



Evaluación de diferentes momentos de aplicación de insecticida Metomil 90% para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz

Evaluation of different times application of Methomyl 90% insecticide for the control of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in the maize crop

Mayra Vélez^{1*}, Carlos Betancourt¹, Jorge Mendoza²

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agronomía, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus Ing. Manuel Haz Álvarez, km 1.5 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas. CP. EC120501. Quevedo, Ecuador. carlos.betancourt2013@uteq.edu.ec

²Centro de Investigación de la Caña de azúcar del Ecuador, CINCAE, Estación Experimental: Km. 49.6 Vía Durán - El Triunfo. CP. Elizalde 114 y Malecón. Casilla Letra "S" Guayaquil - Ecuador. cincae@cincae.org, jmendoza@cincae.org

*Correspondencia: mvelez@uteq.edu.ec

Rec.: 19.07.2021 Acept.: 14.11.2021

Publicado el 30 de diciembre de 2021

Resumen

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es una de las plagas más perjudiciales del cultivo de maíz, su control está basado en aplicaciones de insecticidas altamente peligrosos. El uso del umbral económico (UE) indica el momento en donde debe iniciarse las acciones de control para evitar que las plagas alcancen niveles de daño económico, su aplicación generalmente resulta en la reducción del número de aplicaciones de pesticidas. En el Ecuador no se considera el uso de UE para el control del gusano cogollero lo que ocasiona una serie de perjuicios en los agroecosistemas. En esta investigación se evaluaron diferentes momentos de aplicación del insecticida Metomil 90% para el control del gusano cogollero, además se verificó el comportamiento de variables de crecimiento y producción de plantas de maíz. La aplicación del insecticida Metomil 90% no influyó en las variables de altura de planta, número de mazorcas, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, sin embargo, fue posible reconocer su influencia en la incidencia del gusano cogollero, severidad de daño y rendimientos de maíz. El T1 (aplicación de insecticida 15 días después de la siembra) y el T2 (aplicación de insecticida basado en el UE del 25% de plantas con daño) obtuvieron el menor porcentaje severidad de daño, también presentaron los más altos rendimientos de maíz, 5754.11 kg/ha y 6609.51 kg/ha respectivamente. Los resultados obtenidos demuestran que el uso del UE del 25% no comprometió el rendimiento del cultivo de maíz, además, permitió la reducción de aplicaciones innecesarias de insecticidas.

Palabras clave: Incidencia, severidad, monitoreo, rendimientos, umbral económico.

Abstract

The fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) is one of the most destructive pests for the maize crop, its control is based on highly dangerous insecticide applications. The use of Economic thresholds (ET's) indicates the moment when control actions should be initiated to prevent pests from reaching levels of economic damage, their application generally results in the reduction of the number of pesticide applications. In Ecuador, the use of ET's for the control of the fall armyworm is not considered, which causes a series of damages in the agroecosystems. In this research, different application times of the Methomyl 90% insecticide for the control of the fall armyworm were evaluated, and the behavior of growth and production variables of corn plants was also verified. The application of the Methomyl 90% insecticide did not influence the variables of plant height, number of ear rots, ear rot diameter, ear rot length, number of rows per ear rots. However, it was possible to recognize its influence on the incidence of the fall armyworm, damage severity, and corn yields. T1 (application of insecticide 15 days after planting) and T2 (application of insecticide based on the ET of 25% of plants with damage) obtained the lowest percentage severity of the damage, also had the highest corn yields, 5754.11 kg/ha and 6609.51 kg/ha respectively. The results obtained show that the use of the ET of 25% did not compromise the yield of the corn crop, also, it allowed the reduction of unnecessary applications of insecticides.

Keywords: Incidence, severity, monitoring, yields, economic threshold.

Introducción

En el Ecuador, el cultivo de maíz duro seco es uno de los principales productos agrícolas transitorios cultivados, especialmente en la Región Costa. La provincia de los Ríos es considerada la zona con mayor producción de maíz a nivel nacional aportando el 39.42 % de la producción total del grano (ESPAC, 2017), sin embargo, esta producción de maíz puede ser afectada debido a varios factores entre los que se destacan: factores climáticos y condiciones de suelo (ej. stress hídrico, suelos salinos), factores de manejo (ej. densidad de siembra, competencia de malezas) y factores bióticos (ej. insectos-plagas y enfermedades) (Layne-Garsaball *et al.*, 2008; Baudron, *et al.*, 2019).

