



Efecto insecticida de plantas aromáticas en combinación con dos tipos de biol en algunas plagas del cultivo de maíz

Insecticidal effect of aromatic plants in combination with two types of biol on some pests of the corn crop

Alberto Garcés ¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

*Autor corresponsal: agarcés@uagraria.edu.ec (A. Garcés).

ID ORCID de los autores

Alberto Garcés:  <http://orcid.org/0000-0002-1365-9280>

RESUMEN

El uso de plantas repelentes data de algún tiempo atrás en donde se ha demostrado su efectividad utilizada en diferentes formas. Se presenta el estudio de la utilización de dos tipos de bioles en combinación con plantas repelentes contra tres tipos de plagas en el cultivo de maíz como una propuesta para la utilización de alternativas más amigables para el control de insectos. Se utilizaron dos tipos de bioles, uno a base de estiércol de bovino (EB) y otro a base de estiércol de gallinaza (EG) a tres diferentes concentraciones (5%,10%,15%) utilizando como parte de sus ingredientes algunas plantas aromáticas que tienen efecto repelente como menta, albahaca, neem, ruda entre otras en contraste con un testigo convencional (insecticida químico). Como resultado se obtuvo que en general el efecto de ambos bioles en comparación con el testigo convencional no hubo diferencias significativas, con excepción del biol a base de gallinaza con una concentración de 15% (EG3) que hubo repelencia sobre las larvas de *S. frugiperda*. Aunque no se mostró diferencia significativa en el tratamiento del biol a base de estiércol de bovino al 15% (EB3) en comparación con el testigo, los resultados sugieren que a mayor concentración del biol surge un efecto repelente sobre las larvas de *S. frugiperda*, *Diatraea* sp. y *Heliotis* sp. En este contexto se sugiere que la aplicación de bioles ya sea a base de estiércol de bovino o de gallinaza con la combinación de plantas repelentes como ingredientes y a mayor concentración puede llegar a reducir las acciones fitófagas de larvas de Lepidoptera en el cultivo de maíz, pudiendo ser usada como una alternativa al control convencional.

Palabras clave: biol; bioinsecticide; plantas repelentes; metabolitos secundarios; alomonas.

ABSTRACT

The use of repellent plants data from some time ago where its effectiveness has been demonstrated used in different ways. The study of the use of two types of bioles in combination with repellent plants against three types of pests in the corn crop is presented as a proposal for the use of friendlier ones for the control of insects. Two types of bioles were used, one based on bovine manure (EB) and the other based on chicken manure at three different concentrations (5%, 10%, 15%) using as part of their ingredients some aromatic plants that have repellent effect such as mint, basil, neem, rue among others in contrast to a conventional control (chemical insecticide). As a result, it was obtained that in general the effect of both bioles compared to the conventional control there were no significant differences, except for the chicken manure-based biol with a concentration of 15% (EG3), which was repellent on the larvae of *S. frugiperda*. Although no significant difference was shown in the treatment of the biol based on 15% bovine manure (EB3) compared to the control, the results suggest that the higher the concentration of the biol a repellent effect arises on the larvae of *S. frugiperda*, *Diatraea* sp. and *Heliotis* sp. In this context, it is suggested that the application of bioles either based on bovine manure or chicken manure with the combination of repellent plants as ingredients and a higher concentration may reduce the actions of lepidopteran larvae in corn cultivation.

Keywords: biol; bioinsecticide; repellent plants; secondary metabolites; allomonas.

Recibido: 25-08-2021.

Aceptado: 28-11-2021.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUCCIÓN

Uno de los desafíos de la producción agrícola es el manejo y control de plagas, debido al intensivo uso de los insecticidas químicos llegando a crear un desbalance entre los organismos de la cadena trófica del agroecosistema de cualquier cultivo, como es el caso del cultivo de maíz. En Ecuador este cereal es considerado uno de los principales cultivos de importancia en donde por décadas se ha batallado por controlar los insectos plagas que lo atacan utilizando un sinnúmero de insecticidas químicos, generando no solo problemas ambientales y económicos sino también problemas de salud humana (FAO, 2003). Existen reportes de intoxicaciones por insecticidas, en Ecuador fueron reportados 421 casos por intoxicación en el año 2018 (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2018). Una de las situaciones negativas de importancia en la producción del cultivo de maíz son las plagas. Los insectos fitófagos constituyen una de las principales amenazas a la producción de este cereal por su carácter prevalente durante el ciclo de desarrollo (Garcés et al., 2017). Los insectos de importancia económica en maíz son: el gusano del ejército *Mocis latipes*, gusano helotero *Heliotis* spp. y el gusano cogollero *Spodoptera frugifera* entre otros, siendo estos referidos los de mayor relevancia en este cultivo. La incidencia de *S.frugiperda* fue determinante en zonas maiceras ecuatorianas en el año 2017, específicamente en cantones de las provincias del Guayas, Manabí y Los Ríos; en donde aproximadamente 100 mil ha fueron destruidas por el ataque de este insecto (Müller et al., 2017).

