

Efecto de bioproductos en la dinámica poblacional de los crisomélidos en el cultivo de la soya

AUTORES: Asterio Denis Barbaru Grajales¹

Sandra Elizabeth Suárez Cedillo²

Tannia Jazmín Vargas Tierras³

Vanessa Belén Morales León⁴

Karel Ismar Acosta Pérez⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: asterio.barbaru@esPOCH.edu.ec

Fecha de recepción: 25-10-2022

Fecha de aceptación: 19-12-2022

RESUMEN

El cultivo de la soya (*Glycine max* (L.) Merrill) constituye de gran importancia para la seguridad alimentaria en el país, sin embargo, es afectado por diversas plagas insectiles. En este sentido evaluar el efecto de bioproductos en la dinámica poblacional de los crisomélidos en el cultivo de la soya fue el objetivo de esta investigación. Se realizaron muestreos para la captura de los crisomélidos presentes, su distribución espacial y determinar los porcentajes de daños causados en las parcelas del cultivo con y sin aplicación de bioproductos. Se realizó la correlación de porcentajes de daños con las variables climáticas del período. La especie de crisomélido predominante fue *Cerotoma ruficornis* con elevados porcentajes de daños en las parcelas de soya con la aplicación de bioproductos con respecto al control sin aplicación. La variable climática de temperatura presentó una correlación positiva, y negativa para la humedad relativa y las precipitaciones, pero en todos los casos no tuvieron una significación estadística. Los resultados anteriores contribuyen al perfeccionamiento del manejo de crisomélidos en el cultivo de la soya.

PALABRAS CLAVE: *Glycine max*: crisomélidos: *Cerotoma ruficornis*: bioproductos.

Effect of bioproducts on the population dynamics of chrisomelids in soybean cultivation

ABSTRACT

¹ Licenciado en Bioquímica. PhD en Ciencias Veterinarias. Profesor Ocasional. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Sede Orellana. Ecuador. E-mail: asterio.barbaru@esPOCH.edu.ec CÓDIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2862-4558>

² Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales. Máster en Microbiología. Profesor Ocasional. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Sede Orellana. Ecuador. E-mail: sandra.suarez@esPOCH.edu.ec CÓDIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3148-7897>

³ Ingeniera Química. Máster en Química. Mención Química Física. Profesor Ocasional. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Sede Orellana. Ecuador. E-mail: tannia.vargas@esPOCH.edu.ec CÓDIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4777-4559>

⁴ Ingeniera en Química. Máster en Química. Mención Química Física. Profesor Ocasional. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. E-mail: vanessa.moralesl@esPOCH.edu.ec CÓDIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8047-1966>

⁴⁵ Ingeniero Agrónomo. PhD en Ciencias Agrícolas. Profesor Titular. Universidad de Las Tunas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario Las Tunas (CEDAT). Cuba. E-mail: karel0978@gmail.com CÓDIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1599-1030>

Soybean crop (*Glycine max* (L.) Merrill) is of great importance for food security in the country; however, it is affected by various insect pests. In this sense, evaluating the effect of biological products on the population dynamics of chrysomelids in soybean cultivation was the objective of this research. Sampling was carried out to capture the chrysomelids present, their spatial distribution and determine the percentages of damage caused in the crop plots with and without the application of biological products. In addition, the correlation of damage percentages with the climatic variables of the period was evaluated. The predominant chrysomelid species was *Cerotoma ruficornis* with high percentages of damage in the soybean plots with the application of biological products compared to the control without application. The climatic variable of temperature presented a positive correlation, and a negative one for relative humidity and rainfall, but in all cases, they did not have a statistical significance. The previous results contribute to the improvement of the management of chrysomelids in soybean cultivation.

KEYWORDS: *Glycine max*; chrysomelids; *Cerotoma ruficornis*; biological products.

INTRODUCCIÓN

La Soya (*Glycine max* (L.) Merrill) es la principal oleaginosa a nivel mundial y constituye una fuente de proteína barata y de gran calidad, para la alimentación humana y animal (Romero et al., 2013). La producción mundial de soya para el 2022/2023 aumentaría un 7 % la cual pasaría de aproximadamente 358,0 a 383,0 Mt; y se reafirma su tendencia a concentrarse y expandirse año tras año en los países exportadores. De hecho, la cosecha de Brasil, una de las más importante de la actualidad, alcanzará 153 Mt, cifra que representa un incremento de 18,1% respecto al ciclo anterior (FAOSTAT, 2022).

Dentro de los principales problemas fitosanitarios, los insectos merecen especial atención debido a los daños directos e indirectos que ocasionan a los cultivos y las afectaciones que producen en los rendimientos de estos. Entre las principales plagas del frijol y soya podemos encontrar el salta hojas (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore.), el pulgón negro (*Aphis craccivora* Koch.), la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius.), el complejo de chinches de la familia Pentatomidae y los crisomélidos (*Diabrotica balteata* Le Conte y *Cerotoma ruficornis* Oliver.), los cuales producen las mayores afectaciones en las fenologías tempranas del cultivo, aunque pueden incidir en casi todo su ciclo (Cabrera y col., 2020).

En Cuba, a pesar de la importancia del cultivo para la seguridad alimentaria de la población, aún no se ha podido estabilizar su producción ni con la introducción de algunos cultivares foráneos, específicamente de Vietnam (Roján-Herrera y col., 2022). Además, la producción de soya en nuestro país aún es incipiente y tiene un largo camino por recorrer. La posible sustitución de su importación contribuiría a aliviar el peso que tienen los agroalimentos dentro de las importaciones totales (Marrero y col., 2018).

Los crisomélidos más importantes en el cultivo de la soya en el país son *C. ruficornis* con élitros amarillos manchados de negro y *D. balteata* de color verde con manchas amarillas. Atacan mayormente los estadios iniciales de la plantación hasta el llenado de las vainas. Además del daño mecánico pueden transmitir el *Bean yellow stipple virus* (BYSV) y el *Cowpea mosaic virus* (CPMV), por lo que en caso de la observación de estas virosis no debe sobrepasarse el índice de 2-4 larvas por metro lineal (Cruz-Limonte y col., 2016).

En la actualidad, la información existente sobre la etología de los crisomélidos en la soya en Cuba es insuficiente y está muy dispersa. Por ello el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de bioproductos en la dinámica poblacional de los crisomélidos en el cultivo de la soya (*G. max*).

