembrada con este cultivo. El gusano Soldado *Spodoptera exigua* (Hubner) es una de las principales plagas del algodón que afecta su producción y que causa cuantiosas pérdidas año con año, al utilizar en su combate un gran volumen de insecticidas. Ante esta situación, el uso de variedades transgénicas de algodón Bollgard® con genes

específicos de resistencia al ataque de plagas del algodonerero, pretende reducir el uso de insecticidas, sin causar daños colaterales al medio ambiente por agroquímicos (Berdegué y Haces, 2000).

El término "Organismo Genéticamente Modificado" (GMO) se designa para aquellos organismos cuyos genes han sido manipulados. Esto incluye a los organismos que contienen genes diferentes de los de su especie, a los que se conoce como "transgénicos". Esto se ha logrado gracias al perfeccionamiento de la tecnología del Acido Desoxirribonucleico (ADN)

recombinante; en un proceso llamado recombinación, el cual consiste en tomar una porción del genoma de una especie y transferirla al genoma de otro, produciendo en este un nuevo gen. (Vázquez, 1999. Trolinder; 1997).

Bollgard® es un gen patentado por Monsanto Company en una cepa específica de la bacteria *B. thuringiensis* (Bt), que se introdujo en las variedades comerciales de algodónero mediante técnicas de ingeniería genética. Esta tecnología hace a la planta resistente contra el ataque del complejo bellotero *H. Zea* (Boddie) y *H. Virescens* (F.) y gusano rosado *P. Gossypiella* (Saunders), reduciendo significativamente el número de aplicaciones de insecticidas convencionales para el control, de estas plagas. La endotoxina de Bt, afecta el sistema digestivo de las larvas, por lo que estas detienen su alimentación y mueren a los pocos días después de haberla ingerido. Aún cuando el gen Bollgard® está dirigido específicamente al control del complejo bellotero y gusano rosado, se ha observado que ejerce cierta supresión sobre otros lepidópteros tales como el gusano perforador de la hoja *B. thurberiella* (Busck) falsos medidores *Trichoplusia ni* (Hübner) y *Pseudoplusia includens* (Walker), El gusano peludo *Estrigmena acrea* (Drury) y el gusano soldado *S. Exigua* (Hubner).

Estas variedades no tienen ningún efecto sobre otras plagas como: picudo, trips, la mosquita blanca, chinches y áfidos, ni contra la fauna benéfica. Las variedades de algodón que contiene el gen Bollgard®, ofrece las mismas características agronómicas y calidad de fibra que sus progenitores recurrentes. Nada cambia en términos de fertilidad, prácticas de cultivo, irrigación, etc. (Berdegué y Haces, 2000).

La resistencia de los insectos a la endotoxina de *Bacillus thuringiensis* Bt que produce el material transgénico, se debe dar bajo las más estrictas normas de bioseguridad, ya que estas plagas están sometidas a presión de selección constante por Bt durante todo el ciclo del cultivo. Para reducir el riesgo de desarrollo de resistencia, únicamente se ha autorizado la siembra del 40% de la superficie total de algodón en la zona de producción con el material transgénico. Además se requiere que el productor de algodón transgénico siembre aledaño a este cultivo, una zona de refugio de algodón convencional en la proporción 96% transgénico y 4% convencional u 80% transgénico y 20% convencional (Godoy, 2000).

No obstante la eficacia mostrada por las variedades transgénicas, la expresión de los genes codificadores de las endotoxinas son influenciados por varios factores. Cambios en factores como la temperatura, intensidad luminosa y fertilidad del suelo causan cambios en los procesos fisiológicos de la planta y alteran los niveles

de aleloquímicos o desequilibran los nutrientes básicos (Pedigo, 1999).

Así como los factores físicos pueden influir en la expresión de resistencia, así también existen factores bióticos que afectan la expresión de la resistencia, los factores más importantes son: la selección de biotipos y los cambios en la resistencia con la edad de la planta. Cuando los cultivos resistentes son cultivados extensamente, la presión de selección es impuesta por aquellos hospedantes en la población de insectos, esta población es capaz de responder con genotipos que tienen virulencia al superar la resistencia. Con el paso del tiempo los genotipos virulentos se incrementan sustituyendo los tipos susceptibles. La respuesta fisiológica en las plantas varía con la edad y estas pueden provocar cambios en la expresión de resistencia del cultivo (Pedigo, 1999).