Una proliferación que en alguna medida está relacionada al uso indiscriminado de los plaguicidas, que por un lado han permitido desarrollar cierta resistencia a las moléculas insecticidas, y por otro, han eliminado una gran parte de organismos benéficos (Brechelt, 2008).

Considerando todos estos antecedentes existe la posibilidad de aplicar alternativas de producción más sostenibles y sustentables con el ambiente, dentro de este contexto podemos enmarcar el uso de productos orgánicos que cumplan con ambas funciones tales como la nutrición vegetal y controlador de plagas. Existen datos donde se ha demostrado que la aplicación de bioles a los cultivos de alfalfa, papa y hortalizas mejora la calidad de los cultivos estimulando su crecimiento, además tiene efecto repelente en ciertos insectos (INIA, 2005). Los bioles tienen en su composición nutriente que permiten facilitar la asimilación del fósforo, potasio, magnesio y calcio, contribuyendo a que las plantas sean tolerantes al ataque de plagas y enfermedades, atribuyendo su acción repelente, fungicida e insecticida además de que aumentan la producción y mejoran la calidad de los productos (BIOBOLSA, 2007). Las plantas emiten compuestos orgánicos volátiles. Plantas tales como ruda, menta, manzanilla, orégano, albahaca, hierba buena, neem contienen terpenoides como los metabolitos secundarios, dentro de estas sustancias están las Alomonas que actúan como repelentes hacia los insectos (Martínez, 2013; Cantúa et al., 2019). Estos compuestos pueden causar a los insectos herbívoros además de repelencia, inapetencia y toxicidad, por lo tanto su estudio puede contribuir en las aplicaciones prácticas en programas de manejo integrado de insectos plagas (Acevedo, 2020). En base a lo expuesto se hizo una propuesta de investigación para definir una alternativa agroecológica que limite el ataque de plagas, pero que a su vez también permitan mejorar la productividad del maíz, se evaluaron dos formulaciones de bioles, considerando su efecto repelente de insectos plaga del maíz, con propósitos a mejorar los rendimientos y su proceso de producción agroecológica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación y distribución del experimento

La investigación se realizó en el Centro Experimental Dr. Jacobo Bucaram Ortiz, Mariscal Sucre" de la Universidad Agraria del Ecuador, en el Cantón Milagro, Provincia Guayas-Ecuador. La variedad de maíz utilizada fue TRUENO NB7443, en un área total experimental de 1656 m², con una distancia de siembra de 0,80 entre hileras y 0,20 entre plantas con una sola semilla por sitio. La densidad fue de 62500 plantas/ha aproximadamente. El experimento estuvo compuesto por 21 parcelas (unidades experimentales), con dimensiones de 8 m de ancho y 8 m de largo, generando un área por cada una de 64 m². El área de muestreo fue de 4,8 m de ancho y 6 m de largo, se seleccionaron y se marcaron 20 plantas del área útil.

Elaboración de los bioles

Para la elaboración de los bioles se utilizaron biogestores de régimen estacionario o de Bach. Se elaboró dos tipos de bioles uno a base de estiércol bovino y otro a base de gallinaza a tres concentraciones diferentes por cada tipo de biol:

Estiércol bovino: 5%-10%-15%; Gallinaza: 5%-10%-15%. Para la elaboración de los bioles se utilizaron los siguientes ingredientes: 170 litros de agua no clorada; 45 kg de estiércol de bovino; 45 kg de gallinaza; 10 litros de melaza; 5 kg de vísceras y cabeza de pescado; 2 paquetes de levadura de 550 g; 2 kg de Roca fosfórica; 2 kg de Carbonato de Calcio; minerales enriquecidos como Cobre, Azufre, Magnesio, Boro, Zinc y Hierro en rangos de 1 kg a 200 g; 1 kg de cada planta aromática (Hierbabuena *Mentha spicata*; Albahaca *Osimum basilicum*; Ruda *Ruta graveolens*; Menta *Mentha* sp.; Romero *Salvia rosmarinus*; Manzanilla *Chamaemelum nobile* y Valeriana *Valeriana officinalis*); 3 kg de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y/o 4 kg de hojas de guaba de machete (*Inga* spp); ocho litros de leche entera; cuatro kilogramos de Noni (*Morinda citrifolia* L.); 1L de cada microorganismo benéficos: Levaduras y Ácido láctico y *Thrichoderma* spp. Dichos ingredientes se colocaron, según el caso, ya sea con excretas de bovino o gallinaza en el tanque correspondiente, iniciando con 70 litros de agua, adicionando los ingredientes descritos anterior-

mente. Los minerales enriquecidos se agregaron a partir del quinto día, mientras que los microorganismos benéficos a partir del décimo día. El proceso de fermentación duro 45 días, período durante el cual se tomaron muestras para los diferentes análisis a los 0,15, 30 y 45 días. Todo esto se colocó dentro de un recipiente con tapa de 200 litros de capacidad según corresponda.

