

Diversidad de ácaros en la finca “Las Piedras”, Guanabacoa, La Habana, Cuba

Diversity of mites in the farm “Las Piedras”, Guanabacoa, Havana, Cuba



<https://eqrcode.co/a/6akxSk>

✉Marbely del Toro Benítez^{1*}, ✉María de los Ángeles Martínez Rivero¹,
✉Ileana Miranda Cabrera¹, Reynaldo Chico-Morejón¹, ✉Héctor Rodríguez Morell²

¹Laboratorio de Entomología - Acarología. Dirección de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado 10. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

²Facultad de Agronomía. Universidad Agraria de La Habana (UNAH). Carretera de Tapaste y Autopista Nacional. San José de la Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN: Con el objetivo de determinar la diversidad de ácaros en la Finca “Las Piedras”, Guanabacoa, La Habana, Cuba, se realizaron muestreos periódicos entre junio de 2018 y abril de 2019. En cada muestreo se seleccionaron 100 hojas simples por especie de planta, las que se revisaron bajo un microscopio estereoscópico (Carl Zeiss™, modelo Stemi™ DV4) y los ácaros adultos se clarificaron y se montaron en portaobjetos. Para su identificación se emplearon las claves taxonómicas correspondientes. Se calcularon la abundancia y la frecuencia relativas de cada especie, se confeccionó la curva de acumulación de especies por la ecuación de Clench y se determinaron los índices ecológicos por tipo de ecosistema. Se encontraron nueve familias de ácaros; de ellas, dos de ácaros fitófagos (Tarsonemidae y Tetranychidae), cuatro de ácaros depredadores (Bdellidae, Cunaxidae, Stigmaeidae y Phytoseiidae) y tres de ácaros con hábitos alimentarios variados (Acaridae, Tydeidae y Oppidae). Los parámetros y valores estimados por la ecuación de acumulación de especies de Clench indicaron que los resultados del inventario fueron fiables. Se observó un comportamiento diferencial en la abundancia y frecuencia relativa de las especies de ácaros en función del manejo de los ecosistemas. Las especies *I. quadripilis* fue muy abundante y muy frecuente en el ecosistema no perturbado, mientras que, en el ecosistema poco perturbado, *E. hibisci* y *Agistemus* sp. fueron muy abundantes y frecuentes. El ecosistema poco perturbado, representado por las especies frutales, fue el más diverso. Las especies *I. quadripilis* y *E. hibisci* se destacan entre las especies detectadas por presentar las mayores posibilidades de uso como agentes de control biológico de organismos nocivos en la finca “Las Piedras”. Este conocimiento posibilitará establecer las prácticas de manejo del agroecosistema más favorable para la conservación de estos importantes enemigos naturales.

Palabras clave: ecosistema, índices de diversidad, depredadores, Phytoseiidae.

ABSTRACT: In order to determine the diversity of mites in the farm “Las Piedras”, Guanabacoa municipality, Havana Province, Cuba, periodic sampling was carried out between June 2018 and April 2019. In each sampling, 100 simple leaves per plant species were selected, which were examined under a stereoscopic microscope (Carl Zeiss™, Stemi™ DV4 model), and the adult mites were clarified and mounted on slides. The corresponding taxonomic keys were used for their identification. The relative abundance and frequency of each species were calculated, the species accumulation curve was made by the Clench equation and the ecological indices by types of ecosystem were calculated. As a result of the inventory, nine families of mites were detected; two of them were phytophagous mites (Tarsonemidae and Tetranychidae), four of predatory mites (Bdellidae, Cunaxidae, Stigmaeidae and Phytoseiidae) and three of mites with varied feeding habits (Acaridae, Tydeidae and Oppidae). The parameters and values estimated by the Clench species accumulation model indicated that the inventory results were reliable. A differential behavior was observed in the relative abundance and frequency of the phytoseiid mite species as a function of the management of the ecosystems. The species *I. quadripilis* were very abundant and very frequent in the undisturbed ecosystem, while *E. hibisci* and *Agistemus* sp., were very abundant and frequent in the little disturbed ecosystem. The little disturbed ecosystem, represented by the fruit species, was the most diverse. Among the detected species, *I. quadripilis* and *E. hibisci* stood out for presenting the greatest possibilities of use as biological control agents of harmful organisms in the farm “Las Piedras”. This knowledge will make possible to establish the most favorable agroecosystem management practices for the conservation of these important natural enemies.

Key words: ecosystem, diversity indices, predators, Phytoseiidae.

*Autor para correspondencia: Marbely del Toro Benítez. E-mail: mdeltoro@censa.edu.cu

Recibido: 03/07/2020

Aceptado: 23/10/2020

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad contribuye a la productividad, sostenibilidad y estabilidad de los sistemas agrícolas, independientemente del nivel de complejidad de estos. Esta ofrece en los agroecosistemas importantes servicios ecológicos a la producción agrícola, como la regulación de organismos nocivos (1). El aumento de la biodiversidad favorece la diferenciación de hábitat, incrementa las oportunidades de coexistencia y de interacción entre las especies y, generalmente, lleva asociado una mayor eficiencia en el uso de los recursos. De manera general, los agroecosistemas más diversificados - que suelen coincidir con los gestionados mediante prácticas de la agricultura ecológica y tradicional- tienen mayores ventajas que aquellos altamente simplificados, como los sistemas agrícolas (2).

La pérdida de la diversidad biológica fue identificada, en las diferentes Estrategias Ambientales aprobadas en Cuba, como uno de los principales problemas ambientales del país, razón por la cual entre sus objetivos estratégicos está intensificar el desarrollo de indicadores efectivos para determinar el estado y tendencias de sus componentes, e instrumentar los procesos de monitoreo necesarios para su implementación, así como mantener, restaurar y rehabilitar los ecosistemas a fines de incrementar su nivel de resiliencia y mejorar la provisión de bienes y servicios, por su función en la adaptación y mitigación del cambio climático (3).

