

Diversidad y grupos funcionales de artrópodos en pimiento (*Capsicum annuum* L.) a campo abierto y casas de cultivo



<https://eqrcode.co/a/jcITsC>

Diversity and functional groups of arthropods in (*Capsicum annuum* L.) in the open field and greenhouses

✉ María de los A. Martínez*, ✉ Heyker L. Baños, ✉ Lázaro Cuellar, ✉ Marbelys del Toro, ✉ Adayakni Sánchez, ✉ Ileana Miranda, ✉ Leticia Duarte

Grupo Plagas Agrícolas. Dirección de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado 10, San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba.

RESUMEN: Se determinó la diversidad de la artrópodo fauna asociada al cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) a campo abierto y en casas de cultivo, en la Finca suburbana “Las Piedras” en el municipio Guanabacoa, La Habana, de diciembre de 2018 a febrero de 2020. Se realizaron muestreos periódicos, se contabilizaron los ejemplares y se identificaron según las claves taxonómicas correspondientes. Se calculó la abundancia y la frecuencia relativa e índices de riqueza específica y estructura de la comunidad. Se recolectaron 411 artrópodos. En el cultivo a campo abierto se identificaron nueve órdenes, 15 familias y 17 especies; en casas de cultivo cuatro órdenes, con igual número de familia y especies. El orden más diverso y abundante fue Hemiptera. *Epitrix* sp. y *Empoasca* sp. constituyen nuevos informes para el cultivo. La especie *Bemisia tabaci* Gennadius Biotipo B clasificó como muy abundante, tanto a campo abierto como en casa de cultivo. El índice de diversidad de Shannon-Wiever ($H' = 2,09$) y de Margalef ($MDg = 2,72$) a campo abierto fueron superiores al hallado en casas de cultivo, donde predominó una alta dominancia. Los fitófagos fueron el grupo funcional más diverso. De los modelos evaluados para ajustar las curvas de acumulación de especies, el Exponencial ofreció una mejor estimación del número real de especies acumuladas. Este conocimiento permitirá conocer si se han producido cambios en la diversidad después de la implementación de medidas de manipulación de hábitat.

Palabras clave: artrópodos, riqueza de especie, abundancia, Hemiptera.

SUMMARY: The diversity of the arthropod fauna associated with the cultivation of pepper (*Capsicum annuum* L.) was determined in the open field and in greenhouses in the suburban farm “Las Piedras” in Guanabacoa municipality, Havana. In systematic samplings carried out from December 2018 to February 2020, specimens were counted and identified according to the corresponding taxonomic keys. The abundance, relative frequency, diversity, and non-parametric indexes were calculated, and the species accumulation curves were constructed for the open field samplings after a randomization process. A total of 441 arthropods were collected. In the open field cultivation, 9 orders, 15 families and 17 species were identified, and four orders, with the same number of families and species in the greenhouses. Hemiptera was the most diverse and abundant order. *Epitrix* sp. and *Empoasca* sp., are new reports for the crop. The species *B. tabaci* classified as very abundant both in the open field and in the greenhouses. The Shannon-Wiever ($H' = 2.09$) and Margalef ($MDg = 2.72$) diversity in the open field was higher than that found in the greenhouses, where a high dominance predominated. The phytophagous arthropods were the most diverse functional group. Of the models evaluated, the Exponential model offered the best estimate of the real number of accumulated species fitting the species accumulation curves. This knowledge allow us to verify whether changes in diversity have occurred after the implementation of habitat manipulation measures.

Keywords: arthropods, species richness, abundance, Hemiptera.

INTRODUCCIÓN

El pimiento *Capsicum annuum* L. es una planta de la familia Solanaceae que se cultiva en la mayoría de los países del mundo donde las condiciones ambientales son favorables para su desarrollo (1), por el aporte en vitaminas y minerales, entre otros componentes nutricionales. Debido a la demanda en los últimos años en el consumo de vegetales frescos, entre ellos el pimiento, se establece la agricultura urbana y suburbana. Esta tiene el propósito de aumentar la producción, disponibilidad y calidad de estos vegetales (2).

En Cuba este cultivo está establecido en todas las provincias del país a campo abierto y en casas de cultivo (1), por su contribución a la seguridad alimentaria, el papel que desempeña en la dieta diaria familiar (3) y en la economía, al destinarse parte de sus producciones para la exportación. El pimiento se ve afectado por un importante grupo de artrópodos causantes de plagas (4), informados en varias regiones del mundo, aunque no siempre coinciden todas las especies, ni todas constituyen plagas donde se cultiva esta solanácea. Este comportamiento se debe a variaciones en la distribución espacial de las especies, la cual está estrechamente influenciada por las condiciones ambientales y las variedades de pimiento, entre otras causas (5, 6).

*Autor para correspondencia: María de los A. Martínez. E-mail: maria@censa.edu.cu

Recibido: 12/11/2020

Aceptado: 03/03/2021

La riqueza de especies es una de las principales variables descriptivas de la biodiversidad y su conocimiento constituye un elemento básico para su conservación (7). De ahí, la necesidad de intensificar los inventarios por ser una herramienta que aporta inestimable información, más completa y actualizada de las especies pertenecientes a una región determinada.

Este conocimiento sienta las bases para el manejo agroecológico de las especies de mayor importancia, lo que permitirá reducir el uso de insumos, que lleven a una mayor estabilidad y resiliencia con respecto a las plagas (8).

