

EFFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS NOVEDOSOS AL 100% Y 50% DE LA DOSIS SOBRE GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) EN MAÍZ

Edgardo Cortez-Mondaca¹; Fernando A. Valenzuela-Escoboza². ¹INIFAP-Campo Experimental Valle del Fuerte. 81110. Juan José Ríos, Sinaloa. ²Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte-UAS, calle 16 y Av. Japaraqui. J. J. Ríos. cortez.edgardo@inifap.gob.mx.

Resumen

El objetivo principal del trabajo fue seleccionar insecticidas con diferente modo de acción a los convencionales, efectivos para el control de gusano cogollero en maíz, en la región norte de Sinaloa y determinar si la dosis al 50% de lo recomendado por el fabricante es efectiva para su control. Se evaluaron nueve tratamientos, siete insecticidas novedosos con diferente modo de acción a los convencionales y tradicionalmente utilizados contra gusano cogollero, un insecticida comercial como testigo y testigo absoluto sin insecticidas, en dos experimentos: 1. Evaluación de insecticidas al 50% y a2. Evaluación de insecticidas al 100% de la dosis recomendada por el fabricante; se utilizó un diseño completamente aleatorio con cuatro repeticiones por tratamiento; cada unidad experimental consistió de cuatro surcos a 80 cm de separación y de 8.0 m de largo, utilizando como parcela útil los dos surcos del centro, dejando 1 m de longitud en cada orilla. El análisis estadístico que se realizó fue ANOVA y comparación de medias con Tukey a $P \geq 0.05$ con el programa versión 8.1. (SAS, 2010); la variable medida fue porcentaje de mortalidad de larvas al segundo, sexto y vigésimo tercer día después de la aplicación de los tratamientos, revisando el cogollo de las plantas de la parcela útil de cada tratamiento, temprano por la mañana, hasta encontrar y observar larvas muertas (postradas) o vivas. El Benzoato de Emamectina (Denim® 100 g ha⁻¹), el Spinoteram (Exalt® 500 ml ha⁻¹) y el Spinosad (Spintor® 300 g ha⁻¹), fueron los insecticidas más efectivos para matar larvas de gusano cogollero a la dosis recomendada por el fabricante, con porcentajes de mortalidad hasta del 100%. Al 50% de la dosis sobresalieron los mismos insecticidas que a la dosis recomendada por el fabricante [Benzoato de Emamectina (Denim® 50 g ha⁻¹), Spinoteram (Exalt® 250 ml ha⁻¹) y Spinosad (Spintor® 150 g ha⁻¹)], además de Novaluron (Salsa® 50 g ha⁻¹) y la efectividad biológica fue semejante con ambas dosis evaluadas, pero el periodo de residualidad fue menor al 50% de la dosis. En contraparte, Los insecticidas Methoxyfenozide (Intrepid®) y Tebufenocide (Confirm®) mostraron menor porcentaje de mortalidad 48 h después de la aplicación en las dos dosis evaluadas. El insecticida

convencional Clorpirifos (Lorsban® a 1.0 L y 0.5 L, ha⁻¹) mostró una efectividad aceptable (70 y 80% de mortalidad) 48 h después de asperjado, pero para las 144 h se redujo a menos del 60%. El Benzoato de Emamectina (Denim®100 g ha⁻¹), el Novaluron (Salsa® 100 g ha⁻¹) y el Spinoteram (como Palgus® 100 ml ha⁻¹) tienen un precio competitivo comercialmente, aproximado al del testigo comercial Clorpirifos y otros tradicionalmente utilizados. Actualmente a raíz de los resultados obtenidos y de la difusión de los mismos por medios impresos y cursos de capacitación la tecnología determinada ha sido ampliamente adoptada en el norte de Sinaloa, sustituyendo los insecticidas convencionales de amplio espectro, altamente contaminantes, por los insecticidas novedosos efectivos (principalmente Benzoato de Emamectina y Spinoteram), los cuales además de ser menos contaminantes, tienen menores efectos nocivos sobre la fauna benéfica y sobre la salud humana, y por su diferentes modos de acción son efectivos contra poblaciones de gusano cogollero resistentes a insecticidas convencionales. Además los insecticidas antes indicados tienen un costo competitivo con relación a los tradicionalmente utilizados.