Caracterización de los bioles

Para la caracterización de los bioles se tomaron muestras y se enviaron a análisis en los laboratorios de la Agencia de Control Fito y Zoonosanitario del Ecuador AGROCALIDAD en donde se realizó un análisis físico (conductividad eléctrica, PH); análisis químico (la concentración de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, zinc, hierro, cobre y sodio) y análisis microbiológico (se determinaron los coliformes totales y fecales mediante la técnica del Número Más Probable (NMP).

Bioensayo en el laboratorio previo aplicación en campo

Se realizó un bioensayo previo a la aplicación en campo para determinar la repelencia de los insectos evaluados en donde se utilizó la metodología de (Tavares & Vendramim, 2005) que consiste en una arena de libre elección, formada por cinco placas "Petri" plásticas de 5 cm de diámetro, donde una placa central está conectada a los cuatro restantes por tubos plásticos de 10 cm de longitud formando una "X". A cada placa se le colocó 20 g de maíz y los tratamientos al igual que el testigo se distribuyeron en dos placas simétricamente opuestas. En el caso del polvo éste se mezcló directamente con el grano, mientras que el aceite esencial se diluyó en 1 ml de acetona, luego la solución se mezcló con el grano, dejándolo reposar durante 1 h para permitir la volatilización del solvente. A continuación, en la placa central se liberaron 20 insectos adultos por cada especie evaluada sin diferenciación de sexos y después de 24 h se contabilizó el número de insectos por placa. Con estos datos se calculó el índice de repelencia (IR) que clasifica al tratamiento como neutro si $IR = 1$, atrayente si $IR > 1$ y repelente si $IR < 1$.

Evaluación de repelencia sobre las plagas en el cultivo de maíz.

Las aplicaciones de los bioles se realizaron de manera foliar con una frecuencia semanal, desde los 7 días hasta los 42 días después de la siembra (Días 7, 14, 21, 28, 35, 42). En cuanto a la aplicación sintética, ésta se aplicó una fórmula de los macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio. (N30 - P20 - K20) y para el control de plagas se aplicó Nocturne® que tiene como ingrediente

activo Pyridalyl. Las plagas evaluadas fueron el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el Barrenador del tallo (*Diatrea* sp.) el gusano de la mazorca (*Heliothis* sp.) y los gusanos cortadores (*Agrotis* spp.), para lo cual se hizo una revisión visual el día siguiente a la aplicación de los tratamientos en 20 plantas del área útil de cada parcela, contabilizando aquellas plantas que presenten defoliaciones causadas por los insectos. Estas evaluaciones cuantitativas se realizaron a las 24 horas posterior a las aplicaciones. Este valor se expresó en forma porcentual, utilizando para ello la siguiente expresión: Daños de insectos (%) = Número de plantas afectadas/número de plantas observadas X 100.

Análisis estadístico

Se utilizó una distribución de bloques completos al azar, en donde la fuente de bloqueo estuvo determinada en el terreno del ensayo. De acuerdo con el planteamiento indicado en la (Tabla 1), este experimento tuvo una estructura factorial aumentado $2 \times 3 + 1$; siendo el factor A. los componentes principales del biol. (estiércol de bovino y gallinaza) y el factor B. las concentraciones utilizadas en las pruebas (5%, 10% y 15%). De referencia, se comparó un tratamiento que llevo de base únicamente la fertilización sintética representando al testigo convencional. La varianza externa de cada uno de los tratamientos se valoró a través de tres repeticiones.

Tabla 1
Tratamientos evaluados

No.	Factor A (componente principal)	Factor B (concentración)	Combinaciones
1	a1: Estiércol de bovino	b1: 5%	a1b1
2	a1: Estiércol de bovino	b2: 10%	a1b2
3	a1: Estiércol de bovino	b3: 15%	a1b3
4	a2: Estiércol de gallinaza	b1: 5%	a2b1
5	a2: Estiércol de gallinaza	b2: 10%	a2b2
6	a2: Estiércol de gallinaza	b3: 15%	a2b3
7	Testigo convencional (fertilización sintética y control químico)		

Para expresar los resultados de esta investigación se designó una simbología para cada uno de los tratamientos evaluados tales como se indican en la (Tabla2).

Tabla 2
Simbología de los tratamientos

Simbología	Tratamiento	Concentración
EB1	Estiércol de bovino	5%
EB2	Estiércol de bovino	10%
EB3	Estiércol de bovino	15%
EG1	Estiércol de gallinaza	5%
EG2	Estiércol de gallinaza	10%
EG3	Estiércol de gallinaza	15%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis químico de los bioles

El análisis químico con respecto al biol a base de estiércol de bovino (EB) demuestra que el contenido

de minerales en este biol está dentro de los parámetros normales con respecto a los requerimientos nutricionales para una planta de

maíz. En el caso de los macronutrientes el K es el más alto en porcentaje (0,7185%), siguiendo el N (0,22%) y el P (0,0204) y un pH de 4,95 resultando ligeramente ácido. Por el contrario, el biol EG dio como resultado que los macronutrientes como el N (0,40%), P (0,0462), K (0,8142). La conductividad eléctrica es más alta (256,6) en el EB en contraste con EG (10,50) como se muestra en la (Tabla 3). Estos resultados sugieren que el biol EG tiene una mejor composición con respecto a los requerimientos nutricionales que necesita la planta de maíz. Adicionalmente se puede sugerir que la combinación de estiércol de gallinaza más las plantas aromáticas mantienen en su composición una gran fuente de N (0,40%), siendo un gran aporte en forma líquida que puede ser absorbida por las plantas a través de las raíces en forma de nitratos (NO₃ y NO₄) resultados comparados con la composición de otros bioles en estudios realizados por (Pomboza-Tamaquiza et al., 2016; Rincón, 2005).

