

Evaluación de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) y un fagoestimulante sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) y *S. eridania* (Stoll) (Lepidoptera, Noctuidae)¹

Julisa Fernández-Maldonado² Juan C. Cabrera-La Rosa³

RESUMEN

FERNANDEZ-MALDONADO J, CABRERA-LA ROSA JC. 1999. Evaluación de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) y un fagoestimulante sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) y *S. eridania* (Stoll) (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. per. Ent. 41.- Se determinó la eficiencia de bioinsecticidas en base a *Bacillus thuringiensis*, *Bt kurstaki* (Javelin®), Delta-endotoxina *Bt kurstaki* (M-peril®), *Bt aizawai* (Xentari®) y el transconjugado *Bt kurstaki x aizawai* (Agrée®), a una dosis de 0,1% solos y en combinación con un fagoestimulante comercial (Coax®), sobre larvas de tercer estadio de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) y *S. eridania* (Stoll), bajo condiciones de laboratorio (18±2 °C y 85±5 %HR) entre mayo y octubre de 1996 en Lima, Perú.

Se cuantificó el porcentaje de mortalidad y la residualidad usando el Diseño Completo al Azar (DCA) con un total de 9 tratamientos y 4 repeticiones; para evaluar el efecto del fagoestimulante sólo se comparó el número de larvas alimentadas con y sin fagoestimulante, dividiendo los resultados en 10 rangos que comprenden los porcentajes de área consumida por larva a las 24 hs, 4 y 7 días después de la aplicación.

Sólo *Bt kurstaki* tuvo un ligero efecto sobre *S. frugiperda* (60-65% mortalidad). Todas las variedades de *Bt* afectaron a *S. eridania*, resaltando *Bt kurstaki x aizawai* (55-62,5% de mortalidad, solo y en mezcla, respectivamente) seguido por *Bt kurstaki* y *Bt aizawai*. Sin embargo, no se puede afirmar que la mortalidad se incrementó en los tratamientos en mezcla debido al fagoestimulante. La residualidad fue de 9 días en todos los tratamientos. Finalmente, el fagoestimulante no mostró un efecto positivo en el comportamiento alimentario de larvas de *S. eridania*.

Palabras clave: *Bacillus thuringiensis*, fagoestimulante, *Spodoptera frugiperda*, *S. eridania*.

SUMMARY

FERNANDEZ-MALDONADO J, CABRERA-LAROSA JC. 1999. Evaluation of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) and a feeding-stimulant on *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) and *S. eridania* (Stoll) (Lepidoptera: Noctuidae). Rev. per. Ent. 41.- The effectiveness of *Bacillus thuringiensis* bioinsecticides, *Bt kurstaki* (Javelin®), Delta-endotoxine *Bt kurstaki* (M-peril®), *Bt aizawai* (Xentari®) and *Bt kurstaki x aizawai* (Agrée®) was determined at a 0,1% rate dosage and also mixed with a feeding-stimulant (Coax®) on third-instar larvae of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) and *S. eridania* (Stoll), under laboratory conditions (18±2 °C and 85±5 %RH) from May to October 1996 in Lima, Perú.

Larval mortality and residuality were estimated using a Completely Randomized Design, with 9 treatments and 4 replications; to evaluate the effects of the feeding-stimulant, only numbers of larvae fed or unfed with the feeding-stimulant were compared, dividing the results into 10 ranges (percentage of consumed area per larva in 24 hs), 4 and 7 days after treatment.

Only *Bt kurstaki* affected *S. frugiperda* slightly (60-65% mortality). All *Bt* varieties affected *S. eridania*, the best being *Bt kurstaki x aizawai* (55-62,5% mortality, alone and mixed, respectively), followed by *Bt kurstaki* and *Bt aizawai*. However, results did not elucidate if the ingested feeding-stimulant increased overall mortality. The residuality was 9 days in all treatments. Results showed low feeding-stimulant effects on feeding behavior of *S. eridania* larvae.

Keys words: *Bacillus thuringiensis*, feeding-stimulant, *Spodoptera frugiperda*, *S. eridania*.

Introducción

En la actualidad, la bacteria *Bacillus thuringiensis* es el patógeno más estudiado por su acción selectiva sobre algunas plagas de lepidópteros. El uso de esta bacteria tiene una serie de ventajas, siendo la más importante su alta especificidad.

