

DEPÓSITO LEGAL ZU2020000153

ISSN 0041-8811

E-ISSN 2665-0428

Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



Ciencias
Exactas,
Naturales
y de la Salud

75

ANIVERSARIO

Año 13 N° 37

Mayo - Agosto 2022

Tercera Época

Maracaibo-Venezuela

Policultivos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* (J Smith) y la entomofauna benéfica asociada en el maíz (*Zea mays* L.)

Marcos Tulio García González *
Liuder Isidoro Rodríguez Coca**
Marcia María Rodríguez Jáuregui***
Yander Fernández Cancio****

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el empleo de los sistemas de cultivos maíz monocultivo (M), maíz-calabaza (M+C), maíz-frijol caupí (M+F), maíz-ajonjolí (M+A) y maíz-girasol (M+G) en el manejo de *Spodoptera frugiperda* y la entomofauna benéfica asociada. Fue realizado en dos periodos de siembra definidos para Cuba (lluvioso y poco lluvioso) y en dos agroecosistemas (llano (70 m.s. n. m.) y premontaña (150 m.s. n. m.)). El diseño experimental fue de bloques al azar, con cinco tratamientos (sistemas de cultivos) y cuatro réplicas en cada año. Se determinaron los niveles de infestación de *Spodoptera frugiperda* y la entomofauna asociada (depredadores y parasitoides) a estos sistemas. Se comprobó que los sistemas de cultivos M+C y M+A presentaron menor incidencia de *S. frugiperda*, que el monocultivo del maíz. El número de especies de insectos benéficos encontrados fue superior en los sistemas de policultivos para ambos agroecosistemas.

PALABRAS CLAVE: agroecosistemas, depredadores, cultivos intercalados, parasitoides, plaga.

*Profesor del Departamento de Agronomía, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1115-9311>, Autor para la correspondencia: mtgarciaaglez@gmail.com

** Profesor del Departamento de Agronomía, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4404-5601>

*** Departamento Agronomía, Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4709-5460>

****Master en Ciencias, Profesor del Departamento de Agronomía, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Avenida de los Mártires No. 360, Sancti Spíritus, Cuba. CP 60100. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4241-6541>

-El artículo presenta los aportes centrales de la tesis doctoral de García (2015).

Recibido: 01/02/2022

Aceptado: 04/04/2022

Polycultures for the management of *Spodoptera frugiperda* (J Smith) and beneficial entomofauna associated with corn (*Zea mays* L.)

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the use of monoculture corn (M), corn-pumpkin (M+P), corn-pea bean (M+P B), corn-bean (M+B) and corn-sunflower (M+S) cropping systems in the management of *Spodoptera frugiperda* and the associated beneficial entomofauna. It was carried out in two sowing periods defined for Cuba (rainy and low rainfall) and in two agroecosystems (plain (70 m.s.n.m.) and pre-mountain (150 m.s.n.m.). The experimental design was a randomized block design, with five treatments (cropping systems) and four replicates in each year. The levels of *Spodoptera frugiperda* infestation and the associated entomofauna (predators and parasitoids) in these systems were determined. It was found that the M+P B and M+S cropping systems presented lower incidence of *S. frugiperda* than the corn monoculture. The number of beneficial insect species found was higher in the polyculture systems for both agroecosystems.

KEYWORDS: agroecosystems, predators, intercropping, parasitoids, plague.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es la forma domesticada de la gramínea silvestre mexicana, conocida como teocintle (*Zea mexicana* L.). Es el cultivo que posee el mayor potencial de rendimiento genético entre los cereales y satisface las necesidades de alimentación de seres humanos y animales, por lo cual su producción es un punto estratégico. Es cultivado ampliamente en todas las regiones climáticas tropicales, subtropicales y templadas de Asia, África, Europa y América del Norte y del Sur (El-Sobky y Abdo, 2020; Sahoo *et al.*, 2021).

Este cereal es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y entre los cultivos más importante a nivel mundial por su producción (1,194.80 millones de toneladas, superando al trigo y al arroz). Ocupa el segundo lugar en área de siembra, con alrededor de 140 000 000 de hectáreas; se siembra en 135 países y se comercializan en el mercado internacional más de 90 millones de toneladas, donde los principales países son Estados Unidos, Brasil, Argentina y Ucrania. La demanda de consumo de este cultivo posee un gran crecimiento a nivel mundial y para los próximos años no se aprecian saltos de producción espectaculares de este (González *et al.*, 2020; USDA, 2021).