DESARROLLO

La investigación se desarrolló en condiciones de campo en el período comprendido entre el 29 de mayo hasta el 10 de septiembre de 2022 en áreas de la Finca Nela de la CCS "Josué País García". La misma cuenta con un área total de 1,0 hectárea. El área experimental que se localiza en las coordenadas 20° 92' 64'' LN y 76° 55' 41'' LW según se observa en la figura 1.



Figura 1. Localización del área experimental. Fuente: Google Mapas 2022.

El suelo predominante en el área experimental pertenece al agrupamiento de los Sialíticos clasificado como Pardo sin carbonato típico según Hernández-Jiménez y col. (2019) proveniente de rocas ígneas básicas con un 75% saturación, medianamente profundo y medianamente humificado.

Las propiedades fisicoquímicas del suelo se determinaron en el laboratorio de suelos de la Universidad de Las Tunas (Tabla 1), con el empleo de las metodologías descritas por Paneque, (2010).

Tabla 1. Composición química del suelo Pardo sin carbonato típico.

Profundidad	PH	M.O	P ₂ O ₅	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺
cm		%		mg.100 gr ⁻¹			
0-20	8,22	3,22	1,79	26,2	8,38	1,11	1,35

Las labores de preparación de suelo se realizaron con tracción animal y un arado de vertedera. En la siembra se utilizaron semillas de los cultivares Incasoy-1, Incasoy-2 e Incasoy- 26 provenientes del Instituto Nacional Ciencias Agrícolas con un 98% de germinación; la cual se efectuó el 29 de mayo del 2022 de forma manual; donde se colocaron dos semillas por nido a una profundidad 4 cm con una distancia entre surcos de 0.70 m y 0.10 m entre plantas.

Para el montaje del experimento se empleó un diseño de completamente aleatorizados con dos tratamientos que consistieron en Tratamiento 1: Aplicación de bioproductos (Micorrizas, FitoMas-E y Lixiviado de Humus Lombriz) y Tratamiento 2: Control sin aplicación de bioproductos, se utilizaron parcelas con una superficie de 33,6 m² (8,40 m x 4 m) con 4 surcos. Los cultivares seleccionados se consideraron como réplicas para el estudio de dinámica poblacional del insecto plaga. La distancia entre réplicas fue de 1 m.

Se aplicaron tres riegos durante el ciclo del cultivo mediante la tecnología de aspersión en los períodos críticos de demanda hídrica, enmarcados en las etapas de prefloración, floración-formación de la vaina y llenado del grano, con un intervalo de riego de 7 a 10 días en dependencia del periodo de lluvia. El control de plantas arvenses se realizó con azada según el grado de aparición de arvenses, con yunta de bueyes y a mano en algunas ocasiones con un intervalo de 15 o 20 días aproximadamente. Además, no se realizó manejo fitosanitario de las plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo.

Determinación de las principales especies de crisomélidos presentes en el cultivo de la soya

Se realizó observación visual a partir de los 21 días después de la siembra en 19 puntos en el campo y se contaron la cantidad de adultos por puntos y se tuvo en cuenta las características diferenciales de los crisomélidos presentes. Seguido se capturaron con un jamo entomológico, donde se dieron 10 pases de jamo por cada punto y se conservaron en etanol al 70% para su posterior identificación en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad de Las Tunas por el entomólogo.

Efecto de los bioproductos en el porcentaje de daños causados por crisomélidos en el cultivo de soya

En los tratamientos evaluados: Tratamiento 1-Aplicación de bioproductos y Tratamiento 2-Control sin aplicación de bioproductos, se procedió a la aplicación de la escala de cuatro niveles para determinar los daños causados por crisomélidos durante el ciclo del cultivo, la cual se expresa a continuación:

Grado 0...hojas sanas.

Grado 1...de 1 a 5 perforaciones en el limbo de la hoja.

Grado 2...de 6 a 10 perforaciones en el limbo de la hoja

Grado 3...de 11 a 16 perforaciones en el limbo de la hoja

Grado 4...de más de 16 perforaciones en el limbo de la hoja

Para la evaluación se tomaron 100 hojas en el campo (10 por punto).

El porcentaje de daño se expresó utilizando la fórmula siguiente:

$$\frac{\sum a + b}{\sum a + b} \times 100$$

% de daño =----- 100

4 n

Donde:

Σ---- sumatoria. a -----grado de la escala. b – total de hojas evaluadas. 4 último grado de la escala.

Los datos de porcentaje de daños causados por crisomélidos por los dos tratamientos evaluados y las diez determinaciones realizadas se transformaron por la fórmula $\sqrt{n+1}\sqrt{n+1}+1$ para lograr homogeneidad de varianza y distribución normal, los cuales fueron sometidos a un análisis ANOVA simple con prueba de comparación de medias de Tukey para un nivel de significación $p \leq 0,05 \leq 0,05$.

La distribución espacial de la plaga se determinó por los dos índices a y b calculados a partir de la relación existente entre la varianza y la media $S^2 = a \times m^b$ que se convierte en una regresión lineal aplicando logaritmo $\log(S^2) = \log(a) + b \times \log(m)$ (Taylor, 1984).

b es la característica de la población en el hábitat, $\log(a)$ está en función del método de muestreo empleado, siendo **a** el número de individuos que comparten la unidad muestral. La decisión de la disposición espacial es acorde con la regla descrita en la tabla 2.

Tabla 2. Evaluación de la disposición espacial según valores de los índices de Taylor.

a	Log(a)	b	Disposición
1	0	1	Al azar
>1	>0	1	Agregada
>0		>1	Agregada
0<a<1	<0	1	Uniforme
>0		<1	Uniforme

Si los datos a tomar son binarios, es decir, se mide la presencia-ausencia de los individuos o síntomas de enfermedad y no se realiza un conteo poblacional, el cálculo de la media se sustituye por:

$$m = \frac{I(l-I)}{n}$$

Donde **I** es el número total de presencia de individuos o síntomas y **n** es el total de muestras (Spósito, 2003).

Valoración de la influencia de las variables climáticas en el porcentaje de daños causados

Teniendo en cuenta que las fluctuaciones en las variables climatológicas pueden influir en la dinámica poblacional de los insectos plagas, se tomaron los acumulados de aproximadamente los siete días anteriores del muestreo de las variables temperaturas, humedad relativa y precipitaciones de la Estación de Meteorología que se encontraba en un radio de dos kilómetros desde 15 de junio hasta 1 de septiembre 2022.