Los estudios taxonómicos sobre la ácarofauna del país son aún insuficientes, por lo que es necesario priorizar aquellas familias de mayor significación económica, por contener especies plagas de relevancia o especies depredadoras, con potencialidades como agentes de control biológico (4).

Los ácaros depredadores fitoseidos recibieron gran atención en las últimas décadas, debido a su función en la regulación de poblaciones de ácaros fitófagos, trips y moscas blancas, sobre varios cultivos (5). Se conocen más de 2 479 especies de fitoseidos a nivel mundial, así como una gran diversidad de estilos de vida, basados en sus hábitos alimenticios, características biológicas y morfológicas (6). Su utilización se expandió,

considerablemente, y no es erróneo predecir que su uso continuará en ascenso, especialmente ahora que los agricultores y las instancias gubernamentales se interesan cada día más, en alternativas diferentes a los plaguicidas químicos, debido a las consecuencias negativas que estos tienen en los agroecosistemas (7).

En Cuba, la familia Phytoseiidae está compuesta por aproximadamente 53 especies, la mayoría de ellas descritas sobre cultivos agrícolas (8), lo que sugiere que la riqueza en ecosistemas naturales o pocos perturbados y en la vegetación acompañante de los cultivos debe ser superior.

Sin embargo, son escasos los estudios encaminados a identificar la repercusión de las prácticas agrícolas sobre la magnitud y estabilidad de sus poblaciones y los métodos para lograr su conservación en los sistemas agrícolas. Igualmente, todavía es insuficiente el conocimiento que se posee sobre la diversidad de especies de Phytoseiidae presentes en el país y la función que las mismas desempeñan en los agroecosistemas.

Teniendo en cuenta estos elementos, se propone como objetivo del presente trabajo determinar la diversidad de ácaros en la Finca “Las Piedras” para conocer las especies presentes con vistas al diseño futuro de estrategias de manejo adecuadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de intervención de la investigación abarcó la Finca suburbana “Las Piedras”, en el municipio Guanabacoa, La Habana, Cuba. La finca, con una extensión de 27,5 ha, se encuentra situada a 79 ms.n.m, con topografía fuertemente ondulada, precipitación promedio de 1 200 mm, 25,1°C de temperatura media y una humedad relativa promedio de 83 %. Las coordenadas geográficas: por el Sur entre X: 372 300 y Y: 359 900; X: 372 800 y Y: 359 900, por el Norte X: 372 300 y Y: 360 800; X: 372 800 y Y: 360 800. Limita al Norte y al Este con el municipio La Habana del Este, por el Oeste con San Miguel del Padrón y por el Sur con el Cotorro. (Fig. 1)

Se realizaron muestreos periódicos (mensual) en el periodo comprendido de junio de 2018 a abril de 2019. Para ello, se definieron tres tipos



Figura 1. Localización de la Finca “Las Piedras” y ubicación los ecosistemas evaluados. A. Ecosistema No perturbado; B. Ecosistema Poco perturbado; C. Ecosistema Perturbado./ *Localization of the farm “Las Piedra” and the ecosystem evaluated. A. Undisturbed ecosystem; B. Little disturbed ecosystem; C. Disturbed ecosystem.*

contrastantes de ecosistemas artificiales por el grado de perturbación antrópica, dado por el tipo e intensidad de uso del suelo. Se consideraron como Ecosistemas perturbados aquellos dedicados a la producción intensiva de alimentos, con dos o más ciclos de cosecha anuales, alto grado de mecanización y uso intensivo de insumos agrícolas (fertilizantes y plaguicidas fundamentalmente). Los Ecosistemas poco perturbados abarcaron áreas de cultivos perennes o semiperennes, como los frutales, caracterizados por estar sometidos a una menor intensidad de actividad antrópica, limitada mecanización y casi nulo uso de insumos agrícolas. Como Ecosistemas no perturbados se consideraron aquellos con vegetación natural (bosques o similares) (9). En los dos primeros casos, se exploraron los cultivos agrícolas y las arvenses relacionadas.

Se tomaron 100 hojas simples por muestreo por especie vegetal, preferentemente con los síntomas característicos de la presencia de ácaros tetránquidos, tarsonémidos, eriófidos y/o tenuipápidos. En las plantas herbáceas, las hojas se tomaron de la parte superior, media e inferior, por lo que se exploraron 33 plantas para cada especie vegetal, más una hoja adicional. En el caso de los árboles, las hojas se recolectaron de la parte exterior, media e interior de la copa, a la

altura de 1,5 m. El listado de las especies botánicas evaluadas aparece en la [Tabla 1](#).

Las muestras se colocaron en bolsas de polietileno y se trasladaron al Laboratorio de Entomología-Acarología de Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Una vez en el laboratorio, se revisaron por el haz y el envés bajo un microscopio estereoscópico marca Carl Zeiss™, modelo Stemi™ DV4 a 20 x y se registraron las especies de ácaros presentes y su abundancia.

Los ácaros adultos se extrajeron con una aguja entomológica y se conservaron en ácido láctico al 85 % en portaobjetos excavados, que se flamearon en un mechero de alcohol y cuando los ácaros estuvieron limpios se realizaron preparaciones permanentes con Medio de Hoyer. Las micropreparaciones se roturaron con la fecha del muestreo, la localidad y se colocaron en una estufa a 45°C durante cuatro días; al ser extraídas se sellaron con laca para uñas.