En 1995 experimentos realizados por Sims (1995), demostraron que la actividad biológica de la proteína Cry1Ac expresada en el algodón transgénico es específica para lepidópteros, de acuerdo con la experiencia de Monsanto, el manejo de algodón transgénico en la Comarca Lagunera durante el ciclo P-V 1997 se caracterizó por una baja incidencia de plagas en comparación con el ciclo anterior, ahorrándose 4.5 aplicaciones de insecticidas.

Ashfaq y Young (1999), encontraron que el período de desarrollo de las larvas, particularmente las de primer y tercer instar, se alargó al incrementarse el tiempo de alimentación en hojas de algodónero transgénico.

Ibarra (2000) observó una reducción en el peso de las larvas y pupas cuando los insectos se alimentaron con hojas de algodónero conteniendo la toxina Cry1Ac. El efecto más notable se observó a los 11 días de edad de las larvas. Sin embargo, el tamaño de la pupas no fue afectado por la toxina. También se determinó que las larvas cuyos progenitores se colectaron en algodónero convencional, alimentadas con hojas del mismo tipo de algodón (convencional - convencional); es decir, sin ninguna exposición a la toxina Cry1Ac, presentaron la sobrevivencia más alta (72.5%) mientras que las larvas cuyos progenitores fueron colectados en el algodónero convencional y se alimentaron con hojas de algodónero transgénico (convencional - transgénico) tuvieron una menor sobrevivencia (52%). La sobrevivencia más baja de las larvas (26%) ocurrió cuando sus progenitores se colectaron en algodónero transgénico y fueron alimentados con hojas tanto de variedades convencionales (transgénico - convencional) como transgénicas (transgénico - transgénico). Estos resultados indican que la toxina Cry1Ac tiene poco efecto

en la sobrevivencia del insecto cuando sus poblaciones no han sido previamente expuestas a dicha toxina.

Henneberry *et al.* (2001), determinó que las larvas de gusano soldado y falso medidor alimentadas con hojas y botones florales de algodón transgénico presentaron una sobrevivencia significativamente más baja que las alimentadas con algodón convencional durante 4 y 8 días, con un 57 y 37 % de mortalidad, respectivamente. Las tasas de crecimiento (peso y longitud) de larvas se redujeron significativamente al alimentarse de algodón transgénico.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área de estudio. Se realizó en el Campo Experimental La Laguna (CELALA) INIFAP, Matamoros, Coahuila, el cual se localiza sobre la carretera Torreón - Matamoros sobre el Kilometro 17. Su ubicación geográfica está en el paralelo 25° 32' Latitud Norte y 103° 14' Longitud Oeste, a una altitud de 1,120 msnm y clima Bw(hw) (es definido como muy seco, con promedio de temperatura de 21.7 °C y lluvia en verano con promedio de 226.9 mm anuales (Saltibañez, 1992).

Siembra de algodón convencional y transgénico. La siembra se llevó a cabo del 10 al 17 de abril del 2001 en las diferentes localidades. La densidad de semilla fue de 10 kg/ha en ambas localidades. Se aplicó el paquete tecnológico del cultivo recomendado por el CELALA para la región.

Colecta de gusano soldado. La colecta del gusano soldado se realizó en predios comerciales de algodón transgénico y convencional en dos localidades: Campo Experimental La Laguna (CELALA), Matamoros, Coah., y San Pedro, Coah., durante el ciclo primavera verano 2001. Se colectaron masas de huevecillos y larvas de diferentes estadios, colocándolos dentro de bolsas de papel con hojas del cultivo para su alimentación. Las muestras se transportaron al Laboratorio de Entomología del CELALA.

Metodo de cría de gusano soldado. En el laboratorio las larvas colectadas, se colocaron en vasitos de plástico, marcándolas como transgénico y convencional, dependiendo del tipo de algodón en el que se les colectó. Para su alimentación se utilizaron hojas de algodón de la variedad correspondiente. Las pupas obtenidas se colocaron en cámaras de oviposición para la obtención de masas de huevecillos.

Las cámaras de oviposición se elaboraron con vasos de plástico de un litro, se colocó una hoja de papel encerado en la parte interior del vaso para la oviposición de las hembras. La alimentación de las palomillas se basó en una solución de agua con miel o azúcar al 10%, proporcionada mediante un frasquito de 2 ml insertado en forma invertida en un orificio hecho en la tapa del vaso. Se evaluó el crecimiento, desarrollo y sobrevivencia en las diferentes etapas biológicas de la plaga en los diferentes seis tratamientos, se utilizaron 10 masas de huevecillos por tratamiento. Se contaron los huevecillos de cada masa y enseguida se colocó cada masa en un vasito de plástico. Después de la eclosión, se contaron las larvas recién emergidas y un cohorte de 10 larvas de cada masa se colocó en vasitos de plástico, en forma individual. Las larvas se alimentaron con hojas de algodón convencional o transgénico, de acuerdo a los tratamientos indicados anteriormente. Se registraron diariamente los insectos sobrevivientes y sus estados de desarrollo para cada cohorte.