Un estudio de diversidad en el pimiento, desarrollado durante los años 2017 y 2018 en la finca “Las Piedras”, reveló la presencia de altas densidades poblacionales de especies vectoras de virus desde inicios de la plantación. Las especies predominantes fueron, *Bemisia tabaci* Gennadius biotipo B, plaga considerada de difícil control por métodos tradicionales y, en menor porcentaje, *Aphis gossypii* Glover (9).

Entre las posibles causas de esta problemática se encuentran: la supremacía en la superficie destinada a las hortalizas de plantas de la familia Solanaceae, las plantas no cultivadas reservorio de los insectos, la baja densidad de especies benéficas y el uso de plaguicidas en el combate de la mosca blanca (9).

De acuerdo con estos antecedentes, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la diversidad de la artrópodo fauna presente en el cultivo del pimiento a campo abierto y en casas de cultivo, después de la implementación de medidas de manipulación de hábitat en un sistema de producción agrario suburbano de hortalizas y frutales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El inventario se realizó en áreas agrícolas de la finca suburbana “Las Piedras”, en periodo de conversión hacia una finca agroecológica, de 27,5 ha, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios “Efraín Mayor Amaro”. Esta finca se ubica en el municipio Guanabacoa, cuyas coordenadas geográficas son: por el Sur entre X: 372 300 y Y: 359 900; Norte X: 372 300 y Y: 360 800, provincia La Habana, Cuba. (Fig. 1)

Los muestreos se realizaron en superficies sembradas de pimiento (*C. annuum*), siguiendo un diseño totalmente aleatorizado, tanto en áreas sembradas a campo abierto como en casas de cultivo.

El método empleado para la toma de muestras fue el de recolecta directa en 30 plantas y en cada planta se contabilizó y registró el número de artrópodos presentes en la zona media-superior del follaje.

Las muestras de los ejemplares recolectados *in situ* semanalmente, se conservaron en alcohol (70 %) en viales plásticos de 90 ml y, además, se tomaron muestras de tres hojas y un fruto por planta, los que se dispusieron en bolsas de papel y nylon para su revisión posterior e identificación en el laboratorio.

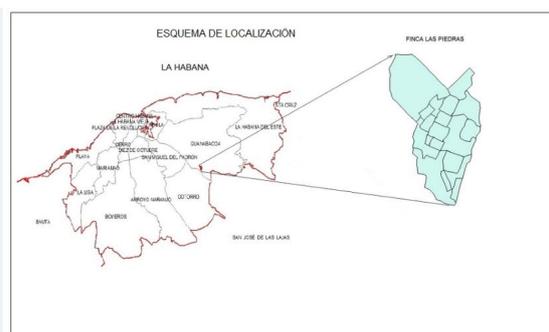


Fig. 1. Mapa de localización de la finca suburbana “Las Piedras” en el Municipio Guanabacoa, La Habana, Cuba / Location Map of “Las Piedras” suburban farm, Guanabacoa municipality, Havana, Cuba.

Las hojas se revisaron por el haz y el envés bajo un microscopio estereoscópico Zeiss A1 y se procedió al conteo. Posteriormente se realizaron preparaciones fijas para algunos ejemplares y otros fueron montados en agujas entomológicas y en puntas siguiendo el procedimiento descrito para cada grupo.

En las casas de cultivo, adicionalmente, se utilizaron trampas cromáticas amarillas pegajosas, las que se revisaron semanalmente y los ejemplares se conservaron siguiendo el mismo método descrito para muestras a campo abierto.

Riqueza de especies

Los ejemplares se procesaron y montaron según la técnica empleada para cada grupo y se identificaron hasta la menor categoría taxonómica posible, a través de claves dicotómicas generales y específicas.

Todo el material con los datos de recolección y determinación se depositaron en la Colección de Insectos del Laboratorio de Entomología-Acarología del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA).

Curvas de acumulación de especies

Se construyeron las curvas de acumulación de especies para los muestreos a campo abierto, que no es más que la relación entre la incorporación de especies a un inventario y el esfuerzo de recolecta (10).

Se ajustaron los modelos exponenciales logarítmico y de Clench y se hallaron los coeficientes de determinación (R^2) para evaluar el ajuste de las curvas. Se calcularon la asíntota y el esfuerzo de muestreo para recolectar el 75 y 80 % de especies estimadas siguiendo la metodología descrita por Jiménez y Hortal (10). Los modelos matemáticos utilizados fueron los siguientes:

$$\begin{aligned} & \text{Exponencial} \left(\frac{a}{b} \right) (1 - e^{-bt}) \\ & \text{Logarítmico} \left(\frac{a}{1 - e^{-b}} \right) \ln(1 + a \cdot t \cdot (1 - e^{-b})) \\ & \text{Clench} \frac{a \cdot t}{1 + b \cdot t} \end{aligned}$$

Donde,
 a = la ordenada al origen (intercepción con el eje Y), es decir la tasa de incremento de la lista al inicio del muestreo.
 b = la pendiente de la curva.
 t = es el número acumulativo de muestras (esfuerzo de recolecta).