El maíz es una planta muy popular y de gran tradición en Cuba; el mismo posee vital importancia para la sustitución de importaciones, ya que se emplea como alimento humano y animal; pero también como cultivo asociado, barrera viva y reservorio de entomófagos (Del Toro *et al.*, 2019).

Spodoptera frugiperda (Smith) es una plaga destructiva de muchos cultivos como *Z. mays*; es originaria de las regiones tropicales y subtropicales de América. Además de extenderse por todo el mundo, el gusano cogollero ha causado pérdidas de rendimiento de maíz de más de 18 millones de toneladas/año (Pérez, 2006). Por las condiciones climáticas de Cuba, es considerada la plaga principal y está presente en cualquier época de siembra. El incremento de las poblaciones del insecto se enmarca en la fase de crecimiento vegetativo hasta los 35 - 40 días de emergido el cultivo. La afectación a los rendimientos puede llegar a 0,8 t ha⁻¹ en maíz seco, lo que equivale al 40 % de la producción (Hui *et al.*, 2021; Herlinda *et al.*, 2021).

Los insectos herbívoros alcanzan mayores niveles de abundancia que los biorreguladores en los sistemas agrícolas simples y viceversa en los diversificados, ya que las interacciones directas o indirectas dentro y entre poblaciones insectiles tienen influencias positivas en la estructura y funciones de esta comunidad. El monocultivo al eliminar la diversidad vegetal reduce las fuentes de alimento y de refugio de los organismos fitófagos y de sus enemigos naturales, provocando un aumento de los daños producidos por insectos plaga (Lietti *et al.*, 2011; Siaw *et al.*, 2019).

Los sistemas de policultivos han servido de modelos para generar un vasto conocimiento científico, fundamentales para dar origen a las bases ecológicas que sustentan el surgimiento del Manejo Ecológico de Plagas (MEP). En la actualidad diversos científicos reconocen el papel y la importancia de la biodiversidad en los sistemas de producción agrícola. La regulación interna en el correcto funcionamiento de los agroecosistemas naturales es debido a una serie de procesos y sinergias estrechamente ligadas con la biodiversidad, que se ve afectada por prácticas de monocultivo, los cuales para el control de las plagas necesita altos niveles de insumos químicos. Sin embargo, se deben realizar más investigaciones en policultivos para tener un completo conocimiento de los mecanismos que intervienen en la reducción de las plagas, de forma que se puedan idear estrategias para aumentar las ventajas entomológicas de estos sistemas (Nicholls y Altieri, 2002; Gutiérrez *et al.*, 2015).

El monocultivo, como principal forma de producción en el cultivo del maíz, propicia el desarrollo de insectos plagas, así como la disminución y pérdida de la biodiversidad insectil dentro del cultivo, al no existir las condiciones ecológicas requeridas para el establecimiento de estas. Por lo cual el cultivo del maíz, aunque posee un alto potencial productivo, no ocupa el rol que le corresponde en el desarrollo de los sistemas productivos agrícolas cubanos. Por ende, es necesario buscar alternativas en un sistema de producción que propicie el manejo de las principales plagas y al mismo tiempo aumente los rendimientos (García, 2015).

Teniendo en cuenta que el monocultivo es la principal forma de producción establecida en el maíz en Cuba, lo que ha provocado la pérdida de la biodiversidad insectil y una alta incidencia de plagas como *S. frugiperda*, el objetivo de la investigación fue evaluar el empleo de los sistemas de cultivos: maíz monocultivo (M), maíz-calabaza (M+C), maíz-frijol caupí (M+F), maíz-ajonjolí (M+A) y maíz-girasol (M+G), en el manejo de *S. frugiperda* y la entomofauna benéfica asociada.

1. Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la Empresa Agropecuaria Municipal de Fomento, provincia de Sancti Spíritus, Cuba; en dos Agroecosistemas: llano (70 m s. n. m.) y premontaña (150 m s. n. m.); en dos épocas de siembra: lluviosa y poco lluviosa para el primero, y lluviosa para el segundo.

Las variables climáticas temperatura y humedad relativa media para cada agroecosistema fueron obtenidas del Centro Meteorológico provincial de Sancti Spíritus, mientras que las precipitaciones fueron obtenidas por el Instituto de Recursos Hidráulico de la provincia de Sancti Spíritus de pluviómetros ubicados a menos de 2 km de los sitios de investigación. El suelo predominante y sobre el cual se realizó la investigación para ambos agroecosistemas fue Pardo Sialítico sin Carbonato (Hernández *et al.*, 2019).