Tratamientos evaluados. Se obtuvieron porcentajes de desarrollo, crecimiento y sobrevivencia en las diferentes etapas biológicas de gusano soldado, *S. exigua* (Hubner), en cada uno de los seis tratamientos, resultantes de dos fuentes de colecta en el campo, algodón transgénico Bollgardâ y algodón convencional Deltapine 5415; así como las tres dietas en laboratorio: algodón transgénico variedad NuCOTN33B, NuCOTN33BII y algodón convencional Deltapine 5415.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados contra el gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hubner).

No. de tratamiento	Fuente de colecta en campo	Dieta en laboratorio
1	Convencional	Deltapine 5415
2	Convencional	NuCOTN33B
3	Convencional	NuCOTN33BII
4	Transgénico	Deltapine5415
5	Transgénico	NuCOTN33B
6	Transgénico	NuCOTN33BII

VARIABLES EVALUADAS. Días de desarrollo de cada etapa biológica, Longitud y peso de larvas a los 3,6, 9 y 12 días, Longitud y peso de pupas, Porcentajes de sobrevivencia de huevecillos, larvas, pupas, período de larva a adulto y período de huevecillo a adulto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo del gusano soldado en sus distintas etapas biológicas.

El periodo de desarrollo en las distintas etapas biológicas del gusano soldado se prolongo (20.46 días) en larvas alimentadas con hojas de algodón transgénico Bollgard, con progenitores colectados en algodón convencional. mientras que las larvas alimentadas y con progenitores de algodón convencional mostraron un lento desarrollo (15.24 días). El periodo de pupa no se ve afectado por las toxinas del algodón transgénico (Cuadro 2).

En el ciclo completo del gusano soldado se observa que cuando las larvas son colectadas y alimentadas con efecto de la toxina Cry1Ac (Bollgard) o mezcla de toxinas Cry1Ac y Cry2Ab (Bollgard II) requieren de mayor

período de desarrollo; mientras que, cuando las larvas están libres del efecto de la toxina, requieren de un menor periodo de desarrollo.

Crecimiento en longitud de larvas del gusano soldado.

En ambas ecuaciones, lineal y cuadrática la probabilidad fue altamente significativa para todos los tratamientos, fluctuando de 0.0085 a 0.0001 en las lineales y 0.0046 a 0.0001 en las cuadráticas, respectivamente, excepto para el tratamiento Con-BII. El modelo cuadrático presenta valores más altos en el coeficiente de determinación ($r^2=0.43$ a 0.96) que el modelo lineal ($r^2=0.42$ a 0.81) para todos los tratamientos, excepto para el tratamiento Con-BII. Por lo tanto este modelo permite predecir con mayor precisión el peso de larvas en los diferentes tratamientos en función de su edad. En el tratamiento Con-Con se observa el crecimiento normal de larvas cuando no son expuestas a las toxinas del algodón transgénico. Se muestra buena capacidad de predicción de la ecuación lineal ($r^2= 0.81$) y la pendiente sobre la recta ($b_1=20.87$) lo cual indica que el peso de larvas se incrementa 20.9 mg por día (cuadro 3)

Cuadro 2. Diferencias de medias de tratamientos para periodos de desarrollo de las etapas biológicas del gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hubner) expresados en días, en algodón transgénico y convencional.

Tratamiento	Huev	Larva*	Pupa*	Total*
Convencional- convencional	2	15.24±0.85b	6.00±1.12a	23.56± 1.15 b
Convencional - Bollgard	2	20.43± 3.75 a	6.90± 0.75a	28.25± 1.55a
Convencional- BollgardII	2	-	-	-
Transgénico - Convencional	2	17.49± 2.65ab	7.86±1.44a	24± 2.17b
Transgénico- Bollgard	2	18.55 ±4.53ab	6.00± 2.00a	25.50± 0.87b
Transgénico- BollgardII	2	-	-	-

* Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 3. Análisis de varianza para los modelos de regresión lineal y cuadrática en el tamaño de larvas (mm) de gusano soldado. *Spodoptera exigua* (Hubner) en algodón transgénico y convencional.

