

Organismos nocivos de importancia en diferentes tipos de sistemas de producción en la matriz agrícola urbana, periurbana y suburbana de la provincia de La Habana

Harmful organisms of importance in different types of production systems in the urban, periurban and suburban agriculture matrix of the Havana province

Luis L. Vázquez Moreno,¹ Janet Alfonso-Simonetti,¹ Santiago Jiménez Jiménez,¹ Emilio Fernández González,¹ Jaqueline Casagrande,¹ Yamilka Pérez Betancourt,¹ Ángela Porras González,¹ Antonio Fernández Admiral,² Elizabeth Grillo,³ Juan C. González⁴ y Mario I. Domínguez³

¹ Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5.^a B y 5.^a F, Playa, La Habana, Cuba, C. P. 11600, lvazquez@inisav.cu

² Filial de la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales en La Habana.

³ Delegación Municipal de la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños en La Habana del Este y Cotorro

⁴ Delegación Municipal de la Agricultura en Arroyo Naranjo

RESUMEN

Debido a los cambios en la matriz de la vegetación en la ciudad de La Habana y su periferia, se actualizaron las especies de organismos nocivos a las plantas de interés productivo mediante el estudio de 12 sistemas representativos de los tipos siguientes: organopónicos, huertos intensivos, fincas periurbanas y fincas suburbanas. Se organizaron equipos de diagnóstico y se realizaron encuentros en los municipios de Plaza de la Revolución, Arroyo Naranjo, La Habana del Este y Cotorro. En cada sistema estudiado se determinaron las especies de organismos nocivos, su importancia e incidencia, según escalas elaboradas al efecto; se determinó la similitud entre sistemas respecto a las especies que inciden (Índice de Sorensen) y se agruparon dichas especies de acuerdo con sus relaciones funcionales con el agroecosistema (Dendrograma). Se determinaron 56 especies de organismos nocivos: el 69,6 % fitófagos, el 26,8 % fitopatógenos y el 3,8 % fitoparásitos, de importancia en 31 especies de plantas de interés productivo, con mayor frecuencia de especies en el tomate y la habichuela (29 %), la guayaba (25,8 %) y el ají (22,6 %). Se identificaron cuatro conglomerados que agrupan las especies de organismos nocivos respecto a sus relaciones funcionales con el agroecosistema, los que se consideran Grupos Funcionales de Organismos Nocivos (GFON), que constituye una novedad en la clasificación de estas especies con funciones negativas. El número de especies de importancia fue mayor en las fincas suburbanas (N = 40), seguido de los organopónicos (N = 20) y huertos intensivos (N = 19), y menor en las fincas periurbanas (N = 9). La mayor similitud entre las especies se manifestó en el orden siguiente: organopónico-huerto intensivo (0,51)>finca periurbana-huerto intensivo (0,43)>huerto intensivo-finca suburbana (0,41)>organopónico-finca periurbana (0,34)>organopónico-finca suburbana (0,27)>finca periurbana-finca suburbana (0,24). Como resultado del estudio se ofrece una síntesis de los componentes del paisaje urbano relacionados con el movimiento de poblaciones de organismos nocivos.

Palabras claves: agricultura urbana, herbívoros, fitopatógenos, fitoparásitos, organismos nocivos, sistemas de producción.

ABSTRACT

Due to changes in the matrix of vegetation in the city of La Havana and surrounding areas, species of harmful organisms of plants productive interest were updated through the study of 12 representative systems of the following types: organoponics, intensive orchards, periurban farms and suburban farms. Diagnostic equipment were organized and meetings were held in the municipalities of Plaza de la Revolución, Arroyo Naranjo, Habana del Este and Cotorro. In each system studied, species of harmful organisms were identified, their importance and impact, according to scales developed for this purpose; the similarity index (Sorensen) between systems for species affecting and such species according to their functional relationships with agroecosystems (dendrogram). Were pooled determined 56 species of harmful organisms: herbivores 69.6 %, phytopathogenics 26.8 % and 3.8 % phytoparasitics of importance in 31 species of plants productive interest, most often in tomato and snap beans (29 %), guava (25.8 %) and chili (22.6 %). Four clusters that group the species of harmful organisms regarding their functional relationships with agroecosistema, those considered Functional Groups of Harmful Organisms (GFON), which is a novelty in the classification of these species with negative functions were identified. The number of species of importance was greater in suburban farms (N = 40), followed by organoponics (N = 20) and intensive orchards (N = 19) and lower in periurban farms (N = 9). The greatest similarity between species is expressed in the following order: organoponics-intensive orchard (0,51)> Periurban farm-intensive orchard (0,43)> intensive orchard-suburban farm (0,41)> organoponic -periurban farm (0,34)> organoponic-suburban farm (0,27)> periurban farm- suburban farm (0,24). As a result of the study, a summary of the components of the urban landscape related to the movement of populations of harmful organisms is offered.

Key words: urban agriculture, herbivores, phytopathogenics, phytoparasitics, harmful organisms, production systems.

Recibido: 12/7/2014

Aceptado: 20/10/2014

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la agricultura en las ciudades de Cuba, y en especial de la provincia de La Habana, constituye un interesante campo experimental para las ciencias naturales, toda vez que durante los últimos 20 años ha ocurrido una transformación multidimensional de la matriz de la ciudad, que se expresa no solamente en la superficie neta donde se practica la agricultura mediante diferentes tecnologías, sino en los alrededores de los diversos y numerosos sistemas de producción que han proliferado, tanto en la zona más urbana como en la periurbana y suburbana, cuyo diseño y manejo se realiza bajo los principios de la agricultura orgánica y la agroecología.

