

**EFFECT OF *Bacillus thuringiensis* Var. *kurstaki*, IN THE CONTROL OF
BUDWORM PLAGUE *Heliothis tergeminus* (Felder & Rogenhofer) and *Manduca sexta*
(Johanssen) IN TOBACCO *Nicotina tabacum* IN THE MUNICIPALITY OF
CANDELARIA, DEPARTMENT OF VALLE DEL CAUCA¹**

Osva Estrada C.²
Luz Elena Huertas B.²
Claudia Salazar G.³
Fulvia García R.⁴

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el corregimiento de El Cabuyal, municipio de Candelaria Valle, ubicado a 995 msnm, con una temperatura media de 28°C. y una humedad relativa del 70%. Se trabajó con *Bacillus thuringiensis* Var. *kurstaki*, para determinar el efecto insecticida sobre poblaciones del gusano cogollero *Heliothis tergeminus* (Felder & Rogenhofer) y del gusano cachón *Manduca sexta* (Johanssen). Se usó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, evaluando la efectividad de tres dosis de un producto genérico *Bacillus thuringiensis*, en comparación con *Bacillus thuringiensis* marca (Turilav) y un testigo comercial. Para la evaluación de los tratamientos se realizaron monitoreos frecuentes de larvas vivas y muertas a 1, 2 y 4 días después de cada una de las aplicaciones. Los resultados se analizaron estadísticamente por medio del análisis de varianza y prueba de significancia de Duncan. Al cuarto día también se calculó porcentaje de mortalidad y de eficacia. Se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el testigo comercial al analizar la variable larvas vivas de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta*. Para larvas muertas de las dos especies no se encontró diferencias estadísticas en ningún tratamiento. El porcentaje de eficacia para todos los tratamientos alcanzó del 73 al 100% en el control de *Heliothis tergeminus* y *Manduca*

¹ Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

² Estudiantes. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño Pasto. Colombia. ogeres@yahoo.es

³ Ing. Agrónomo. M. Sc. Docente Universidad de Nariño. claudiasalazarg@yahoo.com

⁴ Ing. Agrónomo. M. Sc. Investigadora asociada al ICA.

sexta, demostrando con esta investigación que para el control de estas dos plagas, no es necesario realizar aplicaciones de productos químicos complementarios; basta con realizar una correcta aplicación de *Bacillus thuringiensis* en la época adecuada, cuando las plagas no sobrepasan el nivel de daño económico.

Palabras claves: *Bacillus thuringiensis*, *Manduca sexta*, *Heliothis tergeminus*, control biológico.

ABSTRACT

The following study was carried out in the Cabuyal town, municipality of Candelaria, department of Valle; situated 995 m.a.s.l. with an average temperature of 28°C and 70% of relative humidity. *Bacillus thuringiensis* Var. *kurstaki* was used to determine the effect of an insecticide over *Heliothis tergeminus* budworms (Felder & Rogenhofer) and the *Manduca sexta* tobacco hornworm (Johanssen). A random block design with five treatments and four repetitions was used for evaluating the effectiveness of three doses from a generic *Bacillus thuringiensis* in comparison with a Turilav *Bacillus thuringiensis* and a commercial treatment. For the treatment evaluation, a constant monitoring of 1, 2 and 4 days after each application to alive and dead worms was performed. The results were statistically analyzed through a variance analysis and a Duncan's test. The mortality and effectiveness were calculated on the fourth day. When analyzing alive larvae from *Heliothis tergeminus* and *Manduca sexta*, significant statistical differences were found between the treatments and the commercial treatment. No statistical differences were found for dead larvae in any of the treatments from the two species. In the control of *Heliothis tergeminus* and *Manduca sexta*, the effectiveness percentage for all the treatments reached a 73%, showing that for the control of these two pests, it is not necessary to use complementary chemical products; a correct usage of *Bacillus thuringiensis* at the right time when pests do not surpass an economic damage level will be enough.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, *Manduca sexta*, *Heliothis tergeminus*, biological control.

INTRODUCCION

El tabaco *Nicotiana tabacum* es una planta originaria del continente americano y se cultiva en casi todos los países del mundo (Guzmán y Muñoz, 1983), su producción y transformación en cigarros y cigarrillos, son importantes generadoras de empleo y divisas para los países productores y consumidores (Cazan, 1982). En todas las zonas en donde se cultiva tabaco, existen problemas del orden patológico y entomológico que son comunes y permanentes en este tipo de cultivo (Tinoco, 1998).

Entre los problemas entomológicos más importantes se encuentran los causados por defoliadores como el cogollero del tabaco *Heliothis tergeminus* (Felder & Rogenhofer) (Tinoco, 1999) y gusano cachón, *Manduca sexta* (Johanssen) causando pérdidas de la producción y calidad del tabaco (García, 2004a). Estos insectos defoliadores pueden presentarse desde el semillero y se mantienen durante todo el ciclo del cultivo, llegando a reducir la producción hasta en un 60% para el caso de *Heliothis tergeminus* y un 100% para el caso de *Manduca sexta* si no se controla a tiempo (García, 1976), están adaptadas para comer vorazmente y pueden consumir plantas enteras en poco tiempo (Wells, 2000).