Las plagas son uno de los principales factores que ocasionan la reducción de la productividad en los cultivos (Oerke, 2006). El maíz al igual que otros cultivos no está exento de ser atacado por plagas (Páliz y Mendoza, 1985). En lo que respecta al maíz, este cultivo es atacado por una gran cantidad de plagas afectándolo desde la siembra, cosecha e inclusive durante el almacenamiento. A pesar de las numerosas medidas de control existentes, el 9.6% de la producción de maíz mundial se reduce por el ataque de insectos herbívoros, babosas y roedores (Oerke, 2006; Lange *et al.*, 2014).

Las principales plagas del cultivo de maíz en Ecuador incluyen varios insectos, como: el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae); barrenador del tallo, *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae); gusano elotero, *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae); falso medidor, *Mocis latipes* (Lepidoptera: Noctuidae); gusano cortador, *Agrotis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae); cigarritas, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae); pulgones, *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae); entre otros (Páliz y Mendoza, 1985; Vásquez y Mora, 2007; Quito-Ávila *et al.*, 2016).

El gusano cogollero, *S. frugiperda*, es la plaga más perjudicial para el maíz en Ecuador (Páliz y Mendoza, 1985), así como también para otros países de la región Neotropical (Evans y Stansly, 1990; Machado *et al.*, 2008). Este insecto ataca el cultivo de maíz en niveles de densidad variables, pero siempre coloca en riesgo su productividad (Casmuz *et al.*, 2010). Las larvas más jóvenes consumen el tejido de la hoja de un lado, dejando la epidermis opuesta intacta. Después del segundo o tercer instar las larvas hacen orificios en las hojas y se alimentan en seguida del cogollo de la planta de maíz (región en donde se originan las hojas), produciendo una hilera de perforaciones en las hojas, destruyendo el cogollo de la planta e inclusive causando perforaciones en las espigas (Valicente y Cruz, 1991;

Cruz, 1997; Valicente y Tuelher, 2009).

La reducción de los rendimientos de granos de maíz a causa de los daños producidos por el gusano cogollero es variable, pero puede alcanzar el 73% en situaciones de ataque intenso (Hruska y Gould, 1997; Valicente y Tuelher, 2009). Para el control y manejo de *S. frugiperda* existen varios métodos (cultural, biológico, mecánico, genético) (Casmuz *et al.*, 2010; Valicente, 2015); sin embargo, el principal método de control de este insecto es a través del uso de insecticidas químicos (Gallo *et al.*, 2002).

Durante las últimas décadas se ha utilizado insecticidas de los grupos fosforados, carbamatos y piretroides para el control del gusano cogollero (Badji, *et al.*, 2004; Tomquelski y Martins, 2007). Las aplicaciones de estos productos químicos en el cultivo de maíz generan un serio riesgo para la salud y el medio ambiente (Páez y Martínez, 2015). A pesar de los problemas que representan la aplicación de pesticidas la mayoría de los productores agrícolas continúan usándolos. Por estos motivos son necesarios mayores esfuerzos para la búsqueda de alternativas que al menos consideren la reducción de la frecuencia y momentos de aplicaciones de estos productos en los agroecosistemas.

Dentro del contexto del Manejo Integrado de Plagas (MIP) se torna indispensable el establecimiento del nivel de daño económico (NDE) y umbral económico o de decisión (UE). El NDE es la densidad poblacional del insecto que ocasiona daño al cultivo igual al costo de las medidas de control y el UE es la densidad operacional de la plaga, el momento en donde debe iniciarse las acciones de control para evitar que se alcance el NDE (Jeffrey, 1995; Fernández, 2002). Para la estimación del umbral económico de daño es necesario considerar la producción potencial esperada, la cual depende de meteorología, el sistema de cultivo, la variedad, las características de la parcela, la fecha de siembra, plaga, etc. (Bielza y Lacasa, 1998).