Tabla3
Análisis químicos y físicos de los bioles

Parámetros analizados	Biol (EB)	Biol (EG)	Unidad
NT	0.22	0.40	%
² P2O5	0.0204	0.0462	%
² K2O	0.7185	0.8142	
² CaO	0.2044	0.2857	%
² MgO	0.0193	0.0326	%
Zn	0.0334	0.0035	%
B	0.0137	0.0120	%
MO	1.26	1.67	%
² S	0.22	0.26	%
pH	4.95	6.28	1:1
CE	256.6	10.50	µS/cm 1:1

2: Resultado obtenido por cálculo
NT=Nitrógeno Total, P2O5=Fósforo, K2O=Potasio, CaO=Calcio, MgO=Magnesio, Zn=Zinc, B=Boro, CE=Conductividad Eléctrica, MO=Materia Orgánica, S=Azufre
Observaciones: Los resultados están expresados en %p/p.

Análisis microbiológico de los bioles

Los resultados del análisis microbiológico revelan que la presencia de aerobios mesófilos (4*10² UFC / 1 g o ml); moho (1*10² UFC / 1 g o ml) y levadura (4*10² UFC / 1 g o ml) es muy baja para una formación de colonias, de igual manera con respecto a la presencia de E.coli, (<1 UFC / 1 g o ml) no existe presencia de desarrollo de colonias y Salmonella completamente ausente tanto en el biol EG como en el biol EB como se puede observar en la (Tabla 4). En este caso se puede decir que el análisis microbiológico corresponde a resultados similares como en el caso de los parámetros microbiológico en el biol EB. Estos resultados nos indica que las muestras de bioles tanto EB como EG fueron aptas para ser aplicadas como fertilizantes seguros en el cultivo de maíz.

Daños causados por *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz

De noviembre a diciembre de 2020 se observó que los daños de acuerdo con la escala de Davis mostraron una mediana de 5,0 para todos los tratamientos excepto el tratamiento con gallinaza al 15% (EG3) que obtuvo una mediana de 4,0 y 2,0 para el testigo convencional (Figura 1). Existe diferencia significativa entre periodos de evaluación (P=0,000); sin embargo, entre los días 10 de diciembre-21 de noviembre (P=0,846), 10 de diciembre-28 de noviembre (P=1,00), 28 de noviembre-21 de noviembre (P=0,255) y 17 de diciembre-14 de noviembre (P=1,00), los tratamientos no mostraron diferencias significativas. En tanto, la Tabla 5 señala que el tratamiento EG3 fue mejor repelente de insectos en 4/6 días de evaluación seguido del tratamiento EG2 y EB3 en comparación al testigo convencional (repelente químico).

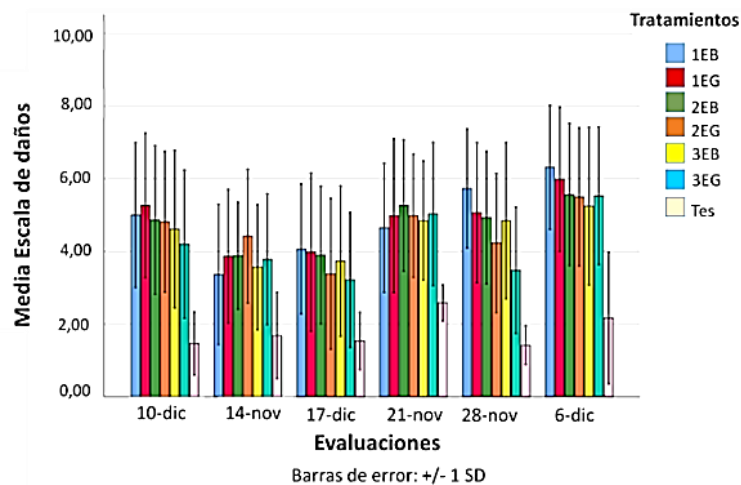


Figura 1. Promedio de daños causados por *S. frugiperda* en maíz según los días de evaluación y por tratamiento.

