



Biodiversidad de insectos en sistemas de policultivos de maíz (*Zea mays* L.)

Marcos Tulio García González¹, Liuder Isidoro Rodríguez-Coca^{1,*}, Yander Fernández Cansio¹, Marcia María Rodríguez Jáuregui¹, Zuleiqui Gil Unday^{1,2}

(1) Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez". Avenida de los Mártires #360, Sancti Spíritus, Cuba

(2) Universidad de Kassel, Mönchebergstraße 19, 34127 Kassel, Alemania.

* Autor de correspondencia: L.I. Rodríguez Coca [liuderrodriguez@gmail.com]

> Recibido el 31 de mayo de 2022 - Aceptado el 28 de septiembre de 2022

Como citar: García González, M.T., Rodríguez Coca, L.I., Fernández Cansio, Y., Rodríguez Jáuregui, M. M., Gil Unday, Z. 2022. Biodiversidad de insectos en sistemas de policultivos de maíz (*Zea mays* L.). *Ecosistemas* 31(3): 2400. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2400>

Biodiversidad de insectos en sistemas de policultivos de maíz (*Zea mays* L.)

Resumen: La agricultura convencional implica la simplificación de la estructura del medioambiente con una considerable disminución de la diversidad natural. Apoyados en la práctica de los policultivos (maíz-calabaza, maíz-ajonjolí, maíz-frijol, maíz-girasol), se desarrollaron un grupo de experimentos encaminados a favorecer la diversidad insectil. La investigación se realizó en los años 2017, 2018 y 2019, en el municipio de Fomento, Provincia Sancti Spíritus, Cuba, perteneciente a la Empresa Agropecuaria Ramón Ponciano. Realizado sobre un diseño de bloques al azar, tuvo como objetivos identificar las especies de insectos asociados al cultivo del maíz, caracterizar los enemigos naturales presentes en el maíz en los sistemas de policultivos, así como determinar los índices ecológicos de riqueza, equidad y dominancia. Después de realizada la investigación se pudo identificar 24 especies de insectos: 9 perjudiciales y 15 beneficiosos. Las especies de biorreguladores más representativas fueron como depredadores *Mixogaster* sp y *Scymnus* sp y como parásitos *L. achyppivora* y *A. peliventri*. El fitófago *S. frugiperda* fue el de mayor importancia durante todo el ciclo del cultivo. Los policultivos fueron, desde el punto de vista de la biodiversidad los que muestran mayor diversidad biológica dado por una mayor riqueza, diversidad y equidad de insectos que el monocultivo, destacándose M+A.

Palabras clave: biorreguladores; Cuba; dominancia; equidad; plagas; policultivos

Insect biodiversity in maize polyculture systems (*Zea mays* L.)

Abstract: Conventional agriculture implies the simplification of the structure of the environment with a considerable decrease in natural diversity. Supported by the practice of polycultures (corn-pumpkin, corn-bean, corn-beans, corn-sunflower), a group of experiments aimed at favoring insect diversity were developed. The research was carried out in 2017, 2018 and 2019, in the municipality of Fomento, Sancti Spíritus Province, Cuba, belonging to the Ramón Ponciano Agricultural Enterprise. Carried out on a randomized block design, its objectives were to identify the species of insects associated with the maize crop, to characterize the natural enemies present in maize in polyculture systems, as well as to determine the ecological indices of richness, equity and dominance. After the research was carried out, 24 insect species were identified: 9 harmful and 15 beneficial. The most representative species of bioregulators were as predators *Mixogaster* sp and *Scymnus* sp and as parasites *L. achyppivora* and *A. peliventri*. The phytophagous *S. frugiperda* was the most important throughout the crop cycle. From the biodiversity point of view, the polycultures showed the greatest biological diversity due to a greater richness, diversity and equity of insects than the monoculture, with M+A standing out.