Se han propuesto varios umbrales económicos para *S. frugiperda* que varían entre 5 y 50 % de plantas infestadas (King y Saunders, 1984; Arias *et al.*, 1996; Fernández, 2002). La aplicación de umbrales económicos en los cultivos a través de los monitoreos frecuentes permiten reducir el uso irracional de los plaguicidas en los cultivos, mantener el balance ecológico y biodiversidad de los ecosistemas, disminuir los residuos tóxicos en los productos alimenticios, minimizar los efectos sobre la fauna benéfica y evitar el desarrollo del fenómeno de resistencia de las plagas a los plaguicidas (Badii *et al.*, 2007). Ecuador carece de estudios sobre las implicaciones del uso de umbrales económicos en el cultivo de maíz, por este motivo la presente investigación tiene como objetivo

evaluar el comportamiento del híbrido de maíz Somma (Syngenta), sometido a diferentes momentos de aplicación de insecticida (Metomil 90%), utilizando un umbral económico para el control de *S. frugiperda* del 25% de plantas con daño.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Finca experimental “La María” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo; localizada en el km 7 de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de los Ríos, en las coordenadas geográficas: 79° 27' longitud oeste de y 01° 06' latitud sur, a 73 msnm. El clima presenta las siguientes características: temperatura promedio anual de 24.70°C, precipitación promedio anual de 1640.90 mm, humedad relativa promedio de 84.54% y 919 horas luz al año. El estudio fue realizado en la época seca del año 2018 (julio a noviembre).

Manejo agronómico del experimento

El presente estudio se desarrolló en una superficie de 585.6 m² con 24 parcelas experimentales de 16 m². El manejo agronómico utilizado en la investigación se detalla a continuación: Siembra: Se utilizó el híbrido de maíz Somma (Syngenta-Ecuador) por su adaptación a las condiciones de la costa maicera del país. La densidad poblacional del cultivo fue 62.500 plantas por hectárea, con distancias entre hileras de 0.8 m y plantas de 0.2 m. Control de malezas: se empleó controles manuales. Fertilización: aplicaciones de abono completo (12-24-12) en dosis de 250 kg/ha, 8 días posteriores a la siembra; urea en dosis de 100 kg/ha, en mezcla con muriato de potasio en dosis de 50 kg/ha, a los 21 días posteriores a la siembra; y, aplicación de urea a los 35 días después de la siembra, en dosis de 150 kg/ha. Control de enfermedades: aplicación de fungicida Regnum (Pyraclostrobin) 0.4 L/ha más Toledo (Tebuconazole) 0.7 L/ha, 35 días después de la siembra. Control del gusano cogollero (*S. frugiperda*): aplicación del insecticida Pollux (Metomil 90%, Agrofarm-Milagro-Ecuador), en dosis de 200 g/ha, respetando los intervalos de aplicación del insecticida con respecto a los días que corresponde a cada tratamiento. Se mantuvo el mismo manejo del cultivo para todas las parcelas con excepción de las parcelas con tratamiento control en donde no se realizaron controles químicos para el gusano cogollero.

Descripción de los tratamientos

Tratamiento 1 (T1) aplicación de insecticida (Metomil 90%) 15 días después de la siembra; Tratamiento 2 (T2) aplicación de insecticida (Metomil 90%) previo al monitoreo de *S. frugiperda*, una vez que

alcance el 25% de plantas con daño (Umbral económico del 25%) (27 días después de la siembra). Tratamiento 3 (T3) aplicación de insecticida (Metomil 90%) 8 días después de la aplicación del T2, Tratamiento 4 (T4) aplicación de insecticida (Metomil 90%) 15 días después de la aplicación del T3, Tratamiento 5 (T5) aplicación de insecticida (Metomil 90%) 21 días después de la aplicación del T4, Tratamiento 6 (T6) sin aplicación de insecticida durante el periodo de estudio (tratamiento control). Para los tratamientos uno a cinco se realizó una sola aplicación del insecticida durante el estudio.