Riqueza de especies: los especímenes se observaron en un microscopio óptico marca Carl Zeiss™, modelo AxioSkope.A1 a 400 y 1000 aumentos; para la identificación de las especies se midieron las estructuras de interés taxonómico y se utilizaron las claves taxonómicas correspondientes (10,11,12,13). Los especímenes, montados en láminas portaobjeto, se depositaron

Tabla 1. Especies de plantas evaluadas durante el inventario de especies de ácaros en la Finca “Las Piedras”, Cuba. / *Plant species evaluated during the inventory of mite species in the farm "Las Piedras", Cuba.*

No.	Familia	Especie	Nombre vulgar
Ecosistema perturbado			
1	Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i> L.	Acelga
2		<i>Amaranthus lividus</i> L.	Bledo
3	Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i> L.	Lechuga
4		<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Escoba amarga
5	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga
6	Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i> L.	Fresa
7	Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimiento
8		<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Tomate
Ecosistema poco perturbado			
9	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango
10	Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana
11	Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Escoba amarga
12	Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo
13	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate
14	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba
15	Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	Mamey colorado
Ecosistema no perturbado			
16	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Almácigo
17	Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> L.	Piñón botija
18	Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i> L.	Cabo de hacha
19	Urticaceae	<i>Cecropia schreberiana</i> Miq. subsp. <i>antillarum</i> (Snethl.) C.C. Berg & P. Franco	Yagruma

en la colección de ácaros del Laboratorio de Entomología-Acarología del CENSA.

Curvas de acumulación de especies: para la construcción de las curvas de acumulación de especies se cuantificó el esfuerzo de muestreo y el número de especies de ácaros encontradas. Se procedió a eliminar el posible sesgo mediante la aleatorización de los datos (100 aleatorizaciones), para obtener una curva ideal. Se ajustó el modelo de Clench, mediante un análisis de regresión no lineal, ejecutado en Infostat 2020. Este programa emplea el método de *downhill simplex* como primera aproximación de la estimación de los parámetros y posteriormente emplea el método Levenberg-Marquardt. Esta metodología ofrece mejor estimación que la combinación Simplex - Quasi-Newton (14).

Se utilizó la ecuación de Clench:

$$S(t) = (a * t) / (1 + b * t)$$

Donde:

S(t) - Número de especies estimado

a - Ordenada al origen (intercepción con el eje Y), es decir la tasa de incremento de la lista al inicio del muestreo

b - Pendiente de la curva

t - Número acumulativo de muestras (esfuerzo de recolecta)

En el modelo de Clench la asíntota se calcula como a/b. En los modelos asintóticos se puede calcular el esfuerzo necesario para alcanzar una determinada proporción de la fauna (tq), donde $q = S/(a/b)$. Es decir, si se quisiera conocer el esfuerzo de muestreo para alcanzar el 90 % de la fauna, q toma un valor de 0,9. Entonces, $tq = q / [b*(1-q)]$ (15). Los cálculos se realizaron mediante el programa Infostat 2020 (14). Para realizar una predicción del resultado del trabajo, se calculó la proporción inventariada del total de la fauna; se consideró como satisfactorio un valor mayor de 70 % de fauna registrada.

Abundancia y frecuencia relativa: con datos de los muestreos realizados se determinaron la

abundancia y la frecuencia relativa en que aparecieron las especies de ácaros identificadas durante el inventario, según los grupos funcionales, a través de las siguientes fórmulas:

$$Ar = \frac{ni}{N} \times 100$$

donde:

Ar - Abundancia relativa (%)

Ni - Número de individuos de la especie i

N - Número total de individuos

$$Fr = \frac{Mi}{Mt} \times 100$$

donde:

Fr - Frecuencia de aparición de la especie (%)

Mi - Número total de muestreos con la especie i

Mt - Número total de muestreos

La evaluación de los valores de la abundancia relativa se realizó mediante la escala de Masson y Brysnt (16), que indica que una especie es Muy abundante si la $AR > 30$, Abundante si $10 \leq AR \leq 30$ y Poco abundante si $AR < 10$. Un 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: con la información recopilada del inventario, se procedió al cálculo de índices ecológicos, a través del paquete Biodiversity R de R 3.6 (17). Los índices fueron los siguientes:

Índice de diversidad de Margalef (DMg):

$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$ donde S es el número de especies y N el número de individuos.

Índice de Simpson (S): $\lambda = \sum pi^2$ donde pi es igual a la abundancia proporcional de la especie i, dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Berger-Parker (d): $d = \frac{N_{max}}{N}$ donde N_{max} es el número de individuos en la especie más abundante.

Diversidad de Shannon-Wiever (H'): $H' = - \sum p_i \ln p_i$, donde p_i es la proporción de individuos de la especie i encontrada en la muestra.

Dominancia de Simpson (D): $D = \sum \left(\frac{ni(ni-1)}{N(N-1)} \right)$, donde ni es el número de individuos de la especie i y n el número total de individuos.

Equitatividad de Shannon (E): $E = H' / \ln S$, donde H' es la diversidad de Shannon y S el número de especies.

Se determinó la similitud entre las comunidades a través del índice de Morisita-Horn y Sorenson para datos cuantitativos por medio del programa SIMIL (18), para lo cual se consideró el número de especies comunes, así como el porcentaje de cada especie de fitoseido por planta hospedante a partir del número de individuos recolectados. Las especies dominantes son las que aparecen sobre más del 50 % de las plantas inventariadas o representan más del 50 % de la densidad observada sobre todas las plantas hospedantes (19).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza de especies

Se encontraron nueve familias de ácaros; dos de ácaros fitófagos (Tarsonemidae y Tetranychidae), cuatro de ácaros depredadores (Bdellidae, Cunaxidae, Stigmaeidae y Phytoseiidae) y cuatro de ácaros con hábitos alimentarios variados (Acaridae, Tydeidae, Tarsonemidae y Oppidae) (Tabla 2). Dentro de las familias de ácaros depredadores, la mejor representada fue Phytoseiidae Berlese, con cuatro géneros y siete especies. Las restantes familias estuvieron representadas por una sola especie, excepto Acaridae, con dos especies sin identificar.