Estos cambios en la matriz de la vegetación de la ciudad, indudablemente han tenido una gran influencia en la generación de servicios ecosistémicos, contribuyendo al surgimiento de un nuevo tipo de agricultura multifuncional para favorecer el modelo de las ecosociedades del futuro, en que la agricultura comunitaria y familiar adquiere un gran valor en la soberanía alimentaria, tecnológica y energética [Vázquez, 2014].

En este contexto tan dinámico de la agricultura de la provincia de La Habana, que tiene características muy peculiares respecto a la integración a la urbanidad, resulta difícil describir los cambios ocurridos en el diseño y manejo de la biodiversidad en general y su influencia en la diversidad e incidencia de organismos nocivos con funciones como fitófagos, fitoparásitos y fitopatógenos, por lo que se necesitan estudios que profundicen en estas interacciones múltiples, para lograr diseños y manejos que aumenten la capacidad de autorregulación ecológica de los diferentes tipos de sistemas de producción que se han establecido.

Precisamente, desde el inicio del Programa de Agricultura Urbana a mediados de los años noventa del pasado siglo, las primeras investigaciones fitosanitarias que se realizaron estuvieron encaminadas a observar las plagas que se presentaban en los diferentes cultivos que se sembraban y validar las experiencias de la agricultura rural sobre los métodos de control [Fernández *et al.*, 1995], principalmente la utilización de medios biológicos [Vázquez *et al.*, 2005]; sin embargo, a medida que los agricultores desarrollaron sus huertos y fincas, comenzaron a realizar innovaciones para disponer de alternativas para prevenir o suprimir las afectaciones por plagas, ya que bajo estos sistemas

de producción no se ha permitido el uso de plaguicidas químicos [Vázquez, 2008].

Debido a la importancia de la biodiversidad en la capacidad de autorregulación de sistemas de producción agroecológicos, desde 2011 se realiza un proyecto que se propone crear capacidades en técnicos y agricultores sobre diseño y manejo de sistemas de producción agrícola urbanos, periurbanos y suburbanos (proyecto BioFincas), como resultado del cual se ha realizado un nuevo diagnóstico de los organismos nocivos, cuyos efectos se ofrecen en el presente artículo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los tres subsistemas que integran la matriz agrícola de la provincia de La Habana: urbano, periurbano y suburbano. En cada uno se seleccionaron municipios representativos de la producción agrícola de la ciudad, donde se organizaron equipos locales de diagnóstico participativo de la biodiversidad (Equipo BioFincas), integrados por especialistas agrónomos de entidades del municipio, técnicos que trabajan directamente en las cooperativas y agricultores (propietarios y administradores de sistemas de producción agrícola).

Para facilitar el proceso, se organizaron encuentros por municipios, según las zonas y facilidades de acceso, los que se estructuraron en tres momentos: 1) seminario de preparación metodológica (características de los tipos principales de organismos nocivos y explicación de las guías para realizar el diagnóstico); 2) diagnóstico en los sistemas de producción (sesiones de trabajo de cada equipo en los sistemas seleccionados); 3) devolución y análisis de los resultados (taller en sesión plenaria para la presentación por cada equipo, aclaración de dudas, entrega de muestras de especies no conocidas y debate).

Los integrantes de cada equipo BioFincas, como conocedores de su territorio, seleccionaron tres sistemas de producción agrícola (SPA), representativos de los principales tipos existentes en diferentes municipios urbanos (URB), periurbanos (PURB) y suburbanos (SURB) de la provincia (*Fig. 1*):

- Organopónicos (ORG): 1) La Sazón (0,18 ha), Plaza de la Revolución; 2) Che Guevara (1 ha), Arroyo Naranjo; 3) Cinco de Septiembre (1 ha), Arroyo Naranjo.

- Huertos intensivos (HIN): 4) El Cachón (0,3 ha), La Habana del Este; 5) Los Pinos (3,25 ha), La Habana del Este; 6) El Guaso (0,16 ha), Arroyo Naranjo.
- Fincas periurbanas (FPU): 7) San Carlos (3,5 ha), Arroyo Naranjo; 8) Pinareño (2,6 ha), Arroyo

- Naranjo; 9) El Noni (0,51 ha), La Habana del Este.
- Fincas suburbanas (FSU): 10) La Bienvenida (16 ha), Cotorro; 11) Antonio Maceo (12,3 ha), Cotorro; 12) Semilla (39 ha), Guanabacoa.