VARIABLES REGISTRADAS

Fueron registradas las siguientes variables durante el desarrollo vegetativo y de producción de maíz: altura de planta (cm), incidencia del gusano cogollero (%), severidad de daño de gusano cogollero (%), número de mazorcas, diámetro de mazorca (cm), longitud de mazorca (cm), número de hileras por mazorca y rendimientos de maíz (kg/ha). La altura de planta de cada tratamiento se midió en 20 plantas al azar de cada parcela utilizando una cinta graduada en centímetros desde el nivel del suelo hasta la base de la última hoja a los 15, 30, 45, 60 y 145 días posteriores a la siembra. Para verificar la incidencia del gusano cogollero (*S. frugiperda*) se contabilizó las plantas de cada tratamiento atacadas por el insecto, se determinó el porcentaje de incidencia utilizando la siguiente fórmula: % Incidencia = [Número de plantas atacadas/tratamiento]/[Número de plantas total/tratamiento] * 100. La severidad de daños del insecto se evaluó utilizando la escala visual de Davis y Williams (1992), posteriormente los datos obtenidos fueron transformados a porcentaje utilizando la fórmula de Townsend y Heuberger (1943). $P = \frac{\sum(n \cdot v)}{CM \cdot N} \cdot 100$. Donde: P= media ponderada de severidad; n= número de plantas por cada clase en la escala; v= valor numérico de cada clase; CM= categoría mayor; N= número total de plantas en la muestra. Finalmente se cosechó y contabilizó el número total de mazorcas de maíz en cada tratamiento y se evaluó la longitud de 20 mazorcas por tratamiento escogidas aleatoriamente utilizando una cinta métrica en cm. Para determinar el diámetro de la mazorca se consideró las mismas mazorcas usadas en la variable anterior y se midió el tercio medio de cada mazorca utilizando un calibrador graduado en cm. El número de hileras fueron contabilizadas en las mismas mazorcas escogidas aleatoriamente para cada tratamiento. El rendimiento se determinó en función de cosecha del área útil de cada parcela experimental empleando la fórmula: $P_u = \frac{P_a (100 - h_a)}{[(100 - h_d)]}$. Donde: P_u = peso uniformizado; P_a = peso actual; h_a = humedad actual; h_d = humedad deseada. El peso se ajustó al 16%

de humedad y los datos obtenidos fueron transformados a kg/ha.

Diseño experimental y análisis estadístico

Para la investigación se empleó un diseño de bloques completamente aleatorizados con 4 bloques y seis tratamientos. Las variables de altura de planta (cm), número de mazorcas, diámetro de mazorca (cm), longitud de mazorca (cm), número de hileras por mazorca, rendimientos de maíz (kg/ha), incidencia de *S. frugiperda* (%) y severidad de *S. frugiperda* (%) fueron sujetos a análisis de varianza (ANOVA) y sus medias comparadas con el test de Tukey HSD ($P < 0.05$) cuando necesario. Los supuestos de normalidad y homocedasticidad fueron verificados para cada variable usando los tests de Bartlett's y Shapiro-Wilk's respectivamente usando los programas "R" (R Core Team, 2015) e InfoStat (Di Rienso *et al.*, 2008). No fue necesaria la transformación de datos.

Resultados y discusión

Los insecticidas, además de ser utilizados en el control de insectos plaga, también pueden inducir efectos directos e indirectos en el crecimiento y producción de los cultivos (Manju *et al.*, 2016), así por ejemplo, el uso de insecticidas como el thiamethoxam, indoxacarb, lambda-cyhalothrin e inclusive insecticidas de origen natural como el nim (*Azadirachta indica*) influyen positivamente en el crecimiento y rendimiento de cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum*), okra (*Abelmoscus esculentus*), maíz (*Zea mays*) y soya (*Glycine max*) (Kumawat y Kumar, 2007; Gutiérrez-García *et al.*, 2010; Preetha y Stanley, 2012).

Se desconoce el efecto de insecticidas del grupo de los carbamatos (ej. Metomil 90%) en las variables de altura y producción de las plantas de maíz y aunque se requieren investigaciones adicionales, de acuerdo a los resultados obtenidos, la utilización del insecticida Metomil 90% usado para el control del gusano cogollero (*S. frugiperda*) no influyó en las variables de altura de planta evaluada a los 15 días (14.03 ± 1.43 cm [$F_{5,15} = 1.33$; $P = 0.305$]), 30 días (24.31 ± 2.02 cm [$F_{5,15} = 1.47$; $P = 0.258$]), 45 días (39.39 ± 5.11 cm [$F_{5,15} = 0.63$; $P = 0.612$]), 60 días (81.24 ± 6.70 cm [$F_{5,15} = 2.00$; $P = 0.138$]) y 145 días después de la siembra (176.00 ± 4.87 cm [$F_{5,15} = 0.68$; $P = 0.646$]), tampoco se encontraron diferencias en las variables: número de mazorcas, (82.04 ± 10.03 [$F_{5,15} = 0.39$; $P = 0.848$]), diámetro de mazorca, (5.5 ± 1.7 cm [$F_{5,15} = 0.65$; $P = 0.664$]), longitud de mazorca, (13.8 ± 0.9 cm [$F_{5,15} = 2.39$; $P = 0.055$]) y número de hileras por mazorca de maíz (16.64 ± 0.38 [$F_{5,15} = 0.36$; $P = 0.867$]).