Las familias de ácaros fitófagos informadas son las de mayor significación económica para el país, por agrupar las fundamentales especies plaga para la agricultura (20). Sin embargo, las especies detectadas en la investigación no se asociaron con afectaciones significativas en las especies de plantas evaluadas, excepto *Polyphagotarsonemus latus* Banks, el cual provocó pérdidas en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum* L.), en condiciones protegidas.

Tabla 2. Especies de ácaros presentes en la Finca “Las Piedras”, ubicada en zona suburbana de La Habana, Cuba. / *Mite species present in the farm “Las Piedras”, located in a suburban area of Havana, Cuba.*

Familia	Especie
Ácaros Fitófagos	
Tetranychidae	<i>Tetranychus</i> sp.
Tarsonemidae	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks
Ácaros Depredadores	
Phytoseiidae	<i>Amblyseius aerialis</i> Muma
	<i>Amblyseius largoensis</i> Muma
	<i>Amblyseius solani</i> Ramos y Rodríguez
	<i>Amblyseius</i> sp.
	<i>Euseius hibisci</i> (Chant)
	<i>Iphiseiodes quadripilis</i> (Banks)
	<i>Neoseiulus longispinosus</i> (Evans)
Bdellidae	<i>Bdella</i> sp.
Cunaxidae	<i>Cunaxa</i> sp.
Stigmaeidae	<i>Agistemus</i> sp.
Otros hábitos alimentarios	
Acaridae	Acárido sp. 1
	Acárido sp. 2
Oppidae	Oribátido sp.
Tydeidae	<i>Lorrya</i> sp.
Tarsonemidae	<i>Tarsonemus</i> sp.

Curvas de acumulación de especies

El número de especies observadas fue 17 para los 36 muestreos realizados. El modelo presentó un buen ajuste a los datos ($R^2=0,99$). La pendiente de la curva sobrepasa el valor de 0,1 (0,12), lo que indica que aún faltan muestreos para completar el inventario y la asíntota del modelo hace una sobrestima (22,7) de la riqueza de especies. (Fig. 2)

Del análisis de los parámetros del modelo de Clench se obtuvo que el porcentaje de fauna registrada fue de 74 %, valor superior a 70 %, considerado como adecuado para este tipo de estudio. Por otra parte, al estimar el esfuerzo de muestreo necesario para registrar el 80 % o 90 % de la fauna de ácaros en la finca, el número acumulado de muestreos a realizar se eleva ostensiblemente (50 y 112, respectivamente). Esto indica que el inventario está bastante completo, por lo que se hace difícil capturar especies nuevas y el esfuerzo necesario para aumentar la proporción de fauna encontrada sería demasiado elevado.

Para el estudio se utilizó el modelo de la ecuación de Clench, debido a la gran adaptabilidad que presenta a diferentes situaciones y por la posibilidad que brinda de añadir nuevas especies al análisis de forma sistemática. Las curvas de acumulación permiten: 1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, 2) una mejor

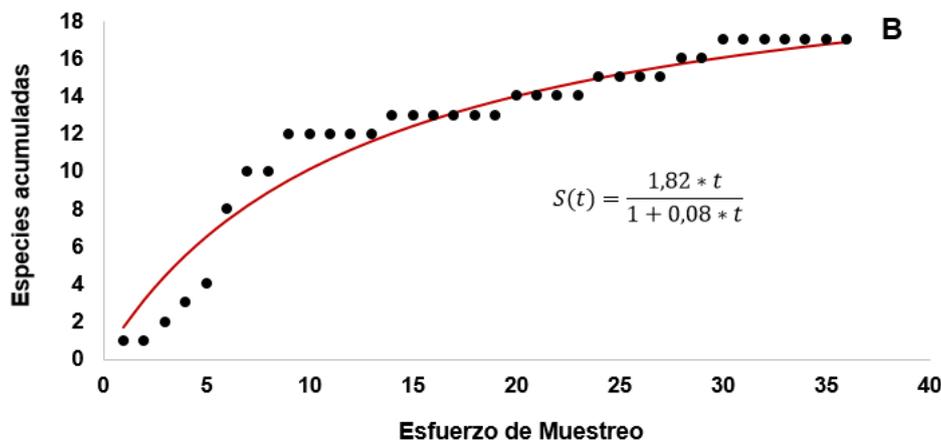


Figura 2. Curva de acumulación de especies (modelo de Clench) de las especies de ácaros en la Finca “Las Piedras”, ubicada en zona suburbana de La Habana, Cuba. / *Species accumulation curve (Clench model) of the mite species in the farm “Las Piedras”, located in a suburban area of Havana, Cuba.*

planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y 3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (15).

Abundancia y frecuencia relativas

Al analizar la abundancia y la frecuencia relativa de las especies de ácaros en ecosistemas con diferente grado de perturbación antrópica se puede observar diferencias en la riqueza de especies y en los valores de abundancia y frecuencia relativa determinados (Tabla 3). En el ecosistema no perturbado, se identificaron nueve especies de ácaros, con siete especies de ácaros depredadores y dos de ácaros con hábitos alimentarios variados, sin detectarse la presencia de ácaros fitófagos. Dentro de los ácaros depredadores destacan las especies *I. quadripilis* como muy abundante y muy frecuente y *E. hibisci* como abundante y frecuente; ambas especies con hábitos generalistas.