Se desarrolló un experimento en bloques al azar por época de siembra en cada agroecosistema, 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.

La siembra de la calabaza se efectuó 20 días antes que el resto de los cultivos, en bolsas de polietileno (20 x 24 cm), con 50 % de materia orgánica (humus de lombriz) y 50 % de tierra, y se llevó al campo en el momento de la siembra del resto de los cultivos.

La preparación del suelo se realizó según las normas del instructivo técnico (Hernández *et al.*, 2006): roturación, mullido, cruce, mullido y surcado; todo con tracción animal excepto la rotura que se realizó de forma mecanizada. A los 30 días, se realizó un aporque entre surco, con tracción animal. La primera fertilización fue con fórmula completa, 325 Kg/ha a razón de 16-20-0 en la siembra; una segunda aplicación a los 30 días con 130 Kg/ha de Sulfato de Amonio, coincidiendo con la labor de aporque. En una tercera fertilización, a los 45 dds se aplicó 65 kg/ha de Urea (Deras, 2020). Durante la fase vegetativa de los cultivos se realizaron dos aplicaciones del bioestimulante foliar FitoMas-E a razón de 1,5 L ha⁻¹, la primera a los 15 días después de la germinación (ddg), y la segunda 15 días después de la primera. Las fechas de siembra fueron en el mes de mayo para la época lluviosa y en diciembre para la poco lluviosa.

Los muestreos se realizaron con una frecuencia semanal observando 25 plantas por parcelas (100 plantas por sistema de cultivo) al azar, en forma de bandera inglesa (cinco puntos por parcela y cinco plantas por punto). El porcentaje de infestación se determinó según Muñoz *et al.* (2017) mediante la fórmula siguiente.

$$\%I = \frac{Pi}{Pm} \cdot 100$$

#: porcentaje de infestación

Pi: plantas infestadas

Pm: plantas muestreadas

Los datos en porcentajes de las variables se transformaron en $2 \arcsen \sqrt{P/100}$. Se realizó un ANOVA en el sexto muestreo (pico de infestación), previa comprobación del supuesto de normalidad por la prueba de Kolmogórov Smirnov, para lo cual se empleó el paquete estadístico SPSS – versión 15 para Windows. Las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey para $P \leq 0,05$.

Las comparaciones entre los agroecosistemas se realizaron por la prueba T de student para dos muestras independientes con el paquete estadístico SPSS – versión 15 para Windows.

Para la evaluación de las poblaciones de insectos benéficos se realizaron muestreos cada 7 ddg. 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 colectados fueron embalados en alcohol al 70 % y enviados para su diagnóstico 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 estereoscopio y empleo de claves y descripciones de especies. Para la descripción de los mismos se conformó una lista con sus nombres científicos y vulgares (fitófagos y depredadores). Los insectos colectados fueron los que se encontraban encima de las plantas de maíz. Los muestreos se realizaron en horas tempranas de la mañana.

Para los parasitoides igualmente se realizaron muestreos cada siete días, colectando orugas y puestas de huevos; se colocaron en recipientes con aserrín y se le alimentaron con hojas de maíz todos los días, y al emerger los parasitoides se enviaron al CIAP de la UCLV.

2. Resultados y Discusión

2.1. Época lluviosa

El análisis estadístico de la infestación por *S. frugiperda* en la época lluviosa en el año 2016 mostró diferencia entre los diferentes sistemas de cultivos (Tabla 1). El mayor nivel de infestación por *S. frugiperda* para ambos agroecosistemas lo presentó el maíz monocultivo. Los menores niveles de infestación se observaron en M+C en el llano; mientras que en premontaña el M+C, M+F y M+A no presentaron diferencias entre ellos. Estos resultados muestran como el monocultivo favorece el desarrollo de *S. frugiperda* en los dos agroecosistemas; mientras que el agroecosistema de la premontaña en cualquiera de los sistemas de policultivos estudiados propicia condiciones para una menor infestación. El sistema de cultivo M+G fue el de mayor infestación dentro de los sistemas de policultivos para ambos agroecosistemas.