Los resultados obtenidos posiblemente se deben

a que el insecticida metomil (*N-(metilcarbamoiloxi) tioacetimidato de S-metilo) no presenta en su constitución fuentes químicas adicionales que induzcan el crecimiento y producción de los cultivos; además, el desarrollo de la planta no depende únicamente de la acción de control químico del gusano cogollero sino de varios otros factores, entre los que se destacan: buena nutrición, genética de la planta, condiciones climáticas, etc. (Naresh y Singh, 2001; Aguilar *et al.*, 2015).

En lo que respecta a la incidencia de *S. frugiperda* y severidad de los daños, se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Incidencia: 24.40 ± 8.44 % [$F_{5,15} = 4.60$; $P = 0.009$]) (Figura 1), (Severidad: 11.33 ± 5.49 % [$F_{5,15} = 3.57$; $P = 0.02$]) (Figura 2). El porcentaje de incidencia del gusano cogollero, fue menor en el tratamiento uno (T1) (Aplicación de insecticida Metomil 90% 15 días después de la siembra), mientras que, en la variable de severidad de daño, el tratamiento uno (T1) y dos (T2) obtuvieron el menor porcentaje de severidad de daños de *S. frugiperda*.

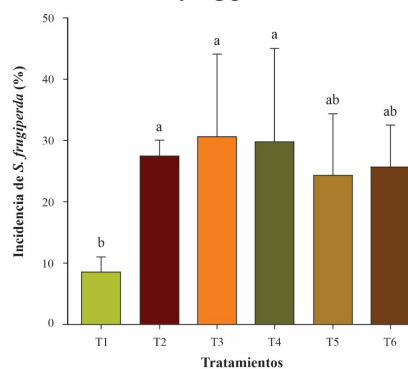


Figura 1. Porcentaje de incidencia de *S. frugiperda* registrado en los tratamientos sometidos a diferentes intervalos de aplicación del insecticida Metomil 90%. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey, $P < 0.05$).

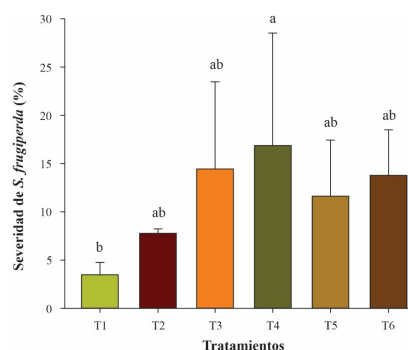


Figura 2. Porcentaje de severidad de *S. frugiperda* registrados en los tratamientos sometidos a diferentes intervalos de aplicación del insecticida Metomil 90%. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey, $P < 0.05$).

En la presente investigación, al realizar la aplicación del insecticida 15 días después de la siembra (T1) y después de alcanzar el umbral económico de *S. frugiperda* (25% de plantas con daño) (T2), se observó un menor porcentaje de incidencia del gusano cogollero, así como de la severidad de los daños, posiblemente debido a la aplicación del insecticida realizada en la primera etapa de crecimiento de la planta. Los ataques más severos de *S. frugiperda* se presentan durante la fase vegetativa inicial del desarrollo de las plantas, las larvas prefieren hojas y brotes tiernos, especialmente de los cogollos (Sosa, 2002; Capataz *et al.*, 2007), al realizar el control de la plaga tempranamente se evitó que larvas migraran al cogollo de la planta para ocultarse y continúen el daño.

En lo que respecta a la variable de rendimiento de maíz se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos ($[F_{5,15} = 4.59; P = 0.009]$) (Figura 3). El tratamiento dos (T2) en el que se usó el umbral de daño económico del 25% (UE) obtuvo el más alto rendimiento de maíz, con 6609.51 kg/ha, mientras que, el tratamiento cuatro (T4) y el tratamiento control (T6) presentaron los más bajos rendimientos, con 5146.32 kg/ha y 4983.64 kg/ha respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos uno (T1), tres (T3) y cinco (T5), los cuales obtuvieron rendimientos de 5754.11 kg/ha; 5602.67 kg/ha y 5592.87 kg/ha, respectivamente.

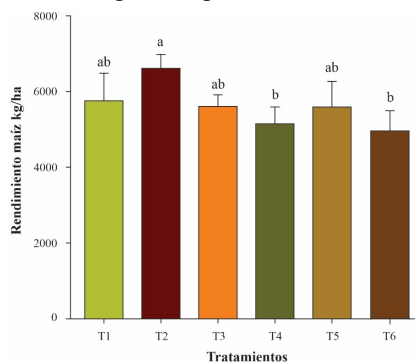


Figura 3. Rendimiento de maíz (kg/ha) correspondiente a los tratamientos sometidos a diferentes intervalos de aplicación del insecticida Metomil 90% para el control de *S. frugiperda*. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey, $P < 0.05$).