Para el control microbiológico de estas plagas lepidópteras, es ampliamente conocido el uso de *Bacillus thuringiensis*, el cual es altamente selectivo (García, et al, 1980), que garantiza un equilibrio ecológico e incluye la recuperación, aprovechamiento y conservación de enemigos naturales, siempre y cuando se maneje una adecuada dosificación, oportuna y correcta aplicación (García, 2004b).

La forma de acción de *B. thuringiensis* se basa en células reproductivas asexuales llamadas esporas (Lizárraga, 1998), también produce cuerpos cristalinos que al ser ingeridos por

larvas de lepidópteros, se disuelven en el pH básico del intestino de la larva y actúa como veneno (Arias, 2004), paralizando las células en el intestino, interfiriendo con la digestión normal y obligando al insecto a dejar de alimentarse y por lo tanto cesa el daño al cultivo (Lecuona, 1996).

Las empresas tabacaleras del Valle del Cauca, utilizan el *Bacillus thuringiensis* en mezcla con productos químicos que en su mayoría son categoría toxicológica 1A (extremadamente peligroso) (García, 1994), productos que causan un grave impacto ambiental, poniendo en riesgo la salud de los operarios y destrucción de poblaciones de enemigos naturales, por lo cual se hace necesario optimizar las herramientas de control microbiológico empleados en este cultivo (Soler 2001).

En muchas ocasiones la efectividad de las aplicaciones del control microbiológico no ha sido la mejor, debido posiblemente a que se acompañan con productos químicos que pueden reducir la efectividad del agente microbiológico (García y Varón, 2003), o puede ser que se han realizado las aplicaciones pasado el momento crítico de la plaga, o después que los daños en el cultivo son irreversibles (Tinoco, 1998). Otra causa para los malos resultados obtenidos con aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* en el control de plagas defoliadoras en tabaco, puede ser que no se ha realizado un estudio exclusivamente con aplicaciones de *B. thuringiensis*, ni tampoco un estudio que determine las dosis adecuadas del Bacillus, que garantice un control adecuado de los defoliadores (García y Varón, 2003).

Por lo expuesto anteriormente y conscientes de la necesidad de buscar alternativas al control químico, se llevó a cabo este trabajo de investigación, con el objetivo de encontrar una dosis de *Bacillus thuringiensis*, que pueda garantizar el control de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta*, sin tener que aplicar productos químicos complementarios.

METODOLOGIA

El presente trabajo se realizó en el corregimiento de El Cabuyal, municipio de Candelaria - Valle del Cauca, ubicado a una altitud de 995 msnm, temperatura promedio de 28°C y humedad relativa del 70%. El experimento se hizo en una área de 624m², localizado en un lote comercial, conformado por 11 surcos sembrados a 1.20m y cada surco conformado por 104 plantas sembradas a 0.50m. Las evaluaciones se realizaron en los cinco surcos intermedios; Cada unidad experimental tuvo un área de 31.2m² conformada por 25 plantas en línea, para un total de 20 unidades experimentales.

Las parcelas experimentales, se sembraron con la variedad Tn 90 tabaco rubio tipo Burley, tabaco que es muy apetecido como materia prima para la producción de cigarrillos suaves (Ministerio de Agricultura, 2006). Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones; Los tres primeros tratamientos (T1, T2 Y T3) correspondieron a tres dosis (0.6, 0.5 y 0.4 kg/ha) de un producto genérico de ingrediente activo *Bacillus thuringiensis* con una concentración de 32.000 UI/mg (García y Varón, 2003). Un cuarto tratamiento T4 correspondió a una dosis (0.5 kg/ha) de un producto comercial (Turilav®) de ingrediente activo *Bacillus thuringiensis* con una concentración de 32.000 UI/mg (Laverlam, 2009) y un quinto tratamiento T5 (Testigo comercial), comprendido por la mezcla de *Bacillus thuringiensis* (Turilav) 0.5 kg/ha y un producto químico Clorfenvinfos 0.6 lt/ha de categoría toxicológica 1A extremadamente tóxico. Se empleó una bomba de palanca Royal cóndor de 20 litros de capacidad y una presión de salida aproximada de 30 – 35 psi.

El semillero se hizo en una piscina con bandejas flotantes, se utilizó turba como sustrato y se colocó una semilla por celda; a los 42 días, una vez que alcanzaron 15 cm de altura se trasplantaron al sitio definitivo. Después del trasplante, se realizaron monitoreos cada dos días de la población de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta* para determinar el momento en que el nivel de infestación justificó realizar la primera aplicación de los tratamientos, el cual se alcanzó a los 45 días después del trasplante; comenzando con la primera aplicación,

una vez que se encontró un nivel de población de más de cinco larvas de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta* por 100 plantas, considerado el nivel de infestación como óptimo para realizar una aplicación de *Bacillus thuringiensis* para su control y garantizar protección al cultivo (García, 2004a).