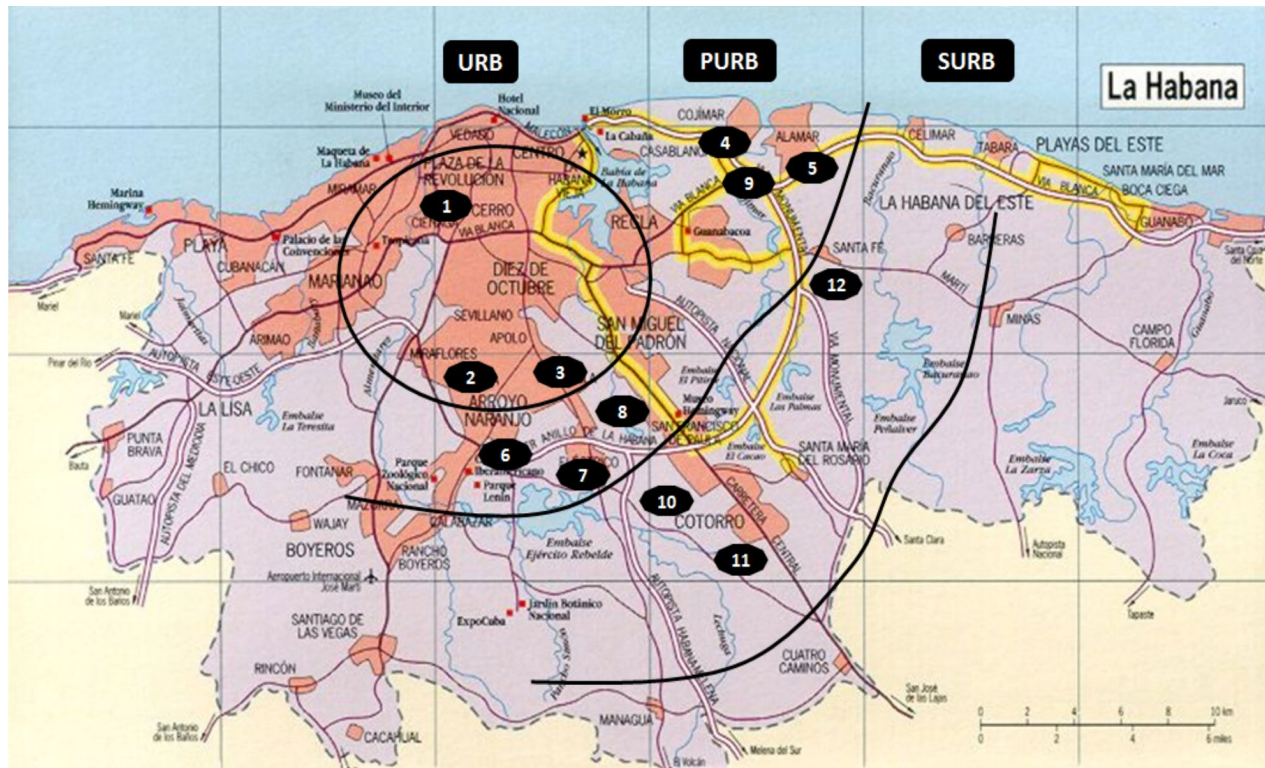


Figura 1. Ubicación de los SPA de la agricultura urbana, suburbana y periurbana estudiados en La Habana.

Para realizar el diagnóstico de los organismos nocivos, cada equipo se reunió en el sistema de producción a estudiar, donde se siguió el procedimiento siguiente: 1) presentación de los miembros externos e integración del agricultor al equipo de diagnóstico; 2) precisión de los objetivos del estudio; 3) explicación y aclaraciones sobre la metodología a utilizar para el diagnóstico; 4) recorrido y familiarización con las características y estado actual del sistema de producción; 5) realización del listado de plantas de interés productivo; 6) elaboración de una lista preliminar de organismos nocivos que inciden en cada planta de interés productivo; 7) definición de la importancia de cada una de las especies de organismos nocivos; 8) determinación de la incidencia de cada una de las especies de organismos nocivos.

A los efectos del presente estudio, se consideraron las propuestas de Vázquez *et al.* (2005), quienes determinaron que por las características de los sistemas

de producción agrícolas urbanos, las plantas de interés productivo son aquellas que se manejan con fines de autoabastecimiento y comercialización, que pueden estar sembradas o plantadas en campos, parcelas, canchales o situadas en otros sitios dentro del sistema.

Por otra parte, los organismos nocivos se consideraron aquellas especies de insectos, ácaros, moluscos y otros (fitófagos), de nemátodos fitoparásitos y de hongos, bacterias, virus y otros (fitopatógenos), que los agricultores definen como de importancia en las plantas de interés productivo, según su percepción individual, la que puede ser diferente a los criterios convencionales.

La importancia otorgada a las especies de organismos nocivos en plantas de interés productivo se determinó mediante la escala siguiente: 1) se manifiesta con afectaciones ligeras y en baja población; 2) incide en algunas ocasiones y requiere medidas eficaces de control, pues de lo contrario la afectación sería de importancia económica; 3) incide todos los años, pero

no es tan necesario controlarla, pues su afectación se mantiene a niveles subeconómicos; 4) incide todos los años y requiere medidas eficaces de control, de lo contrario las afectaciones son de significación económica. La incidencia de cada especie de organismo nocivo en las plantas de interés productivo fue determinada mediante la escala siguiente en base al porcentaje de plantas afectadas: I (1-5 %), II (6-25 %); III (26-50 %), IV (más del 50 %).

Para caracterizar las relaciones entre los organismos nocivos de importancia y el agroecosistema, se consideraron las documentadas en diferentes publicaciones [Carone, 2003; IISV, 1981; Latorre, 1990; Martínez *et al.*, 2007; Mendoza y Gómez, 1982; Suárez y Hernández, 1989; Wyniger, 1962), según las variables siguientes:

- *Relaciones organotrópicas con las plantas hospedantes.* Las directas de los organismos nocivos con los órganos de sus plantas hospedantes, que pueden ser en dos direcciones: directamente con los órganos de la planta (raíz, tallo-rama, hoja, flor, fruto) y según etapas de su ciclo biológico (una, más de una, todas).
- *Relaciones fenológicas con las plantas hospedantes.* Las directas de los organismos nocivos con las fases fenológicas de sus plantas hospedantes, que pueden ser germinación, crecimiento-desarrollo, floración, fructificación.
- *Relaciones tróficas con plantas hospedantes.* Las directas de los organismos nocivos con diferentes plantas hospedantes, según diversidad botánica con que interactúa (monófagos, oligófagos, polífagos).
- *Relaciones fisiológicas con las plantas hospedantes.* Las directas de los organismos nocivos con las plantas hospedantes, que pueden ser fitofagia, fitoparasitismo, fitopatogenia.
- *Factores de dispersión.* Los factores biofísicos que propician la dispersión de los organismos nocivos, que pueden ser propia, semilla, órgano de la planta, viento, agua, suelo.