Estimadores no paramétricos

Los estimadores no paramétricos de riqueza de especies empleados, según Moreno (11), fueron los siguientes:

Chao1: estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos (doubletons) en las muestras

Chao 2: estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en un muestreo) y el número de especies duplicadas (que aparecen en dos muestreos)

Jackknife de primer orden: basado en el número de especies que ocurren solamente en un muestreo

Jackknife de segundo orden: basado en el número de especies que ocurren solamente en un muestreo y en el número de especies que aparecen en dos muestreos

ACE: (Abundance-based Coverage Estimator): con datos de abundancia basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, se basa en las especies con diez o menos individuos en la muestra (12)

Michaelis-Menten (MMMeans): estima la riqueza de especies por muestreo (13)

Se utilizó el programa EstimateS Versión 9.0.0 (14), para calcular el desempeño de cada uno de estos estimadores, los que se compararon con la riqueza observada (Sobs) para analizar cuán completo fue el inventario obtenido.

Abundancia y frecuencia relativa

Se cuantificó la riqueza de especies y se identificó el grupo funcional de cada una. Se calculó la abundancia y la frecuencia relativa general y por grupo funcional a través de las siguientes fórmulas.

$$Ar = ni/N*100$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa (%)
 ni = Número de individuos de la especie i
 N = Número total de individuos

$$Fr = Mi/Mt*100$$

Donde:

Fr = Frecuencia de aparición de la especie (%)
 Mi = Número total de muestreos con la especie i

Las especies se clasificaron mediante la escala de Masson y Bryssnt (15) que indica que una especie es Muy abundante si la $AR > 30$, Abundante si $10 \leq AR \leq 30$ y Poco abundante si $AR < 10$. Criterio similar se asumió para evaluar la Frecuencia relativa (Fr): Muy frecuente si la $Fi > 30$, Frecuente si $10 \leq Fi \leq 30$ y Poco frecuente si $Fi < 10$.

Cálculo de índices ecológicos

Se calcularon los índices de riqueza de especies (S), índice de Margalef, índice de equidad de Shannon-Wiener (H') y el índice de dominancia de Simpson. Para determinar la existencia de diferencias significativas en la diversidad a campo abierto y casa de cultivo, se utilizó el método de bootstrap. Estos análisis se llevaron a cabo mediante el software PAST versión 1.75 (16).

RESULTADOS

Riqueza de especies

Se encontraron 411 ejemplares de 17 morfo especies, de ellas 10 a nivel específico, cinco a nivel genérico y una en familia y orden, respectivamente. El 87,10 % de los ejemplares se hallaron en el pimiento a campo abierto y el 12,89 % en casas de cultivo, de ellos, el 94,69 % de la Clase Insecta y el 5,30 % de la Arachnida. En la clase Insecta se ubicaron siete órdenes y 13 familias y en la clase Arachnida dos órdenes y dos familias. (Tabla 1)

En el pimiento a campo abierto, el orden mejor representado fue Hemiptera, con 65,3 % del total. En casas de cultivo hubo un comportamiento homogéneo sin diferencias, ya que los cuatro órdenes estuvieron representados por una sola familia y una sola especie con muy baja cantidad de ejemplares, con excepción del orden Hemiptera, familia Aleyrodidae, donde se registraron 40 ejemplares de *B. tabaci*. (Tabla 1)

Dentro de los fitófagos, las familias mejor representadas fueron Aphididae y Crysomellidae a campo abierto, con dos especies cada una, seguida del resto de las familias con una sola especie. Dentro de los organismos benéficos, todos estuvieron representados por una sola familia, tanto a campo abierto como en casas de cultivo.

En general, la riqueza de especies fue inferior en casas de cultivo en relación con el cultivo a campo abierto, resultado que tiene su explicación si se tiene en cuenta la característica constructiva de estas. Las casas, además de proporcionar a las plantas condiciones ambientales idóneas que no disponen al aire libre, no deben permitir la entrada de agentes nocivos, aun-

Tabla 1. Información taxonómica de las especies y cantidad de ejemplares recolectados en el cultivo del pimiento a campo abierto y en casas de cultivo / Taxonomic information of the species and number of specimens collected in the cultivation of pepper in the open field and in greenhouses

Clase	Orden	Familia	Especie	Campo abierto	Casas de cultivo	
Insecta	Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius	147	40	
		Aphididae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	26	0	
			<i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	47	0	
			Cicadellidae	<i>Empoasca</i> sp.	3	0
	Coleoptera	Miridae	<i>Nesidiocoris tenuis</i> (Reuter)	3	0	
			<i>Epitrix</i> sp.	32	0	
		Crysomellidae	<i>Diabrotica balteata</i> Leconte	4	0	
	Diptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea limbifer</i> (Casey)	15	0	
		Noctuidae	<i>Spodoptera</i> sp.	5	1	
		Agromyzidae	<i>Lyriomiza trifolii</i> (Burgess)	13	11	
		Syrphidae	Sirfido morfo I	1	0	
			Thysanoptera	Thripidae	<i>Thrips palmi</i> Karny	6
		Hymenoptera	Aphelinidae	<i>Encarsia</i> sp.	15	0
			Braconidae	<i>Diaeretiella rapae</i> McIntoch	14	1
Neuroptera	Crysopidae	<i>Crisoperla</i> sp.	8	0		
Arachnida	Trombidiformes	Tarsonemidae	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks)	16	0	
	Araneae	?	Araña morfo I	3	0	
Total				358	53	