En el ecosistema poco perturbado se encontró la mayor riqueza de especies, con 14; de ellas, ocho especies de ácaros depredadores, una de ácaros fitófagos y cinco de ácaros con hábitos alimentarios variados. Dentro de los ácaros depredadores destacan las especies *E. hibisci* y *Agistemus* sp., únicas en alcanzar la categoría de muy abundantes y frecuente; y *N. longispinosus* frecuente, pero poco abundante. Este resultado se corresponde con los estudios realizados, tanto en Cuba como en otros países, que declaran a *E. hibisci* como abundante en frutales (21). Además, los frutales por su característica arbórea, disponen de mayor masa foliar donde se hospedan una amplia variedad de artrópodos y su permanencia como cultivo garantiza la estabilidad de las poblaciones por un mayor tiempo.

En un estudio realizado en la India, se encontró la mayor riqueza de especies de fitoseidos en frutales (22 especies) en comparación con cultivos de fibras y granos (11 especies), cultivos hortícolas (nueve especies), plantas ornamentales (nueve especies) y malezas (ocho especies), mientras que en la vegetación silvestre y la hojarasca no se hallaron fitoseidos (22).

En el ecosistema perturbado solo se encontró una especie con hábitos fitófagos y una con hábitos alimentarios variados, con una marcada afectación en la presencia de ácaros depredadores, presumiblemente debido a la utilización del control químico y otras prácticas de manejo típicas de los cultivos intensivos, las cuales afectan especialmente los enemigos naturales (23).

En el ecosistema no perturbado, la escasa disponibilidad de presas, tanto fitófagos y otras especies con hábitos alimentarios variados, no favoreció la presencia de ácaros depredadores, el grupo más diverso encontrado en este estudio.

Cálculo de índices de diversidad

Los valores de los índices de diversidad calculados muestran que el ecosistema poco perturbado, representado por las especies frutales, es el más diverso, debido a que presenta una menor dominancia de especies y mayor uniformidad. Todo lo contrario se observa en los ecosistemas perturbados y no perturbados, los cuales son menos diversos, reflejado en los valores mayores de dominancia y menores de uniformidad. (Tabla 4)

En los ecosistemas perturbados, donde la intensidad de la actividad antrópica, en especial el manejo fitosanitario de los cultivos provocó una pobre riqueza de especies, predominó fundamentalmente una especie fitófaga (*P. latus*), considerada plaga clave en muchas ocasiones, con altos niveles poblacionales.

En los frutales, en particular, la diversidad se ve favorecida por áreas de compensación ecológica, cobertura de leguminosas, asociaciones y uso de prácticas de conservación de biorreguladores, bioproductos para el control de plagas y reducción del uso de tóxicos, con efectos beneficiosos para el ambiente (21).

Al analizar los valores del índice de Morisita-Horn y Sorenson para valores cuantitativos, se puede observar que existe similitud entre los ecosistemas poco perturbado y no perturbado, mientras hay escasa similitud entre el ecosistema perturbado con el poco y el no perturbado (Tabla 5). Este índice toma el valor uno cuando hay similitud completa y cero cuando no hay especies comunes.

Tabla 3. Abundancia y frecuencia relativas de las especies de ácaros presentes en ecosistemas con diferente grado de perturbación antrópica, según los grupos funcionales en la Finca “Las Piedras”, ubicada en zona suburbana de La Habana, Cuba. / *Relative abundance and frequency of the mite species present in ecosystems with different degrees of anthropic disturbance, according to the functional groups in the farm “Las Piedras”, located in a suburban area of Havana, Cuba.*

Familia	Especie	Abundancia*	Frecuencia**
Ecosistema no perturbado			
Ácaros depredadores			
Phytoseiidae	<i>Amblyseius aequalis</i>	7,14	11,11
	<i>Amblyseius largoensis</i>	7,14	11,11
	<i>Amblyseius solani</i>	7,14	11,11
	<i>Euseius hibisci</i>	21,42	22,20
	<i>Iphiseiodes quadripilis</i>	42,85	33,33
Bdellidae	<i>Bdella</i> sp.	7,14	11,11
Cunaxidae	<i>Cunaxa</i> sp.	7,14	11,11
Ácaros con otros hábitos alimentarios			
Acaridae	Acárido sp. 2	44,44	33,33
Oppidae	Oribátido sp.	55,56	22,22
Ecosistema Poco Perturbado			
Ácaros fitófagos			
Tetranychidae	<i>Tetranychus</i> sp.	100,00	50,00
Ácaros depredadores			
Phytoseiidae	<i>Amblyseius largoensis</i>	5,97	8,70
	<i>Amblyseius</i> sp.	5,97	8,69
	<i>Euseius hibisci</i>	37,31	26,09
	<i>Iphiseiodes quadripilis</i>	1,49	4,35
	<i>Neoseiulus longispinosus</i>	8,96	13,04
Bdellidae	<i>Bdella</i> sp.	1,49	4,35
Cunaxidae	<i>Cunaxa</i> sp.	4,48	4,35
Stigmaeidae	<i>Agistemus</i> sp.	34,33	17,39
Ácaros con otros hábitos alimentarios			
Acaridae	Acárido sp. 1	24,60	21,74
	Acárido sp. 2	7,66	4,35
Oppidae	Oribátido sp.	47,58	39,13
Tydeidae	<i>Lorrya</i> sp.	14,11	4,35
Tarsonemidae	<i>Tarsonemus</i> sp.	6,05	8,70
Ecosistema Perturbado			
Ácaros fitófagos			
Tarsonemidae	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	100	75,00
Ácaros con otros hábitos alimentarios			
Tarsonemidae	<i>Tarsonemus</i> sp.	100	25,00