Durante el ciclo del cultivo se realizaron cinco aplicaciones para cada tratamiento, con intervalos de ocho, diez y seis días. Después de cada aplicación se contabilizó larvas vivas y muertas a un día después de la aplicación y se continuó el monitoreo cada dos días, mediante una observación directa al cogollo donde se localizaban las larvas de *Heliothis tergeminus* (Hallman, 1980) y observación de las hojas, por la haz y el envés donde se localizaban las larvas de *Manduca sexta* (García 1981) cuantificando el número de larvas de cada especie. La población de larvas vivas contabilizadas antes de cada aplicación sirvió de punto de partida para calcular el porcentaje de mortalidad y de eficacia al cuarto día después de realizar las aplicaciones.

El porcentaje de mortalidad (%M) se calculó mediante la fórmula (Tinoco, 1999)

$$\%M = \left\{ \frac{[Po - LV]}{[Po]} \right\} \times 100$$

Donde Po = Población inicial

LV = Larvas vivas encontradas después de cada aplicación.

El porcentaje de eficacia se calculó mediante la fórmula de Henderson y Tilton citados por (García, 1994).

$$\% \text{ de Eficacia} = \left\{ 1 - \left[\frac{td}{ta} \times \frac{Ta}{Td} \right] \right\} \times 100$$

Donde: ta = Número de larvas vivas antes de la aplicación

td = Número de larvas vivas después de la aplicación

Ta = Número de larvas vivas en el tratamiento T5 antes de la aplicación

Td = Número de larvas vivas en el tratamiento T5 después de la aplicación.

Las evaluaciones realizadas después del cuarto día de cada aplicación, sirvieron para determinar el momento en que la población plaga nuevamente alcanzó el umbral de daño económico y realizar el control respectivo.

Para calcular el porcentaje de mortalidad, eficacia y realizar el análisis estadístico, se promedió los datos de las cinco aplicaciones. Los datos se procesaron con un análisis de varianza, además se realizó una prueba de significancia de Duncan. Las observaciones con valores de cero, se transformaron con la fórmula $\sqrt{x+0.5}$ (Little 1976).

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el tiempo de investigación, se contó un total de 290 larvas vivas, de las cuales el 54% correspondieron a *Heliothis tergeminus* y el 46% a *Manduca sexta* contabilizadas momentos antes de realizar cada aplicación. Como se observa en la Tabla 1, se encontró que en las cinco evaluaciones realizadas antes de cada aplicación de los tratamientos, el promedio de larvas vivas encontradas estaba por encima de la población estimada como causante de daño económico al cultivo.

Tabla 1. Población acumulada de larvas vivas de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta* contabilizadas antes de realizar cada una de las cinco aplicaciones.

TTO	LVAD1A		LVAD2A		LVAD3A		LVAD4A		LVAD5A		TOTAL		PROM	
	Ht	Ms	Ht	Ms	Ht	Ms								
T1	5	4	6	4	5	7	9	6	5	4	30	25	6	5
T2	6	5	3	4	5	4	5	9	3	2	22	24	4,4	4,8
T3	7	5	6	4	8	6	9	6	3	4	33	25	6,6	5
T4	5	3	4	4	5	4	8	7	5	3	27	21	5,4	4,2
T5	5	4	5	6	8	10	16	11	11	7	45	38	9	7,6

Fuente: Esta investigación

Ht: *Heliothis tergeminus*

Ms: *Manduca sexta*

LVADA: Larvas vivas antes de cada aplicación.

El análisis de varianza para larvas vivas de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta* (Tabla 2), mostró que hay diferencias significativas para los tratamientos a un día después de las aplicaciones y altamente significativas a dos y cuatro días después.

Tabla 2. Análisis de varianza para el promedio de larvas vivas de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta* encontradas a 1, 2 y 4 días después de las cinco aplicaciones.

F.V.	GL	LV1DD1A		LV2DD1A		LV4DD1A	
		H. t.	M. s.	H. t.	M. s.	H. t.	M. s.
		CM	CM	CM	CM	CM	CM
BLOQ	3	0,51*	0,54**	0,38NS	0,21*	0,06NS	0,04NS
TRAT	4	0,43*	0,33*	0,83**	0,92**	0,65**	0,6**
ERROR	12	0,13	0,08	0,13	0,06	0,05	0,03
R2		0,64	0,74	0,7	0,82	0,79	0,86
CV		14,02	11,68	25,64	17,33	21,38	16,46

Fuente: Esta investigación

** : Altamente significativo

H. t.: *Heliothis tergeminus*

M. s.: *Manduca sexta*

LVDDA: Larvas vivas días después de las aplicaciones

Teniendo en cuenta lo anterior y la prueba de comparación de medias de Duncan (Tabla 3), se encontró que a un día después de las aplicaciones, el tratamiento *Bacillus thuringiensis* genérico 0.5 kg/ha, presentó la menor cantidad de larvas vivas de *Heliothis tergeminus*, con un promedio de 0.94 larvas vivas, comportándose estadísticamente igual a los tratamientos *Bacillus thuringiensis* genérico 0.6 kg/ha, con 1.14 larvas vivas, *Bacillus thuringiensis* genérico 0.4 kg/ha con 1.06 larvas vivas y Turilav 0.5 kg/ha con 1.58 larvas vivas, a excepción del tratamiento mezcla de Turilav 0.5 kg/ha y Clorfenvinfos 0.6 lt/ha con 4.12 larvas vivas.