Keywords: bioregulators; Cuba; dominance; equity; pests; polyculture

Introducción

Según Mao et al. (2021), la pérdida de la diversidad biológica es un problema global, nacional y territorial. En la actualidad, muchos científicos de todo el mundo han comenzado a reconocer el papel y la importancia de la biodiversidad en el funcionamiento de los sistemas agrícolas. En ecosistemas naturales la regulación interna de su funcionamiento es substancialmente un producto de procesos y sinergias ligadas a la biodiversidad. Esta forma de control se pierde progresivamente con la intensificación y la simplificación agrícola, de manera que para funcionar los monocultivos deben ser subvencionados con altos niveles de insumos químicos (Nicholls y Altieri 2002; Kohlmann et al. 2010; Ito et al. 2019).

La agricultura reemplaza la flora y fauna original de grandes áreas, disminuyendo así la heterogeneidad del hábitat. A medida que se reduce la diversidad biológica, las estructuras tróficas tienden a simplificarse y muchos nichos quedan sin ocupar. El riesgo de mayores invasiones y brotes catastróficos de plagas y enfermedades es considerable, a pesar de la utilización intensiva de insumos en la forma de agroquímicos. A partir del conocimiento de que la diversidad vegetal favorece de manera frecuente los mecanismos homeostáticos de control de plagas en los cultivos, es de presumir que la diversidad insectil sea mayor y las densidades de fitófagos sean menores y más estables en el cultivo de tomate asociado con maíz que en el monocultivo respectivo, y que a su vez las variedades ejerzan cierta influencia sobre estos indicadores,

por lo que dichas prácticas podrían ser utilizadas para la regulación de estas comunidades de insectos nocivos (Altieri y Nicholls 2004; León 2013; Busse et al. 2021).

Los artrópodos por su tamaño pequeño, su diversidad y su alta sensibilidad a las variaciones del ambiente serían buenos indicadores de la heterogeneidad del hábitat, de la biodiversidad del ecosistema y del estado de estrés del ambiente (Lietti et al. 2006).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la biodiversidad insectil en los sistemas de cultivos de maíz, mediante la aplicación de indicadores ecológicos.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la Empresa Agropecuaria municipal de Fomento, provincia de Sancti Spiritus, Cuba durante los años 2017, 2018 y 2019 en dos agroecosistemas (llano (70 m s. n. m.) y premontaña (150 m s. n. m.)). El suelo predominante y sobre el cual se realizó la investigación para ambos agroecosistemas fue Pardo Sialítico sin Carbonato (Hernández-Jiménez et al. 2019).

Se desarrolló un experimento en bloques al azar, donde los tratamientos fueron cinco sistemas de cultivos: maíz monocultivo (M), maíz-calabaza (M+C); maíz-frijol caupí (M+F); maíz-ajonjolí (M+A) y maíz-girasol (M+G) y cuatro réplicas. Las unidades experimentales (parcelas) tenían 0.04 ha (400 m²). La distancia entre las parcelas fue de un metro y entre bloques de 1.5 m. Estos se repitieron en cada uno de los años.

La colecta se realizó manualmente (activa), donde se hizo la búsqueda directa de insectos sobre sustratos florales, caulinares, herbáceos, debajo de piedras durante un período de 1h en cada comunidad vegetal. Para las colectas de los insectos se realizaron muestreos cada siete ddg (días después de la germinación), en cada evaluación se revisaron 25 plantas por parcelas en cinco puntos de muestreo con cinco plantas por punto empleado, para un total de 100 plantas por sistema de cultivo, utilizando el método de bandera inglesa. Los insectos una vez colectados fueron conservados en alcohol etílico al 70 % en frascos de vidrio debidamente etiquetados con el lugar de colecta, fecha, y nombre del colector. Algunas especies se sometieron a bajas temperaturas (cámara letal), y luego fueron conservadas en alcohol etílico al 70%. Las mariposas y polillas se conservaron en sobres entomológicos de papel "glassine" con el fin de evitar la pérdida de escamas (Márquez 2005; Triplehorn y Johnson 2005).