* *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 $F_i < 10$*

Tabla 4. Índices ecológicos calculados en ecosistemas con diferente grado de perturbación antrópica en la Finca “Las Piedras”, ubicada en zona suburbana de La Habana, Cuba / *Ecological indices calculated in ecosystems with different degrees of anthropic disturbance in the farm “Las Piedras”, located in a suburban area of Havana, Cuba.*

Índice ecológico	Ecosistema No Perturbado	Ecosistema Poco Perturbado	Ecosistema Perturbado
Número de individuos	1311	560	1121
Riqueza de especie	9	14	2
Índice de Margalef (DMg)	1,75	2,21	0,14
Índice de Simpson (D _{Sp})	0,94	0,27	0,98
Inverso de Simpson (1/D _{Sp})	1,06	3,70	1,01
Índice de Berger-Parker (d)	0,97	0,46	0,99
Uniformidad (E)	0,07	0,64	0,06
Índice de Shannon-Wiever (H')	1,17	1,74	0,04

Tabla 5. Índice de similitud calculado en ecosistemas con diferente grado de perturbación antrópica en la Finca “Las Piedras”, ubicada en zona suburbana de La Habana, Cuba. / *Similarity indice calculated in ecosystems with different degrees of anthropic disturbance in the farm “Las Piedras”, located in a suburban area of Havana, Cuba.*

Ecosistemas comparados		Especies comunes	Índice de Morisita-Horn	Sorenson cuantitativo
No perturbado	Poco perturbado	10	0,727	0,309
No perturbado	Perturbado	0	0,000	0,000
Poco perturbado	Perturbado	1	0,000	0,011

Estos resultados guardan relación con lo observado cuando se analizaron los índices ecológicos calculados y ratifica que los cultivos de ciclo corto son agroecosistemas muy perturbados, con baja diversidad de especie, lo cual lo hacen muy sensibles y poco resilientes.

El reconocimiento de los impactos en la biodiversidad, derivados de las actividades agrícolas, en muchos países conllevó a un mayor interés en métodos agrícolas más sostenibles, como la agricultura orgánica, esquemas agroambientales y agroforestales. La cantidad de tierra cultivada orgánicamente, de baja intensidad, el sistema que utiliza la rotación de cultivos, el compost y el control biológico de plagas, se expandió enormemente, aumentando en 135 % en la década 2001-2011 y en 2012 se situó en 37,5 millones de hectáreas, aunque esto sigue siendo solo el 1 % del total de tierras agrícolas en todo el mundo (24).

La cuantificación de la respuesta de la biodiversidad a los diferentes regímenes de gestión es crucial si se quiere examinar los efectos de los sistemas agrícolas actuales; así como para proporcionar una base de evidencia

con la cual pueda mejorar la futura política agrícola para la conservación de la naturaleza (25). Por ello, el conocimiento de los factores que influyen en las comunidades de ácaros y la dinámica a través de los tipos de hábitats y las estaciones del año pueden ayudar al manejo de los servicios ecosistémicos y la optimización de los programas de control biológico (26).

Al analizar el número de especies de fitoseidos encontrados en la Finca “Las Piedras” en las diferentes especies de plantas, no se observó preferencia por alguna de ellas, al oscilar entre una y tres especies de fitoseidos por planta (Tabla 6). Sobre *P. guajava*, *P. americana* y *P. sapota* se detectaron tres especies de ácaros depredadores. En las especies *B. vulgaris*, *A. lividus*, *L. sativa*, *P. hysterothorus*, *P. oleracea*, *F. vesca*, *C. annuum* y *S. lycopersicum*, todos inventariados en sistemas perturbados, no se encontraron ácaros depredadores.

Según los criterios establecidos por Barbar *et al.* (19), la especie *E. hibisci* es una especie dominante debido a que estuvo presente en el 60 % de los hospedantes evaluados y representó el 53,84 % de la densidad observada sobre todas las

Tabla 6. Ácaros fitoseidos presentes en las plantas muestreada en la Finca “Las Piedras”, ubicada en zona suburbana de La Habana, Cuba./ *Phytoseiid mites present in the plants sampled in the farm “Las Piedras”, located in a suburban area of Havana, Cuba.*

Planta hospedante	Especie de Phytoseiidae (número de individuo por planta)			Número de especie por planta	
	<i>A. aequalis</i>	<i>A. largoensis</i>	<i>A. solani</i>	<i>Amblyseius</i> sp.	<i>E. hibisci</i>
<i>Psidium guajava</i>	1	2			3
<i>Annona muricata</i>					2
<i>Persea americana</i>	3			3	2
<i>Mangifera indica</i>				11	
<i>Tamarindus indica</i>				5	
<i>Pouteria sapota</i>		2		6	1
<i>Bursera simaruba</i>				1	
<i>Jatropha curcas</i>	1				4
<i>Cecropia schreberiana</i>					1
<i>Trichilia hirta</i>			1	2	1
No. de plantas hospedantes	3	2	1	6	4

plantas hospedantes. Le siguió *I. quadripilis*, que se halló en cuatro especies de plantas hospedantes.

Para la utilización de los ácaros depredadores fitoseidos, se pueden utilizar tres estrategias de control: (i) aumentativo, (ii) clásico, y (iii) conservación (23). Teniendo en cuenta que la mayoría de las especies de fitoseidos detectadas en la Finca “Las Piedras” son depredadores generalistas, el control biológico por conservación es el más factible en este caso. Además, se debe considerar que en el país no se producen ni comercializa ácaros depredadores fitoseidos, por lo que el control biológico aumentativo no es factible.