Tabla 1. Porcentaje de infestación al maíz por *S. frugiperda* para cada sistema de cultivos y agroecosistemas en estudio (época lluviosa)

Sistemas de cultivos	Años					
	2016		2017		2018	
	Llano	Premontaña	Llano	Premontaña	Llano	Premontaña
M	44,00a	37,25a	39,10a	35,70a	36,41a	34,41a
M+C	26,00d	21,00c	24,00c	17,00c	21,60c	16,25c
M+F	29,00c	23,00bc	27,00b	22,15b	25,42b	20,00b
M+A	29,00c	22,00c	23,70c	16,30c	20,93c	15,45c
M+G	33,00b	25,00b	28,60b	21,00b	25,00b	20,37b
Media	32,20	25,65	28,51	22,00	26,05	21,34
CV (%)	19,31	19,58	19,45	19,80	19,60	19,71
E. típico	0,74	0,66	0,97	0,85	0,76	0,72

Letras minúsculas desiguales en la columna para las medias de los sistemas de cultivos difieren para $P \leq 0,05$ según prueba de Tukey

La mayor infestación por *S. frugiperda* durante el año 2017 para ambos agroecosistemas se observó en el maíz monocultivo. En el llano la infestación en todos los sistemas de cultivos estudiados (incluyendo el monocultivo) fue superior que en cada sistema de cultivo, similar en el agroecosistema de premontaña (Tabla 1). Los tratamientos menos infestados fueron el M+C y M+A para los dos agroecosistemas, sin diferencias entre ellos. El sistema de policultivo más infestado al igual que en el 2016 resultó el M+G. Los niveles de infestación en el 2017 decrecieron respecto al 2016, coincidiendo con lo informado por Wan *et al.* (2021), de que los sistemas de policultivos reducen significativamente el ataque del gusano cogollero hasta en un 40% en comparación con el monocultivo.

El año 2018 mantuvo un comportamiento similar al 2017, pero con valores en la infestación inferiores. El monocultivo resultó el sistema más infestado para ambos agroecosistemas. De igual manera, los sistemas M+C y M+A fueron los más favorecidos, sin diferencias entre ellos. Los tratamientos de M+G y M+F fueron los sistemas de policultivos más infestados sin diferencias entre ellos. De forma general los tratamientos M+A y M+C

fueron los menos infestados por *S. frugiperda* para ambos agroecosistemas para la época lluviosa durante los años de la investigación.

Los porcentajes de infestación por *S. frugiperda* fueron superiores en el agroecosistema del llano con respecto a la premontaña durante los tres años de evaluación, mostrando diferencias estadísticas entre ellos (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de infestación al maíz por *S. frugiperda* para cada agroecosistema en estudio. Época lluviosa

Años	2016	2017	2018
Agroecosistemas	Infestación (%)		
Llano	32,20 a	28,46a	25,87a
Premontaña	25,65b	22,27b	21,29b
Valor de T	3,26*	2,99*	2,24*

*Letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de T de Student para $P < 0,05$

Estos resultados reafirman lo planteado por Altieri y Nicholls (2009), con respecto a que los agroecosistemas cercanos a las zonas montañosas los insectos depredadores presentan un gradiente de densidad poblacional superior, favoreciendo un mejor control de plagas en los cultivos aledaños, ya que los sistemas diversificados estimulan una mayor diversidad de artrópodos (Jirón, 2019). Igualmente, Vázquez *et al.* (2008) resaltan el papel de los bosques circundante en el manejo de las plagas dado a su influencia en el mejoramiento de las condiciones climáticas como: precipitaciones, humedad relativa y temperaturas.

Como se evidencia, los porcentajes de infestación por *S. frugiperda* a los 42 ddg fueron menores en el agroecosistema premontañoso, y en descenso en la medida que transcurren los años; de igual manera se obtuvo que de forma general los sistemas de cultivos con menores valores en los tres años y en los dos agroecosistemas fueron el M+C y M+A. Los policultivos de M+F y M+G a pesar de alcanzar valores mayores que los sistemas antes mencionados, las infestaciones estuvieron por debajo del maíz monocultivo en los tres años y en los dos agroecosistemas. Estos resultados coinciden con lo reportado por Rojas (2000) al señalar que las infestaciones por *S. frugiperda* en premontaña son menores que en el llano. También

coinciden con los resultados encontrados por Badillo (2019) donde de los daños provocados por las larvas de *S. frugiperda* disminuyen con el empleo del cultivo intercalado del maíz.