El embalaje y envío de las muestras se realizaron mediante por la Norma Cubana 486:09 al laboratorio de Taxonomía del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas (UCLV), utilizando métodos convencionales de diagnóstico como observación directa, uso de microscopio estereoscópico y empleo de claves y descripciones de especies. Para la descripción de los mismos se conformó una lista con sus nombres científicos y vulgares, de ellos los que son fitófagos, depredadores y parasitoides. Los muestreos se realizaron en horas tempranas de la mañana (MINAG 2009).

Los índices ecológicos utilizados para monitorear las poblaciones de insectos en cada sistema de cultivo fueron, diversidad, dominancia y equidad, los cuales fueron descritos según criterios de Aguirre Mendoza (2013), como se muestra a continuación:

Diversidad (H). Se determinó a través del Índice de Shannon – Wiener. Expresa la uniformidad de los valores de importancia través de todas las especies de la muestra.

$$H' = - \sum pi \cdot \ln pi$$

Donde: H: diversidad de especies; Pi: abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Dominancia (D). Se determinó mediante el Índice de Simpson.

Es un parámetro inverso a la uniformidad y equidad. Está fuertemente influido por la especie más dominante, sin evaluar la contribución del resto de las especies.

$$D = \sum (pi)^2$$

Donde: D: dominancia; Pi: abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Equidad (E). Corresponde al cociente entre diversidad real y la máxima, indicando en los valores próximos a 1, que la comunidad está equilibrada:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde: E: equidad; S: número de especies colectadas; H: Diversidad.

Se realizó un ANOVA unifactorial para cada índice evaluados por año para lo cual se empleó el paquete estadístico SPSS – versión 15 para Windows. Las medias fueron comparadas por la prueba de rango múltiple de Tukey (p≤0.05).

Resultados

En las colectas realizadas, se identificaron un conjunto de especies de insectos Clase Insecta (Hexapoda). Se registraron un total de 40 especies de insectos para el agroecosistema premontañoso, de ellos, 16 fitófagos (40 %) que atacan al maíz con mayor o menor intensidad, 17 especies con hábitos depredadores (42 %) y siete insectos parasitoides (17 %). Mientras que en el llano se identificaron 38 especies de insectos, de ellos, 17 fitófagos (44 %), 15 depredadores (39 %) y seis parasitoides (15 %) (Fig. 1).

Los principales órdenes de insectos depredadores presente en los agroecosistemas fueron, Coleoptera, Hemiptera, Neuroptera, Diptera, Himenoptera y Dermaptera (Tabla 1). Las especies depredadoras que tuvieron mayor representatividad en la época lluviosa según la prueba (Abundance plot para K dominante), fueron *Zelus longipes* (L), *Polistes cubensis* (P.de B) y *Dorus taeniatum*; mientras que en la poca lluviosa estuvieron representado por *Mixogaster* sp, la familia Coccinellidae y *Nabis capsiformis* (Germ.) Resultados similares informó Pérez (2006), en asociaciones de maíz.

Los sistemas de policultivos presentaron mayor abundancia de estos insectos que el monocultivo durante todas las evaluaciones. El policultivo con mayor representatividad de insectos depredadores fue M+C en los primeros 28 ddg, pudiendo estar dado por ser la calabaza el primero en proveer de alimento y refugio a los depredadores, dado por sus características botánicas. En el caso de los policultivos M+A y M+G los niveles mayores se alcanzaron a partir del cuarto y quinto muestreo.

Por su parte Vázquez et al. (2008), informa como los sistemas de policultivos con maíz favorecen la presencia de entomófagos como coccinélidos, dípteros, chinches asesinas y avispas, todos insectos depredadores vinculados a las poblaciones plagas del maíz.