Para el control biológico por conservación, el manejo de la biodiversidad de ácaros en las zonas no cultivadas, adyacentes a las parcelas donde crecen los cultivos, podría acentuar la regulación de las poblaciones de ácaros fitófagos. Sin embargo, para la implementación de este manejo se necesita más información concerniente a la ocurrencia de los ácaros depredadores en zonas no cultivadas y los factores que afectan la estructura de las comunidades y especialmente la presencia, abundancia y diversidad de estos depredadores (19). Elementos aportados en la presente investigación, lo cual facilita la adopción de prácticas de manejo más adecuadas para la regulación de los ácaros fitófagos.

Los monocultivos son ambientes particularmente hostiles para los enemigos naturales, por lo que las comunidades de depredadores, parasitoides y patógenos de insectos solo se encuentran en la vegetación ruderal más resistente a los disturbios (27,28). Las evidencias sugieren que cuando declina la diversidad de los enemigos naturales, generalmente se debilita el control biológico (29,30).

La relación entre la biodiversidad y el control de plaga es de interés para la producción sostenible de los cultivos (31). En diversos trabajos se demostró que la supresión de los herbívoros y la disminución de los daños a los cultivos están significativamente asociadas con la diversificación de los cultivos (32). Los principales mecanismos ecológicos que soportan esta conclusión son: (1) el efecto de la diversificación de los cultivos sobre el

microclima y la fisiología y con esto sobre la comunidad de fauna asociada, (2) la hipótesis de concentración de los recursos, que establece que en los cultivos diversificados, los herbívoros especializados tienen menos concentrado el suministro de alimento que en los monocultivos y (3) la hipótesis de los enemigos naturales, que señala que en los cultivos diversificados, la abundancia y diversidad de enemigos naturales son mayores debido a la más continua y diversificada disponibilidad de recursos (presas, polen, néctar, refugio y microhábitats), en comparación con los monocultivos (33,34).

Con el presente estudio se demostró que las prácticas de manejo del agroecosistema influyen sobre la diversidad de ácaros y que los agroecosistemas de frutales presentan la mayor diversidad porque son sistemas que ofrecen una amplia gama de presas para los depredadores. Estos resultados sugieren que es preciso continuar los estudios de diversidad en diferentes ecosistemas y estimular la adopción de prácticas de manejo de plagas más amigables con la conservación de la biodiversidad.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto “Diversidad y potencialidad de ácaros, coccinélidos, hongos entomopatógenos y antagonistas como agentes de control biológico en ecosistemas de las provincias Mayabeque y La Habana”, perteneciente al Programa Nacional “Uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica en Cuba”, ejecutado por la Universidad Agraria de La Habana; al Proyecto “Manipulación del hábitat como alternativa del control biológico conservativo para potenciar la actividad de los artrópodos benéficos”, perteneciente al Programa Nacional de Salud Animal y Vegetal, coordinado por el CENSA y otras instituciones participantes; así como a Alexander Alfonso, propietario de la finca “Las Piedras”, utilizada para la realización de la investigación.

REFERENCIAS

1. Kessler JJ. Agro-Commodity Production Systems. *Ecosystems*. 2008; 11: 283-306.
2. Lichtenberg EM, Kennedy CM, Kremen C, Batáry P, Berendse F, Bommarco R. et al. A

global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity with fields and across agricultural landscapes. *Glob Chang Biol*. 2017; 23: 4946-4957.

3. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente (CITMA) de la República de Cuba. Estrategia Nacional Ambiental para el periodo 2016-2020. 2016. Disponible en: <http://www.medioambiente.cu/download/ENA.pdf>. (Consultada: 14 de julio de 2019).
4. Ramos M, Rodríguez H, editores. Fitoácaros exóticos y endémicos de importancia agrícola en Cuba. La Habana: Centro Nacional de Áreas Protegidas. 2017.
5. McMurtry JA, Sourassou NF, Demite PR. The Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) as Biological Control Agents. In: Carrillo D, de Moraes, GJ, Peña, JE, editors. *Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms*. Nueva York, Springe; 2015. P. 133-149.
6. Demite PR, Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA, Castilho RC. Phytoseiidae Database. Disponible en: <http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae>. (Consultado: 24 de marzo de 2020)
7. Gilkeson LA. Mass rearing of phytoseiid mites for testing and commercial application. In: Anderson TE, Leppla NC, Editors. *Advances in insect rearing for research and pest management*. Westview Press Boulder, Colorado. 1992; Cap. 28: 489-506.
8. de la Torre PE, Cuervo N. Actualización de la lista de ácaros (Arachnida: Acari) de Cuba. *Revista Ibérica de Aracnología*. 2019; 34: 102-118.
9. Tenzin J, Hasenauer H. Tree species composition and diversity in relation to anthropogenic disturbances in broad-leaved forests of Bhutan. *Internat J Biodiv Sci, Ecosyst Serv & Manage*. 2016;12(4):274-290. doi:10.1080/21513732.2016.1206038
10. Livschitz S, Salinas C. Preliminares acerca de los ácaros Tetránicos de Cuba. La Habana, Centro Nacional Fitosanitario. 1968.
11. Muma MH, Denmark HA. Arthropods of Florida and Neighboring Land Areas. En: *Phytoseiidae of Florida*. Bureau of Entomology, Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry. 1970; 148 (6):1-149.