El rendimiento del cultivo de maíz depende de varios factores: irrigación, genética, nutrición, condiciones climáticas, número de granos por unidad de superficie, peso individual de grano obtenidos a la cosecha, presencia de plagas, etc. (Bosque-Perez y Buddenhagen, 1999; Cruz *et al.*, 1999; Pandey *et al.*, 2000; Corona-Mendoza *et al.*, 2012; Lobell y Gourdj,

2012; Baudron *et al.*, 2019).

El gusano cogollero (*S. frugiperda*) puede causar daños leves o daños muy severos y generar pérdidas en la producción de maíz entre 34% a 73% (Hruska y Gould, 1997; Cruz *et al.*, 1999; Chacón-Castro *et al.*, 2009; Valicente y Tuelher, 2009). La severidad de los daños realizados por el gusano cogollero está relacionado con los bajos rendimientos del cultivo de maíz; por lo general, cuando *S. frugiperda* destruye el cogollo de la planta (el espiral) reduce el área fotosintética y compromete el rendimiento del grano (Lima *et al.*, 2010; Baudron *et al.*, 2019).

Como fue mencionado anteriormente, el tratamiento uno (T1) y el tratamiento dos (T2) obtuvieron el menor porcentaje de severidad de daños; así mismo, estos tratamientos obtuvieron los más altos rendimientos de maíz. Estos resultados podrían estar relacionados con el porcentaje de severidad de daño causado por el gusano cogollero, tal como ha sido relatado por varios autores (Chacón-Castro *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2010; Baudron *et al.*, 2019), sin embargo, es necesario considerar que otros tratamientos fueron evaluados (T3-T6) y el comportamiento no mostró la misma tendencia, probablemente otros factores influyeron en los rendimientos obtenidos.

Es importante destacar que entre las recomendaciones propuestas por varias empresas que comercializan agroquímicos mencionan que, para no tener pérdidas de rendimientos en el cultivo de maíz por la presencia del gusano cogollero la aplicación de insecticidas debe realizarse cuando se observen los primeros daños de la plaga o cuando aparezcan los primeros indicios a controlar, sin embargo, en este estudio confirmamos que no es necesario la aplicación del insecticida Metomil 90% al observar daños iniciales de la plaga sino después de alcanzado el umbral económico del 25% de plantas con daño.

Conclusiones

La aplicación del insecticida Metomil 90% no influye en las variables de altura de planta, número de mazorcas, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, sin embargo, fue posible reconocer su influencia en la incidencia del gusano cogollero, severidad de daño y rendimientos de maíz. Los tratamientos en donde se aplicó el insecticida Metomil 90% a los 15 días posteriores a la siembra (T1) y en donde se aplicó el umbral económico (UE) del 25% de plantas con daño (T2), obtuvieron el menor porcentaje severidad de daño, también, presentaron los más altos rendimientos de maíz. El UE del 25% de plantas con daño se alcanzó a los veintisiete días posteriores a la siembra. La aplicación del UE del 25%

no comprometió el rendimiento del cultivo de maíz. Los resultados obtenidos refuerzan la importancia de realizar monitoreo de plagas y utilizar el UE como herramienta para tomar una buena decisión en el control del gusano cogollero, además, permite la reducción de aplicaciones innecesarias de insecticidas. Estudios adicionales con diferentes grupos de insecticidas y analizando su efecto en los costos de producción deben ser investigados.