Dos días después de las aplicaciones, se encontró que el tratamiento *Bacillus thuringiensis* genérico 0.6 kg/ha, presentó el promedio más bajo con cero larvas vivas de *Heliothis tergeminus*, comportándose estadísticamente igual que los tratamientos *Bacillus thuringiensis* genérico 0.5 kg/ha con 0.12 larvas y *Bacillus thuringiensis* genérico 0.4 kg/ha

con 0.64 larvas y Turilav 0.5 kg/ha con 0.35 larvas vivas. En el tratamiento mezcla de Turilav 0.5 kg/ha y Clorfenvinfos 0.6 lt/ha se continuó presentando los promedios más altos con 2.13 larvas vivas, comportándose estadísticamente diferente a los otros tratamientos.

Tabla No 3. Prueba de comparación de medias de Duncan para promedio de larvas vivas de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta* a 1, 2 y 4 días después de las aplicaciones.

TTO	LV1DDA		LV2DDA		LV4DDA	
	H. t.	M. s.	H. t.	M. s.	H. t.	M. s.
T5	4,12a	4,28a	2,13a	2,04a	2,01a	1,39a
T4	1,58b	0,82b	0,35b	0,25b	0b	0b
T3	1,06b	1,54b	0,64b	0,36b	0,24b	0,16b
T2	0,94b	0,86b	0,12b	0,28b	0b	0b
T1	1,14b	1,26b	0b	0b	0b	0b

Fuente: Esta investigación

H. t.: *Heliothis tergeminus*

M. s.: *Manduca sexta*

LVDDA: Larvas vivas días después de las aplicaciones

Al cuarto día después de realizar las aplicaciones como se puede mirar en la Tabla 3, los tratamientos *Bacillus thuringiensis* genérico 0.6 kg/ha, *Bacillus thuringiensis* genérico 0.5 kg/ha y Turilav 0.5 kg/ha, presentaron lecturas de cero larvas vivas de *Heliothis tergeminus*; comportándose estadísticamente igual que el tratamiento *Bacillus thuringiensis* genérico 0.4 kg/ha con 0.24 larvas vivas. Nuevamente se muestra al tratamiento mezcla de Turilav 0.5 kg/ha y Clorfenvinfos 0.6 lt/ha, como el tratamiento con los promedios más altos de larvas vivas con 2.01 larvas vivas de *Heliothis tergeminus*, comportándose estadísticamente diferente a los otros tratamientos, tal como lo muestra el análisis de varianza (Tabla 3).

Para la variable larvas vivas de *Manduca sexta* un día después de las aplicaciones, el tratamiento que presentó el menor promedio fue Turilav 0.5 kg/ha con 0.82 larvas, comportándose estadísticamente igual que *Bacillus thuringiensis* genérico 0.6 kg/ha con 1.26 larvas, *Bacillus thuringiensis* genérico 0.5 kg/ha con 0.86 larvas y *Bacillus thuringiensis* genérico 0.4 kg/ha con 1.54 larvas. Contrastando con estos resultados en el tratamiento mezcla de Turilav 0.5 kg/ha y Clorfenvinfos 0.6 lt/ha se encontró el más alto promedio de larvas vivas con 4.28 larvas.

A los dos días después de las aplicaciones se encontró que el tratamiento *Bacillus thuringiensis* genérico 0.6 kg/ha presentó el promedio más bajo con cero larvas vivas, comportándose estadísticamente igual que los tratamientos *Bacillus thuringiensis* genérico 0.5 kg/ha, *Bacillus thuringiensis* genérico 0.4 kg/ha y Turilav 0.5 kg/ha con 0.28, 0.36 y 0.25 larvas respectivamente. En el tratamiento mezcla de Turilav 0.5 kg/ha y Clorfenvinfos 0.6 lt/ha se continuó presentando el promedio más alto con 2.04 larvas vivas comportándose estadísticamente diferente a los otros tratamientos.

En los resultados obtenidos cuatro días después de las aplicaciones, como se muestra en la Tabla 2, los tratamientos *Bacillus thuringiensis* genérico 0.6 kg/ha, *Bacillus thuringiensis* genérico 0.5 kg/ha y Turilav 0.5 kg/ha, presentaron lecturas de cero larvas vivas; comportándose estadísticamente igual que el tratamiento *Bacillus thuringiensis* genérico 0.4 kg/ha con 0.16 larvas vivas de *Manduca sexta*. Nuevamente se muestra al tratamiento mezcla de Turilav 0.5 kg/ha y Clorfenvinfos 0.6 lt/ha, como el tratamiento con los promedios más altos de larvas vivas con 1.39.