Tabla 4
Análisis microbiológico de bioles

Parámetros realizados	Biol (EB)	Biol (EG)	Unidad	Método
Aerobios mesófilos totales	4 X10 ² UFC / 1 g o ml	4 X10 ² UFC / 1 g o ml	UFC	Siembra en placa
E.coli	<1 * UFC / 1 g o ml	<1 UFC / 1 g o ml	UFC	Siembra en placa
Moho	1 X10 ² UFC / 1 g o ml	1 X10 ² UFC / 1 g o ml	UFC	Siembra en placa
Levadura	4 X10 ² UFC / 1 g o ml	4 X10 ² UFC / 1 g o ml	UFC	Siembra en placa
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia/presencia	Siembra en placa

Tabla 5

Efecto repelente de insectos por días de evaluación y por tratamientos

Evaluaciones	Estiércol de bovino			Estiércol de gallinaza		
	EB1 (5%)	EB2 (10%)	EB3 (15%)	EG1 (5%)	EG2 (10%)	EG3 (15%)
21-nov						
28-nov						**
14-nov	**					
6-dic			**		**	**
10-dic						**
17-dic						**

** propiedad repelente semejante al control convencional.

En general, los tratamientos con biol. de Bovino y Gallinaza fueron afectados significativamente por *S.frugiperda* (P < 0,0001) con valores entre 4,21 – 4,86, respecto al control convencional que fue de 1,81 según la escala de Davis; es decir que los daños se encuentran en el momento óptimo de control: lesiones tipo “ventanita” o lesiones en forma circular de 1-1,5 cm de diámetro y/o pocas lesiones alargadas (1 a 3 cm) sin membrana consumida (raspada sin agujero), estas lesiones son provocadas por larvas de segundo y tercer estadio (Figura 2). Además, es notable que al aumentar la concentración de Biol. de gallinaza al 15% (EG3), los daños disminuyen levemente al mostrar diferencia significativa entre los tratamientos de Biol (Tabla 6). Estos resultados pueden sugerir que a mayor concentración del Biol en el caso del EG3 contienen más terpenos de las plantas repelentes utilizadas en la preparación, así como también sugieren otros investigadores donde sugieren que el efecto nocivo de las plantas específicamente sus extractos han manifestado repelencia, toxicidad, inhibición del crecimiento, reducción del comportamiento reproductivo según expresa (Ben Jannet et al., 2001). Pudiendo enfatizar que la repelencia de ciertas plantas hacia los insectos trae consigo beneficios para la agricultura en donde se va creando un equilibrio en el agroecosistema ya que los componentes de estas plantas respetan este

principio porque además de su repelencia se descomponen rápido y no causan resistencia (Pérez et al., 2017).

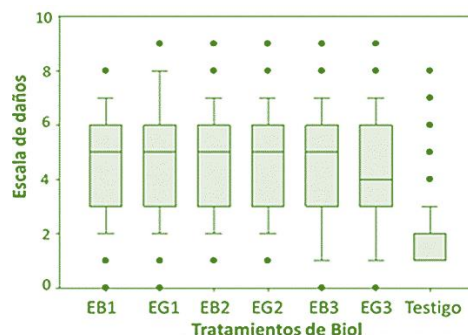


Figura 2. Diagrama de cajas según la escala de daño durante el periodo de evaluación.

Número de *S. frugiperda* por planta

En general existe diferencia significativa entre los tratamientos de biol de Bovino y biol. de gallinaza en relación con el testigo convencional (insecticida) (Figura 3). Aunque, en las evaluaciones correspondientes al 14 de noviembre y 17 de diciembre, todos los tratamientos mostraron baja incidencia de larvas; similar al control convencional, seguido de los tratamientos EB3 y EG3 que mostraron repelencia de larvas según las evaluaciones de los días 28 de noviembre y 6 de diciembre (Tabla 7). En efecto, se sugiere que los bioles de Bovino y Gallinaza pueden actuar como repelentes de *S.frugiperda* en cultivo de maíz. Sugiriendo que existe la posibilidad de que la actividad repelente de las plantas aromáticas como la albahaca y la menta surge efecto incluso usándolas no solo a manera de extracto puro sino también como parte de la formulación en la preparación de bioles, esto concuerda con lo reportado por (Clemente et al., 2003) en donde la mayor incidencia en repeler insectos como *Tribolium castaneum* en el cultivo de arroz usando extracto de las plantas mencionadas como menta y albahaca.

Tabla 6

Prueba de Kruskal Wallis para los tratamientos de estiércol de bovino y gallinaza a diferentes concentraciones, existe diferencia significativa según Tukey (P < 0,05)

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E	Mediana	H	p
Escala de daños	EB1	360	4,86	2,05	5,00	537,70	<0,0001
Escala de daños	EG1	360	4,86	2,13	5,00		
Escala de daños	EB2	360	4,74	1,94	5,00		
Escala de daños	EG2	360	4,56	2,00	5,00		
Escala de daños	EB3	360	4,48	2,08	5,00		
Escala de daños	EG3	360	4,21	2,05	4,00		
Escala de daños	Testigo	360	1,81	1,13	2,00		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

Tabla 7

Efecto repelente de insectos por días de evaluación y por tratamientos

Evaluaciones	Estiércol de bovino			Estiércol de gallinaza		
	EB1 (5%)	EB2 (10%)	EB3 (15%)	EG1 (5%)	EG2 (10%)	EG3 (15%)
21-nov		*	*	**	*	
28-nov			**			**
14-nov	**	**	**	**	**	**
6-dic		**	**			**
10-dic		*	*		*	
17-dic	**	**	**	**	**	**