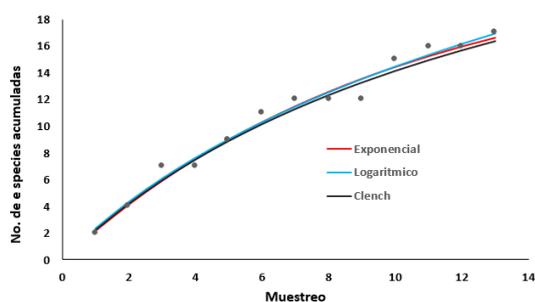


Figura 2. Curvas de acumulación de especie en el cultivo del pimiento a campo abierto en la finca suburbana “Las Piedras” / Species accumulation curves in the open field pepper cultivation in the suburban farm “Las Piedras”.

que el factor antropogénico es una limitante cuando no se cumplen estrictamente las medidas de bioseguridad.

Por otra parte, a campo abierto existe mayor diversidad de alimento para los fitófagos por las plantas que rodean al pimiento, que pueden ser hospedantes de plagas comunes con el cultivo. Los organismos benéficos pueden encontrar presas comunes, polen y refugio en los frutales que están presentes en la finca y en las plantas con flores.

Las especies *B. tabaci*, *Epitrix* sp., *M. persicae* y *A. gossypii* fueron de los insectos con mayor número

de ejemplares y, dentro de la clase Arachnida, la familia Tarsonemidae representada por *P. latus*, conocido como ácaro blanco. De los hallazgos reportados en este estudio, *Epitrix* sp. y *Empoasca* sp. constituyen nuevos informes de hospedantes para el cultivo del pimiento en Cuba.

Curvas de acumulación de especies

Los modelos empleados para estimar el número de especies presentaron un buen ajuste ($R^2 > 0,90$, $p < 0,0001$) (Fig. 2); sin embargo, el modelo de Exponencial ofreció una mejor estimación del número real de especies acumuladas, donde se recolectó el 74,5 % de las especies, valor que se considera adecuado. (Tabla 2)

Tanto para el modelo Exponencial como para el de Clench, la pendiente estuvo entre 0,1 y 0,07 por tanto en ambos modelos el resultado se considera confiable. Por otra parte, aunque la asíntota sobrestimó el valor de la riqueza en ambos modelos, ya que la riqueza observada (Sobs) fue de 17 especies, esta fue inferior en el modelo exponencial. El porcentaje de recolecta en el modelo de Clench fue bajo. (Tabla 2)

Para la recolecta del 75 % de las especies, se deben realizar 14 muestreos, valor cercano a los 13 ejecutados en el presente trabajo; para el 80 % se debe incre-

Tabla 2. Parámetros de los modelos que estiman la acumulación de especie por muestreo / Parameters of the models estimating the accumulation of species by sampling

Modelos	R ²	Asíntota	Pendiente	% recolectado	Esfuerzo para recolectar el 75 % de las especies estimadas	Esfuerzo para recolectar el 80 % de las especies estimadas
Exponencial	97,5	22,8	0,1	74,5	14	16
Clench	96,08	34,3	0,07	49,5	20	22

mentar el esfuerzo a 16, valor menor en comparación con el esfuerzo propuesto en el modelo de Clench.

Estimadores no paramétricos

Los estimadores no paramétricos subestiman la riqueza de especie en comparación con la estimada por el modelo exponencial. La riqueza estimada a través de estos índices demostró que hubo correspondencia entre el número de especies observadas y la estimada a través de los índices Chao1 y ACE, con 100 % y 98 %, respectivamente.

La especie representada por un individuo (Singletons) se correspondió con un representante de la familia Syrphidae y fue nula el número de especies representadas por dos individuos (doubletons) (Tabla 3).

Las curvas de acumulación de especies indican que la completitud del inventario de artrópodos presentes en el cultivo del pimiento a campo abierto estuvo representada entre 77 % y 100 %, lo que indica que el inventario fue adecuado.

Los estimadores Chao1, Chao 2, ACE se ubicaron muy próximos al valor observado (Sobs), mientras los indicadores Jack1, Jack2, MMeans se mantuvieron por encima de ese valor, pero no tan cercanos como el resto de los indicadores evaluados.

Hasta el presente, en el país no existen antecedentes que evalúen el desempeño del muestreo (curvas de completitud) en los análisis de la diversidad de artrópodos en el cultivo del pimiento y, en general, son muy escasos los estudios que consideran este aspecto en los sistemas agrícolas.

Abundancia y frecuencia relativa

Se encontró que la especie fitófaga *B. tabaci* clasificó, según la escala, como muy abundante tanto a campo abierto como en casas de cultivo, aunque la cifra más elevada correspondió a este último sistema. Como abundantes se clasificaron *M. persicae* a campo abierto y *L. trifolii* en casas de cultivo, ambas fitófagas; el resto de las especies en ambas formas de cultivo, se ubicaron como poco abundantes (Tabla 4).

Tabla 3. Índices de diversidad no paramétricos en el cultivo del pimiento a campo abierto/ Non-parametric diversity indices in the open field pepper cultivation

Sitio de muestreo	S	Chao1	Chao2	Jack1	Jack2	ACE	Mmeans	Singletons	Doubletons
Campo abierto	17	17	17,92	19,77	20,76	17,31	21,98		
% completitud	100	100	95	86	82	98	77	1	0
X						91			

Tabla 4. Abundancia y frecuencia relativa de especies presentes en el cultivo del pimiento en un área suburbana. Clasificación según grupos funcionales/ Abundance and relative frequency of species present in pepper cultivation in a suburban area. Classification according to functional groups.