Trat	Modelo	Parámetros				
		bo(±EE)	b ₁ (± EE)	b ₂ (±EE)	r ²	P>F
Con-Con	Lineal	-2.51 (0.60)	2.0 (0.07)	.....	0.95	0.0001
	Cuadrático	-0.08(1.31)	1.17(0.409)	0.05(0.02)	0.95	0.0001
Con-BI	Lineal	-1.50(0.84)	1.37(0.10)	.....	0.82	0.0001
	Cuadrático	2.20(1.80)	0.11(0.55)	0.08(0.03)	0.84	0.0001
Con-BII	Lineal	1.75(0.50)	0.90(0.08)	.....	0.31	0.3251
	Cuadrático	3.69(0.72)	0.69(0.28)	0.60(0.02)	0.86	0.1347
Tran - Con	Lineal	1.39(15.35)	1.12(0.20)	.....	0.59	0.0001
	Cuadrático	0.05(3.48)	1.63(1.10)	0.03(0.07)	0.59	0.0002
Tran - BI	Lineal	-1.11(1.08)	1.32(0.13)	.....	0.80	0.0001
	Cuadrático	2.09(2.38)	0.24(0.73)	0.07(0.04)	0.081	0.0001
Tran - BII	Lineal	0.67(0.40)	0.53(0.06)	.....	0.88	0.0001
	Cuadrático	1.82(0.86)	0.51(0.28)	0.03(0.02)	0.90	0.0001

Crecimiento en peso de larvas del gusano soldado.

Las ecuaciones de regresión lineal y cuadrática para la variable longitud, muestran (Cuadro 4) alta significancia en ambas ecuaciones (0.0002 a 0.0001) en todos los tratamientos, excepto en el tratamiento Con – BII. En este cuadro se tienen valores similares de coeficiente de determinación ($r^2=0.59$ a 0.95) en la ecuación lineal y cuadrática para todos los tratamientos, excepto en el tratamiento Con–BII ($r^2=0.31$ y 0.86 respectivamente), lo cual indica que todos los tratamientos pueden ser estimados con mayor precisión en la ecuación de regresión cuadrática. En el tratamiento Con – Con para la variable longitud, se observa una buena capacidad de predicción en las ecuaciones lineal y cuadrática (0.95) con la pendiente sobre la recta ($b_1=2.0$), lo cual indica que la longitud

de larvas se incrementa 2.0 mm por día.

Crecimiento en peso y longitud de pupas de gusano soldado.

El crecimiento en peso de pupas es mayor cuando las pupas no estuvieron expuestas a algún efecto de las toxinas del algodón transgénico. Sin embargo, el crecimiento en longitud es mayor cuando provienen de algodón transgénico y son alimentadas con algodón transgénico BollgardI. Por lo tanto, las pupas alimentadas con algodón convencional presentan más peso que aquellas alimentadas con algodón transgénico. En el Cuadro 5 se muestra el análisis de varianza para el crecimiento en peso y longitud de pupas en él se observa que no hubo diferencias significativas entre variables.

Cuadro 4. Análisis de varianza para los modelos de regresión lineal y cuadrática en el peso de larvas (mg) de gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hubner) en algodón transgénico y convencional.

Trat	Modelo	$b_0(\pm EE)$	$b_1(\pm EE)$	$b_2(\pm EE)$	r^2	P>F
Con-Con	Lineal	-89.72 (13.40)	20.87 (1.65)	.....	0.81	0.0001
	Cuadrático	59.91(13.11)	-29.23(4.00)	3.36(0.26)	0.96	0.0001
Con-BI	Lineal	-34.86(7.88)	8.02(1.03)	.....	0.64	0.0001
	Cuadrático	33.65(11.82)	-15.37(3.68)	1.60(0.24)	0.84	0.0001
Con-BII	Lineal	0.14(0.03)	-0.00(0.00)	.....	0.28	0.3534
	Cuadrático	0.19(0.09)	-0.02(0.03)	0.00(0.009)	0.37	0.6250
Tran - Con	Lineal	-27.17(15.35)	8.19(2.12)	.....	0.42	0.0010
	Cuadrático	-14.36(35.32)	3.74(11.21)	0.31(0.77)	0.43	0.0046
Tran - BI	Lineal	-4.13(10.85)	7.88(1.34)	.....	0.57	0.0001
	Cuadrático	26.87(20.79)	-12.58(6.35)	1.37(0.42)	0.70	0.0001
Tran - BII	Lineal	-6.81(3.22)	1.63(0.50)	.....	0.51	0.0085
	Cuadrático	11.69(3.53)	-5.15(1.19)	0.50(0.08)	0.90	0.0001

Cuadro 5. Crecimiento en peso y longitud de pupas de gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hubner).