¹ Parte de la tesis de Ing. Agrónoma de la primera autora. Departamento de Entomología y Fitopatología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

² Centro de Investigación y Desarrollo Integral de Autogestión (CIDIAG), Programa Rural Costa (PRC). Av. Pezet 1720, Lima-27, Perú.

³ Departamento de Neematología y Entomología, Centro Internacional de la Papa, Apartado Postal 1558, Lima-12, Perú.

Para aumentar la efectividad de los bioinsecticidas, se utilizan en mezcla con fagoestimulantes, para provocar que el insecto ingiera mayor cantidad de alimento y, a la vez, mayor cantidad del producto insecticida. Los fagoestimulantes son sustancias que estimulan los receptores gustativos del insecto (TORRE-

Fitopatología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú desde mayo hasta octubre de 1996, a temperatura promedio de 18 ± 2 °C y 85 ± 5 %HR.

Bioinsecticidas.- Los bioinsecticidas utilizados fueron:

Ingred. activo (I.A.)	Form.	Nombre Comercial	Dosis P.C. %	Conc. I.A. %	U.I. de Potencia
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	PM	Javelin®	0,1	5,0	50.000 (a)
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i>	GD	Xentari®	0,1	10,0	35.000 (b)
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> x <i>aizawai</i>	PM	Agree®	0,1	2,8	25.000 (c)
Delta-endotoxina Bt var. <i>kurstaki</i>	G	M-peril®	50kg/ha	3,75	--

a) Sobre *Spodoptera littoralis*; b) Sobre *Plutella xylostella*; c) Sobre *Heliothis* sp.

BUENO 1990). La actividad que produce un fagoestimulante en los insectos tiene dos componentes; uno es la recepción del estímulo y el otro la respuesta a éste. El estímulo químico de contacto o sabor, cuando el insecto entra en contacto directo con el alimento, produce una respuesta que inicia la alimentación.

En ensayos realizados con un fagoestimulante y dos bioinsecticidas, uno en base a *Bacillus thuringiensis* y otro a *Baculovirus heliothis*, solos y en combinación uno con otro, en los tres casos suprimieron las poblaciones de *Heliothis* en botones y bellotas de algodón (JOHNSON 1982).

Según RÁZURI & SARMIENTO (1978), para el control de *Spodoptera frugiperda* en maíz, se realizó ensayos con un bioinsecticida en base a *Bacillus thuringiensis kurstaki* en comparación con dos insecticidas de ingrediente activo, trichlorfon y carbaryl, observando que el mejor control se obtuvo con el trichlorfon, seguido del bioinsecticida y luego el carbaryl. Sin embargo, el Bt *kurstaki*, a diferencia de los insecticidas químicos, no afectó a la fauna benéfica. PINEDO (1996) determinó que Bt *aizawai* ejerce un buen control sobre *Spodoptera eridania* y *S. ochrea* en cultivo de tomate, a una dosis de 600 g por cilindro, observándose un poder residual de nueve días.

Material y métodos

Este trabajo se llevó a cabo en los laboratorios del Departamento de Entomología y

Fagoestimulante.- Se utilizó el producto comercial Coax® y los tratamientos fueron los siguientes:

a) Efecto de la mezcla de *Bacillus thuringiensis* y Coax en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda* y *S. eridania*.

Spodoptera frugiperda: Se asperjó cogollos de plantas de maíz mantenidos en macetas de 5 kg, y luego de 3 hs se recortó una porción que fue colocada en placas petri, que contenían dos larvas de tercer estadio, hasta completar cuatro grupos de 10 larvas. Para el producto granulado Delta-endotoxina Bt var. *kurstaki*, se colocó 1 g en cada cogollo y luego se infestó cada maceta con un grupo de 10 larvas de tercer estadio, contándose con dos plantas por maceta y un total de ocho plantas. Para evaluar el poder residual de los productos insecticidas, los procedimientos se repitieron a los 3, 6, 9 y 12 días después de la aplicación. Para la evaluación se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA), con un total de nueve tratamientos y cuatro repeticiones.

Spodoptera eridania: El procedimiento fue similar al mencionado para *S. frugiperda*, con la diferencia que las plantas asperjadas fueron de camote.

En todos los casos la mortalidad se evaluó tres días después de cada ensayo.

b) Efecto del Coax, sobre larvas de *Spodoptera eridania* en hojas de camote.