Palabras Clave: control químico, reguladores de crecimiento, inhibidores de la quitina, aceleradores de la muda.

EFFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS NOVEDOSOS AL 100% Y 50% DE LA DOSIS SOBRE GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) EN MAÍZ

Edgardo Cortez-Mondaca¹; Fernando A. Valenzuela-Escoboza². ¹INIFAP-Campo Experimental Valle del Fuerte. 81110. Juan José Ríos, Sinaloa. ²Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte-UAS, calle 16 y Av. Japaraqui. J. J. Ríos. cortez.edgardo@inifap.gob.mx.

Introducción

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) es la plaga insectil de mayor importancia en el cultivo de maíz, ya que generalmente se presenta en poblaciones elevadas, sobre todo en siembras tardías fuera de la época de siembra recomendada (Mendoza *et al.*, 2003). Con su daño directo al cogollo de la planta provoca pérdidas económicas por la reducción del rendimiento, pero también daña el tallo, espiga y elote (Pacheco, 1985), en ocasiones con mayor incidencia que el mismo gusano elotero *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). En Sinaloa, para el control de gusano cogollero se recurre exclusivamente a insecticidas químicos sintéticos de amplio espectro, con más de veinticinco años en el mercado (Cortez *et al.*, 2006), con lo que se provoca elevada contaminación ambiental con múltiples efectos negativos y en ocasiones sin obtener el control deseado sobre la plaga. Actualmente existen insecticidas registrados para el combate del gusano cogollero en México, con diferente modo de acción a los tradicionalmente utilizados: reguladores de crecimiento, inhibidores de la síntesis de la quitina, aceleradores de la muda, etc., que mayormente tienen que ser consumidos por el insecto para ejercer el efecto tóxico, lo que representa ventajas sobre los insecticidas convencionales, generalmente de amplio espectro y de contacto, entre otras ventajas está menor efecto nocivo contra organismos no blanco de control (Cloyd, 2007; Dripps *et al.*, 2008; García y Tarango, 2009) y una menor presión de selección de resistencia del insecto, pues prácticamente no se han utilizado contra *S. frugiperda* en la región. El objetivo principal del trabajo fue seleccionar insecticidas con diferente modo de acción a los convencionales, efectivos para el control de gusano cogollero en maíz, en la región norte de Sinaloa y determinar si la dosis al 50% de lo recomendado por el fabricante es efectiva para su control.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en las instalaciones del INIFAP-Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF) 25° 45' 49" N y 108° 48' 48" O, en Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa, en el periodo de siembra otoño-invierno 2009-2010. Se establecieron dos parcelas experimentales de maíz, la fecha de siembra fue el 29 de diciembre del 2009, con una densidad de ocho a nueve plantas por metro, lo que corresponde a 100,000 a 112,500 por hectárea. En general el manejo agronómico que se le dio al cultivo fue con base al recomendado por la guía técnica del CEVAF (2003).