Se creó una matriz con las especies por filas y las variables por columna. Para conocer los patrones multivariados se efectuó un análisis de clúster utilizando la distancia euclidiana para definir las distancias entre las diferentes variables en un espacio multidimensional, en ligamento completo de las variables.

Con la finalidad de conocer la semejanza de especies de organismos nocivos (fitófagos, fitoparásitos y fitopatógenos) entre los tipos de sistemas de producción agrícola estudiados, se utilizó el Coeficiente de Sorensen (IS), que se basa en la relación presencia-ausencia de especies entre dos sistemas [Stiling, 1999]: $IS = 2C/A + B \cdot 100$, donde A es el número de especies encontradas en el sistema A; B es el número de especies encontradas en el sistema B, y C es el número de especies comunes en ambos sistemas. Este coeficiente presenta valores que van de 0 a 1, significando la menor y mayor semejanza, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los sistemas de producción estudiados se determinaron 56 especies de organismos nocivos (Tabla 1), de ellas el 69,6 % son fitófagos, el 26,8 % fitopatógenos y el 3,8 % fitoparásitos. De ellas, más del 50 % fueron consideradas como de mayor importancia (3 y 4) en 31 especies de plantas de interés productivo, resultado que difiere de estudios anteriores realizados por Vázquez *et al.* (2005) y Vázquez y Fernández (2007), en que los propios agricultores determinaron 29 especies de importancia.

Esta diferencia consideramos se debe a varios factores, principalmente los siguientes: incremento de la diversidad de plantas de interés productivo que se manejan en estos sistemas, y mayor dominio y conocimiento por parte de los agricultores de los problemas que les afectan a los cultivos, entre otros, debido a su participación en procesos de capacitación e innovación [Fernández y Vázquez, 2009].

Tabla 1. Lista de organismos nocivos de importancia en plantas de interés productivo en la agricultura urbana en La Habana

Organismos nocivos de importancia	Plantas de interés productivo	Casos según importancia			
		1	2	3	4
Ácaro (<i>Calacarus flagellisetia</i>)	Frutabomba (<i>Carica papaya</i>)	1			1
Ácaro rojo (<i>Tetranychus urticae</i>)	Apio (<i>Apium graveolens</i>)		1		

Ácaro blanco (<i>Polyphagotarsonemus atus</i>)	Ají (<i>Capsicum frutescens</i>), pimiento (<i>C. annuum</i>)		1		
Ácaro coco (<i>Eriophies guerreronis</i>)	Cocotero (<i>Cocos nucifera</i>)			1	
Ácaro verde (<i>Mononichellus caribbeanae</i>)	Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)				1
Borer (<i>Diatraea saccharalis</i>)	Caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.)	1			
Centella de la yuca (<i>Lonchaea chalybae</i>)	Yuca				1
Chinche de encaje (<i>Pseudacysta perseae</i>)	Aguacate (<i>Persea americana</i>)	1			2
Cochinilla harinosa (<i>Nipaecoccus nipae</i>)	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)				1
Comején del tallo (<i>Neoterme castaneus</i>)	Mango (<i>Mangifera indica</i>)			1	
Crisomérido de los frijoles (<i>Andrector ruficornis</i>)	Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>), habichuela (<i>Vigna</i> spp.)			1	1
Crisomérido verde brillante (<i>Typophorus nigrinus</i>)	Boniato (<i>Ipomoea batatas</i>)		2		
Fumagina (<i>Capnodium</i> spp.)	Acerola (<i>Malpighia glabra</i>), cocotero, guayaba, mango			4	
Gorgojos de la mazorca (<i>Sitophilus zeamays</i>)	Maíz (<i>Zea mays</i>)	1			
Grillos (<i>Anurogryllus abortivus</i>)	Acelga (<i>Beta vulgaris</i> var. cicla), col china (<i>Brassica pekinensis</i>), habichuela, lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)			4	
Guagua blanca (<i>Pseudaulacaspis pentagona</i>)	Guayaba			1	
Guagua de hilo negro (<i>Ischnaspis longirostris</i>)	Mango			1	
Gusano de las cucurbitáceas (<i>Diaphania</i> spp.)	Calabaza (<i>Cucurbita</i> spp.), pepino (<i>Cucumis sativus</i>)		3		
Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas vesicatoria</i>)	Ají			1	
Mancha gris del tomate (<i>Stemphylium solani</i>)	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)			1	
Mancha foliar (<i>Alternaria porri</i>)	Cebollino (<i>Allium schoenoprasum</i>)			1	1
Mancha foliar (<i>Cercospora</i> sp.)	Lechuga		1		1
Mancha foliar (<i>Cercospora beticola</i>)	Remolacha (<i>Beta vulgaris</i>)		1	1	

Mancha foliar (<i>Cercospora</i> sp.)	Guayaba				1
Mildiu velludo (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>)	Calabaza, pepino		1	2	1
Minador de la hoja (<i>Liriomyza trifolii</i>)	Ají, ajo (<i>Allium sativum</i>), habichuela, tomate			3	2
Moluscos	Acelga, brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. itálica), col, col china, habichuela, lechuga, perejil (<i>Carum petroselinum</i>), remolacha, tomate, yuca	1	4	10	2
Momificador (<i>Gymnandrosoma guajavae</i>)	Guayaba				1
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Brócoli, frijol, habichuela, hierba buena (<i>Mentha remosa</i>), tomate		3	5	5
Mosca de la fruta (<i>Anastrepha</i> spp.)	Guayaba, mango			2	
Mosca blanca de Cardin (<i>Metaleurodicus cardini</i>)	Guayaba			2	
Mosca blanca del ají (<i>Aleurotrachelus trachoides</i>)	Ají, ají chay (<i>C. frutescens</i>)		1		1
Mosca blanca de la papaya (<i>Trialeurodes variabilis</i>)	Frutabomba				1
Nemátodo de las agallas (<i>Meloidogyne</i> spp.)	Ají, guayaba, habichuela, quimbombó (<i>Hibiscus esculentus</i>), remolacha, zanahoria (<i>Daucus carota</i>)				3
Palomilla del maíz (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Maíz	1	1		1
Perforador del mango (<i>Hypochryphalus mangiferae</i>)	Mango			1	
Picudo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i>)	Plátano (<i>Musa</i> spp.)			1	
Polilla de la col (<i>Plutella xylostella</i>)	Col				2