12. de la Torre PE, Manchado LL. Clave taxonómica para las especies de la familia Bdellidae (Acari: Trombidiformes) de Cuba. *Fitosanidad*. 2013; 17(2): 83-85.
13. de la Torre PE. Las especies de la familia Cheyletidae (Acari: Trombidiformes) en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*. 2015; 4(1): 47-55.
14. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL Disponible en <http://www.infostat.com.ar>. (Consulta: 22 de junio de 2020).
15. Soberón J, Llorente J. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv Biol*. 1993; 7: 480-488.
16. Masson A, Bryssnt S. The Structure and diversity of the animal communities in broats lands reeds warp. *J Zool*. 1974; 179: 289-302.
17. R Core Team. BiodiversityR. Biodiversity Package for R Version 3.6. GUI for biodiversity and community ecology analysis. 2011. URL <http://www.r-project.org/diversity>.
18. Pérez, F., Sola, F. SIMIL: Programa para el cálculo de los índices de similitud. Programa informático (En línea). 1993. Disponible en: <http://entomologia.iespana.es/descargas/calculodelosindicesdediversidad.html>. (Consulta: 5 de mayo de 2020).
19. Barbar Z, Tixier M-S, Kreiter S, Cheval B. Diversity of Phytoseiid mites in uncultivated areas adjacent to vineyards: A caso study in the South of France. *Acarologia*. 2005; XLV (2-3): 145-154.
20. Almaguel L, de la Torre PE. Manual de Acarología Agrícola. Editorial INISAV. 2013; 240 pp.
21. Borges M, Rodríguez M, Hernández D, Rodríguez JL, González J. Ocurrencia de artrópodos plagas, biorreguladores y su interacción en escenarios productivos de frutales agroecológicos en Cuba. *Rev Protección Veg*. 2015; 10(1):107.
22. Mandape SS, Shukla A. Diversity of phytoseiid mites (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae) in the agroecosystems of South Gujarat, India. *J. Entomol. and Zool. Studies*. 2017; 5(2): 755-765.
23. Tixier M-S. Predatory mites (Acari: Phytoseiidae) in agro-ecosystems and conservation biological control: a review and explorative approach for forecasting plant-predatory mite interactions and mite dispersal. *Front Ecol Evol*. 2018; 6: 1-21. doi:10.3389/fevo.2018.00192.
24. FiBL-IFOAM. Organic Farming Statistics. Research Institute of Organic Agriculture FiBL. 2014. Disponible en: <http://www.fibl.org/en/themen/themen-statistiken.html>. (Consulta: 23 de febrero de 2020).
25. Tilman D, Balzer C, Hill J, Befort BL. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *PNAS*. 2011; 108: 20260-20264.
26. Warburg S, Gafni R, Inbar M, Gal S, Palevsky E, Sadeh A. Climatic and cultivar effects on phytoseiid species establishment and seasonal abundance on citrus. *Acarologia*. 2019; 59(4): 443-455. doi:10.24349/acarologia/20194346.
27. Gurr GM, Wratten SD, Landis DA, You M. Habitat management to suppress pest populations: progress and prospects. *Annu Rev Entomol*. 2017; 62: 91-109.
28. Snyder WE. Give predators a complement: Conserving natural enemy biodiversity to improve biocontrol. *Biological Control*. 2019; 135: 73-82.
29. Greenop A, Woodcock BA, Wilby A, Cook SM, Pywell RF. Functional diversity positively affects prey suppression by invertebrate predators: a meta-analysis. *Ecology*. 2018; 99: 1771-1782.
30. Camargo-Barbosa MF, Demite PR, de Moraes GJ, Poletti M. Controle biológico com ácaros predadores e seu papel no manejo integrado de pragas. 1ª edição, Engenheiro Coelho/SP, 2017; 71 pp.
31. Crowder DW, Jabbour R. Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: Current status and future challenges. *Biol. Contr.* 2014; 75:8-17. doi:10.1016/j.biocontrol.2013.10.010.
32. Veres A, Petit S, Conord C, Lavigne C. Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review. *Agr. Ecosys. Environ*. 2013; 166: 110-117. doi:10.1016/j.agee.2011.05.027.

33. Philpott SM. Biodiversity and Pest Control Services. In: Levin S, Waltham MA, editors. Encyclopedia of Biodiversity. 2nd edition. Academic Press. 2013. P. 373-385, doi:10.1016/B978-0-12-384719-5.00344-0.
34. Sáenz-Romo MG, Martínez-García H, Veas-Bernal A, Carvajal-Montoya LD, Martínez-Villar E, Ibáñez-Pascual S, et al. Effect of ground-cover management on predatory mites (Acari: Phytoseiidae) in a Mediterranean vineyard. *Vitis*. 2019; 58 (Special Issue): 25-32. doi: 10.5073/vitis.2019.58.special-issue.25-32.

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

Contribución de los autores: **Marbely del Toro Benítez:** Concibió la idea de investigación. Realizó contribuciones en el análisis e interpretación de los datos. Participó en la búsqueda de información, en el diseño de la investigación, en la recolección de los datos. Participó en el análisis y en la revisión y redacción del informe final. **María de los Ángeles Martínez Rivero:** Participó en la búsqueda de información y en el diseño de la investigación. Participó en el análisis de los resultados y en la aprobación final. **Ileana Miranda Cabrera:** Participó en el análisis estadístico de los resultados, su interpretación y en redacción del borrador del artículo y la revisión crítica de su contenido y en la aprobación final. **Reynaldo Chico-Morejón:** Participó en la recolección de las muestras, elaboración de bases de datos y el montaje de los especímenes. **Héctor Rodríguez Morell:** Concibió la idea de investigación. Realizó contribuciones en el análisis e interpretación de los datos. Participó en la búsqueda de información, en el diseño de la investigación, en la recolección de los datos. Participó en el análisis y en la revisión y redacción del informe final.

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/)