Para determinar el efecto de las variables climáticas en la dinámica poblacional de crisomélidos relacionado por la escala de porcentaje de daños se realizó un análisis multivariado (Correlaciones) y de Componentes principales con el empleo del paquete estadístico STATGRAPHIC Centurion XV (Versión 15.2.14).

Determinación de las principales especies de crisomélidos presentes en el cultivo de la soya

En los muestreos realizados a los 21 días después de la siembra se observaron daños causados por los crisomélidos en las hojas como pequeñas perforaciones semicirculares inicialmente, luego se

visualizaron perforaciones más grandes (Figura 2). La especie de crisomélido predominante en el cultivo de la soya en ambos tratamientos se identificó como *Cerotoma ruficornis* (Olivier, 1791). Resultados similares informan estudios sobre el efecto de fertilización en la incidencia de plagas insectiles en el cultivo de la soya en la provincia de Villa Clara (León, 2014). Además, en esta misma provincia, esta especie, se ha encontrado en el cultivo del frijol (Machado, 2015; Ramos y col., 2015).

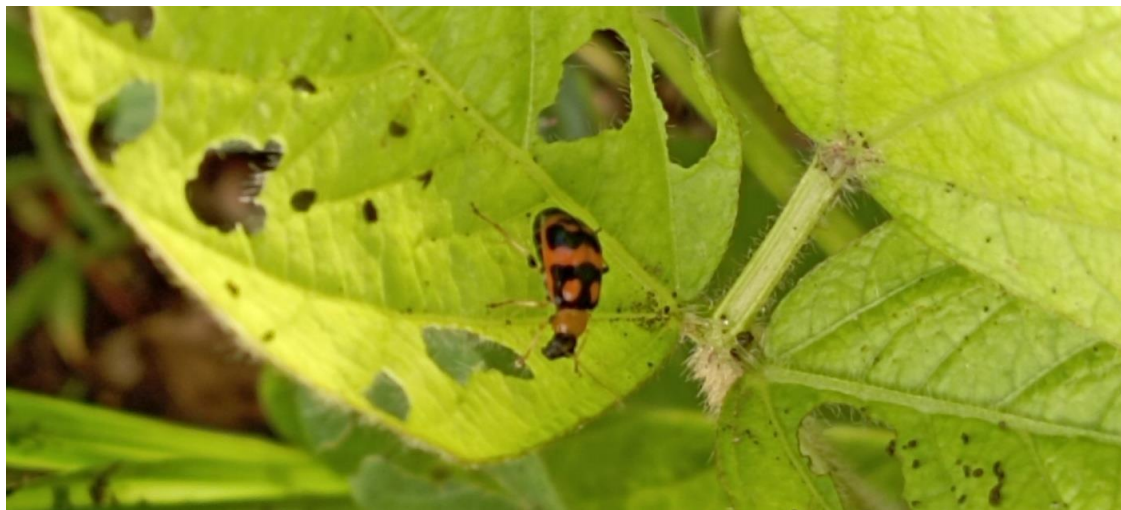


Figura 2. Imagen que muestra el crisomélido predominante en las plantaciones de soya (*Glycine max* (L.) Merr.)

Sin embargo, en otras investigaciones Cruz-Limonte y col. (2016) determinaron el efecto de la siembra directa y convencional de soya sobre la incidencia de plagas en la provincia de Villa Clara y encontraron que la especie principal de crisomélidos en el cultivo fue *Diabrotica balteata* LeConte. En este sentido, en Brasil, varios estudios encontraron que la especie de crisomélido *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) es una plaga de importancia en el cultivo de la soya (Ávila y col., 2019; Mignoni y col., 2021).

En Cuba el género *Cerotoma* spp., se informó como una plaga secundaria para el cultivo de la soya (Marrero, 2018). Así mismo, en la provincia de Las Tunas la especie *C. ruficornis* se indicó su presencia solo en el cultivo del frijol (Méndez, 2018).

Los resultados anteriores son importantes para el manejo de crisomélidos en el cultivo de la soya en la provincia ya que constituyen el primer informe de la presencia de *C. ruficornis* como especie predominante provocando daños significativos de importancia económica. No obstante, se requieren otros estudios que permitan corroborar estas investigaciones y la vez determinar su posible implicación en la transmisión de virus en el cultivo, lo cual contribuya al manejo de plagas y disminución de pérdidas causadas en los rendimientos.

Distribución espacial de C. ruficornis en el cultivo de soya

Los valores de los parámetros b y R^2 que corresponden a la ley de Taylor para los dos tratamientos evaluados se muestran en la tabla 3. En las parcelas de soya evaluadas se encontró una distribución uniforme de *C. ruficornis* en los dos tratamientos evaluados. Los valores ligeramente mayores que cero de $\log(a)$ (datos no mostrados) y de b menores a 1 indican la distribución uniforme.

Tabla 3. Distribución espacial de *C. ruficornis* en las parcelas de soya en los dos tratamientos evaluados.

Tratamientos	Parámetros de la Ley Taylor		
	a	b	R ²
1. Con aplicación	1,020	-1,025	0,1518
2. Sin aplicación	1,495	0,159	0,0434

Nota: el valor de **a** corresponde al valor del índice de Taylor.

Por otra parte, cuando menor es el valor de **b**, más uniformes están los individuos de la especie plaga en las parcelas y la disposición varía de acuerdo con la incidencia (Tabla 3).

Los resultados de la investigación demuestran que *C. ruficornis* presentó una distribución uniforme en las parcelas de cultivo de soya evaluadas, resultados similares encontró León, (2014) en la provincia de Villa Clara. Sin embargo, en otras especies de crisomélidos del género como *Cerotoma trifurcata* (Forster) (Coleoptera: Chrysomelidae) encontraron que tenía una distribución agregada en los campos de soya.

Efecto de los bioproductos en el porcentaje de daños causados por crisomélidos en el cultivo de soya

En la figura 3 se muestra una comparación de los porcentajes de daños causados por crisomélidos en los tratamientos evaluados a partir de los 25 días después de la siembra. Se puede observar que el tratamiento con aplicación de bioproductos los porcentajes de daños causados por *C. ruficornis* fueron superiores siempre al control sin aplicación desde los 25 días.