* cercano al control convencional

** número de larvas muy cercano al control convencional.

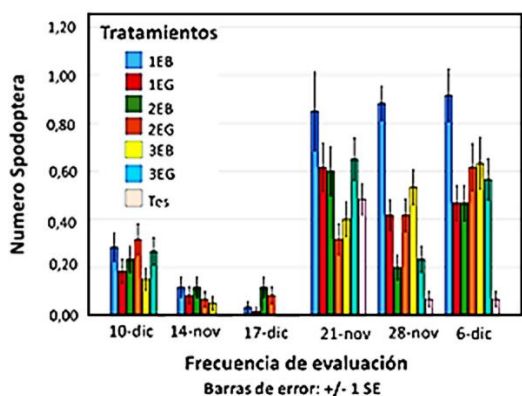


Figura 3. Número de *Spodoptera frugiperda* según los días de evaluación y por tratamientos.

Número de *Heliothis* sp

Según la Figura 4. se observa que únicamente el tratamiento EB1 fue significativo en relación con el testigo convencional en el primer día de evaluación. Mientras que los demás de tratamiento no fueron significativamente diferente independientemente del día de evaluación. Esto señala, que ambos bioles poseen capacidad de repelencia en *Heliothis* sp en paralelo al testigo convencional (Tabla 8). Sugiriendo que los extractos de plantas aromáticas utilizadas en las preparaciones de los Bioles a mayor concentración tiene mejor efecto repelente, esto concuerda con los resultados reportados por (Castillo-Sánchez et al., 2012) en donde a mayor concentración de extracto frutos de *Capsicum chinense* mayor repelencia en *Bemisia tabaco*.

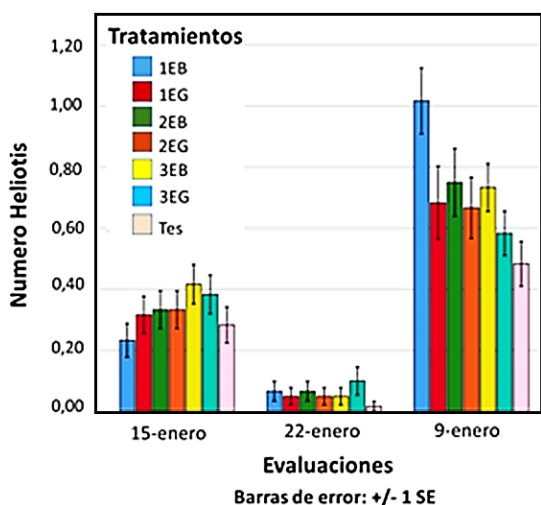


Figura 4. Número de *Heliothis* sp. según los días de evaluación y por tratamientos.

Efecto repelente en *Diatrea* sp.

Se realizó la comparación de los tratamientos con biol. de bovino y gallinaza utilizando el testigo

convencional como la variable predictora de referencia (Testigo convencional). Se consideró como numerador el Odds ratio (OR) de cada tratamiento determinándose con la relación de Ausencia/presencia de *Diatrea* sp y en el denominador el OR del testigo convencional según la ausencia/presencia de *Diatrea* sp. En este sentido, se observó que por cada vez que el testigo convencional repele al barrenador *Diatrea* sp. El tratamiento EB1, EB2, EB3 lo hace 0,20; 0,17 y 0,13 veces respectivamente con valores significativos (P=0,009) frente al tratamiento de referencia, lo que indica baja repelencia de los bioles de Bovino. Sin embargo, según OR de los tratamientos EG1, EG2, EG3 repelen 0,61 (P=0,4884), 0,42 (P=0,1967) y 0,42 (P=0,1967) veces respectivamente, y no muestran diferencias significativas respecto al testigo convencional (Tabla 9). Esto significa que, los tratamientos con estiércol de gallinaza (EG1,2,3) poseen repelencia con características cercanas al control convencional (químico). Sugiriendo que la utilización de biol de gallinaza es una alternativa mucho más amigable para su uso como repelente sobre larvas de *Diatrea* sp. Trabajos anteriores han reportado los efectos insecticidas que tienen los compuestos de las plantas (Green et al., 2017; Ogendo et al., 2011) aunque todavía no se ha valorado el efecto de este combinado con biofertilizantes como el biol.

Los resultados demuestran y sugieren que los biol. de bovino y gallinaza puede actuar como repelente contra *S.frugiperda*; *Heliothis* sp, *Diatraea* sp y *Agrotis* sp. en maíz, existiendo la posibilidad de que añadiendo ingredientes como plantas repelentes como neem *Azadiractina indica* contiene azadiractina (AZA), un tetranortriterpenoide natural que actúa como insecticida (Sharma et al., 2003). Algunos estudios sugieren que el efecto de la AZA puede causar fagodisuasión que significa que reduce la alimentación, y por lo tanto afecta la supervivencia, viabilidad de ninfas y progenie, además puede producir toxicidad aguda, dependiendo de su dosis y de la especie plaga a controlar (Esparza-Díaz et al., 2010). Existen reportes de casos en donde metabolitos que se encuentran el follaje de ruda *Rutha chalepensis* actúan como fagodisuasivos de larvas de Lepidoptera (Mancebo et al., 2001). Aunado a esto, se ha documentado que *R. chalepensis* posee numerosos metabolitos secundarios como alcaloides, cumarinas, triterpenos, flavonoides, taninos, saponinas, y esteroides (Al-Said et al,1990; Günaydin, 2005; Shehadeh et al., 2007), siendo esta la razón de la acción toxica contra larvas como se puede demostrar que los bioles tanto de bovino y gallinaza en todas sus concentraciones hubo repelencia hacia estas larvas de Lepidoptera.