Literatura citada

- Aguilar, C.C., Escalante, J.A.E. y Aguilar, I.M. 2015. Análisis de crecimiento y rendimiento de maíz en clima cálido en función del genotipo, biofertilizante y nitrógeno. *Terra Latinoamericana*, 33:51-62.
- Arias, M., Cañarte, E., Espinoza, A., Garzón, I., Macías, G., Mendoza Mora, J.R. y Zambrano, O. 1996. Guía de recomendaciones de control o manejo integrado de problemas fitosanitarios en cultivos tropicales de importancia económica. Quevedo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento Nacional de Protección Vegetal.
- Badii, D., Mohammad, H., Landeros, J. y Cerna, E. 2007. Manejo Sustentable de Plagas o Manejo Integral de Plagas, Un apoyo al desarrollo sustentable. *Culcyt*, 3:13-30.
- Badji, C.A., Guedes R.N.C., Silva, A., Araújo, R. 2004. Impact of deltamethrin on arthropods in maize under conventional and no-tillage cultivation. *Crop Protection*, 23: 1031-1039. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.03.003>
- Baudron, F., Zaman-Allah, M.A., Chaipa, I.; Chari, N., Chinwada, P. 2019. Understanding the factors influencing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) damage in African smallholder maize fields and quantifying its impact on yield. A case study in Eastern Zimbabwe. *Crop Protection*, 120:141-150. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.01.028>
- Bielza, P. y Lacasa, A. 1998. Cálculo del umbral económico de daño de trips del trigo, *Haplothrips tritici* (Kurdjumov). *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, 24:239-250.
- Bosque-Perez, N.A., Buddenhagen, I.W. 1999. Biology of *Cicadulina* leafhoppers and epidemiology of maize streak virus disease in West Africa. *South African Journal of Plant and Soil*, 16:50-55. <https://doi.org/10.1080/02571862.1999.10634845>
- Capataz, J., F. Sánchez, R. Vergara y R. Hoyos. 2007. Efecto antialimentario de suspensiones celulares de *Azadirachta indica* sobre *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith en condiciones de laboratorio. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 60(1):3703-3715.
- Casmuz, A. Juárez, M.L., Socías, M.G., Murúa, M.G., Prieto, S., Medina, S., Willink, E., Gastaminza, G. 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(3-4):209-231.
- Corona-Mendoza, E., Martínez-Rueda, C.G., y Estrada-Campuzano, G. 2012. Determinantes del peso de grano en cultivares nativos e híbridos de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(8):1479-1494.
- Cruz, I. 1997. Manejo de pragas na cultura de milho. In: Fancelli, A.L.; Dourado Neto, D. (Coords.). *Tecnologia da produção de milho*. Piracicaba: USP-ESALQ. p.18.
- Cruz, I., Figueiredo, M.L.C., Oliveira, A.C. y Vasconcelos, C.A. 1999. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. *International Journal of Pest Management*, 45:293-296. <https://doi.org/10.1080/096708799227707>
- Chacón-Castro, Y., Garita-Rojas, C., Vaglio-Cedeño, C. y Villalba-Velásquez, V. 2009. Desarrollo de una metodología de crianza en laboratorio del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) como posible hospedante de insectos biocontroladores de interés agrícola. *Tecnología en Marcha*, 22: 28-37.
- Davis, F.M., Ng, S.S., Williams, W.P. 1992. Visual rating scales for screening whorl stage corn for resistance to fall armyworm. *Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, Technical. Bulletin*, p. 186.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C.W., 2008. *InfoStat*, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Cordoba, Argentina.
- ESPAC (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua) (2017), Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales [base de datos en línea], Quevedo, Ecuador, http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf [fecha de consulta: 01 de mayo de 2019].
- Evans, D. C. y Stansly, P.A. 1990. Weekly economic injury levels for fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation of corn in lowland Ecuador. *Journal of Economical Entomology*, 83: 2452-2454. <https://doi.org/10.1093/jee/83.6.2452>
- Fernández, J.L. 2002. Estimación de umbrales