Al cuarto día después de realizar las aplicaciones, momento en el cual la bacteria ha expresado todo su potencial insecticida (García, 2004b), el tratamiento *Bacillus thuringiensis* comercial 0.4 kg/ha, no presenta diferencias estadísticas a las dosis más altas, ante este resultado Frankenhuyzen y Nystrom, (1989) afirman que algunas formulaciones comerciales, no obstante por su alta potencia, tienen una actividad residual menor, lo que

indica que una alta concentración de ingredientes activos no es suficiente para permanecer en el ambiente y garantizar control.

Arias, (2004) afirma que *Bacillus thuringiensis* tiene un efecto letal en dosis bajas, siempre y cuando se garantice que la larva se alimente de tejido cubierto con la bacteria, para que así pueda desarrollarse en el interior de la larva (García y Varón, 2003), los resultados del efecto de envenenamiento por las aplicaciones con *Bacillus thuringiensis* se pueden observar pocas horas después de realizar una aplicación, manifestándose con pérdida de movilidad de la larva e interrupción de su alimentación producto del envenenamiento (Soler, 2001).

El tratamiento mezcla de Turilav 0.5 kg/ha y Clorfenvinfos 0.6 lt/ha, se presenta como una alternativa poco eficiente en el control de larvas vivas tanto para *Heliothis tergeminus* como para *Manduca sexta*, ya que reduce la efectividad del producto biológico y no disminuye eficientemente la población de las dos plagas (Soberon y Bravo, 2003). García (2004a), recomienda no utilizar el producto biológico en mezcla con productos químicos, ni con productos o soluciones con pH básicos ya que pueden alterar su viabilidad, además se debe garantizar una óptima cobertura del follaje, más exigente que cuando se realizan aplicaciones con productos químicos; posiblemente esta característica haga que el tratamiento mezcla de Turilav 0.5 kg/ha y Clorfenvinfos 0.6 lt/ha, presente el menor porcentaje de mortalidad durante todo el cultivo (Cuadro 1), debido posiblemente a la interacción negativa del producto biológico y el producto químico, o pudo deberse a que no se hizo un control efectivo y oportuno de las larvas defoliadoras que llegaron a instares avanzados donde el control es más difícil, además de que el daño al cultivo es más significativo (Tinoco, 1999).

Los resultados del análisis estadístico para larvas muertas de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta* como se puede observar en la Tabla 4, demostraron que no existen diferencias significativas entre tratamientos y no se existen diferencias entre tratamientos y el tratamiento mezcla de Turilav 0.5 kg/ha y Clorfenvinfos 0.6 lt/ha. En este caso podría

afirmarse que la mortalidad de las larvas no dependió de las dosis en los rangos evaluados y que se debió posiblemente a que el hábito defoliador de *Manduca* es más agresivo que el de *Heliothis* (Wells, 2000) y al consumir mayor cantidad de tejido foliar, ingiere con mayor facilidad el producto aplicado y mejora la eficiencia del producto (Arias, 2004).

Como resultado de las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*, se pudo observar signos característicos de infección bacteriana reportados por autores como Soler (2001) quien manifiesta que las larvas lepidópteras al entrar en contacto con el *Bacillus thuringiensis*, casi de inmediato dejan de alimentarse y en pocas horas comienzan a presentar cambios de hábitos y cambios de coloración en su cuerpo.

Tabla 4. Análisis de varianza para promedio de larvas muertas de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta* encontradas a 1, 2 y 4 días después de las aplicaciones.

F.V.	GL	LM1DD1A		LM2DD1A		LM4DD1A	
		H. t.	M. s.	H. t.	M. s.	H. t.	M. s.
		CM	CM	CM	CM	CM	CM
BLOQ	3	0,17NS	0,11NS	0,22NS	0,17NS	0,02NS	0,01NS
TRAT	4	0,11NS	0,07NS	0,04NS	0,03NS	0,05NS	0,02NS
ERROR	12	0,1	0,06	0,04	0,03	0,01	0,02
R2		0,42	0,42	0,7	0,7	0,72	0,28
CV		17,17	15,97	8,34	8,01	3,26	6,24

Fuente: Esta investigación

NS : No significativo

H. t.: *Heliothis tergeminus*

M. s.: *Manduca sexta*

LMDDA: Larvas muertas días después de las aplicaciones

Se observó que después de aplicar el *Bacillus thuringiensis* las larvas presentaron inmovilidad y no se encontró rastros de excremento fresco, lo que indica que la larva dejó de alimentarse (García, 2004b). En trabajos con maíz en dosis de 1 kg/ha, se observó que al día siguiente de la aplicación de *Bacillus thuringiensis*, las larvas afectadas presentaron una coloración oscura y flacidez en su cuerpo y cuando finalmente murieron presentaron su

cuerpo de color negro y de aspecto momificado. Las larvas de *Heliothis tergeminus* quedaron adheridas sobre las hojas cercanas al cogollo de las plantas y las larvas de *Manduca sexta* quedaron suspendidas en el envés de las hojas, colgando de sus pseudopatas (García y Varón, 2003).