Tratamiento	Peso (mg)	Longitud (mm)
Con - Con	89.70 a	12a
Con - BI	73.68 a	11.02 a
Con - BII	-	-
Tran - Con	74.65 a	11.43 a
Tran - BI	73.34 a	11.14 a
Tran - BII	-	-

* Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Sobrevivencia de larvas de gusano soldado en función a su edad, provenientes de algodón convencional.

En la Figura 1 se observa el período de sobrevivencia cuando las larvas provienen de algodón convencional y que es alimentado con efecto de las toxinas Cry1Ac y Cry2Ab del algodón transgénico Bollgard I y Bollgard II. Se tiene un alto porcentaje de sobrevivencia (59%) a los 18 días de edad cuando la plaga no se expone al efecto toxico del algodón transgénico, sin embargo este porcentaje disminuye cuando las larvas de gusano soldado son alimentadas con algodón transgénico Bollgard (25%) y Bollgard II (10%) en función a su edad.

Sobrevivencia de larvas de gusano soldado en función a su edad, provenientes de algodón transgénico.

En la figura 2 se muestra el periodo de sobrevivencia cuando las larvas provienen de algodón transgénico y que es alimentado con efecto de las toxinas Cry1Ac y Cry2Ab del algodón transgénico Bollgard I y Bollgard II. Se puede apreciar una disminución en el porcentaje de sobrevivencia de larvas cuando estas provienen de algodón transgénico y que son alimentadas con algodón convencional (25%), Transgénico Bollgard (20%) y Bollgard II (10%) a los 18 días de edad. Sin embargo, el periodo de sobrevivencia en días no se ve afectado por dichas toxinas.

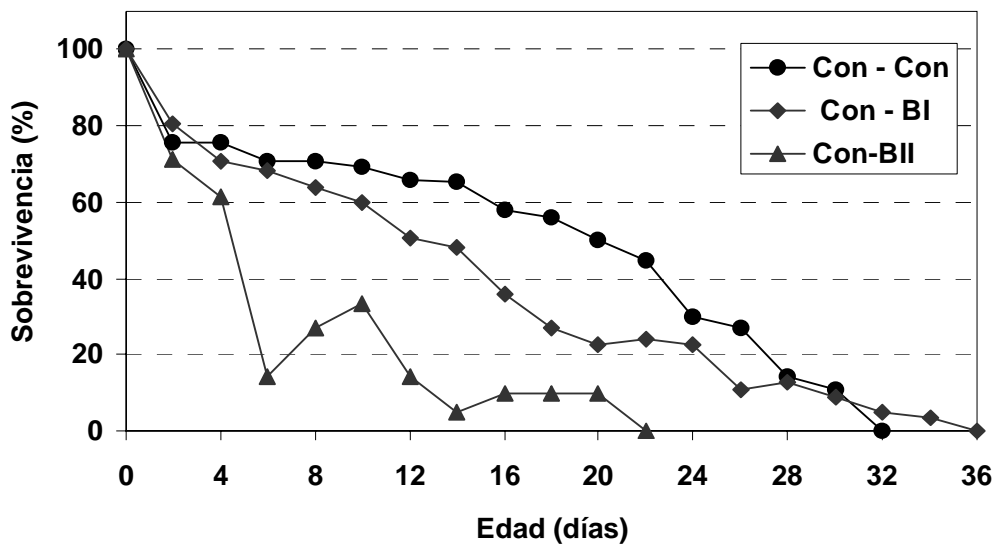


Figura 1. Curva de sobrevivencia de larvas de gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hubner) por edades, provenientes de algodón convencional.