- económicos para *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae) en el cultivo del maíz. Investigaciones Agrarias: Producción y Protección Vegetal, 17:467-474.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Baptista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S. y Omoto, C. 2002. Entomologia agrícola. Piracicaba, FEALQ.
- Gutiérrez, G.S.D.C., Sánchez, E.J., Pérez, D.J.F., Carballo, A., Bergvinson, D. y Aguilera, P.M.M. 2010. Efecto del Neem en el daño ocasionado por el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en tres variables agronómicas de maíz resistente y susceptible. Acta Zoológica Mexicana, 26(1):1-16.
- Hruska, A. J. y Gould, F. 1997. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and *Diatraea lineolata* (Lepidoptera: Pyralidae): impact of larval population level and temporal occurrence on maize yield in Nicaragua. Journal of Economic Entomology, 90(2):611- 622. <https://doi.org/10.1093/jee/90.2.611>
- Jeffrey Y., 1995. Optimal pest management and economic threshold. Agricultural Systems, 49:113-133. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(94\)00043-Q](https://doi.org/10.1016/0308-521X(94)00043-Q)
- King, A. y Saunders, J., 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero. Londres.
- Kumawat, M. y Kumar, A. 2007 Phytotoxic and phytotoxic effects of some novel insecticides on soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. Soybean Research, 5:33-37.
- Lange, E.S., Balmer, D., Mauch-Mani, B., Turlings, T.C.J., 2014. Insect and pathogen attack and resistance in maize and its wild ancestors, the teosintes. New Phytologist, 204:329-41. <https://doi.org/10.1111/nph.13005>
- Layne, G.J.A., Méndez, N.J.R. y Mayz, F.J. 2008. Efecto de la salinidad y del tamaño de la semilla sobre la germinación y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de laboratorio. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas. 11(1):17-25.
- Lima, M.S., Silva, P.S.L., Oliveira, O.F., Silva, K.M.B. y Freitas, F.C.L. 2010. Corn yield response to weed and fall armyworm controls. Planta Daninha, 28(1):103-111. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000100013>
- Lobell, D.B. y Gourdji, S.M. 2012. The influence of climate change on global crop productivity. Plant Physiology, 160:1686-1697. <https://doi.org/10.1104/pp.112.208298>
- Machado, V., Wunder, M., Baldissera, V.D., Oliveira, J.V., Fiúza, L.M. y Nagoshi, R.N. 2008. Molecular characterization of host strains of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in southern Brazil. Annals of the Entomology Society of America, 101(3): 619- 626. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2008\)101\[619:MCOHSO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2008)101[619:MCOHSO]2.0.CO;2)
- Manju, Veer, S. y Keshav M. 2016. Phytotonic effect of different insecticides/botanicals on green gram. Current Biotica, 10(3):255-257.
- Naresh, K.S. y Singh, C.P. 2001. Growth analysis of maize during long and short duration crop seasons: Influence of nitrogen source and dose. Indian Journal of Agricultural Research, 35:13-18.
- Oerke, E.C. 2006. Crop losses to pests. Journal of Agricultural Science, 144:31-43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>
- Páez, M. I., y Martínez, J.M. 2015. Implementación de la metodología QuEChERS en el análisis de residuos de plaguicidas en maíz blanco (*Zea mays*). Temas Agrarios, 20(2):30-42.
- Páliz, V.N. y Mendoza, J.R. 1985. Plagas del maíz en el litoral ecuatoriano, sus características y control. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito, Ecuador.
- Pandey, R.K., Maranville, J.W. y Admou, A. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. I. Grain yield and yield components. Agricultural Water Management, 46:1-13. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(00\)00073-1](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(00)00073-1)
- Preetha, G. y Stanley, J. 2012. Influence of neonicotinoid insecticides on the plant growth attributes of cotton and okra. Journal of Plant Nutrition, 35(8):1234-1245. <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.676134>
- Quito-Ávila, D.F., Álvarez, R.A. y Mendoza, A.A. 2016. Occurrence of maize lethal necrosis in Ecuador: A disease without boundaries?. European Journal of Plant Pathology, 146:705-710. <https://doi.org/10.1007/s10658-016-0943-5>
- R Core Team. 2015. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (<https://www.R-project.org/>) (accessed 18 Noviembre, 2018).
- Sosa, M.A. 2002. Daño producido por *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) sobre el rendimiento del cultivo de maíz en siembra directa, según tiempos de exposición a la plaga. Provincia de Santa Fé, Argentina: INTA, Centro Regional Santa Fé. p. 39-45. (Información

- para Extensión, no. 70).
- Tomquelski, G.V. y Martins, G.L.M. 2007. Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho na região dos Chapadões. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 6:26-39.
- Townsend, G.R. y Heuberger J.W. 1943. Methods of estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Disease Reporter, 27:340-343.
- Valicente, F.H. y Cruz, I. 1991. Controle biológico da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com *Baculovirus spodoptera*. Sete Lagoas, p.23 (EMBRAPA) CNPMS, Circular Técnica 15.
- Valicente F.H. y Tuelher, E.S. 2009 Controle Biológico da Lagarta do Cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com Baculovirus. Sete Lagoas, p.14 (EMBRAPA) CNPMS, Circular Técnica 114.
- Valicente F.H. 2015. Manejo Integrado de Pragas na Cultura do Milho. Sete Lagoas, p.13 (EMBRAPA) CNPMS, Circular Técnica 208.
- Vásquez, J., Mora, E. 2007. Incidence of and yield loss caused by Maize rayado fino virus in maize cultivars in Ecuador. Euphytica, 153:339–342. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-3889-4>