Especie	Campo abierto		Casas de cultivo		Campo abierto		Casas de cultivo		Grupo Funcional
	A	AR	A	AR	F	FR	F	FR	
<i>B. tabaci</i>	147	41,06	40	75,47	9	69,23	6	0,55	F
<i>A.gossypii</i>	26	7,26	0	0,00	1	7,69	0	0,00	F
<i>M.persicae</i>	47	13,13	0	0,00	2	15,38	0	0,00	F
<i>Empoasca</i> sp.	3	0,84	0	0,00	2	15,38	0	0,00	F
<i>T. palmi</i>	6	1,68	0	0,00	4	30,77	0	0,00	F
<i>Spodoptera</i> sp.	5	1,40	1	1,89	4	30,77	1	0,09	F
<i>L. trifolii</i>	13	3,63	11	20,75	5	38,46	2	0,18	F
<i>P. latus</i>	16	4,47	0	0,00	3	23,08	0	0,00	F
<i>N. tenuis</i>	3	0,84	0	0,00	1	7,69	0	0,00	D
<i>Epitrix</i> sp.	32	8,94	0	0,00	7	53,85	0	0,00	F
<i>D. balteata</i>	4	1,12	0	0,00	3	23,08	0	0,00	F
<i>C. sanguinea</i>	15	4,19	0	0,00	6	46,15	0	0,00	D
<i>Encarsia</i> sp.	15	4,19	0	0,00	5	38,46	0	0,00	P
<i>D. rapae</i>	14	3,91	1	1,89	3	23,08	1	0,09	P
<i>Crysoperla</i> sp.	8	2,23	0	0,00	4	30,77	0	0,00	D
Sírfido morfo 1	1	0,28	0	0,00	1	7,69	0	0,00	D
Araña morfo 1	3	0,84	0	0,00	3	23,08	0	0,00	D

A Abundancia, AR Abundancia relativa, F Frecuencia, FR Frecuencia relativa

* Muy abundante si $AR > 30$; Abundante si $10 \leq AR \leq 30$; Poco Abundante si $AR < 10$

** Muy frecuente si $F_i > 30$; Frecuente si $10 \leq F_i \leq 29$; Poco frecuente si $F_i < 10$

F: fitófago, D: depredador, P: parasitoide

En cuanto a la frecuencia relativa, las especies fitófagas a campo abierto *B. tabaci*, *Epitrix* sp., *L. trifolii*, *T. palmi* y *Spodoptera* sp. y las especies benéficas *C. sanguinea* (D), *Encarsia* sp. (P) y larvas de crisopas (D), clasificaron como muy frecuentes.

Frecuentes a campo abierto, se ubicaron los fitófagos *P. latus*, *D. balteata*, *M. persicae* y *Empoasca* sp. y dentro de las especies benéficas el parasitoide *D. rapae* y las arañas, mientras en casas de cultivo las especies recolectadas fueron poco frecuentes (Tabla 4).

El análisis por grupo funcional mostró que las especies fitófagas fueron más abundantes y frecuentes que el resto de los grupos funcionales en ambos sistemas de cultivo. Los depredadores solo estuvieron presentes en campo abierto y, aunque no fueron abundantes, su frecuencia fue superior, mientras que los parasitoides estuvieron presentes en ambos sistemas, pero fueron poco abundantes con superioridad a campo abierto, con frecuencia algo superior pero por debajo de las alcanzadas por los depredadores (Fig. 3).

No obstante, es muy probable que la fauna benéfica esté en proceso de recuperación, pues se conoce que ellos necesitan más tiempo de recuperación que los fitófagos. Con respecto a los himenópteros, en general se registraron familias que afectan a los insectos fitófagos perjudiciales al pimiento. Se halló una especie de *Encarsia* sp. (Aphelinidae) y al Braconidae (*D. rapae*) y se identificaron cinco especies de depredadores distribuidas en las clases Insecta y Arachnida.

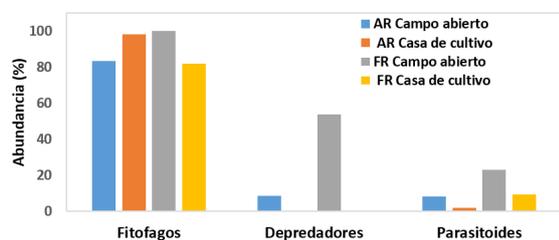


Figura 3. Abundancias y frecuencias relativas por grupo funcional / Abundance and relative frequencies by functional group.

Cálculo de índices ecológicos

Los índices de diversidad alfa a campo abierto demostraron que existe una elevada diversidad atendiendo a que fue donde se encontró el mayor número de

especies, con una mayor abundancia, así como por los valores alcanzados por los índices Shannon-Wiener ($H' = 2,09$) y de Margalef ($MDg = 2,72$), al ser comparados con el pimiento en casas de cultivo (Tabla 5).

En cuanto al índice de Simpson (1-D), se aprecia que fue superior (0,62) en el pimiento en casas de cultivo, quizás influida por la presencia de la mosca blanca quien mostró los valores más elevados de la abundancia en relación con el resto de las tres especies presentes en este sistema (Tabla 4).