2.2. Época poco lluviosa

El mayor porcentaje de infestación por *S. frugiperda* en la época poco lluviosa en el agroecosistema del llano lo presentó el monocultivo, con diferencias estadísticas con el resto de los sistemas de cultivos durante los tres años de estudio (Figura 1). Los sistemas con los valores menores de infestación fueron M+C y M+A, sin diferencias entre ellos. Por su parte M+G y M+F no tuvieron diferencias significativas entre ellos, y aunque no fueron los de menor infestación, sí estuvieron por debajo del monocultivo durante toda la investigación.

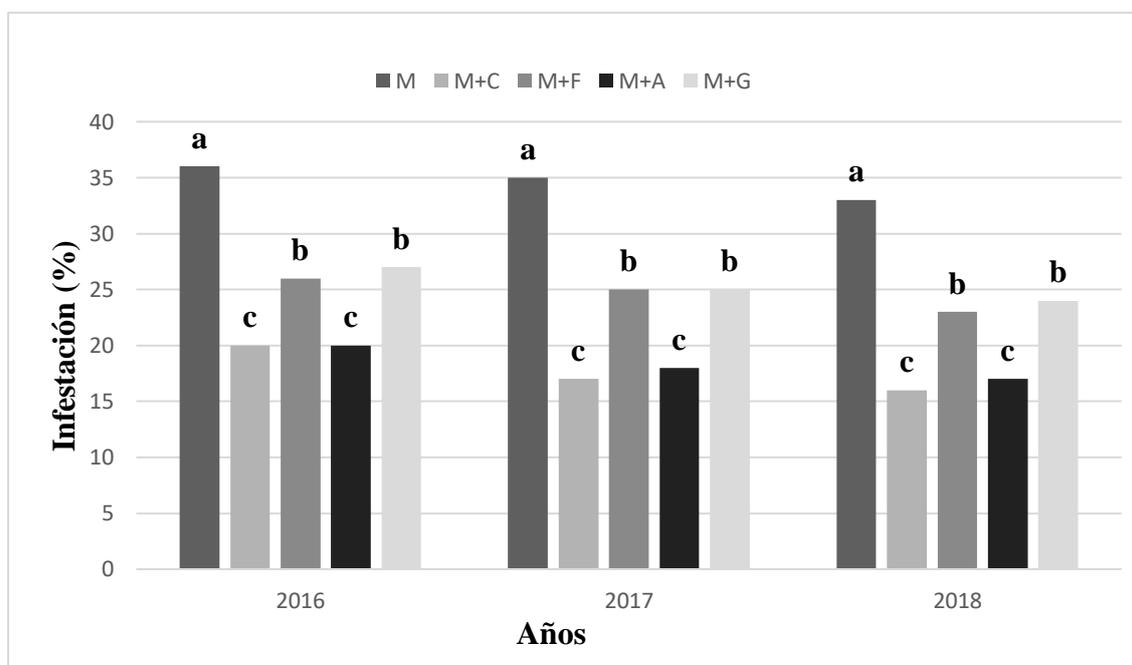


Figura 1. Infestación al maíz por *S. frugiperda* para cada sistema de cultivos en el agroecosistema del llano. Época poco lluviosa.

Al igual que en época lluviosa, los sistemas de cultivos M+C y M+A resultaron los policultivos que más facilitaron la regulación de la palomilla del maíz. Los sistemas de policultivos estudiados disminuyen la infestación, debido a que estos incrementan la presencia de depredadores y parasitoides de *S. frugiperda*, por lo cual la competencia interespecífica es un determinante clave de la distribución geográfica y la abundancia de la población de una especie (Vázquez *et al.*, 2008; Song *et al.*, 2021).

En las colectas realizadas, se identificó un conjunto de especies de insectos pertenecientes taxonómicamente al Dominio Eukaryota, Reino Metazoa, Phylum Arthropoda, Subphyla Mandibulata y Clase Insecta (Hexapoda). Se registraron un total de 40 especies de insectos para el agroecosistema premontañoso; de ellos, 16 fitófagos que atacan al maíz con mayor o menor intensidad, 17 especies con hábitos depredadores y siete insectos parasitoides (Figura 2). Mientras que en el llano se identificaron 38 especies de insectos; de ellos, 17 fitófagos, 15 depredadores y seis parasitoides (Figura 3). Los insectos fitófagos en ambos agroecosistemas de mayor representatividad fueron *S. frugiperda* en la época lluviosa y *P.maidis* para la poco lluviosa.