Primavera (<i>Plegethontius sexta jamaicensis</i>)	Tomate			1	
Prodenia (<i>Spodoptera sunia</i>)	Acelga, brócoli, col china			1	3
Pega-pega de la remolacha (<i>Herpetogramma bipunctalis</i>)	Remolacha		1		1
Pulgón de los frijoles (<i>Aphis craccivora</i>)	Habichuela		3		1
Pulgón (<i>Aphis gossypii</i>)	Ají, quimbombó		1		
Pudrición blanda del cormo (<i>Erwinia-chrysanthemii</i> ?)	Plátano	1			
Roedores (<i>Rattus</i> spp.)	Caña de azúcar			1	
Roya (<i>Uromyces phaseoli</i>)	Habichuela		1		1
Salta hojas (<i>Empoasca kraemerii</i>)	Frijol, habichuela, tomate		1	1	3
Sigatoka (<i>Mycosphaella</i> spp.)	Plátano			1	4
Tetuán del boniato (<i>Cylas formicarius</i>)	Boniato	1			
Thrips (<i>Thrips tabaci</i>)	Ajo				1
Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	Tomate			1	1
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Tomate			1	
Tuétano de la yuca (<i>Lagochirus dezayasi</i>)	Yuca			1	

Virus del encrespamiento amarillo de la hoja del tomate (Tomato yellow leaf curl virus, TYLCV)	Tomate		2	1	3
Virus de la mancha anular de la papaya (Papaya ringspot virus, PRSV-p)	Frutabomba				1
Virus mosaico dorado amarillo del frijol (Bean golden mosaic virus, BGYMV)	Frijol			1	1
Total de casos según importancia		9	28	53	49
%		6,5	20	38	35,3

Desde luego, algunas especies de organismos nocivos que se consideraron de mayor importancia [Vázquez et al., 2005] aún se mantienen como tal: mosca blanca (*B. tabaci*), prodenias (*Spodoptera* spp.), salta hojas (*Empoasca* spp.), trips (*Thrips tabaci*), chinche del aguacate (*P. perseae*), mosca blanca del ají (*Aleurotrachelus trachoides*), minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*), ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*), polilla de la col (*Plutella xylostella*), gusanos de las cucurbitáceas (*Diaphania hyalinata*), babosas y caracoles, roedores, complejo de patógenos del suelo (*Pythium* spp., *Phytophthora parasitica* y *Rhizoctonia solani*), la sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*), geminivirus y nemátodos fitoparásitos; en cambio, los gusanos de manteca (*Phyllophaga* spp.), cochinilla harinosa (*Paracoccus marginatus*), la bibijagua (*Atta*

insularis) y las hormigas (*Solenopsis geminata*) no los consideraron de importancia, lo que sugiere la necesidad de realizar estudios más detallados para profundizar en las causas.

La relación entre estas especies de organismos nocivos y las plantas de interés productivo muestra una mayor frecuencia para el tomate y la habichuela (29 %), le sigue la guayaba (25,8 %) y el ají (22,6 %); otras especies de plantas tienen una frecuencia entre el 9 y el 17 % (mango, frijol, remolacha, yuca, frutabomba, acelga, lechuga y brócoli), y el resto entre 3-7 % (Fig 2), resultados que muestran que 23 de estas plantas de interés productivo (74,1 %) presentan entre 1-3 especies de organismos nocivos considerados de importancia por los agricultores.

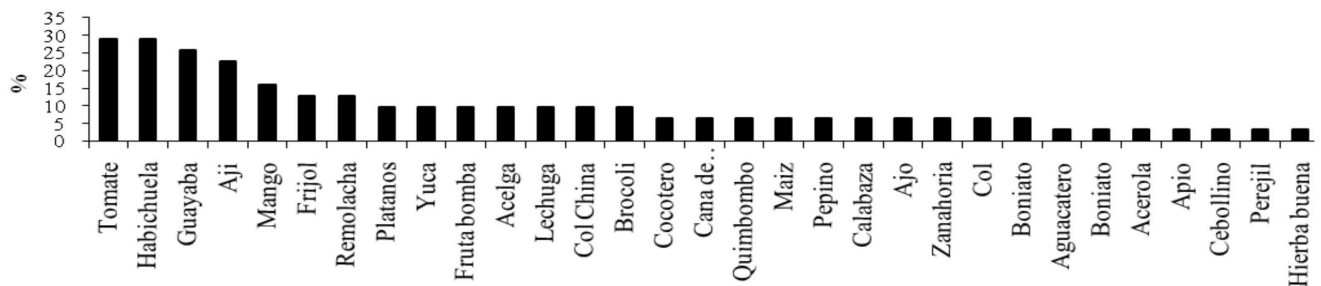


Figura 2. Composición porcentual de especies de organismos nocivos (%) considerados de importancia en las plantas de interés productivo. La Habana.