Experimento 1. Prueba de efectividad biológica de insecticidas con diferente modo de acción sobre gusano cogollero a la dosis recomendada por el fabricante: 1. Benzoato de Emamectina (Denim[®]) 100 g ha⁻¹, el cual se aplicó 1.24 ml por unidad experimental (PUE); 2. Novalurón (Salsa[®]) 100 g ha⁻¹, se aplicó 1.024 ml (PUE); 3. Methoxyfenozide (Intrepid[®]) 150 ml ha⁻¹, se aplicó 1.5 ml (PUE); 4. Tebufenocide (Confirm[®]) 250 g ha⁻¹, se aplicó 2.56 ml (PUE); 5. Spinoteram (Exalt[®]) 500 ml ha⁻¹, se aplicó 5.120 ml (PUE); 6. Spinosad (Spintor[®]) 300 g ha⁻¹, se aplicó 3.072 ml (PUE); 7. Clorpirifos (Lorsban[®]) 1.0 L ha⁻¹, se aplicó 10.24 ml (PUE); 8. Spinosad (Spintor[®]) 120 g ha⁻¹, más un Coadyuvante a Base de Ester Etoxilado Alkil Aril Fosfato (Penetrator Plus[®]) 1.0 L ha⁻¹ se aplicó 2 ml + 3 ml (PUE); 9. Testigo absoluto sin aplicación de insecticida. La fecha de aplicación fue el 13 de febrero de 2010, cuando el cultivo se encontraba en etapa vegetativa (5 hojas verdaderas) de aproximadamente 40 cm de altura; la aspersión de los insecticidas se realizó con bombas manuales de mochila, temprano por la mañana; se calibraron las boquillas aptas para el rociado completo de la planta, lavándolas antes con agua y jabón. La infestación de gusano cogollero previa a la aplicación de los tratamientos era de 10.14 larvas en cada 8 metros, es decir 15.8% de plantas con daño presente y el estado larvario del gusano cogollero predominante fue de segundo y tercer instar.

Experimento 2. Prueba de efectividad biológica de insecticidas con diferente modo de acción sobre gusano cogollero al 50% de la dosis recomendada por el fabricante, la única diferencia respecto al experimento 1, fue que la dosis se probaron al 50% de la que recomienda el fabricante.

Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental consistió de cuatro surcos a 80 cm de separación y de 8.0 m de largo,

utilizando como parcela útil los dos surcos del centro, dejando 1 m de longitud en cada orilla. Las dimensiones de cada unidad experimental fueron de 25.6 m², sin incluir calles de separación entre repeticiones. El análisis estadístico que se realizó fue ANOVA y comparación de medias con Tukey a $P \geq 0.05$ con el programa versión 8.1. (SAS, 2010). La variable medida fue: porcentaje de mortalidad de larvas al segundo, sexto y vigésimo tercer día después de la aplicación de los tratamientos, revisando el cogollo de las plantas de la parcela útil de cada tratamiento, temprano por la mañana, hasta encontrar y observar larvas muertas (postradas) o vivas.

Resultados y Discusión

En el primer muestreo (M-1 = 48 h) el tratamiento con mayor mortalidad sobre gusano cogollero, utilizando la dosis recomendada por el fabricante, fue Exalt, que resultó significativamente diferente a Salsa, Intrepid y Confirm ($p < 0.0001$), pero no mostró diferencia significativa con Denim, Spintor, Lorsban y Spintor+Penetrator; el tratamiento Confirm mostró el porcentaje de mortalidad más reducido (Cuadro 1). Para el muestreo dos (M-2 = 144 h) seis días después de la aplicación de los tratamientos, el insecticida con mayor efectividad biológica sobre gusano cogollero fue Denim seguido por Exalt, con el 100% y 99% de mortalidad, mostrando diferencia significativa con Intrepid, Lorsban y Spintor+Penetrator ($p < 0.0001$), pero sin diferenciarse significativamente de Salsa, Confirm y Spintor; el tratamiento Spintor+Penetrator fue el que mostró menor mortalidad de la plaga, sin ser estadísticamente distinto a Intrepid y Lorsban (Cuadro 6 y Figura 3). La mortalidad originada por los tratamientos sobresalientes, en el primer grupo de medias estadísticas, fue superior al 70%. Para el muestro tres (M-3 = 552 h) después de 23 días de aplicarse los insecticidas, el tratamiento que mostró mayor efecto sobre gusano cogollero fue Spintor, con diferencia significativa respecto a Denim, Intrepid, Exalt y Spintor+Penetrator ($p < 0.0001$), pero no fue estadísticamente distinto a Salsa, Confirm y Lorsban; el tratamiento Exalt fue el que tuvo menor mortalidad de dicha plaga (Cuadro 1). El mayor porcentaje de mortalidad después de 23 días de aplicarse los insecticidas, registrado con Spintor, fue de 60.