En el Cuadro 1, se puede observar que a los cuatro días después de las aplicaciones, el porcentaje de mortalidad de *Heliothis tergeminus* es muy similar para todos los tratamientos; el tratamiento *Bacillus thuringiensis* genérico 0.6 kg/ha, *Bacillus thuringiensis* genérico 0.5 kg/ha y Turilav 0.5 kg/ha llegaron al 100% y el tratamiento *Bacillus thuringiensis* genérico 0.4 kg/ha llegó al 93%. En el mismo cuadro se puede observar que el porcentaje de mortalidad de *Manduca sexta* alcanzó el 100% para todos los tratamientos a diferencia del tratamiento mezcla de Turilav 0.5 kg/ha y Clorfenvinfos 0.6 lt/ha que alcanzó el menor porcentaje de mortalidad para *Heliothis tergeminus* con 73% y 87% para *Manduca sexta*.

Cuadro 1. Porcentajes promedios acumulados de mortalidad y eficacia de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta* al cuarto día después de las aplicaciones.

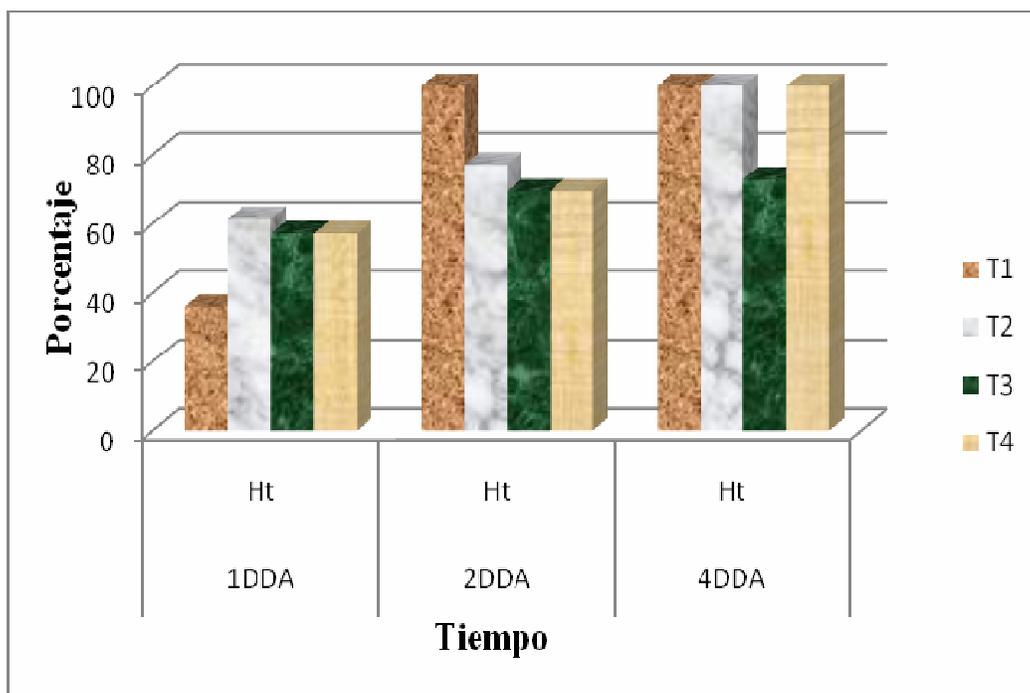
TRATAMIENTO	% MORTALIDAD		% EFICACIA	
	Ht	Ms	Ht	Ms
T1: <i>Bacillus thuringiensis</i> genérico 0.6 kg/ha	100	100	100	100
T2: <i>Bacillus thuringiensis</i> genérico 0.5 kg/ha	100	100	100	100
T3: <i>Bacillus thuringiensis</i> genérico 0.4 kg/ha	93	100	73	100
T4: Bacillus (Turilav) 0.5 kg/ha	100	100	100	100
T5: mezcla de Turilav 0.5 kg/ha y Clorfenvinfos 0.6 lt/ha	73	87	-	-

Fuente: Esta investigación
Ht: *Heliothis tergeminus*
Ms: *Manduca sexta*

En el cuadro 1, Figura 1. Se puede observar que el porcentaje de eficacia en el control de *Heliothis tergeminus*, se comportó de manera similar al porcentaje de mortalidad con 100%

para los tratamientos *Bacillus thuringiensis* genérico 0.6 kg/ha, *Bacillus thuringiensis* genérico 0.5 kg/ha y Turilav 0.5 kg/ha. El tratamiento *Bacillus thuringiensis* genérico 0.4 kg/ha llegó al 73%.