Los valores de estos índices en el pimiento a campo abierto pudieran deberse a las acciones de manipulación de hábitat que se vienen implementando en la finca, las que comienzan a mejorar los indicadores evaluados en la comunidad de artrópodos y, por tanto, la biodiversidad, si bien aún no se encuentran concluidas todas las acciones previstas.

DISCUSIÓN

Curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos

Las curvas de acumulación permiten dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, hacer una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, así como extrapolar el número de especies observadas en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (17).

El resultado alcanzado en la finca indica que el inventario fue adecuado, no obstante, los valores alcanzados por los indicadores Jack1, Jack2, MMEan., los que probablemente se deban a que la diversidad de artrópodos, se evaluó en un solo cultivo ubicado en un agroecosistema hortícola, los que se clasifican como de baja diversidad. Otra causa puede estar dada a que la mayoría de los trabajos están enfocados al estudio en sistemas naturales o seminaturales, en los cuales existe poco o ningún efecto de antropización (8, 18, 19).

Es de señalar que los estimadores no paramétricos relacionan el número de especies con el esfuerzo de muestreo en un área particular y representa una importante herramienta a la hora de evaluar la calidad y el acabado de los inventarios de la biodiversidad (20).

Tabla 5. Índices de diversidad en el cultivo del pimiento a campo abierto y cultivo protegido en la finca suburbana “Las Piedras”. / Diversity Indices in the open field cultivation and protected cultivation of pepper in the suburban farm “Las Piedras”.

Índices	Campo abierto	Casas de cultivo	P (bootstrap)
Riqueza	17	4	0,0001
Abundancia	358	53	0,0001
Margalef	2,72	0,75	<0,0001
Shannon-Wiener	2,09	0,68	0,0001
Simpson	0,21	0,62	0,001

La construcción de las curvas de acumulación de especies a campo abierto y el uso de indicadores no paramétricos para evaluar el desempeño del muestreo acreditaron que el inventario de especies obtenido estuvo bastante completo, a pesar que esta herramienta es muy poco empleada en los sistemas agrícolas.

Diversidad y grupos funcionales

Dentro de los principales grupos de artrópodos en el pimiento, todos los trabajos revisados coinciden en informar a las moscas blancas, pulgones, ácaros, trips, minadores, orugas y especies de coleópteros, entre otros; concuerdan, además, con la mayoría de los géneros y especies informadas en el presente estudio (4, 5,6)

También existen coincidencias en cuanto a los principales fitófagos hallados en estudios realizados en la India en el cultivo de Chile (21) y en el cultivo del pimiento en Nigeria (22).

De acuerdo con algunos especialistas, no todos los grupos ocupan el mismo nivel de importancia, lo que está en dependencia de las condiciones ambientales de cada zona geográfica y las variedades que se cultivan (23,24).

Al comparar los resultados del presente estudio con los alcanzados en el inventario del periodo 2017/2018 (9), se aprecia un incremento en la cantidad de órdenes de siete hasta nueve, la cantidad de familias de 10 a 15, donde se incluyen 13 de la clase Insecta y dos de la clase Arachnida y en la cantidad de especies de 13 a 17.

El orden mejor representado fue Hemiptera en ambos periodos evaluativos; sin embargo, en el inventario correspondiente al periodo (2018/2020), se evidenció un incremento en el número de familias y de especies, no así en el inventario precedente (9). Es de destacar que, en este orden, se agrupan familias de gran relevancia económica, al agrupar especies vectoras de enfermedades virales para los cultivos, lo cual está documentado en varios trabajos (25,26).

Asimismo, la densidad de la mosca se redujo en relación con el periodo anterior. Estos cambios en la disposición y la composición de especies en la comunidad pueden estar relacionados con un grupo de medidas de manejo de hábitat adoptadas en la finca, que han mejorado la riqueza de especies.

Entre las medidas iniciales adoptadas estuvieron evitar la siembra o plantación escalonada de dos cultivos igualmente susceptibles y la reducción al máximo posible del uso de productos químicos para el combate de la mosca blanca.

Con posterioridad se implementó la siembra de maíz que, además de actuar como barrera, ha sido notificado como un excelente reservorio de enemigos naturales (cotorritas, sírfidos, crisópidos, ácaros depredadores, entre otros) de muchas especies de insectos nocivos (3).

El empleo de plantas atrayentes y repelentes, como la albahaca en asociación o intercalada con el pimiento, entre otras especies aromáticas, la siembra de plantas con flores en los bordes de la finca que han demostrado ser universalmente útiles como fuente de alimento para las especies benéficas, por el aporte de polen y néctar (Umbelliferae, Compositae y Leguminosae).

Bemisia tabaci, *Epitrix* sp., *M. persicae* y *A. gossypii* fueron las especies con mayor número de ejemplares, estas últimas consideradas como las más comunes. Dentro de la clase Arachnida, la familia Tarsonemidae fue representada por *P. latus*, conocido como ácaro blanco, uno de los principales fitófagos en este cultivo en algunas regiones (24). En otras zonas geográficas están informados representantes de estos géneros, como *Epitrix* spp. en Paraguay (5) y *Empoasca decipiens* Paoli en España (27), ambas en el cultivo del pimiento.