Entre los principales parasitoides identificados en los sistemas de cultivos para ambos agroecosistemas, estuvieron tres especies del orden Díptera de la familia Tachinidae representado por *Archytas pelivetri* (V. de Wulp., *Lespesia achyppivora* (Riley.) y *Eucelatoria* sp, así mismo se identificaron cuatro especies del orden Hymenoptera, de la familia Braconidae representados por *Chelonus insularis* (Cress.) y *Rogas* spp, de la familia Ichneumonidae la especie *Eniscospilus merdarius* (Grav.) todos ellos parasitoides de *S. frugiperda* y *H. zea*, mientras que de la familia Mymaridae se identificó *Anagrus* sp como parasitoides de *P. maidis*. (Tabla 2).

En el agroecosistema del llano el índice de diversidad Shannon (H) calculado estuvo favorecido por los sistemas de policultivos,

Insectos identificados

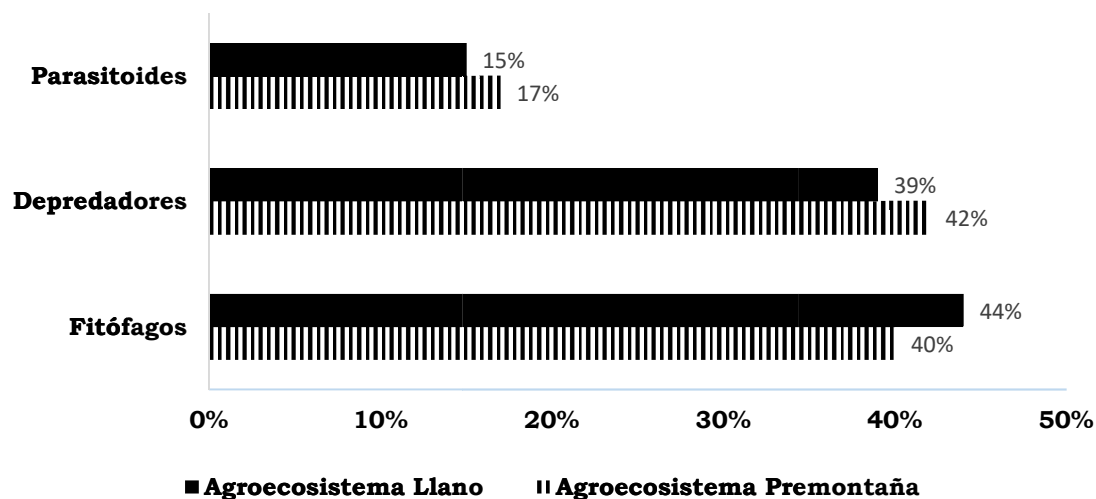


Figura 1. Insectos identificados (Modificado de García González et al. 2022).

Figure 1. Insects identified (Modified from García González et al. 2022).

Tabla 1. Insectos biorreguladores identificados en el maíz en los sistemas de policultivos (Modificado de García González et al. 2022).

Table 1. Bioregulatory insects identified in corn in polyculture systems (Modified from García González et al. 2022).

Grupo	Orden	Familia	Género	Especie
Depredadores	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coleomegilla</i>	<i>cubensis</i> Csy.
			<i>Cycloneda</i>	<i>sanguínea</i> Csy.
			<i>Rodolia</i>	<i>cardinalis</i> Muls.
			<i>Callida</i>	<i>rubricollis</i> Dej.
			<i>Scymnus</i>	<i>smithianus</i> Silv
		Cincidelidae	<i>Megacephala</i>	<i>carolina</i> L.
	Lampiridae	<i>Thonalmus</i>	sp	
	Hemiptera	Reduvidae	<i>Zelus</i>	<i>longipes</i> L.
		Anthocoridae	<i>Oriuz</i>	<i>Insidiosus</i> Say
		Nabidae	<i>Nabis</i>	<i>Capsiformis</i> Germ.
	Diptera	Syrphidae	<i>Mixogaster</i>	sp
	Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa</i>	<i>cubana</i> Hagen
			<i>Nodita</i>	sp
	Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes</i>	<i>cubensis</i> P.de B
<i>Pachodynerus</i>			<i>nasidens</i> Lat.	
Dermaptera	Formicidae	<i>Pheidole</i>	<i>megacephala</i> Fab.	
	Forficulidae	<i>Dorus</i>	<i>taeniatum</i>	
Parasitoides	Diptera	Tachinidae	<i>Archytas</i>	<i>peliventris</i> V. de Wulp.
			<i>Eucelatoria</i>	sp
			<i>Lespesia</i>	<i>achyppivora</i> Riley.
	Hymenoptera	Braconidae	<i>Chelonus</i>	<i>insularis</i> Cress.
			<i>Rogas</i>	sp
			Myrmariidae	<i>Anagrus</i>
		Ichneumonidae	<i>Eniscospilus</i>	<i>merdarius</i> Grav.