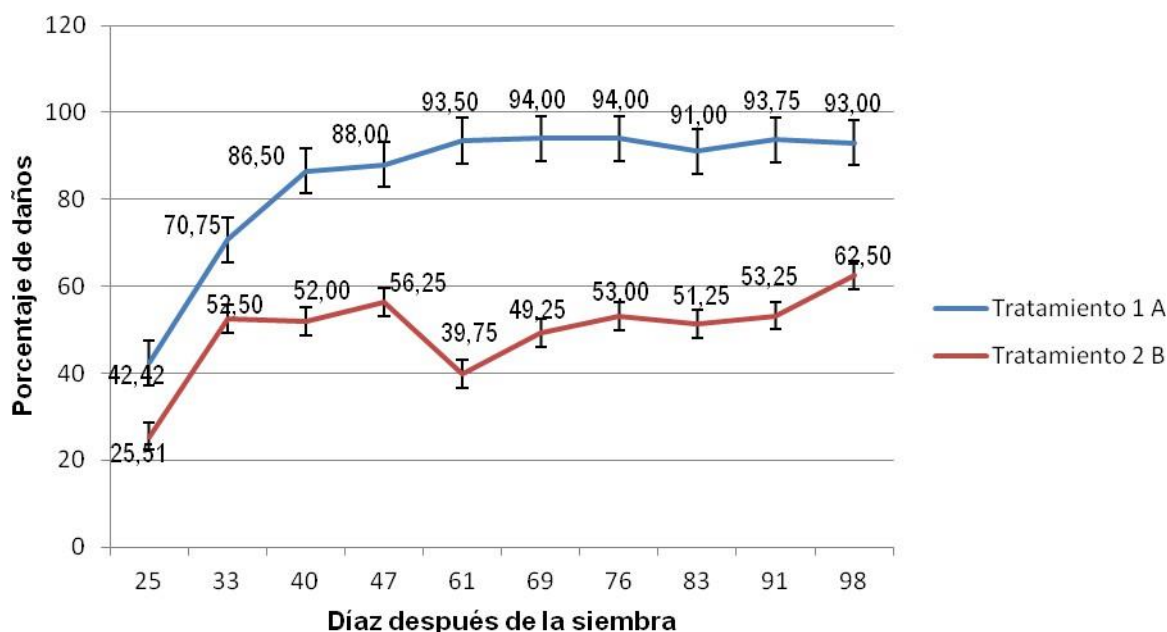


Figura 3. Comparación del porcentaje de daños causados por *C. ruficornis* con aplicación de bioestimulantes (Tratamiento 1) y sin aplicación (Tratamiento 2) a partir de los 25 días después de siembra del cultivo de soya. Letras diferentes corresponden a diferencias estadísticas significativas para Tukey $p \leq 0,05$ $\leq 0,05$. Coeficiente de variación=15,58% Error estándar=0,3163

Además, desde el segundo muestreo a los 33 días se constató un incremento exponencial de los daños en el tratamiento con bioproductos llegando hasta el 70%, el cual en el muestreo de los 61 sobrepasó el 90% y se mantuvo por encima de este valor hasta en los muestreos realizados hasta los 98 días (Figura 3). Sin embargo, en ambos tratamientos se presentaron porcentajes de daños causados por *C. ruficornis* por encima del 50%, lo cual demuestra las afectaciones de esta plaga en el cultivo de la soya, así como destacar que la aplicación de bioproductos incrementa aún más los daños, lo cual es un elemento tener en cuenta en el manejo del cultivo.

Otras investigaciones plantean que se destaca por su importancia la especie *D. balteata*, presente en plantaciones de soya. Los primeros insectos de *D. balteata* se observaron en el cultivo a los 21 días después de la siembra. Además, los mayores picos poblacionales se alcanzaron a los 28 días con valores máximos de 13 insectos, sin diferencias estadísticas significativas entre la siembra convencional y directa, no obstante, a partir de este momento se observó un descenso gradual de las poblaciones (Portales, 2011; González, 2012; Rodríguez, 2013; Cruz-Limonte y col., 2016).

Valoración de la influencia de las variables climáticas en el porcentaje de daños causados

En la tabla 4 se puede observar el análisis de correlación de los porcentajes de daños causados por *C. ruficornis* en los tratamientos evaluados de con aplicación de bioproductos (T1) y sin aplicación de bioproductos (T2) y las variables climáticas del período del desarrollo del cultivo de la soya. En todas las variables climáticas evaluadas no existió una correlación significativa para los tratamientos evaluados, lo cual se evidencia por valores $p \leq 0,05$.

No obstante, las variables climáticas de temperaturas y humedad relativa máxima tuvieron una correlación positiva en la aparición de los daños causados por *C. ruficornis*, donde se destacó la temperatura máxima (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de correlación entre los porcentajes de daños causados por *C. ruficornis* en los tratamientos evaluados y las variables climáticas del período de cultivo.

Variables climáticas	T1 con aplicación		T2 sin aplicación	
	Correlación	Valor de P	Correlación	Valor de P
Temp. Máxima	0,5445	0,1072	0,1854	0,6082
Temp. Media	0,4850	0,1553	0,1839	0,6110
Temp. Mínima	0,4040	0,2470	0,1910	0,5971
Hr máxima	0,4865	0,1539	0,5201	0,1233
Hr media	-0,0655	0,8572	0,2340	0,5153
Hr mínima	-0,6268	0,0525	-0,2054	0,5691
Precipitaciones	-0,2299	0,5228	0,0110	0,9758

Las variables que presentaron una correlación negativa incluyen la humedad relativa media y mínima, así como las precipitaciones, pero sin significación estadística, no obstante, la variable humedad relativa mínima fue la que mayor influencia tuvo en la presencia de daños causados por *C. ruficornis* con un valor de $p=0,0525$ en el tratamiento T1 (Tabla 4).

En el tratamiento T1 las precipitaciones (Tabla 4) tuvieron un efecto negativo en el aumento de los daños causados por la plaga insectil, lo cual no ocurrió en el tratamiento sin aplicación de bioproductos que la influencia fue ligeramente positiva.

Como se puede observar la variable temperatura tuvo una influencia marcada en el aumento de porcentaje de daños causados por *C. ruficornis*, al respecto los estudios realizados en la Universidad Estatal de Iowa en los Estados Unidos demostraron que existía una estrecha relación entre la densidad poblacional de adultos de crisomélidos de las primera y segunda generaciones por los diferentes estados de crecimientos del frijol. Además, también existió una alta correlación entre la densidad de estos insectos y las variables climáticas, como son la temperatura y las precipitaciones (Kishimoto y col., 2009).