Los himenópteros *Encarsia* sp. y *D. rapae* hallados en el presente estudio, coinciden con lo encontrado en sistemas urbanos de producción de hortalizas en Cuba, el primero parasitando a *B. tabaci* y el segundo a *M. persicae* y *A. gossypii* (3).

Los cinco depredadores identificados se distribuyeron en las clases Insecta y Arachnida. *N. tenuis* (Miridae) se encontró depredando pequeñas larvas de lepidópteros y estadios inmaduros de *B. tabaci* (28, 29); *N. tenuis* y *C. sanguinea limbifer* (Coccinellidae) depredando a *M. persicae* (30) y *C. sanguinea limbifer*; *Crysoperla* sp. y la especie de Syrphidae depredando a *T. palmi*

Índices ecológicos

En relación con los Índices de diversidad, en la literatura se refiere que el índice de Margalef varía según las comunidades evaluadas de 3,71 y 4,23 en zonas selváticas y en áreas de cultivos (14); mientras que, en otros trabajos refieren valores de diversidad entre 2,07 y 3,4, considerados de medios a altos (18), si se tiene en cuenta que el valor de este índice recae generalmente entre 1,5 y 3,5 y solo raramente sobrepasa 4,5 (31); por ello, se ratifican los resultados alcanzados en el pimiento a campo abierto.

Es de señalar que los valores de estos índices en el pimiento a campo abierto superan los obtenidos en el periodo 2017/2018, lo que refuerza el criterio de que las acciones de manipulación de hábitat que se vienen implementando en la finca, comienzan a mejorar los indicadores evaluados en la comunidad de artrópodos y, por tanto, la biodiversidad, si bien aún no se encuentran concluidas todas las acciones previstas

La diversidad de la artropodofauna presente en el cultivo del pimiento a campo abierto mostró los mejores indicadores, se incrementó el número de familias y la riqueza de especies, y se redujo la abundancia de la mosca blanca, principal plaga de la finca.

Los índices de diversidad Shannon-Wiener ($H' = 2,09$) y de Margalef ($MDg = 2,72$) superaron los valores al ser comparados con el pimiento en casas de cultivo y en relación con los valores alcanzados en el periodo 2017-2018, después de las medidas de manipulación de hábitat que se implementaron en la finca.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al personal técnico de los laboratorios de Entomología-Acarología, Virología y al productor Alexander Alfonso de la finca "Las Piedras", por acogernos, ofrecernos su finca y sus recursos para el desarrollo de la investigación, que se encuentra bajo el marco del Proyecto "Manipulación del hábitat como alternativa del control biológico conservativo para potenciar la actividad de los artrópodos benéficos" del Programa Salud Animal y Vegetal y ejecutado por el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) en colaboración con otras instituciones del país.

REFERENCIAS

1. Depestre TM. Guía técnica para la producción del cultivo del pimiento. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. ACTAF. Cuarta Edición. 2010. ISBN:978-959-7210-09-2
2. Angulo MJ. La seguridad alimentaria, la agricultura industrializada y un cambio climático mundial: Perspectivas en Estados Unidos y Cuba. Fla J Int Law. 2017; 29(1):2-27
3. Martínez MA., Ceballos M, Suris M, Duarte L., Baños HL. Áfidos y sus parasitoides en sistemas urbanos de producción de hortalizas en Cuba. Rev. Colombiana Entomol. 2013; 39 (1): 13-17.
4. Casanova, AS, Hernández JC (editores). Manual para la producción protegida de hortalizas en Cuba. Editorial Liliana. Tercera edición corregida y ampliada: 2019; ISBN: 978-959-7111-71-9
5. Guillén MO, Trabuco MB, Bozzano G, Gómez B, Montiel CG. Manual Técnico: Tomate-Papa-Cebolla-Pimiento. San Lorenzo, Py: Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), 2019; 114 p: ISBN 978-99967-951-3-8
6. Adlercreutz E, Huarte RD, López CA, Manzo E, Szczesny A, Viglianchino L. Producción hortícola bajo cubierta. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA, 2014. ISBN 978-987-521-458-3
7. Colwell RK, Coddington JA. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Phil Trans Royal Soc. London Series B. 1994; 345:101-118.
8. Paleólogos MF, Flores CC, Sarandon SJ, Stupino SA, Bonicatto MM. Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Rev Bras Agroecología. 2008; 3(1): 28-40
9. Baños HL, Sánchez A, Ramírez S, Duarte L, Cuellar L, Del Toro M, et al. Diversidad de artrópodos asociados a *Solanum lycopersicum* L. y *Capsicum annuum* L. en una finca suburbana en Cuba. Rev Protección Veg.2020; 35(2):1-7.
10. Jiménez-Valverde A, Hortal J. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Rev Ibér Aracnol. 2003; 8: 151-161.
11. Moreno CE. Métodos para medir la biodiversidad. CYTED, Desarrollo. PI de C y T para el ORCYT UNESCO Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe U, (SEA) SEA, editors. Acta zoológica mexicana. CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA; 2001; 195-196 p.
12. Colwell RK, Mao CX, Chang J. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology. 2004; 85: 2717-2727.
13. Villarreal H, Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, et al. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 2006.
14. Colwell RK. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. 2013.
15. Masson A, Bryssnt S. The Structure and diversity of the animal communities in broats lands reeds warp. J Zool. 1974; 179; 289-302.
16. Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. Palaeontological Electronica. 2014; 1-9.
17. Soberón J, Llorente J. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conserv Biol. 1993; 7(3): 480-488.
18. Rivero, A. Estudios de diversidad de insectos en la región Jibacoa-Hanabanilla. Macizo Guamuhaya. Agroecología. 2006; 33(2): 49-56.
19. Hastie E, Chico R, Miranda I, Pérez Y, Badii H, Rodríguez H. Riqueza y abundancia de ácaros depredadores asociados a plantas de las familias Arecaceae y Musaceae en el municipio San José de las Lajas. Métodos en Ecología y Sistemática. 2014; 9(1): 26-39.
20. Alfaro F, Pizarro AJ. Estimación de la riqueza de coleópteros epigeos de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Regiones de Atacama y Coquimbo, Chile). Gayana. 2017; 81(2):39-51.
21. Kaur G, Sangha K. Diversity of arthropod fauna associated with chilli (*Capsicum annuum* L.) in Punjab. J Entomol and Zool Studies. 2016; 4(5): 390-396.