Tabla 8

Número de *Heliothis* sp. según los días de evaluación y por tratamientos

Evaluaciones	Estiércol de bovino			Estiércol de gallinaza			Testigo
	EB1 (5%)	EB2 (10%)	EB3 (15%)	EG1 (5%)	EG2 (10%)	EG3 (15%)	
9-ene	1,02B	0,68A**	0,75AB	0,67A**	0,73AB	0,58A**	0,48A**
15-ene	0,23A**	0,32A**	0,33A**	0,33A**	0,42A**	0,38A**	0,28A**
22-ene	0,07A**	0,05A**	0,07A**	0,05A**	0,05A**	0,10A**	0,02A**

** número de insecto muy cercano al testigo convencional.

Adicionalmente, la albahaca tiene metabolitos secundario llamados: linanol, estregol, leneol, citronelol y geraniol en altos porcentajes, siendo estos compuestos fuertes repelentes de insectos; que actúan como repelente contra polillas, áfidos, arañas rojas y moscas esta es utilizada tradicionalmente como un repelente de mosquitos en la India (Enkerlin & Mumford, 1997; Fonnegra, 2007) y también existen reportes en donde se sugiere que la aplicación de bioles a los cultivos genera un gran aporte nutricional a las plantas teniendo un efecto de resistencia en las plantas hacia ciertos insectos fitófagos (Brechelt, 2008), adicionalmente la combinación de plantas repelentes y los beneficios nutricionales existentes en los ingredientes que componen los bioles tanto de estiércol bovino como de gallinaza puede ser una herramienta eficaz para la producción orgánica del cultivo de maíz, así como se puede comparar con

otros estudios en donde la utilización de biol. a base de estiércol de bovino y especies repelentes de plantas como ortiga negra *Urtica urens* L., guaba de machete *Inga spp.* frutos de Noni *Morinda citrifolia* L. dando como resultado una acción repelente contra los insectos plagas *Diaphania nitidalis* (Stoll), *Aphis gossypii* (Glover) y *Bemisia tabaci* (Gennadius) en las plantas de Zucchini (Lopez et al., 2019).

Tabla 9

Evaluación de la repelencia de bioles mediante la ausencia y presencia de *Diatrea* sp. en plantas de maíz

Tratamientos	Ausencia	Presencia	Odds ratio	IC 95%	P valor
EB1	17	13	0,2012	0,05611 to 0,7213	0,0099
EB2	16	14	0,1758	0,04917 to 0,6287	0,0048
EB3	14	16	0,1346	0,03765 to 0,4813	0,001
EG1	24	6	0,6154	0,1545 to 2,450	0,4884
EG2	22	8	0,4231	0,1121 to 1,597	0,1967
EG3	22	8	0,4231	0,1121 to 1,597	0,1967
Testigo	26	4	1	0,2256 to 4,433	1,0000

CONCLUSIONES

Bajo los resultados obtenidos en esta investigación podemos concluir que la aplicación de bioles ya sea a base de estiércol de bovino o de gallinaza con la combinación de plantas repelentes como ingredientes puede llegar a reducir las acciones fitófagas de larvas de Lepidoptera como *Spodoptera frugiperda*, *Agrotis* sp., *Heliotis* sp. y *Diatraea* sp. en el cultivo de maíz.

Se sugiere que los tratamientos con bioles actúan como biofertilizantes impulsando el desarrollo de