Algunos autores como Kishimoto y col. (2009), plantean que en las condiciones del sudeste de Asia (trópico) los efectos anuales del cambio climático han tenido mayor influencia en la fluctuación poblacional de los crisomélidos que los propios cambios estacionales, lo cual puede explicar porque en las condiciones actuales *C. ruficornis* se ha convertido en una especie de importancia económica para el cultivo de la soya en Cuba con respecto a otras especies de crisomélidos presentes en el cultivo.

Por otro lado, el efecto de la temperatura fue mayor en el tratamiento T1 que el T2, lo cual evidencia que el aumento de los daños causados por *C. ruficornis* están relacionados en mayor medida con la aplicación de bioproductos en el cultivo de la soya que al efecto de variable climática en estudio. Según Tansey y col. (2015), el porcentaje de captura de *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae), aumenta con la temperatura media del ambiente, la cual determina también su frecuencia de vuelo en el cultivo de canola.

Otras investigaciones plantean que un número elevado de ejemplares de *Cerotoma trifurcata* (Forster) fueron observados en primavera en el estado de Iowa (EE. UU.), especialmente en campos de soya plantados tempranamente. De 16 a 18 días después de la siembra, las poblaciones de crisomélidos entre 1 y 2 ejemplares por jameo en todos los sitios (Delate y col., 2008).

Asimismo, se ha encontrado que las poblaciones de *Leptinotarsa decemlineata* (Say) se incrementan con la temperatura, pero a la vez valores muy elevados en el verano limitan la dispersión en plantaciones de papa en China (Li y col., 2014).

En la figura 4 se muestran los pesos de los componentes en la interacción del porcentaje de daños en el tratamiento T1 con aplicación de bioproductos y variables climáticas en el período de desarrollo del cultivo de la soya. Se observa que la humedad relativa mínima fue variable de mayor efecto negativo en la incidencia de la plaga ubicada parte superior derecha de los componentes 1 y 2.

Es conocido que las temperaturas elevadas favorecen la reproducción del insecto, lo cual unido al efecto de crecimiento de las plantas por la aplicación de bioproductos pueden proporcionar tejidos más tiernos y nutritivos que son preferidos por la plaga; tal como resultó en esta investigación con porcentajes de daños mayores en el tratamiento T1. Al respecto, se conoce que los insectos son atraídos por sustancias volátiles específicas que son emitidas por su hospedante (Khaliq y col., 2014) y prefieren plantas más nutridas para el desarrollo de sus progenies. Además, las hojas eran tiernas y quizás más apetecibles en la etapa vegetativa, lo que atraía de manera no preferencial a los adultos forrajeros hacia el cultivo hospedante.

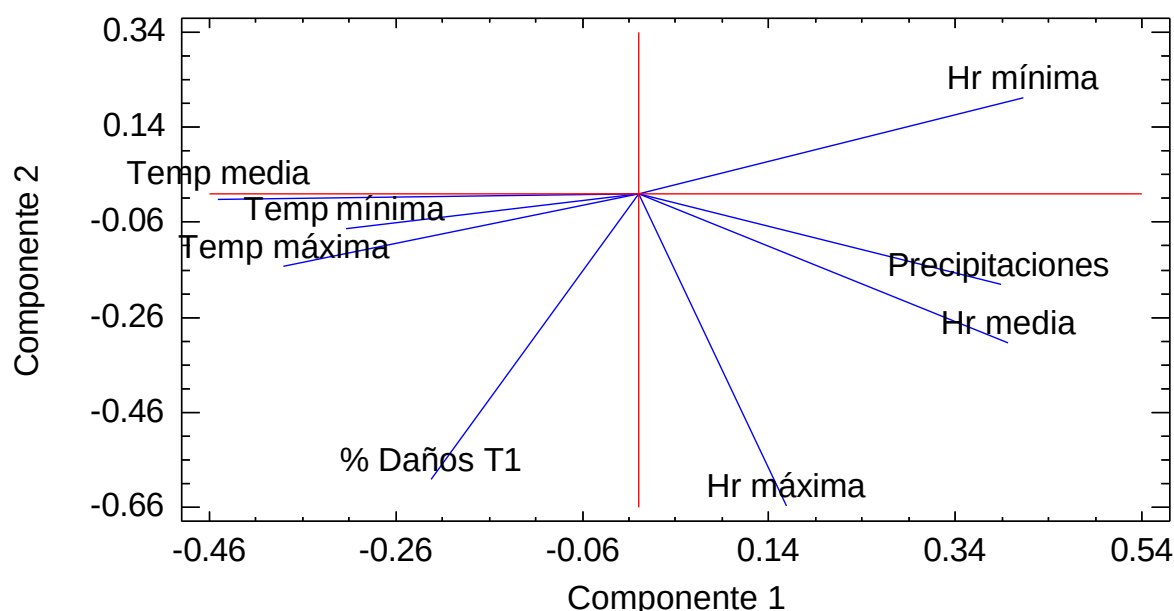


Figura 4. Gráfica que muestra los pesos del componente en la interacción del porcentaje de daños causados por *C. ruficornis* en tratamiento aplicación bioproductos (% Daños T 1) y los valores de las principales variables climáticas en el período estudiado.

En esta investigación la temperatura fue un factor que favoreció la presencia de daños en el cultivo, según varios autores este es un factor abiótico crítico que influye directamente en los procesos de supervivencia, desarrollo, reproducción y actividades biológicas de los insectos y, por lo tanto, en su dinámica de población (Price, 1997; Huffaker y col., 1999). La temperatura es probablemente la variable ambiental más importante que afecta el desarrollo embrionario (Gillott, 2005). Los huevos de la mayoría de las especies de coleópteros se desarrollan dentro de un rango de temperaturas con umbrales superiores e inferiores, fuera de los cuales, el desarrollo se retrasa o se inhibe (García-Ruiz y col., 2011; Arbab y McNeill, 2011; Lumbierres y col., 2020; Zahiri y col., 2010).

Aunque la correlación entre la variable humedad relativa media y porcentaje de daños no fue significativa estadísticamente (ver análisis correlaciones), si se observó una disminución del porcentaje de daños causados por *C. ruficornis* en hojas de plantas de soya. Sin embargo, en otros estudios con *P. cruciferae* (Goeze) en canola, se observó que la captura de la plaga disminuye con la presencia altos valores de humedad relativa mínima (Tansey y col., 2014).