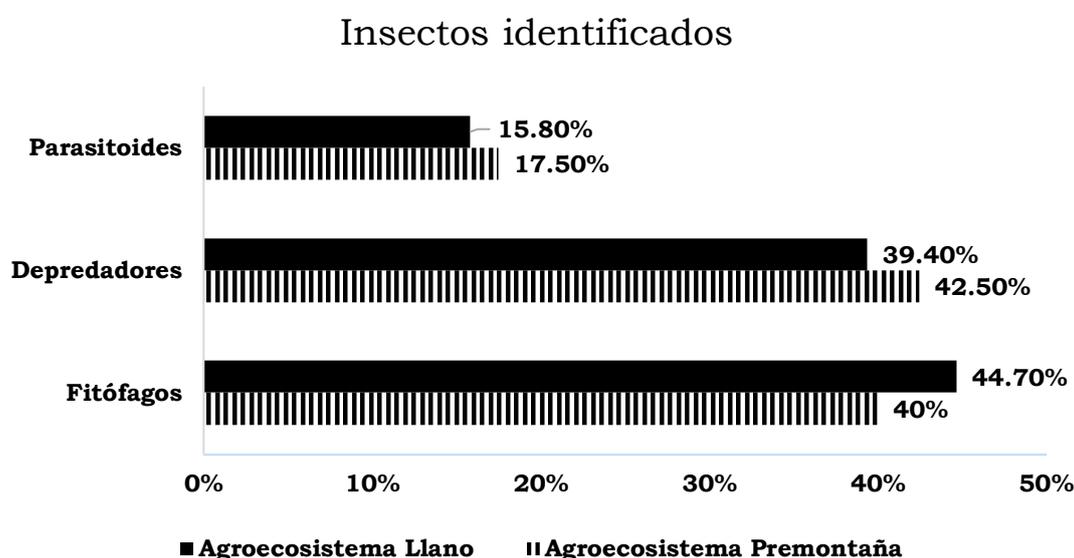


Figura 2. Insectos identificados en los agroecosistemas en estudio

En los sistemas de policultivos el número de especies fue relativamente mayor que en el monocultivo, donde solo se identificaron 31 especies de insectos para el llano (17 fitófagos, 9 depredadores y 5 parasitoides) y 32 especies para la premontaña (16 fitófagos, 11 depredadores y 5 parasitoides). Los sistemas de policultivos favorecen el aumento de la entomofauna al imitar los ecosistemas naturales (Badillo, 2019).

En ambos agroecosistemas el sistema de cultivo M+C presentó una mayor presencia de especies en las cuatro primeras semanas, mientras que a partir de la quinta semana el número de especie de insectos estuvo favorecido además para los sistemas M+A y M+G. El

M+F fue el policultivo de menor abundancia de especies, coincidiendo esto con los mayores niveles de infestación dentro de los cultivos intercalados.

Los principales órdenes de insectos depredadores presente en los agroecosistemas fueron: Coleoptera, Hemiptera, Neuroptera, Diptera, Himenoptera y el Dermaptera (Tabla 5).

Tabla 5. Insectos depredadores identificados en el maíz en los sistemas de policultivos

Grupo	Orden	Familia	Género	Especie	
Depredadores	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coleomegilla</i>	<i>C. cubensis</i> Csy.	
			<i>Cycloneda</i>	<i>C. sanguínea</i> Csy.	
			<i>Rodolia</i>	<i>R. cardinalis</i> Muls.	
			<i>Callida</i>	<i>C. rubricollis</i> Dej.	
			<i>Scymnus</i>	<i>S. spp</i>	
	Hemiptera	Cincidelidae	<i>Megacephala</i>	<i>M. carolina</i> L.	
			Lampiridae	<i>Thonalmus</i>	<i>T. sp</i>
			Reduvidae	<i>Zelus</i>	<i>Z. longipes</i> L.
			Anthocoridae	<i>Oriuz</i>	<i>O. insidiosus</i> Say
			Nabidae	<i>Nabis</i>	<i>N. capsiformis</i> Germ.
	Diptera	Syrphidae	<i>Mixogaster</i>	<i>M. sp</i>	
	Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa</i>	<i>C. spp</i>	
			<i>Nodita</i>	<i>N. spp</i>	
	Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes</i>	<i>P. cubensis</i> P.de B	
			<i>Pachodynerus</i>	<i>P. nasidens</i> Lat.	
Dermaptera	Formicidae	<i>Pheidole</i>	<i>P. megacephala</i> Fab.		
	Forficulidae	<i>Dorus</i>	<i>D. spp</i>		

Las especies depredadoras que tuvieron mayor representatividad según la prueba (Abundance plot para K dominante), fueron *Z. longipes*, *P. cubensis* y *Dorus spp*; seguido por la familia coccinellidae. En estudios precedentes fueron informados insectos con estos hábitos alimenticios por Murgido (2000) en el cultivo del maíz. Se coincide con Pérez (2006), quien informa estas especies en asociaciones con maíz en la provincia Habana, Cuba.