existiendo diferencias estadísticas con las parcelas del monocultivo durante todos los años en estudios (Tabla 2). Los sistemas de cultivos con mayor riqueza insectil fueron el M+C, M+A y M+G sin diferencias entre ellos. Resultados similares fueron informados por Cuesta (2011), en la provincia de Cienfuegos al estudiar la biodiversidad en campos de maíz.

La equidad o uniformidad de insectos dentro de los sistemas en estudio mostró que el policultivo M+A fue el más uniformes, aunque en el año 2017 sin diferencia estadísticas con el M+G y en el año 2018 y 2019 con M+C y M+G. Al igual que en los índices anteriores en M+F fue el policultivo con menor equidad, pero superior al monocultivo, que fue el menos equitativo durante todos los años analizados (Tabla 2).

La dominancia mostró valores similares a los índices anteriores, pero en sentido inverso, ya que los mayores valores de dominancia manifiestan menor diversidad, uniformidad (Moreno 2005) (Tabla 2). El tratamiento con mayor dominancia durante todos años y con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos fue el monocultivo. El policultivo M+A fue el de menor dominancia durante los años 2017 y 2019, mientras que en el 2018 no tuvo diferencias con el M+G.

La diversidad de especies de insectos, se incrementó más en las áreas de policultivos que en el monocultivo. Los sistemas de cultivos M+A, M+G y M+C no presentaron diferencias entre sí durante el 2017. Se presentó un incremento de la diversidad en el policultivo M+A en el 2018 en relación al resto de los tratamientos, mientras que en el 2019 fueron el M+A y M+G los más favorecidos,

por lo que M+A fue el tratamiento que mantuvo una mayor estabilidad en el tiempo (Tabla 3).

Discusión

Los fitófagos más representativos para el maíz en cada agroecosistema (Fig. 1) fueron *S. frugiperda* para los períodos lluviosos y *P. maidis* para los pocos lluviosos, resultados que concuerdan con lo informados por Fernández (2007) sobre la fuerte relación de exclusión entre ambas especies, lo que hace que los picos poblacionales de ambos insectos los presentan en condiciones ecológicas diferentes. Los fitófagos *H. zea* y *D. lineolata*, aunque estuvieron presente en las dos épocas de siembra y en los dos agroecosistemas sus poblaciones fueron bajas.

Especies de insectos con estos hábitos alimenticios (Tabla 1) han sido informados en sistemas de policultivos por (Vázquez 1999; 2018; Murguido 2000). Las avispas del género *Polistes* fueron las de mayor representación en el monocultivo seguido por *D. taeniatum* aunque nunca alcanzaron los niveles presentes en los policultivos.

Los policultivos presentaron mayor abundancia de especies de insectos que el monocultivo en ambos agroecosistemas (llano y montañoso) durante toda la investigación. Los tres primeros muestreos mostraron que el policultivo M+C fue el de mayor presencia de especies parasitoides, lo que pudiera estar dado por ser el sistema de cultivo que primeramente emitió flores y a partir de la

Tabla 2. Índices ecológicos en los sistemas de cultivo. Agroecosistema del llano.