22. Agwu E, Ejikeme G, Ekeh F, Nnadi G, Uwagbae M, Eze C. A Survey of the insect pests and farmers' practices in the cropping of yellow pepper *Capsicum annuum* Linnaeus in Enugu State of Eastern Nigeria. *Afri J Agricult Res.* 2018; 13 (15): 742-752.
23. Breda MO, de Oliveira JV, Esteves FAB, Barbosa DRS. Host preference, population growth and injuries assessment of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) on *Capsicum annuum* L. Genotypes, 2016, 106 (5):672-678. <https://doi.org/10.1017/S0007485316000420>
24. Kofi OE, Sarkodie A, Nunekpeku W, Kwatei E, Mensah H. Relative Abundance and Diversity of Insect Species on Nine Genotypes of Pepper (*Capsicum* spp.) Grown under Field Conditions in Ghana. *Amer J Exp Agricult.* 2015; 5(1): 18-28.
25. Arana LF. Caracterización del complejo potyvirus-áfidos asociado al cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) en Cuba. *Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.* 2017. 99 pp. Editorial Universitaria, MES. - e-ISBN 978-959-16-3496-2.
26. Martínez Y, Quiñones M, Fiallo E, Marrero Y, Martínez MA, Palenzuela I, et al. Distribution and molecular variability of begomovirus affecting economically important crops in Cuba. Epiphytiological elements. *Biotechnol. Apl.* 2010. 27:245-247.
27. Ruiz CA. Dos Tiflocibidos nuevos en España que atacan a la vid y al pimiento. *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola.* 1943;12:143-189
28. Martínez MA, Duarte L, Baños HL, Rivas A, Sánchez A. Predatory mirids (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) in tomato and tobacco in Cuba. *Rev. Protección Veg.* 2014; 29 (3):204-207.
29. Baños HL, Ruiz GT, del Toro BM, Miranda CI. Desarrollo, reproducción y tablas de vida de *Nesidiocoris tenuis* Reuter empleando como presa estadios inmaduros de mosca blanca. *Rev. Protección Veg.* 2017; 32 (2): 1-10
30. Duarte L, Pacheco R, Quiñones M, Martínez MA, Paes VHB. *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae) and *Cycloneda sanguinea limbifer* (Casey) (Coleoptera: Coccinellidae): behaviour and predatory activity on *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae). *Rev. Protección Veg.* 2014; 29 (2):99-105.
31. Margalef R. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is terrene upper limit to diversity. *Trans Connect Acad Ars Sci.* 1972; 44: 211-235.

Declaración de los autores: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

Contribución de los autores: **María de los Ángeles Martínez Rivero:** elaboró el diseño de la investigación. Participó en la revisión, selección y chequeo de las áreas experimentales y en los muestreos, en la orientación para la búsqueda de información. Participo en la identificación de especies, en el análisis e interpretación de los datos. Participó en la redacción del artículo y en su revisión final. **Heyker L. Baños Diaz:** participo en los muestreos, en la recolección y organización de los datos, Colaboró en el diseño de la investigación. Participo en la identificación de especies de insectos en el análisis de los resultados y en la revisión del artículo. **Ileana Miranda Cabrera:** participó en la recolección y en el procesamiento estadístico de los datos, en la búsqueda de información. Participó en el análisis de los resultados y aportó criterios a tener en cuenta en la versión final del artículo. **Lázaro Cuellar Yanes:** participó en los muestreos, procesamiento de muestras y en la recolección de los datos. Participó en la búsqueda de información. Contribuyó en el diseño y en la identificación de especies de insectos, en el análisis de los resultados y en la revisión del artículo. **Marbely del Toro Benítez:** participó en la investigación Participó en los muestreos y procesamiento de muestras. Participo a la identificación de especies de ácaros y en la búsqueda de información. Participó en la revisión del artículo. **Adayakni Sánchez Castro:** participó en la investigación Participó en los muestreos y en la recolección de los datos Participó en la búsqueda de información., en la identificación de especies de insectos y en la revisión del artículo. **Leticia Duarte Martínez:** colaboró en la investigación Contribuyó en el diseño de la investigación, en la búsqueda de información, en la recolección de los datos. Participo a la identificación de especies de insectos. Expresó criterios para la escritura del artículo

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)