Este comportamiento puede estar influenciado por diversas causas, estimándose que las de mayor contribución pudieran ser las siguientes: la influencia de la urbanidad, que favorece un ambiente más artificial y adverso para los reguladores naturales; el diseño y la intensidad del manejo de estos sistemas; el predominio del enfoque de control, entre otros.

Se identificaron cuatro conglomerados con las especies de organismos nocivos según sus relaciones funcionales en el agroecosistema (Fig. 3), el primero representado por el 83,9 % de las especies, el segundo por el 5,3 %, el tercero por el 8,9 % y el cuarto por el 1,8 %. Del primero, el 70,2 % son fitófagos (ácaros, insectos, moluscos, roedores), el 27,6 % fitopatógenos y el 2,2 % fitoparásitos.

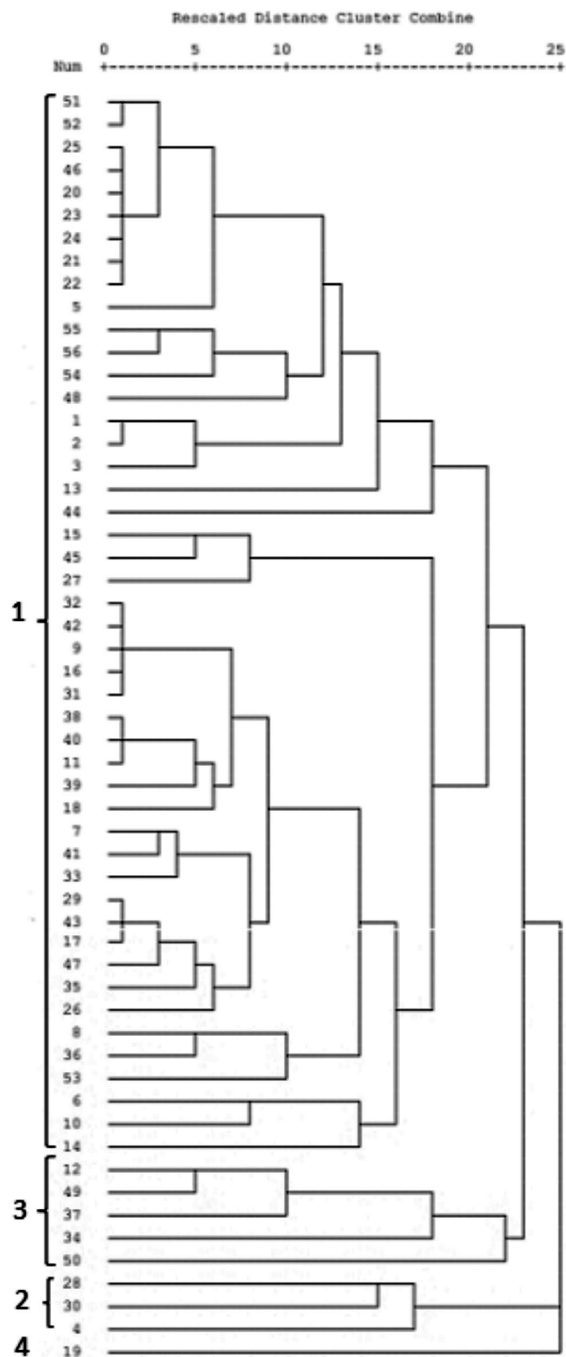


Figura 3. Dendrograma en función del análisis de conglomerados para las 56 especies de organismos nocivos a partir de sus relaciones funcionales con el agroecosistema. Los números de las especies se corresponden con los utilizados en la Tabla 1. Los cuatro conglomerados se enumeran a la izquierda de los grupos de especies.

El conglomerado 1 (Fig. 4) lo caracterizan las especies con relaciones fisiológicas mayormente como fitófagos (70 %) y fitopatógenos (27,7 %), de relaciones tróficas como oligófagos (53 %) y monófagos y polífagos (23,4 %), que se dispersan principalmente por el viento (63,8 %), los órganos de las plantas (61,7 %), sus propios medios (59,6 %).

El conglomerado 2 está integrado por especies fitófagas (100 %) monófagas (66,6 %) y polífagas (33,3 %)

que se dispersan por sus propios medios (66,6 %) y los órganos de las plantas (33,3 %).

El conglomerado 3 también por especies fitófagas (80 %) y parásitas (20 %) monófagas (60 %) y polífagas (20 %), que se dispersan principalmente por semillas (100 %) y el suelo (100 %), aunque también por sus propios medios y las corrientes de agua (80 %); y el conglomerado 4 lo integran principalmente fitopatógenos oligófagos (100 %), que se dispersan por el suelo y el agua (100 %).