Table 2. Ecological indices in the cropping systems. Plains agroecosystem.

Sistemas de cultivos	Diversidad (H)			Equidad (E)			Dominancia (D)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
M	1.04c	1.04c	1.09c	0.64d	0.75d	0.79c	0.128a	0.086a	0.081a
M+C	1.30a	1.34a	1.39a	0.88b	0.94a	0.93a	0.063c	0.052c	0.054c
M+F	1.25b	1.26b	1.27b	0.83c	0.90c	0.9b	0.089b	0.060b	0.057b
M+A	1.31a	1.34a	1.40a	0.91a	0.94a	0.94a	0.060c	0.052c	0.051d
M+G	1.29a	1.34a	1.38a	0.90a	0.93b	0.94a	0.063c	0.052c	0.053cd
EE	0.023	0.023	0.027	0.022	0.016	0.120	0.003	0.003	0.003
CV (%)	8.46	7.87	9.20	12.04	8.31	5.55	22.00	21.60	19.60

Medias con letras desiguales en las columnas difieren según prueba de rango múltiple de Tukey para $p < 0.05$

Tabla 3. Índices ecológicos en los sistemas de cultivo. Agroecosistema premontaña.

Table 3. Ecological indices in the cropping systems. Pre-mountain agroecosystem.

Sistemas de cultivos	Diversidad (H)			Equidad (E)			Dominancia (D)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
M	1.04c	1.07d	1.09d	0.77d	0.79c	0.8b	1.04a	0.082a	0.075a
M+C	1.26a	1.29b	1.31b	0.91a	0.93a	0.94a	0.063c	0.051c	0.049c
M+F	1.23b	1.21c	1.23c	0.8c	0.9b	0.93a	0.083b	0.067b	0.056b
M+A	1.27a	1.32a	1.38a	0.91a	0.94a	0.94a	0.059d	0.049d	0.049c
M+G	1.26a	1.28b	1.36a	0.88b	0.93a	0.94a	0.061c	0.05cd	0.049c
EE	0.02	0.02	0.024	0.013	0.012	0.012	0.006	0.003	0.002
CV (%)	7.35	7.47	8.58	6.8	6.0	5.81	26.0	20.3	17.85

Medias con letras desiguales en las columnas difieren según prueba de rango múltiple de Tukey para $p < 0.05$

cuarta semana fue el sistema de cultivo M+A fue el de mayor presencia de parasitoides.

Según León (2013), los sistemas de policultivos por lo general presentan una mayor abundancia de géneros y una distribución relativa u homogeneidad tanto desde el punto de vista espacial como temporal más equilibrado y estable que en los sistemas de monocultivos. De esta manera se evidencia como los sistemas de policultivos favorecen las poblaciones de depredadores y parasitoides, ya que estos sistemas presentan una mayor diversificación de flores que ofrecen recursos de alimentos (polen, néctar), además de proveer de refugio, camuflaje, para los hospedadores o las presas haciendo posible la persistencia de sus poblaciones, lo que estabiliza las interacciones depredador-presa o parasitoide hospedador (Altieri y Nicholls 2012). Igualmente, estos resultados concuerdan con Bernal (2007), al informar la importancia de los parasitoides en la regulación sobre las plagas. Por su parte Lietti et al. (2006), informan como las plagas alcanzan mayores niveles de abundancia en los sistemas agrícolas simples como el monocultivo.

En estos sistemas de policultivos los insectos herbívoros se ven sometidos a un mayor control de los factores de mortalidad bióticos (parasitoides y depredadores) y por tanto no ocurre como en el monocultivo donde determinadas plagas o fitófagos adquieren posiciones dominantes en el agroecosistema con respecto a las otras especies (Vides-Borrella et al. 2019) y se hacen aún más perniciosas por sus altas densidades y por lo tanto se evidencian mayores niveles de daños al cultivo del maíz. Durante toda la investigación para esta época de siembra y en este agroecosistema la especie dominante fue *S. frugiperda*.