Se realizó un comparativo entre hojas de plantas de camote asperjadas con el fagoestimulante Coax al 0,1% y el adherente comercial Agridex® al 0,1%, y hojas de camote asperjadas sólo con agua y adherente. Luego de asperjar las plantas de camote, se recolectó hojas de las que se obtuvo círculos de 2 cm de diámetro con un sacabocados, que fueron colocados en placas petri, conteniendo una larva de tercer estadio de *S. eridania*, hasta completar un total de 80 larvas por tratamiento. Las evaluaciones del área consumida se realizaron 24 hs después de haber colocado el alimento. También se evaluó el poder residual del Coax obteniendo discos de hoja a los tres y seis días luego de ser asperjadas las plantas. En este caso, sólo se registró el área consumida por las larvas en los dos tratamientos, y los resultados se dividieron en 10 rangos que corresponden a los porcentajes de área consumida. Para medir el porcentaje de mortalidad, los resultados fueron corregidos mediante la fórmula de Abott; para su análisis se transformaron primero los datos para realizar ANVA, y luego la prueba de comparación de promedios de Duncan. El área foliar consumida se cuantificó utilizando papel milimetrado.

Resultados y discusión

El mayor porcentaje de mortalidad de larvas de *S. frugiperda* se presentó en los tratamientos realizados con *Bt kurstaki* solo y en mezcla con el Coax, con 60 y 65% respectivamente. Resultados inferiores fueron obtenidos con delta-endotoxina *Bt kurstaki* solo y en mezcla (tabla 1). Los otros productos, *Bt aizawai* y el transconjugado *B.t kurstaki x aizawai*, no afectaron a las larvas de tercer estadio.

TABLA 1.- Porcentaje de mortalidad de larvas de tercer estadio de *Spodoptera frugiperda* en hojas de maíz, con diferentes variedades y formulaciones de *Bacillus thuringiensis* y el fagoestimulante Coax, bajo condiciones de laboratorio.

Tratamientos/ Evaluaciones	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días
Javelin 0,1%	60	25	5	0	0
Javelin 0,1% + Coax	65	25	10	0	0
Xentari 0,1%	0	0	0	0	0
Xentari 0,1% + Coax	0	0	0	0	0
Agree 0,1%	0	0	0	0	0
Agree 0,1% + Coax	0	0	0	0	0
M-Peril + Coax	10	0	0	0	0
Testigo	0	0	2,5	2,5	0

En general, se observa que *Bt kurstaki* es el único que presenta un efecto significativo, a diferencia de *Bt aizawai*, que no causó mortalidad; esto se debe a que *kurstaki* presenta los genes Cry IAa,b,c, IIa y IIb que codifican la delta-endotoxina con estructura complementaria a las proteínas estructurales presentes en la membrana del intestino medio de *frugiperda*, y debe existir una alta eficiencia de unión entre la toxina y el receptor, lo que posiblemente no ocurra con la *aizawai*, que presenta los genes Cry IAa,b, C, D, G. Es posible que los genes Cry IIa y IIb sean responsables de la mortalidad en *frugiperda*.

En el caso del transconjugado *kurstaki x aizawai*, se podría esperar algún tipo de control por la presencia de la var. *kurstaki*. Según la FAO (1993), no es suficiente que la toxina se una al receptor para que cause la muerte del insecto, también existen otros factores que alteran el mecanismo de acción de la toxina.

En el primer ensayo con *S. eridania* se observa que el tratamiento del transconjugado de *Bt kurstaki x aizawai* en mezcla con Coax presenta el mayor porcentaje de mortalidad, seguido por el tratamiento solo (tabla 2). En la siguiente evaluación, el tratamiento con *kurstaki x aizawai* sólo presenta un porcentaje de mortalidad ligeramente mayor que el tratamiento en combinación con Coax. Los tratamientos de *Bt kurstaki* solo y en mezcla con Coax presentan un mayor porcentaje de mortalidad en el primer y segundo ensayos.

TABLA 2.- Porcentaje de mortalidad de larvas de tercer estadio de *Spodoptera frugiperda* en hojas de maíz, con diferentes variedades y formulaciones de *Bacillus thuringiensis* y el fagoestimulante Coax, bajo condiciones de laboratorio.