Al respecto, se plantea que los huevos de algunas especies pueden obtener suficiente agua de la humedad del aire, mientras que los de otras especies deben estar en contacto con el agua para su desarrollo (Gillott, 2005). En muchos insectos coleópteros, el desarrollo de huevos se retrasa por la baja humedad en el aire circundante, presumiblemente debido a la falta de agua (Ofuya y Reichmuth, 2001).

Sin embargo, las fluctuaciones de precipitaciones si tuvieron una influencia en las variaciones de poblaciones y daños causados por *C. ruficornis* en el tratamiento T2 control, por ejemplo, entre los 33 y 40 días ocurren grandes volúmenes de lluvia seguido de chubascos que no sobrepasaron los 20 mm, lo cual propició una tendencia a la disminución del porcentaje de daños.

Estudios conducidos en campo para determinar las variaciones en la abundancia de *Ootheca* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) en frijol común, frijol caupí (*Vigna* sp. Walp) y soya (*Glycine max* L.) en Uganda, demostraron que el número de adultos fueron mayores en frijol caupí (29,5 adultos/15 plantas) durante temporada larga de lluvias sin diferencias con la temporada corta de lluvias (Lutaakome y col., 2022).

En esta investigación se pudo evidenciar por primera vez la importancia de *C. ruficornis* como plaga de importancia para el cultivo de la soya en la provincia de Las Tunas, la cual pudiera considerarse una plaga emergente en el cultivo, no obstante, se requieren otros estudios para la confirmación de esta idea. A nivel mundial diversas especies de crisomélidos se están presentando como plagas emergentes en cultivos de importancia económica de la familia de Fabaceae (Lutaakome y col., 2022; Halerimana y col., 2021).

No se observaron la presencia de otras especies de crisomélidos, por ejemplo, del género *Diabrotica* spp., que constituyen plagas de importancia en los cultivos de fabáceas de la provincia como frijol común, la ausencia en soya puede estar dado porque según Spencer *et al.* (2021), encontraron que el consumo de soya por los adultos de *Diabrotica virgifera* LeConte tiene un efecto detrimental en las poblaciones de la plaga y disminuyen su supervivencia.

Se observó, además, en condiciones de campo que *C. ruficornis* no presenta una preferencia alimentaria de acuerdo con los cultivares de soya cultivados en las parcelas, resultados similares se encontraron con adultos de la especie de crisomélido *Systema frontalis* (F.) donde no mostró preferencia entre especies y cultivares de plantas ornamentales en condiciones de laboratorio y campo (Herrick y Cloyd, 2020).

Por otro lado, la aplicación de bioproductos se muestra prometedora para la agricultura comercial, no solo para aumentar el crecimiento de las plantas y su productividad como se ha informado recientemente por (Grover y col., 2020; Jiménez-Arias y col., 2021; Sakr y col., 2021), sino también más específicamente para aumentar la defensa de la planta contra plagas y patógenos (Brown y Saa, 2015).

Sin embargo, en esta investigación se encontró que la incidencia de crisomélidos fue mayor en las plantas de soya donde se aplicó los bioproductos a base de micorrizas, FitoMas-E y lixiviado de humus de lombriz. Este último presenta en su composición ácidos húmicos que puede alterar el metabolismo de las hormonas en la planta y como resultado acelerar el crecimiento y desarrollo, elongación raíz, incremento de biomasa, entre otros (Nardi y col., 2017; Shah y col., 2018; Wong y col., 2020). También pueden modificar el perfil metabólico de las defensas en la planta, el cual promueve un aumento en la resistencia contra insectos (Schiavon y col., 2010; Razmjou y col., 2011), lo cual no coincide con los resultados obtenidos.

Lo anterior tal vez a que existen pocos estudios disponibles al respecto y solo se menciona el impacto de los ácidos húmicos en el desarrollo, supervivencia y fecundidad de las plagas de lepidópteros y áfidos que provocan una reducción en el crecimiento de sus poblaciones (Mohamadi y col., 2017a, b; Nasab y col., 2019; Jafary-Jahed y col., 2020).

Asimismo, poco se sabe sobre los cambios inducidos por los ácidos húmicos en el fenotipo de la planta que afectan el desempeño de los insectos herbívoros ni sobre los mecanismos subyacentes responsables del aumento de la resistencia a las plagas de insectos. Por ejemplo, el menor rendimiento del pulgón *Brevicoryne brassicae* en la canola tratada con HA no se asoció con el

A. D. Barbaru Grajales, S. E. Suárez Cedillo, T. J. Vargas Tierras, V. B. Morales León, K. I. Acosta Pérez
nivel de glucosinolatos, fenoles o flavonoides, metabolitos secundarios de las plantas con
supuestas funciones defensivas contra los insectos (Nasab y col., 2019).

La temperatura tuvo un efecto positivo en el incremento de *C. ruficornis*, al respecto se plantea que la temperatura y el fotoperíodo se encuentran entre los principales factores abióticos que controlan todos los aspectos de la historia de vida de los insectos. Por ejemplo, el fotoperíodo puede modificar las normas de reacción térmica para el desarrollo y el tamaño corporal, es decir, no cambia simplemente los valores promedio de estos rasgos, sino que afecta el patrón mismo de su dependencia de la temperatura. La identificación de tales efectos interactivos requiere un diseño experimental dedicado en el que los insectos se crían bajo varias combinaciones de temperatura y duración del día (Kutcherov y Lopatina, 2022).

Por ejemplo, se confirmó que el clima afecta notablemente la distribución de los taxones crisomélidos que pueden necesitar medidas de priorización específicas en las próximas décadas, reclamando una mayor atención sobre la entomofauna montañosa en un mundo que se calienta (Cerasoli y col., 2020).

De lo anterior se deriva que se deben mantener investigaciones en el comportamiento de las especies de crisomélidos presentes en el cultivo de la soya en la provincia de Las Tunas y en Cuba con el objetivo de determinar cambios en la presencia y dinámica poblacional en el cultivo y así evitar pérdidas económicas cuantiosas.

CONCLUSIONES

La especie de crisomélido predominante en el cultivo de la soya fue *Cerotoma ruficornis* con elevados porcentajes de daños. En las parcelas de soya con la aplicación de bioproductos las afectaciones de *Cerotoma ruficornis* presentaron porcentajes de daños superiores que el control sin aplicación. Las variables climáticas de temperatura presentaron una correlación positiva, y negativa para la humedad relativa y las precipitaciones, pero en todos los casos no tuvieron una significación estadística.