Considerando el porcentaje puntual de mortalidad el Exalt y el Denim fueron los tratamientos más sobresalientes para matar larvas de gusano cogollero, con la dosis recomendada por el fabricante, en contraste el Intrepid fue el de menor efectividad.

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad de *S. frugiperda* en maíz asperjado con insecticidas a la dosis recomendada por el fabricante. INIFAP-CEVAF, 2010.

Tratamientos	M-1	M-2	M-3
Denim	82.58a ^z b	100a	12.50 bc
Salsa	59.26 bc	78.01ab	36.88abc
Intrepid	50.54 c	34.85 c	11.49 bc
Confirm	17.72 d	72.07ab	49.57ab
Exalt	88.84a	99.00a	0.00 c
Spintor	70.89abc	85.66ab	60.00a
Lorsban	70.76abc	54.65 b c	34.29abc
Spintor+Penetrator	79.99ab	30.64 cd	8.33 bc
Testigo	0.00d	0.00 d	0.00 c
DMS	28.86	32.4	44.6

DMS: Diferencia Mínima Significativa. ^z Valores con la misma letra son iguales estadísticamente.

*Significativo con una $P \leq 0.05$.

En el muestreo uno, el tratamiento con mayor mortalidad de gusano cogollero con dosis al 50% de la recomendada por el fabricante fue Exalt, pero no fue estadísticamente distinto a Salsa, Denim, Spintor y Lorsban. El Exalt y el Salsa mostraron diferencia significativa respecto al Intrepid, Confirm, Spintor+Penetrator y el testigo absoluto ($p < 0.0001$), así mismo, Denim, Spintor y Lorsban fueron diferentes significativamente de Intrepid, Confirm y el testigo absoluto ($p < 0.0001$); el tratamiento Confirm mostró el menor efecto sobre el insecto plaga, pero sin ser estadísticamente distinto a Intrepid (Cuadro 2). En el muestreo dos el tratamiento con mayor efectividad biológica para controlar a *S. frugiperda* fue Spintor, sin diferenciarse significativamente de Denim, Salsa, Confirm y Exalt. El Spintor mostró diferencia significativa respecto a Intrepid, Lorsban, Spintor+Penetrator y el testigo sin insecticida ($p < 0.0001$); del mismo modo Denim, Salsa, Confirm y Exalt mostraron diferencia significativa sobre Lorsban, Spintor+Penetrator y el testigo absoluto; entre los tratamientos insecticidas el Spintor+Penetrator tuvo el menor efecto de mortalidad de la plaga ($p < 0.0001$) sólo provocó mayor mortalidad que el testigo absoluto ($p < 0.0001$) (Cuadro 2). En el tercer muestreo el insecticida más efectivo para matar larvas de gusano cogollero fue de nuevo el Spintor, pero sólo fue diferente significativamente al Exalt y al testigo sin insecticida ($p < 0.1343$) (Cuadro 2); cabe señalar que todos los tratamientos insecticidas presentaron mortalidad reducida, menor al 40%.

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de *S. frugiperda* en maíz asperjado con insecticidas al 50% de la dosis recomendada por el fabricante. INIFAP-CEVAF, 2010.

Tratamientos	M-1	M-2	M-3
Denim	94.32a ² b	90.25ab	24.19ab
Salsa	96.25a	86.86ab	12.69ab
Intrepid	37.09 c	70.88 bc	13.34ab
Confirm	19.40 cd	82.24ab	25.30ab
Exalt	97.39a	88.05ab	2.78 b
Spintor	88.13ab	100.00a	39.13a
Lorsban	80.72ab	57.15 c	15.56ab
Spintor+Penetrator	73.13 b	31.03 d	17.58ab
Testigo	0.00 d	0.00 e	0.00 b
DMS	23.54	22.04	37.83

DMS: Diferencia Mínima Significativa. ²Valores con la misma letra son iguales estadísticamente.

*Significativo con una $P \leq 0.05$.