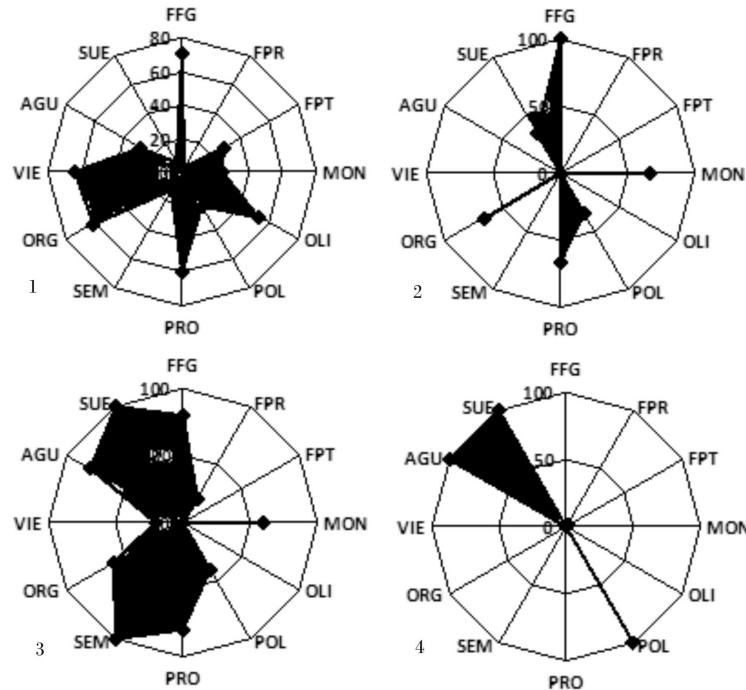


Figura 4. Principales relaciones con el agroecosistema de las especies de organismos nocivos en cada conglomerado (1, 2, 3, 4). FFG: fitófagos; FPR: fitoparásitos; FPT: fitopatógenos; MON: monófagos; OLI: oligófagos; POL: polífagos; PRO: dispersión propia; SEM: dispersión por semillas; ORG: dispersión por órganos de la planta; VIE: dispersión por el viento; AGU: dispersión por el agua; SUE: dispersión por el suelo.

Estos resultados, aunque pueden considerarse como preliminares, permiten tipificar grupos funcionales de organismos nocivos (GFON) debido a que se agrupan las especies con relaciones muy similares con el hábitat (agroecosistema), todo lo cual contribuye a una novedad en la clasificación de este tipo de organismos con funciones negativas, a la vez que permite realizar estudios que aumenten la capacidad del sistema de producción de suprimir espacios y poblaciones de plagas a través de diseños y manejos que actúen sobre dichas relaciones funcionales.

Más allá de la vida como propiedad común, las millones de especies difieren en algún grado en cómo obtienen

y usan energía y recursos durante el desarrollo de sus funciones vitales, y por ende en el papel que tienen en los ecosistemas; sin embargo, dentro de esta variación existen especies que son funcionalmente más semejantes que otras, sin importar su linaje evolutivo y su distribución biogeográfica [Reich *et al.* 1997; Duckworth *et al.* 2000], a las cuales se les denominan *grupo funcional*, es decir, un conjunto de especies que poseen atributos (morfológicos, fisiológicos, conductuales o de historia de vida) que son semejantes y que desempeñan papeles ecológicos equivalentes [Chapin III *et al.*, 2002].

Convencionalmente, además de las clasificaciones taxonómicas, los organismos nocivos a las plantas

se agrupan por sus relaciones fisiológicas y organotrópicas; por ejemplo: los fitopatógenos que causan enfermedades a las plantas, se agrupan como los patógenos del suelo, patógenos del follaje, entre otros.

Por otra parte, los animales herbívoros que se alimentan de frutos conforman el grupo de frugívoros, los que se alimentan de tejido foliar los folívoros, los que perforan el tallo como xilófagos, los que comen semillas semillívoros...

Sin embargo, estas clasificaciones podrían ser de mayor utilidad si incluyeran otras relaciones funcionales en el agroecosistema, pues como expresara Naeem (1997), en numerosas ocasiones se les ha asignado o se les ha agrupado dentro de distintos tipos funcio-

nales según las necesidades del proceso que se está investigando.

El número de atributos, representado por especies o grupos funcionales, forma la base para explicar las relaciones entre la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas [Giller *et al.*, 2004]. De forma sucinta, el funcionamiento de los ecosistemas refleja el colectivo de actividades de plantas, animales y microorganismos, y los efectos que estas actividades tienen en las condiciones físicas y químicas de su ambiente [Castro, 2005].

El número de especies de organismos nocivos (*Fig. 5*) fue mayor en las fincas suburbanas (N = 40), seguido de los organopónicos (N = 20) y huertos intensivos (N = 19), y mucho menor en las fincas periurbanas (N = 9).