En el agroecosistema premontañoso por su cercanía a grandes zonas boscosas presentó un incremento en número de especies desde los primeros muestreos en los policultivos. Resultados estos que coinciden con lo informado por Altieri y Nicholls (2012), sobre la importancia que presentan las colindancias con las zonas boscosas para el aumento y mantenimiento de la diversidad insectil dentro de los agroecosistemas.

La equidad de especies insectiles fue en aumento para todos los sistemas de cultivo, donde en el 2017 fueron M+A y M+C los que alcanzaron los mayores valores de equidad (Tabla 2). En el 2018 se incorpora el M+G a los tratamientos M+A y M+C. Para el 2019 no existieron diferencias entre los sistemas de policultivos. Durante toda la investigación el monocultivo fue el menos equitativo en cuanto a especies insectiles con diferencias marcadas con los tratamientos de policultivos. De esta manera se demuestra la efectividad ecológica de los sistemas de policultivos en la estabilidad poblacional de los insectos.

La dominancia de especies insectiles presentó un comportamiento similar durante todos los años evaluados. El monocultivo fue donde se alcanzó la mayor dominancia de insectos con diferencias con todos los policultivos. El sistema M+F le siguió en orden, mientras que M+A, M+C y M+G evidenciaron la menor dominancia de especies sin diferencias entre ellos (Tabla 2). Al igual que en el agroecosistema del llano la especie dominante fue *S. frugiperda*.

Contribución de los autores

Marcos Tulio García González: Conceptualización, Redacción - borrador original, Supervisión, Redacción - revisión y edición. Liuder Isidoro Rodríguez Coca: Visualización, Investigación, Redacción - revisión y edición. Yander Fernández Cansio: Conceptualización, Investigación, Redacción - revisión y edición. Marcia María Rodríguez Jáuregui: Visualización, Redacción - revisión y edición. Zuleiqui Gil Unday: Visualización, Redacción - revisión y edición.

Agradecimientos

Este trabajo contó con el apoyo del Laboratorio de Taxonomía del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas (UCLV), Cuba, al cual expresamos nuestro agradecimiento.