REFERENCIAS. BIBLIOGRÁFICAS

- Arbab, A., & McNeill, M.R. (2011). Determining suitability of thermal development models to estimate temperature parameters for embryonic development of *Sitona Lepidus* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae). *Revista J. Pest Sci.*, 84(2), 303-311.
- Ávila, C.J., Bitencourt, D.R. & Silva, I.F. (2019). Biology, reproductive capacity, and foliar consumption of *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) in different host plants *Journal of Agricultural Science. Revista Journal of Agricultural Science*. 11(5), 353-361.
- Brown, P., and Saa, S. (2015). Biostimulants in agriculture. *Front. Plant Sci.*, 6: 671. Doi: 10.3389/fpls.2015.00671
- Cabrera, G., Ávila, C.J., Cabrera, N., Nava, D.E., de Sene, A., and Weber, D.C. (2020). Biology and Management of Pest *Diabrotica Species* in South America. *Revista Insects*, 11(7), 421.
- Cerasoli, F., Thuiller, W., Guéguen, M., Renaud, J., d'Alessandro, P. & Biondi, M. (2020). The role of climate and biotic factors in shaping current distributions and potential future shifts of European Neorepidodera (Coleoptera, Chrysomelidae). *Revista Insect conservation and diversity*, 13(1), 47-62.
- Cruz-Limonte, A., Álvarez-Hernández, U., Grillo-Ravelo, H., Ortega-Camacho, R.A. & Cárdenas-Morales, M. (2016). Entomofauna asociada a la soya [*Glycine max* (L.) Merr.] en sistemas de siembra directa y convencional. *Revista Centro Agrícola*, 43(1), 77-84.

- Delate, K., DeWitt, J., McKern, A., Rosmann, D., Karlen, D. L. & Turnbull, R. (2008). Bean leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) response to soybean variety and organic-compliant treatments in Iowa. *Revista Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 25(3), 145-163.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). FAOSTAT statistical database. [Rome]: FAO, FAOSTAT Database.<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>
- García-Ruiz, E., Marco, V. & Pérez, M. I. (2011). Effects of Variable and Constant Temperatures on the Embryonic Development and Survival of a New Grape Pest. *Revista Xylotrechus arvicola (Coleoptera: Cerambycidae). Environ. Entomology*. 40(1), 939-947.
- Gillott, C. (2005). *Entomology*. Springer: Dordrecht. The Netherlands (3th Edition).
- González, M. (2012). Incidencia de plagas en soya (*Glycine max* (L.) Merr.) y su influencia sobre los rendimientos, en condiciones edafoclimáticas de Cifuentes. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Sede Universitaria Municipal, Cifuentes, Cuba. 2012, 30 p.
- Grover, M., Bodhankar, S., Sharma, A., Sharma, P., Singh, J. & Nain, L. (2020). PGPR mediated alterations in root traits: way towards sustainable crop production. *Front. Sustain. Food Syst.* 4:287. Doi: 10.3389/fsufs.2020.618230
- Halerimana, C., Kyamanywa, S., Olaboro, S., Paparu, P., Nkalubo, S.T., Colvin, J., Cheke, R.A., Wagner, T., Seal, S.E., Kriticos, D.J., et al. (2021). Distribution and Relative Abundance of Bean Leaf Beetles (*Ootheca* Pp.) (Insecta: Coleoptera: Chrysomelidae) in Uganda. *Insects*, 12, 1048.
- Hernández-Jiménez, A., Pérez-Jiménez, J. M., Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. (2019). La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40 (1), a15-e15.
- Herrick, N. J. & Cloyd, R. A. (2020). Overwintering, host-plant selection, and insecticide susceptibility of *Systema frontalis* (Coleoptera: Chrysomelidae): a major insect pest of nursery production systems. *Revista Journal of Economic Entomology*. 113(6), 2785-2792.
- Huffaker, C., B., Berryman P., Turchin A. C.B. & Gutierrez A.P. (1999). Dynamics and regulation of insect populations. In *Ecological Entomology Huffaker* (pp. 776). Wiley: New York, NY, USA.
- Jafary-Jahed, M., Razmjou, J., Nouri-Ganbalani, G., Naseri, B., and Hassanpour, M. (2020). Bottom-up effects of organic fertilizers on *Plutella xylostella* (L) with selected cruciferous crop plants. *J. Lepidopterists' Soc.* 74, 7-17. Doi: 10.18473/lepi. 74i1.a2.
- Jiménez-Arias, D., García-Machado, F. J., Morales-Sierra, S., García-García, A. L., Herrera, A. J., Valdés, F., et al. (2021). A beginner's guide to osmoprotection by biostimulants. *Plants* 10, 363. Doi: 10.3390/plants10020363
- Khaliq, A. M., Javed, M., Sohail, M. & Sagheer, M. (2014). Environmental effects on insects and their population dynamics. *Revista Journal of Entomology and Zoology studies*. 2(2), 1-7.
- Kishimoto-Yamada, K., Itioka, T., Sakai, S., Momose, K., Nagamitsu, T., Kaliang, H., et al. (2009). Population fluctuations of light-attracted chrysomelid beetles in relation to supra-annual environmental changes in a Bornean rainforest. *Bull Entomol Res.* 99 (33), 217-227.
- Kutcherov, D., A. & Lopatina, E., B. (2022). Photoperiodic Insensitivity of Temperature-Dependent Development in Some Chrysomeloid Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae, Megalopodidae). *Revista Entomological Review*. 102(1), 1-19.
- León Gil, L. (2014). *Influencia de la fertilización sobre las plagas y rendimiento agrícola de la soya*. (Tesis Doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.
- Li, C., Liu, H., Huang, F., Cheng, D. F., Wang, J. J., Zhang, Y. H. & Guo, W. C. (2014). Effect of temperature on the occurrence and distribution of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in China. *Revista Environmental Entomology*. 43 (2), 511-519.