Tomando en cuenta el porcentaje puntual de mortalidad, el Exalt, el Denim, el Salsa y el Spintor fueron los tratamientos más sobresalientes para matar larvas de gusano cogollero con la dosis reducida (50%) (Cuadro 2), Fitzpatrick *et al.* (1996), Terán-Vargas *et al.* (1997); Gore *et al.* (1999) Torrey *et al.* (1999), obtuvieron resultados en los que Spinosad y Benzoato de Emamectina proporcionan un excelente control de larvas de gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), en contraste, el Spintor+Penetrator y el Lorsban mostraron menor efectividad. A diferencia de la evaluación de los insecticidas a la dosis sugerida por el fabricante el Salsa mostró elevada mortalidad de gusano cogollero en el primer y segundo muestreo, así como el Intrepid en el segundo muestreo (48 h) (Cuadro 2).

Igual que en la primera prueba, el efecto residual de los tratamientos más sobresalientes por causar muerte de gusano cogollero no se registró hasta el tercer muestreo, pero probablemente se haya mantenido por varios días más después del segundo muestreo, como en el caso del Exalt, el Denim, el Salsa y el Spintor, y otros como el Confirm y el Intrepid quizá la incrementaron; en ambas evaluaciones, el Exalt mostró la menor mortalidad del insecto a los 23 días después de aplicados los tratamientos (Cuadros 1 y 2); los datos obtenidos con Lorsban y Spintor+Penetrator, en los dos primeros muestreos, no sugieren que hayan incrementado su efectividad; el testigo convencional (Lorsban) decreció su mortalidad notablemente entre el primer muestreo a las 48 h y el segundo a las 144 h; en todos los

muestreos el testigo absoluto no registró muerte de larvas de gusano cogollero, reflejando cero mortalidad natural; el porcentaje de mortalidad de larvas, en la mayoría de los tratamientos, no declino notablemente a la dosis del 50% de la dosis recomendada por el fabricante (Cuadros 1 y 2).

Al realizar un análisis económico del costo que representa utilizar los insecticidas evaluados, el costo/ha de Denim y de Salsa es prácticamente igual al del insecticida convencional (\$170.00 *Vs* \$165.00), pero ambos insecticidas mostraron mayor efectividad biológica que el insecticida testigo comercial. De acuerdo a lo anterior, a la dosis recomendada por el fabricante es mejor emplear los insecticidas novedosos tanto por mayor efectividad como por menor efecto sobre fauna benéfica. A la dosis al 50% de la recomendada por el fabricante, el costo del tratamiento con Denim y Salsa se reduce a \$85.00. El Spintor y el Exalt con porcentajes elevados de efectividad biológica, tienen un costo/ha mayor que el insecticida convencional (\$464.40 y \$772.50 *Vs* \$165.00) y que los otros dos mencionados, aunque por lo general mostraron mayor efectividad que el insecticida testigo comercial. El resto de los tratamientos de insecticidas novedosos, aunque tienen la ventaja de un menor efecto detrimental sobre enemigos naturales de gusano cogollero que el insecticida convencional, tienen también un costo/ha mayor (Intrepid \$234.90 y Confirm \$286.25 *Vs* \$165.00) y mostraron una efectividad biológica sobre la plaga igual o menor.

Conclusiones

1. El Benzoato de Emamectina (Denim®100 g ha⁻¹), el Spinoteram (Exalt® 500 ml ha⁻¹) y el Spinosad (Spintor® 300 g ha⁻¹), fueron los insecticidas más efectivos para matar larvas de gusano cogollero a la dosis recomendada por el fabricante, con porcentajes de mortalidad hasta del 100%.
2. Al 50% de la dosis sobresalieron los mismos insecticidas que a la dosis recomendada por el fabricante [Benzoato de Emamectina (Denim® 50 g ha⁻¹), Spinoteram (Exalt® 250 ml ha⁻¹) y Spinosad (Spintor® 150 g ha⁻¹), además de Novaluron (Salsa® 50 g ha⁻¹).