Referencias

- Aguirre Mendoza, Z. 2013. *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador.
- Altieri, M., Nicholls, C. 2004. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. CRC Press, Boca Raton, FL, Estados Unidos.
- Altieri, M., Nicholls, C. 2012. Agroecología: Única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología* 7(2):65–83.
- Bernal, J.S. 2007. Biología, ecología y etología de parasitoides. En: Rodríguez-del-Bosque, L.A., Arredondo-Bernal, H.C. (eds.), *Teoría y Aplicación del Control Biológico*, pp. 61-74. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.
- Busse, M., Zoll, F., Siebert, R., Bartels, A., Bokelmann, A., Scharschmidt, P. 2021. How farmers think about insects: perceptions of biodiversity, biodiversity loss and attitudes towards insect-friendly farming practices. *Biodiversity and Conservation* 30(11), 3045–3066. <https://orcid.org/10.1007/s10531-021-02235-2>
- Cuesta, G. 2011. *Fundamentos para la toma de decisiones con respecto a la continua liberación de la variedad de maíz fr-bt1, en la Empresa Cultivos Varios Horquita*, Cienfuegos. INSTEC. La Habana. Cuba.
- Fernández, J.L. 2007. Relaciones de asociación entre insectos plagas del maíz y su incidencia en las afectaciones ocasionadas al cultivo en la provincia de Granma, Cuba. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 1(40): 539–541.
- García González, M.T., Rodríguez Coca, L.I., Rodríguez Jáuregui, M.M., Fernández Cancio, Y. 2022. Policultivos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* (J Smith) y la entomofauna benéfica asociada en el maíz (*Zea mays* L.). *Revista de la Universidad del Zulia*, 3ª época 13, 37.
- Hernández-Jiménez, A., Pérez-Jiménez, J.M., Bosch-Infante, D., Speck, N.C. 2019. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales* 40(1), e15. Recuperado el 09 de septiembre de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362019000100015&lng=es&tlng=es
- Ito, M., Franz, M., Barboza, F.R. 2019. Pathways to link biodiversity and ecosystem functioning: from monitoring to complex ecological interactions studies. *Community Ecology* 20(2), 107–109. <https://orcid.org/10.1556/168.2019.20.2.1>
- Kohlmann, B., Roderus, D., Elle, O., Solís, Á., Soto, X., Russo, R. 2010. Conservación de la biodiversidad en Costa Rica: análisis de la correspondencia entre áreas identificadas clave por su biodiversidad (*Araaceae*, *Arecaceae*, *Bromeliaceae* y *Scarabaeinae*) y zonas de vida prioritarias para la conservación. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81(002).
- León, A. 2013. *Evaluación de fluctuaciones poblacionales e índices ecológicos de insectos nocivos y beneficiosos en tres variedades de tomate asociadas con maíz*. INCA. La Habana, Cuba.
- Lietti, M., Montero, G.A., Vignaroli, L., Vitta, J. 2006. Diversidad de grupos tróficos de artrópodos en cultivos de soja con distintas estrategias de producción. En: *Actas. III Congreso de Soja del Mercosur*, pp. 511-514, ACSOJA, Rosario, Argentina.
- Márquez, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 37, 385-408p
- Mao, Z., Centanni, J., Pommereau, F., Stokes, A., Gaucherel, C. 2021. Maintaining biodiversity promotes the multifunctionality of social-ecological systems: holistic modelling of a mountain system. *Ecosystem Services* 47, 101220. <https://orcid.org/10.1016/j.ecoser.2020.101222>
- MINAG 2009. *Norma Cuba 486*. Ministerio de la Agricultura-Cuarentena Vegetal-Embalaje y Traslado de productos básicos para el diagnóstico de laboratorio. Reglas generales. La Habana, Cuba. 14 p.
- Moreno, C. 2005. *Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera*. CYTED, Zaragoza, España.
- Murguido, R. 2000. *Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba*. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana, Cuba. 389 p.
- Nicholls, C., Altieri, M. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Biodiversity and agroecological design: a case study of pest management in vineyards. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (CATIE)* 65:50-64.
- Pérez, M. 2006. *Control biológico de Spodoptera frugiperda (Smith.) en maíz*. Departamento de Manejo de Plagas. UNAH. Ciudad de la Habana, Cuba. <http://www.aguasalientes.gob.mx/codagea/produce/SPO-DOPTE.htm.2006>

- Triplehorn, Ch. A., Johnson, N.F. 2005. *Borror and DeLong's. Introduction to the Study of Insects*, 7 ed. Thomson Brooks/Cole. Pacific Grove, CA, Estados Unidos. 864p
- Vázquez, L.L. 1999. La conservación de los enemigos naturales de plagas en el contexto de la fitoprotección. *Boletín técnico* 5(4), 75.
- Vázquez, L.L. 2018. El control biológico integrado al manejo territorial de plagas de insectos en Cuba. *Agroecología* 12(1), 39–46. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/330331>
- Vázquez, L.L., Alfonso, J., Matienzo, Y., Veitia, M. 2008. *Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba*. Editorial CIDISAV. La Habana. Cuba.
- Vides-Borrella, E., Porter-Bolland, L., Ferguson, B.G., Gasselin, P., Vaca, R., Valle-Mora, J., Vandame, R. 2019. Polycultures, pastures and monocultures: Effects of land use intensity on wild bee diversity in tropical landscapes of southeastern Mexico. *Biological Conservation* 236, 269–280. <https://orcid.org/10.1016/j.biocon.2019.04.025>