Los sistemas de policultivos presentaron mayor abundancia relativa de estos insectos que el monocultivo para ambos agroecosistemas. El policultivo con mayor representatividad relativa 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. De igual manera se comprobó que el

monocultivo alcanzó la mayor presencia relativa de estos insectos a partir de la floración del maíz. Por su parte Vázquez *et al.* (2008), informa como los sistemas de cultivos intercalados con maíz favorecen la presencia de entomófagos, como: coccinélidos, dípteros, chinches asesinas y avispa, todos insectos depredadores vinculados a las poblaciones plagas del maíz. También Carlos (2021), plantea que las bajas incidencias del gusano en las áreas de policultivo están relacionadas con los efectos adversos en la actividad de búsqueda y diseminación de los adultos y larvas.

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 peliventri*, *Lespesia achyppivora* y *Eucelatoria* sp. Así mismo se identificaron tres especies del orden Hymenoptera, de la familia Braconidae representados por *Chelonus insularis* y *Rogas* spp, de la familia Ichneumonidae la especie *Eniscospilus merdarius* todos ellos parasitoides de *S. frugiperda* (Tabla 6).

Tabla 6. Insectos parasitoides censados en el maíz en los sistemas de policultivos

Grupo	Orden	Familia	Género	Especie
Parasitoides	Diptera	Tachinidae	<i>Archytas</i>	<i>A. peliventris</i> V. de Wulp.
			<i>Eucelatoria</i>	<i>E. sp</i>
			<i>Lespesia</i>	<i>L. achyppivora</i> Riley.
	Hymenoptera	Braconidae	<i>Chelonus</i>	<i>C. insularis</i> Cress.
			<i>Rogas</i>	<i>R. sp</i>
			<i>Eniscospilus</i>	<i>E. merdarius</i> Grav.

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

Se evidencia como los policultivos favorecen las poblaciones de depredadores y parasitoides, porque los refugios para los hospedadores o las presas en los policultivos hacen 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.* (2011), informan como las plagas alcanzan mayores niveles de abundancia en los sistemas agrícolas simples como el monocultivo.

Conclusiones

Los sistemas de cultivos M+C y M+A presentan menor incidencia por *S. frugiperda* que el monocultivo de maíz, siendo significativamente inferior en el agroecosistema premontañoso.

Se presenta un incremento del número de especies de insectos en los sistemas de policultivos para ambos agroecosistemas, siendo el M+C y M+A los más favorecidos.

El número de biorreguladores fue superior en los sistemas de policultivos y en el agroecosistema premontañoso, donde se destacó *Zelus logipes*, *Polistes cubensis* y *Dorus* spp como los principales depredadores, y los dípteros los parasitoides de mayor representación.

Referencias

- Altieri M., Nicholls C. (2009). Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de la entomofauna benéfica en agroecosistemas. Bogota: Sociedad Científica Latinoamericana (SOCLA). Recuperado el 6 de julio de 2010, desde <http://agroeco.org/socla/2009>
- Altieri M. Á., Nicholls C. I. (2012). Agroecología: Única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7(2), 65–83. Recuperado el 26 de enero del 2022, desde <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/18286>
- Bernal J. S. (2007). *Biología, ecología y etología de parasitoides. Teoría y Aplicación del Control Biológico*. pp, 61-74.
- Badillo A. S. G. (2019). Producción del cultivo intercalado de maíz-frijol en un sistema orgánico contra un sistema convencional y manejo sobre *Spodoptera frugiperda*. Recuperado el 28 de enero del 2022, desde <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1128>
- Carlos A. S. J. (2021). Eficacia del neem y aceite vegetal para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*) (Doctoral dissertation, Universidad Agraria Del Ecuador). Recuperado el 28 de enero del 2022, desde <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALMEIDA%20SANISACA%20JUAN%20CARLOS.pdf>
- Del Toro., et al., (2019). Tecnología mecanizada para la producción de maíz en las condiciones edafoclimáticas de Guantánamo, Cuba. In 9na Edición de la Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Holguín.
- Deras F. H. (2020). Guía técnica: el cultivo de maíz. Recuperado el día 20 de febrero del 2022 desde <http://repiica.ica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>