3. La efectividad biológica de los insecticidas sobre gusano cogollero fue semejante con la dosis recomendada por el fabricante y al 50%, pero el periodo de residualidad fue menor con la dosis al 50%.
4. Los insecticidas Methoxyfenozide (Intrepid[®]) y Tebufenocide (Confirm[®]) mostraron menor porcentaje de mortalidad 48 h después de la aplicación en las dos dosis evaluadas, pero el Methoxyfenozide lo incremento por arriba del 80% 144 h después de aplicado.
5. El insecticida convencional Clorpirifos (Lorsban[®] a 1.0 L y 0.5 L, ha⁻¹) mostró una efectividad aceptable (70 y 80% de mortalidad) 48 h después de asperjado, pero para las 144 h se redujo a menos del 60%.
6. El Benzoato de Emamectina (Denim[®] 100 g ha⁻¹), el Novaluron (Salsa[®] 100 g ha⁻¹) y el Spinoteram (como Palgus[®] 100 ml ha⁻¹) tienen un precio competitivo comercialmente, aproximado al del testigo comercial Clorpirifos y otros tradicionalmente utilizados.

Literatura Citada

- CEVAF. 2003. Guía Para la Asistencia Técnica Agrícola para el Área de Influencia del Campo Experimental Valle del Fuerte. INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle del Fuerte. Agenda Técnica, 6ª ed. Juan José Ríos, Sinaloa, México. 208 p.
- Cloyd R. 2007. Compatibility Conflict: The use of Pesticides with Biological Control Agents. 2007AERGC Annual Meeting. July 31, 2007. University of Connecticut. Storrs, CT. 13 pp.
- Cortez, M. E y Macías, C. J. 2006. Recomendaciones para el manejo de las plagas insectiles del Maíz en Sinaloa. INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Valle del Fuerte. Folleto Técnico No. 26. Los Mochis, Sinaloa, México. 30 p.
- Dripps, J., J. B. Olson, T. Sparsks and G. Crouse. 2008. Spinetoram: artificial intelligence combined natural fermentation with synthetic chemistry to produce a new spinosyn insecticide. *In: www.planthealthprogress.com*. Marzo de 2011.
- Fitzpatrick, B. J., R. N. Mascarenhas, M. I. Boyd, D. J. Boethel, E. Burris, and D. Cook. 1996. Soybean looper and beet armyworm control on soybean in Louisiana, 1995. *Arthropod Management Test* 21:289-291.
- García, N. G., y S. H. Tarango, R. 2009. Manejo biorracional del gusano cogollero en maíz. INIFAP. Folleto técnico No. 30. Delicias, Chihuahua, México. 34 p.
- Gore, J., J. H. Fife, and B. R. Leonard. 1999. Toxicity of selected insecticides to beet armyworms and soybean loopers in cotton, 1998. *Arthropod Management Tests* 24: F58, <http://www.entsoc.org/Protected/AMT/amt1999/F58.html>. Marzo de 2011.
- Mendoza, R.J.L., J. Macias, C., y E. Cortez, M. 2003. Tecnología para mejorar la productividad del maíz en el norte de Sinaloa y su impacto económico. Folleto técnico No. 21. INIFAP-CIRNO-CEVAF. Los Mochis, Sinaloa, México. 37 p.
- Pacheco, M.F. 1985. Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. SARH-INIFAP-CIANO-CAEVY. Libro Técnico No. 1. Cd. Obregón, Sonora, México. 414 p.
- SAS Institute. 2010. SAS systems for information delivery for Windows. Release 9.2. Cary, North Caroline. USA.
- Teran-Vargas, A. P, E. Garza-Urbina, C. A. Blanco-Montero, G. Pérez-Carmona, and J. M. Pellegaud-Rábago. 1997. Efficacy of new insecticides to control beet armyworm in

northeastern Mexico, pp. 1030-1031 In Proceeding 1997 Beltwide Cotton Conf., National Cotton Council, Memphis, TN.

Torrey K. D., Leonard B.R., and Gore J, (1999) Control of soybean looper and beet armyworm, 1998. In 'Arthropod Management Tests 24. Entomol Soc. Amer. pp. 293-4. Marzo de 2011.