Figura 1. Porcentajes promedios acumulados de eficacia en el control de *Heliothis tergeminus* al cuarto día después de las aplicaciones.



Fuente: Esta investigación

Ht: *Heliothis tergeminus*

Ms: *Manduca sexta*

1DD5A: Un día después de las aplicaciones

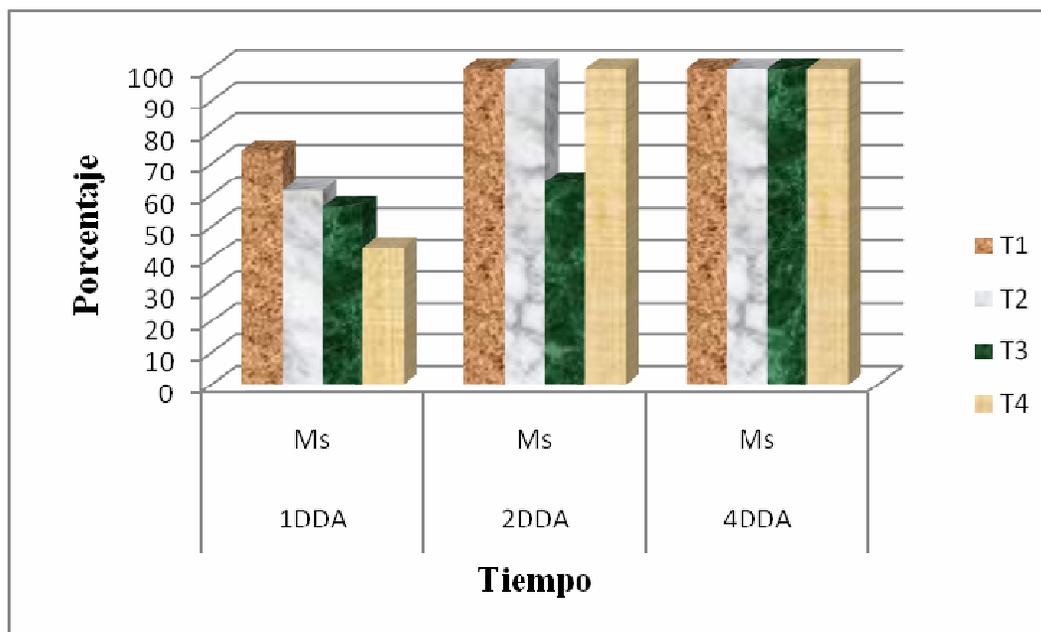
2DD5A: Dos días después de las aplicaciones

4DD5A: Cuatro días después de las aplicaciones

El porcentaje de eficacia en el control de *Manduca sexta* (Cuadro 1, Figura 2) es similar para todos los tratamientos llegando al 100%. Estos resultados demuestran un control efectivo y oportuno de las plagas defoliadoras y protección al cultivo. Resultados similares obtuvieron Niedmann y Meza (2006) en la evaluación de diferentes cepas de *Bacillus thuringiensis* para el control de la polilla del tomate *Tuta absoluta*, llegando del 40 al 90% de eficacia pudiendo ser mejor, pero el hábito de la plaga es alimentarse del mesófilo y el

control biológico no tiene efecto traslaminar, por lo que el resultado está determinado por la calidad de aplicación. García y Varón (2003), reportan porcentajes de eficacia del 100% en aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* en dosis de 0.8 y 1 kg/ha para control de *Heliothis tergeminus* y *Manduca sexta* en tabaco y del 90 al 100% en el control de *Spodoptera frugiperda* en maíz.

Figura 2. Porcentajes promedios acumulados de eficacia en el control de *Manduca sexta* al cuarto día después de las aplicaciones..



Fuente: Esta investigación
Ht: *Heliothis tergeminus*
Ms: *Manduca sexta*
1DD5A: Un día después de las aplicaciones
2DD5A: Dos días después de las aplicaciones
4DD5A: Cuatro días después de las aplicaciones

CONCLUSIONES

Se pudo establecer que en cuanto a larvas vivas las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* en dosis de 0.4, 0.5 y 0.6 Kg/ha presentan características similares, optándose por la dosis

mas baja de 0.4 kg/ha, debido a que tiene un comportamiento similar y presenta un porcentaje de eficacia que llega del 70 al 100% en el control de las dos plagas en estudio.

Se encontró que las mezclas tradicionales realizadas por los agricultores *Bacillus thuringiensis* más control químico, no son una alternativa apropiada, puesto que no controlaron las dos plagas en la medida esperada, debido a que la bacteria requiere condiciones especiales y un manejo adecuado para su acción y al incorporarse el producto químico se altera la viabilidad del producto biológico.

Se pudo establecer que realizando monitoreos frecuentes de los defoliadores y con una correcta aplicación del *Bacillus thuringiensis*, se puede garantizar la protección del cultivo utilizando dosis bajas que van desde 0.4 hasta 0.6 kg/ha, sin necesidad de hacer aplicaciones de productos químicos complementarios para obtener control de estas plagas.