El-Sobky., et al., (2020). Efficacy of using biochar, phosphorous and nitrogen fertilizers for improving maize yield and nitrogen use efficiencies under alkali clay soil. *Journal of Plant Nutrition*, 1-19. (Doi:10.1080/01904167.2020.1845369)

García M. (2015). Empleo de policultivos para el manejo de plagas en el maíz (*Zea mays* L.) (Doctoral dissertation, Tesis de grado, Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas, Cuba. Recuperado el día 25 de abril del 2022 desde <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/6886>

González E. C., et al., (2020). Prácticas de Agricultura de Conservación para la producción de maíz (*Zea mays* Lin.) ecológico. *Revista ECOVIDA*, 10(2), 134-147

Gutiérrez R. A., et al., (2015). Parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) encontrados en Nayavit, México. *Southwestern Entomologist*, 40(3), 555-564. (DOI: 10.3958/059.040.0314)

Herlinda S., et al., (2021). First report of occurrence of corn and rice strains of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in South Sumatra, Indonesia and its damage in maize. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.11.003>)

Hernández O., et al., (2006). Manual de Agricultura de Conservación. I. d. S. MINAGRI. Recuperado el 28 de enero de 2022, desde <https://www.monografias.com/trabajos106/propuestatecnologiaproduccionmaizcuba/propuesta-tecnologia-produccion-maiz-cuba>

Hernández-Jiménez A., et al., (2019). La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40(1), e15.

Hui L. I., et al., (2021). Two-way predation between immature stages of the hoverfly *Eupeodes corollae* and the invasive fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith). *Journal of Integrative Agriculture*, 20(3), 829-839. (DOI: 10.1016/S2095-3119(20)63291-9)

Jirón P. E. (2019). Factores que afectan la dinámica poblacional de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en dos cultivos hospederos en Oaxaca. Recuperado el 28 de enero del 2022, desde http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/524

Lietti, M., et al., (2011). Diversidad de grupos tróficos de artrópodos en cultivo de soja con distintas estrategias de producción (Vol. 14). Santa Fé, Argentina: Zavalla.

Muñoz Conforme X. C., et al., (2017). Insecticidas biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* Smith, su incidencia en el rendimiento. *Centro Agrícola*, 44(3), 20-27.

Murgido R. (2000). Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Ciudad Habana: Pueblo y Educación.

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)(no. 65) p. 50-64.

Pérez M. (2006). Control biológico de *Spodoptera frugiperda* (Smith.) en maíz. Ciudad de la Habana: INISAV.

Rojas R. J., et al., (2000). Enemigos naturales de *Spodoptera frugiperda* (J.R. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en dos agroecosistema de maíz. Centro Agrícola, 27(4), 34-34.

Sahoo S., et al., (2021). Use of Wild Progenitor Teosinte in Maize (*Zea mays* subsp. *mays*) Improvement: Present Status and Future Prospects. Tropical Plant Biology, 14(2), 156-179. (Doi:10.1007/s12042-021-09288-1)

Siaw N. E., et al., (2019). Spatio-Temporal Interactions Between Maize Lepidopteran Stemborer Communities and Possible Implications From the Recent Invasion of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Sub-Saharan Africa, *Environmental Entomology*, Volume 48, Issue 3, June 2019, Pages 573-582, (DOI: 10.1093/ee/nvz024)

Song Y., et al., (2021). Interference competition and predation between invasive and native herbivores in maize. *Journal of Pest Science*, 94(4), 1053-1063. (DOI:10.1007/s10340-021-01347-6)

USDA. (2021). World Agricultural Production. Recuperado el 21 de diciembre del 2021, desde <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usdaemis/files/5q47m72z/z603rw92p/x633fz20k/production.pdf>

Vázquez L. L., et al., (2008). Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. Editorial CIDISAV.

Wan J., et al., (2021). Biology, invasion and management of the agricultural invader: Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Integrative Agriculture*, 20(3), 646-663. (DOI:10.1016/s2095-3119(20)63367-6)