- Lumbierres, B., Madeira, F., Roca, M. & Pons, X. (2020). Effects of temperature and diet on the development and reproduction of the ladybird *Oenopia conglobata*. *Entomologia Generalis* 41(2), 197 - 208.
- Lutaakome, M., Kyamanywa, S., Paparu, P., Olaboro, S., Halirimana, C., Nkalubo, S.T. & Otim, M.H. (2022). Host and Seasonal Effects on the Abundance of Bean Leaf Beetles (*Ootheca* spp.) (Coleoptera: Chrysomelidae) in Northern Uganda. *Insects*, 13, 848. <https://doi.org/10.3390/insects13090848>
- Machado, R. (2015). Incidencia de *Diabrotica balteata* (Le conte) y *Cerotoma ruficornis* (Oliver) asociados a *Phaseolus vulgaris* (L.). (Trabajo de Diploma). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.
- Marrero, L., Martínez, M. A., Suris, M., Sardiñas, R., Suárez, E., Marrero, A., & Yanez, A. (2018). Entomosoy: sitio Web para el estudio de la entomofauna asociada a la soya en Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 33(2), 1-5.
- Méndez, A.A. (2018). Evaluación de la carga tóxica en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) en áreas de la zona norte de la provincia de Las Tunas, Cuba. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 1(73), 23pp.
- Mignoni, M.E., Honorato, A., Kunst, R., Righi, R. & Massuquetti, A. (2021). Soybean images dataset for caterpillar and *Diabrotica speciosa* pest detection and classification. *Data Brief*. 40, 107756. Doi: 10.1016/j.dib.2021.107756.
- Mohamadi, P., Razmjou, J., Naseri, B. & Hassanpour, M. (2017a). Humic fertilizer and vermicompost applied to the soil can positively affect population growth parameters of *Trichogramma brassicae* (hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotrop. Entomol.* 46, 678–684. Doi: 10.1007/s13744-017-0536-9
- Mohamadi, P., Razmjou, J., Naseri, B., & Hassanpour, M. (2017b). Population growth parameters of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato plant using organic substrate and biofertilizers. *J. Insect Sci.* 17, 36. Doi: 10.1093/jisesa/iex011
- Nardi, S., Ertani, A., & Francioso, O. (2017). Soil-root cross-talking: the role of humic substances. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 180, 5–13. Doi: 10.1002/jpln.201600348
- Nasab, R.S., Yali, M.P. & Bozorg-Amirkalae, M. (2019). Effects of humic acid and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on induced resistance of canola to *Brevicoryne brassicae* l. *Bull. Entomol. Res.* 109, 479–489. Doi: 10.1017/S0007485318000779
- Ofuya, T.I. & Reichmuth, C. (2002). Effect of relative humidity on the susceptibility of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae) to two modified atmospheres. *Revista Journal of Stored Products Research*. 38(2), 139-146.
- Paneque, V. M. (2010). Manual de técnicas analíticas para el análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Ediciones INCA, 153p.
- Portales, D. (2011). Efecto de la siembra directa de la soya [*Glycine max* (L.) Merr.] sobre la mesofauna, plagas, e indicadores productivos. Tesis para aspirar al título de ingeniera agrónoma. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Santa Clara, Cuba, 33 p.
- Price, P. W. (1997). *Insect ecology*. John Wiley y Sons (3th Edition) New York, NY, USA.
- Ramos, Y., Gómez, J., Espinosa, R., Días, F., Crespo, A. y Machado, R. (2015). Etología de los crisomélidos (Coleoptera: *Chrysomelidae*) asociados a tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en época intermedia. *Revista de Protección Vegetal*, 30 (3), 165-170.
- Razmjou, J., Mohammadi, M., and Hassanpour, M. (2011). Effect of vermicompost and cucumber cultivar on population growth attributes of the melon aphid (Hemiptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.* 104, 1379–1383. Doi: 10.1603/EC10120
- Rodríguez Cabezas, C. P. (2013). Variación climática y presencia de plagas en el cultivo de soya bajo condiciones ambientales de Babahoyo. (Trabajo de Diploma). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Los Ríos, Ecuador.

- Roján-Herrera O., Maqueira-López L. A., Milagros-Santana I., Miranda-Sierra C.A. Núñez-Vázquez M. (2022). Productividad de cultivares de soya en dos épocas de siembra. *Cultivos Tropicales*, 43 (1), e05.
- Romero, A., Ruz, R. & González, M. (2013). Evaluación de siete cultivares de soya (*Glycine max*) en las condiciones edafoclimáticas del municipio Majibacoa, Las Tunas. *Pastos y Forrajes*, 36 (4), 459-463.
- Sakr, M.T., Ibrahim, H.M., ElAwady, A.E., and Abo El Makarm, A.A. (2021). Growth, yield and biochemical constituents as well as post-harvest quality of water-stressed broccoli (*Brassica oleraceae* l. var. italica) as affected by certain biomodulators. *Sci. Hortic.* 275, 109605. Doi: 10.1016/j.scienta.2020.10960
- Schiavon, M., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vaccaro, S., Francioso, O. & Nardi, S. (2010). High molecular size humic substances enhance phenylpropanoid metabolism in maize (*Zea mays* L.). *J. Chem. Ecol.* 36, 662–669. Doi: 10.1007/s10886-010-9790-6
- Shah, Z. H., Rehman, H. M., Akhtar, T., Alsamadany, H., Hamooh, B.T., Mujtaba, T., et al. (2018). Humic substances: determining potential molecular regulatory processes in plants. *Front. Plant Sci.* 9, 263. Doi: 10.3389/fpls.2018. 00263
- Spencer, J.L, Mabry, T.R., Levine, E., & Isard S.A. (2021). Soybean Foliage Consumption Reduces Adult Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*) (Coleoptera: Chrysomelidae) Survival and Stimulates Flight. *J. Econ. Entomol.* 114(6), 2390-2399. Doi: 10.1093/jee/toab167. PMID: 34494116.
- Tansey, J.A., Dosdall, L.M., Soroka, J.J. & Keddie, B.A. (2015). The influence of weather parameters on crucifer flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) capture heights. *Revista The Canadian Entomologist.* 147(1), 89-96.
- Taylor, L. R. (1984). Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Ann. Rev. Entomol.*, 29, 321-57.
- Wong, W.S., Zhong, H.T., Cross, A.T., & Yong, J.W. (2020). “Plant biostimulants in vermicomposts: characteristics and plausible mechanisms,” in *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*, Eds D. Geelen and L. Xu (Wiley), 155–180. Doi: 10.1002/9781119357254.ch6
- Zahiri, B., Fathipour, Y., Khanjani, M., Moharramipour, S. & Zalucki, M.P. (2010). Preimaginal development response to constant temperatures in *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae): picking the best model. *Revista Environmental Entomology.* 39 (1), 177-189.

©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