Tratamientos/ Evaluaciones	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días
Javelin 0,1%	47,5	15	10	0	0
Javelin 0,1% + Coax	52,5	15	10	0	0
Xentari 0,1%	40	10	7,5	0	0
Xentari 0,1% + Coax	45	12,5	10	0	0
Agree 0,1%	55	40	15	7,5	0
Agree 0,1% + Coax	62,5	40	12,5	10	2,5
Testigo	2,5	0	0	2,5	0

Las diferencias de resultados entre los productos comerciales, probablemente también se deban a las Unidades Internacionales de potencia contenidas en ellos. Sin embargo, no siempre la mayor potencia está relacionada a una mayor efectividad, pues

cada producto ha sido evaluado con una especie diferente de insecto.

TABLA 3.- Área foliar de camote, expresada en mm², consumida por larvas de tercer estadio de *Spodoptera eridania* con y sin fagoestimulante, bajo condiciones de laboratorio.

Tratamientos	Evaluaciones		
	1 día	4 días	7 días
Coax 0,1%	80,27	77,21	70,14
Testigo	67,41	76,1	70,81

En la tabla 3 se observa los resultados del ensayo realizado con el fagoestimulante Coax en comparación con un testigo sin tratar. En la evaluación realizada a las 24 hs, las larvas tratadas con el fagoestimulante presentan un consumo de follaje ligeramente mayor en comparación con el testigo. La información indicando la cantidad de larvas según el porcentaje de área foliar que consumen, se registra en la tabla 4; se aprecia que en el tratamiento con el fagoestimulante, el rango de área foliar consumida a las 24 hs de la aplicación fue hasta 90%, es decir que existen algunas larvas que han

TABLA 4.- Número de larvas de tercer estadio de *Spodoptera eridania* tratadas con el fagoestimulante comercial coax un día después de la aplicación en hojas de camote, bajo condiciones de laboratorio.

Porcentaje en área consumida	Coax		Testigo	
	Nº de larvas	% de larvas	Nº de larvas	% de larvas
1 - 10	20	25	10	12,5
10,1 - 20	23	28,75	35	43,75
20,1 - 30	14	17,5	21	26,25
30,1 - 40	9	11,25	8	10,0
40,1 - 50	2	2,5	2	2,5
50,1 - 60	2	2,5	1	1,25
60,1 - 70	3	3,75	3	3,75
70,1 - 80	5	6,25	--	--
80,1 - 90	2	2,5	--	--
90,1 - 100	--	--	--	--
Total	80	100	80	100

consumido hasta casi un 90% del área foliar suministrada, en comparación con el testigo, que presenta hasta 70%. Sin embargo, estas diferencias son mínimas, observando sólo siete larvas que han llegado a consumir casi el 90% del follaje suministrado, por lo que no se puede afirmar que Coax tiene un efecto estimulante notorio sobre *S. eridania*. Lo mismo ocurre en la evaluación realizada cuatro días después de la aplicación, donde sólo una larva llega a consumir el total del área foliar suministrada.

Conclusiones

Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

Los bioinsecticidas comerciales en base a *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Javelin), *Bt aizawai* (Xentari) y el transconjugado *kurstaki x aizawai* (Agree), causan 40-60% de mortalidad en larvas de tercer estadio de *Spodoptera eridania* en hojas de camote.

Sólo *Bt kurstaki* presenta 60% de mortalidad en larvas de tercer estadio de *S. frugiperda* en maíz.

El uso de Coax tuvo un ligero efecto fagoestimulante sobre larvas de *S. eridania* en hojas de camote.

En los tratamientos de *Bt* en combinación con el fagoestimulante se observó tendencia a un ligero aumento en la mortalidad de *S. eridania*.

Literatura

- FAO. 1993. Importancia y potencial del *Bacillus thuringiensis* en el control de plagas. Santiago de Chile, Red de Cooperación Técnica en Biotecnología Vegetal (REDBIO). 55 pp.
- Johnson DR. 1982. Suppression of *Heliothis* spp. on cotton by using *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus heliothis* and two feeding adjuvants. J. econ. Ent. 75: 210.
- Pinedo E. 1996. Efecto del humato y *Bacillus thuringiensis* en el manejo de *Spodoptera* spp. y *Scrobipalpusoides absoluta* en tomate. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis de Ing. Agrónomo.
- Rázuri V, Sarmiento J. 1978. *Bacillus thuringiensis* en el control de *Spodoptera frugiperda* y de *Diatraea saccharalis* en maíz. Rev. per. Ent. 21: 121-124.
- Torre-Bueno G. 1990. A Glossary of Entomology. New York.