las plantas bajo la absorción de nutrientes más rápida y disponible sin dejar residuos de toxicidad como puede pasar con los fertilizantes químicos, aunado a esto se puede utilizar en los bioles plantas repelentes que contengan metabolitos secundarios (Alomonas) que puede ejercer la acción de repelente contra ciertas plagas. De esta manera se puede impulsar una agricultura más amigable, sostenible y sustentable con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, F. E. (2020). Ecología química de interacciones entre plantas, insectos y controladores naturales de plagas herbívoras. En P. Benavides Machado & C. E. Góngora (Eds.), *El control natural de insectos en el ecosistema cafetero Colombiano*, 106–141.
- Al-Said, M. S., Tariq, M., Al-Yahya, M. A., Rafatullah, S., Ginnawi, O. T., & Ageel, A. M. (1990). Studies on *Ruta chalepensis*, an ancient medicinal herb still used in traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 28(3), 305-312.
- Ben Jannet, H., H-Skhir, F., Mighri, Z., Simmonds, M. S. J., & Blaney, W. M. (2001). Antifeedant activity of plant extracts and of new natural diglyceride compounds isolated from *Ajuga pseudoiva* leaves against *Spodoptera littoralis* larvae. *Industrial Crops and Products*, 14(3), 213–222.
- Biobolsa, S. (2011). *Manual de BIOL*. Sistema de Biobolsa. 16p.
- Brechelt, A. (2008). *El Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades*. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL). 36p.
- Cantúa Ayala, J. A., Flores Olivas, A., & Valenzuela Soto, J. H. (2019). Compuestos orgánicos volátiles de plantas inducidos por insectos: situación actual en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(3), 729–742.
- Clemente, S., Mareggiani, A., Broussalis, V., & Martino, F. (2003). Insecticidal effects of Lamiaceae species against stored products insects. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 29(3), 421–426.
- Enkerlin, W., Mumford, J. (1997). Economic evaluation of three alternative control methods of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Israel, Palestine and Jordan. IAEA.Org.
- Enrique Castillo-Sánchez, L., José Jiménez-Osornio, J., & América Delgado-Herrera, M. (2012). Actividad biológica in vitro del extracto de *Capsicum chinense* Jacq contra *Bemisia tabaci* Genn. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 18(3), 345-356.
- Esparza-Díaz, G., López-Collado, J., Villanueva-Jiménez, J. A., Osorio-Acosta, F., Otero-Colina, G., & Camacho-Díaz, E. (2010). Concentración de azadiractina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. Juss. *Agrociencia*, 44(7), 821–833.
- FAO. (2003). *Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria*. Colección Food and Agriculture Organization: Ambiente y Recursos Naturales N° 4. 280 p. Roma. Disponible en: <https://www.fao.org/3/y4137s/y4137s00.htm>
- Fonnegra, G. G. (2007). Plantas medicinales aprobadas en Colombia. Universidad de Antioquia. 368p.
- Garcés, L. A., Angulo, A. J., & Alvarado, S. P. (2017). Elaboración artesanal y caracterización de bioles a base de estiércol bovino y gallinaza en diferentes tiempos de pandemia. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*. 12p.
- Green, P. W. C., Belmain, S. R., Ndakidemi, P. A., Farrell, I. W., & Stevenson, P. C. (2017). Insecticidal activity of *Tithonia diversifolia* and *Vernonia amygdalina*. *Industrial Crops and Products*, 110, 15–21.
- Günaydin, K. & S. S. (2005). Phytochemical studies on *Ruta chalepensis* (LAM.) lamark. *Natural Product Research*, 19, 3, 203-210.
- INIA. (2005). Producción de Biol abono líquido natural y ecológico. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Perú. 16p.
- Lopez, P., Garces, L., & Gomez, G. (2019). Elaboración artesanal de un biol y su efecto repelente sobre insectos plagas en zucchini (*Cucurbita pepo* L.) variedad simone F1. *Desarrollo Local Sostenible*, 1–11.
- Mancebo, R., Gerardo, A., Mora, G., Castro, V., & Salazar, R. (2001). Biological activity of *Ruta chalepensis* (Rutaceae) and *Sechium pittieri* (Cucurbitaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Revista de Biología Tropical*, 49(2), 501–508.
- Martinez, A. (2013). Introducción a la ecología química y su uso en el manejo de insectos plaga en sistemas forestales. *Cuadernillos INTA*, 17, 1–17.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2018). Subsistema de vigilancia Sive-Alerta efectos tóxicos. Subsecretaría de Vigilancia de La Salud Pública. Ecuador. 3p.
- Müller, J.; Montico, S. & Muñoz, G. (2017). Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas : una propuesta de desarrollo

- participativo de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR. *Agromensajes*, 45-46.
- Ogendo, J. O., Belmain, S. R., Deng, A. L., & Walker, D. J. (2011). Comparison of Toxic and Repellent Effects of *Lantana Camara* L. with *Tephrosia Vogellii* Hook and a Synthetic Pesticide Against *Sitophilus Zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in Stored Maize Grain. *International Journal of Tropical Insect Science*, 23(2), 127-135.
- Pérez, E. N., Gutiérrez, C. G., Báez, R. C., & Montoya, E. V. (2017). Bioplaguicidas: Una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*, 8(3), 41-49.
- Pomboza-Tamaquiza, P., León-Gordón, O. A., Villacís-Aldaz, L. A., Vega, J., & Aldáz-Jarrín, J. C. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 4(2), 84-92.
- Rincón, L. (2005). Fertilización nitrogenada y contenido de nitratos en hojas de lechuga Iceberg. *Vida Rural*, 50, 55.
- Sharma, V., Walia, S., Kumar, J., Nair, M. G., & Parmar, B. S. (2003). An efficient method for the purification and characterization of nematicidal azadirachtins A, B, and H, using MPLC and ESIMS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(14), 3966-3972.
- Shehadeh, M. B., Afifi, F. U., & Abu-hamdah, S. M. (2007). Platelet Aggregation Inhibitors from Aerial Parts of *Ruta chalepensis* Grown in Jordan. *Integrative Medicine Insights*, 11(2), 35-39.
- Tavares, M. A. G. C., & Vendramim, J. D. (2005). Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L., Sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology*, 34(2), 319-323.