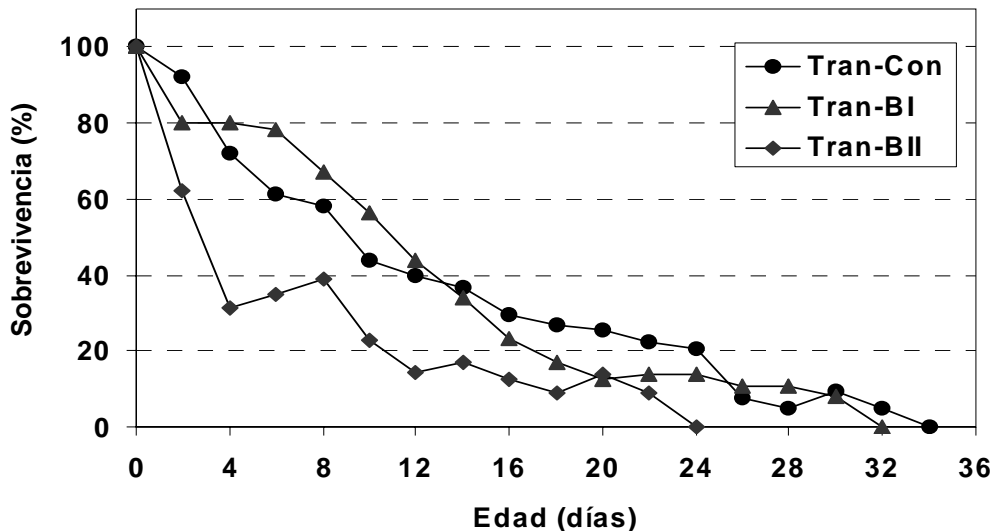


Figura 2. Curva de sobrevivencia de larvas de gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hubner) por edades, provenientes de algodón transgénico.

CONCLUSIONES

Las variedades de algodón transgénico NuCOTN33B (Bollgard) y NuCOTN33BII (Bollgard II) redujeron significativamente el ciclo biológico del gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hubner).

Los períodos de desarrollo de las distintas etapas biológicas del gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hubner) fue significativamente afectado de manera negativa por las toxinas Cry1Ac y Cry2Ab contenidas en el algodón transgénico Bollgard I y Bollgard II.

El peso y tamaño de larvas disminuyó significativamente con el efecto de las toxinas Cry1Ac y Cry 2Ab

El peso y tamaño de pupas no fue afectado significativamente cuando provinieron o fueron alimentadas con algodón transgénico.

Los porcentajes de sobrevivencia de las larvas de gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hubner), disminuyeron significativamente cuando las larvas fueron alimentadas con hojas de algodón transgénico conteniendo las toxinas Cry1Ac y Cry2Ab.

Las variedades de algodón transgénico NuCOTN33B y NuCOTN33BII representan una alternativa viable para el control y reducción de daños por *Spodoptera exigua*.

LITERATURA CITADA

Ashfaq, M. y S. Y. Youg, 1999. Proceeding of Beltwide Cotton Conference. Volume 2 : 1032-1034. National Cotton Council, Memphis TN.

Berdegú, M., y R. Haces Gil M. 2000. El material transgénico en el combate de plagas del algodón. In: Sánchez R., F. J. (ed.). Memoria III Curso Regional de Aprobación y Actualización en Control de Plagas del Algodón. UAAANUL marzo. Torreón, Coah.,

México. p: 120-124.

Godoy, A. S. 2000. Variedades transgénicas, alternativa para reducir daños por plagas de algodón. In Memoria: Reunión Nacional de la Campaña contra las plagas del algodón, Mexicali, B.C. México.

Henneberry, T. J. 2001. Effects of transgenics cotton on cabbage looper, tobacco budworm, and beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Larval mortality and development and foliage consumption in the laboratory. Dec. Broadway Road Phoenix, AZ. pp: 325-337.

Ibarra, F. 2000. Desarrollo y Sobrevivencia del gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hubner). En el algodón convencional y transgénico de la Comarca Lagunera. Tesis Profesional UJED. Facultad de Biología, Gómez Palacio, Durango. México. 51p.

Pedigo, L. P. 1999. Managing insects with resistat plants. Entomology and Pest management 3a. Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJP

Saltibañez, G. E. 1992. La Comarca Lagunera. Ensayo Monográfico. Tipográfica Reza. Torreón, Coah., México. 265 p.

Sims, R. S. 1995. Bacillus thuringiensis var. Kurstaki CRY1A© protein expressed in transgenic cotton: effects on beneficial and other non-target insects. Southwestern Entomologist 20: 493-500.

Trolinder, N. L. 1997. How to genetically engineer cotton. In: Dugger P. and D. Richter (eds.). Proceedings 1997 Beltwide Cotton Conferences National Cotton Council of America, Memphis, TN. USA. p: 165.

Vázquez, N. J. M. 1999. El papel de las plantas transgénicas en el manejo integrado de plagas. In. Vazquez N.J.M (ed.) Memoria de la XI semana internacional de agronomía. FAZ-UJED, Gómez Palacio, Dgo. México. p.1-5