BIBLIOGRAFIA

ARIAS, M. 2004. Bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis*. In Guía de insumos biológicos para el manejo integrado de plagas. Cali, Harmonia, pp. 55 - 58.

CAZAN, Lawrence. 1982. Exportabaco de occidente. In: Asiava. Cali: Feriva, (mar. – jun.); p. 27-29.

FRANKENHUYZEN, V, NYSTROM, C. 1989. Residual toxicity of a high-potency formulation of *Bacillus thuringiensis* to spruce budworm (Lepidóptera: Tortricidae). J. Econ. Entomol. Vol. 82: 868 - 872.

GARCIA, F. 1976. El complejo *Heliothis*, sus huéspedes y sus hábitos. In Revista Colombiana de Entomología. Bogotá, SOCOLEN, pp. 75 – 92.

GARCIA, F., GUTIERREZ, B. y PULIDO, J., 1980. Parasitismo en aumento. In Notas y noticias entomológicas. Palmira, ICA, Regional N° 5. Pp. 4-5.

GARCIA, F., 1981. También en tabaco. In Notas y noticias entomológicas. Palmira, ICA, Regional N° 5, pp. 72 – 72

GARCIA, F., 1994. Informe de Resultados: Prueba de eficacia en tabaco. Cali: Agrogen. P. 63.

GARCÍA, F. y VARÓN, U., 2003. Evaluación de la efectividad de Bacillus AGROGEN WP en el control de *Spodoptera frugiperda*, en el cultivo de maíz. Cali, AGROGEN S.A. Departamento técnico Coagro, 86 p.

GARCIA, F., 2004a. Control biológico de plagas en el cultivo de tabaco. Cali, departamento técnico AGROGEN S.A., 36 p.

GARCIA, F., 2004b. Control biológico de plagas. In Guía de insumos biológicos para el manejo integrado de plagas. Cali, Harmonia, pp. 4 - 7.

GUZMAN, J. y MUÑOZ, B. 1983. Cultivo del tabaco amarillo tipo Virginia. In: Hojas divulgativas. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Vol. 2, No 8, p. 1-2.

HALLMAN, G., 1980. Claves taxonómicas para las especies de Heliothis (Lepidóptera: Noctuidae) en Colombia. In Revista Colombiana de Entomología. Cali, 4(3): 61 – 68.

LAVERLAM. 2009. Turilav *Bacillus thuringiensis*. <http://www.laverlam.com.co/turilav.html>.

LECUONA, R., 1996. Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Argentina, Mariano Mas, pp. 61 – 70.

LITTLE. M. T. Y HILL. F.J. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México. Trillas. 270p.

LIZARRAGA, A. 1998. Nuevos aportes del control biológico en la agricultura sostenible. Perú, Sttefany, pp. 53-55.

MARTINEZ, E. y HERNANDEZ, F. 1984. Ciclo biológico del *Heliothis virescens* Fabricius (Lepidóptera, noctuidae) en condiciones de laboratorio no controladas. Revista del ministerio de educación superior de la República de Cuba. Centro agrícola. Universidad Central Las Villas, Santa Clara Cuba. 11 (2): 39 – 45.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, 2006. Estudio prospectivo de la cadena productiva del tabaco. Bogotá.

http://minagricultura.gov.co/proyecto_trancision/documentos/resumen_ejecutivo_proyecto_tabaco_v.2.pdf

NIEDMANN, L. y MEZA, L., 2006. Evaluación de Cepas Nativas de *Bacillus thuringiensis* Como una Alternativa de Manejo Integrado de la Polilla del Tomate *Tuta absoluta*.

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072006000300002&lng=es&nrm=iso

SOBERON, M. y BRAVO, A. 2003. *Bacillus thuringiensis* Y Sus Toxinas Insecticidas. Instituto De Biotecnología. Universidad Nacional Autónoma De México. Cuernavaca, México. <http://www.biblioweb.dgsca.unam.mx/libros/microbios/Cap12/>.

SOLER, P., 2001. Generalidades sobre Bioinsecticidas. Caso: *Bacillus thuringiensis*. In Nuevas alternativas biológicas para el manejo de problemas fitosanitarios en el cultivo de tabaco. San Gil, Santander, SENA, pp. 28 – 42.

TINOCO, J., 1998. Informes de Actividades del Año 1997. Compañía Colombiana de Tabaco. 32p.

TINOCO, J., 1999. Comportamiento de la variedad Tipo Flue Cured TRC 1-96, al gusano ccogollero del tabaco *Heliothis tergemina* F&R en la zona del Huila. In Tabacos Rubios de Colombia. Medellín, Compañía Colombiana de Tabaco S.A., pp. 3 – 17.

WELLS, M. 2000. Proyecto Manduca sexta, Universidad de Arizona.

<http://www.manducaproject.com/>