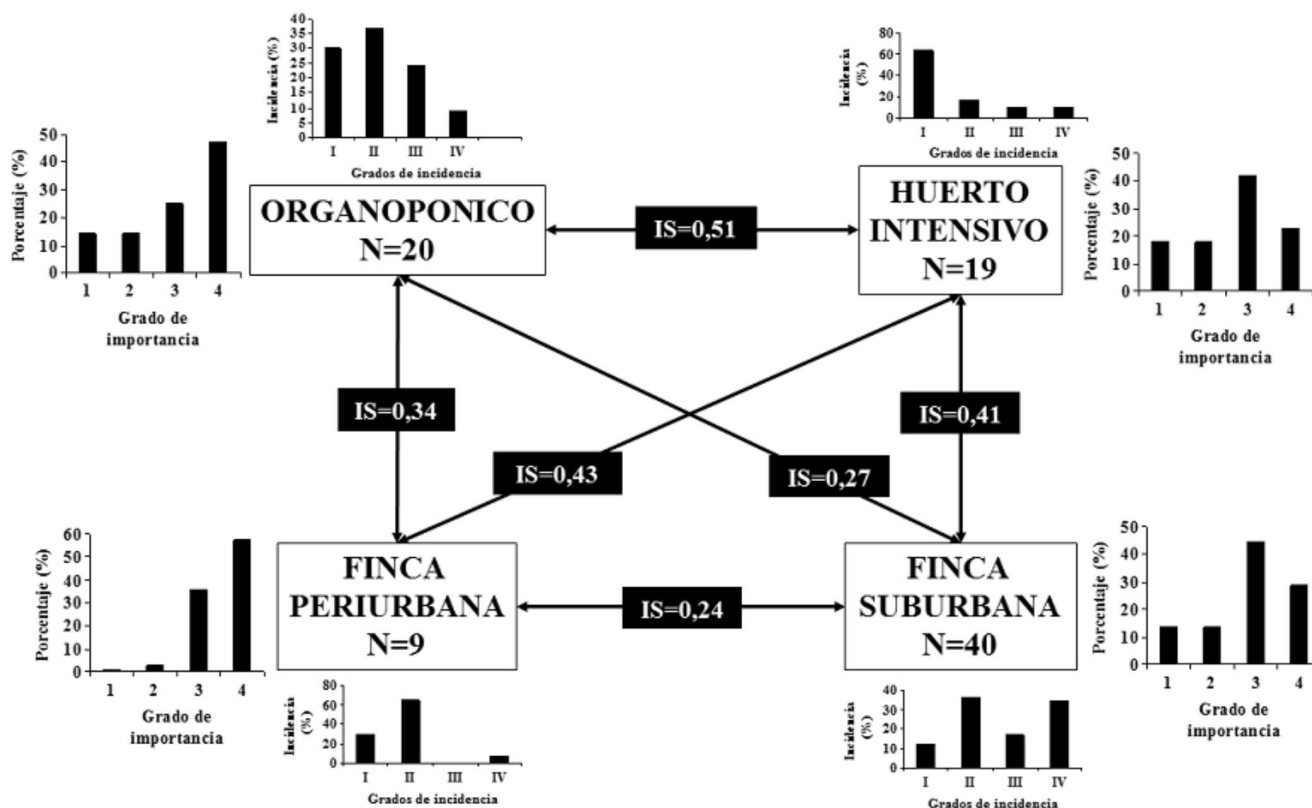


Figura 5. Síntesis de las relaciones entre la importancia e incidencia de los organismos nocivos y los tipos de sistemas de producción. La Habana.

Este alto número de especies nocivas en las fincas suburbanas pudiera deberse a que aún predomina una planificación y manejo convencional, además de la influencia de los sistemas rurales cercanos [Martínez y Vázquez, 2013] y del propio proceso de reconversión agroecológica, que origina desequilibrios poblacionales de estos organismos, factores que contribuyen a

una mayor incidencia y nocividad; por otra parte, los agricultores que manejan estos sistemas están muy influenciados en tecnologías y criterios convencionales.

En el caso de los organopónicos y huertos intensivos la situación es diferente, pues aunque el número de especies nocivas es prácticamente la mitad que el en-

contrado en las fincas suburbanas, estos sistemas aún tienen un diseño de baja complejidad y se manejan con cierta intensidad, situación que influye en la ocurrencia de organismos nocivos. Por el contrario, muy diferente es el caso de las fincas periurbanas, sistemas que se manejan con una matriz más compleja, ya que prácticamente tienen un diseño agroforestal que logra mayor capacidad para suprimir especies y poblaciones de organismos nocivos.

La mayor similitud entre las especies de organismos nocivos de importancia en las plantas de interés productivo, respecto al Índice de Sorensen, se manifestó en el orden siguiente (*Fig 5*): organopónico-huerto intensivo (0,51)>finca periurbana-huerto intensivo (0,43)>huerto intensivo finca suburbana (0,41)>organopónico-finca periurbana (0,34)>organopónico-finca suburbana (0,27)>finca periurbana-finca suburbana (0,24). Para los de mayor similitud existe cierta relación respecto a las tecnologías de los sistemas de cultivo de organopónicos y huertos intensivos, así como del diseño del sistema de producción respecto a las fincas periurbanas y los huertos intensivos, que son factores de gran influencia en la entrada, establecimiento e incidencia de organismos nocivos; no obstante, estos resultados requieren ser estudiados con mayor profundidad debido a la diversidad de factores que están influyendo.

Como se representa más adelante (*Fig. 6*), la matriz agrícola de la ciudad, que se caracteriza por parches de sistemas de producción de diferentes dimensiones, integrados entre instalaciones y vegetación urbana, propicia diversas interacciones, positivas y negativas, bajo influencias antropogénicas de diferente origen e intensidad que pudieran contribuir a explicar las diferencias y semejanzas en la composición de especies de organismos nocivos, todo lo cual es diferente a las zonas rurales, donde las interacciones entre sistemas de producción son más directas o están favorecidas por ambientes seminaturales.

La importancia de los organismos nocivos en las plantas de interés productivo (*Fig. 5*) fue otro resultado interesante, ya que la mayoría de las especies están en las categorías de mayor importancia (3 y 4), todo lo cual sugiere que aun estos sistemas, a pesar de manejarse bajo principios orgánicos y agroecológicos, no logran regular suficientemente la manifestación de los organismos nocivos.

Cuando analizamos la incidencia de estos organismos (*Fig. 5*), los organopónicos y las fincas suburbanas

presentaron los mayores grados; en cambio, los huertos intensivos y las fincas periurbanas fueron los de menor afectación; estos últimos tienen una matriz más compleja que propicia mayor supresividad, en contraste con los dos primeros, que son sistemas más simples respecto al diseño y manejo de la vegetación productiva y auxiliar.

Varias teorías ecológicas argumentan que el funcionamiento eficiente de los sistemas de producción agropecuaria no depende solamente de los elementos de la biodiversidad que se introducen y habitan en el mismo, pues la diversidad no siempre es algo inherente a la estabilidad [Tilman *et al.* 1998], y como señalaran Odum y Sarmiento (1998), son esenciales la conectividad y la calidad del hábitat [Bennett, 2004].

Por ello la integración y diversificación de rubros productivos no es la única solución para aumentar la complejidad funcional de los agroecosistemas [Vázquez *et al.*, 2012].

Los ecosistemas en los que las especies vegetales están entremezcladas poseen una resistencia asociativa a fitófagos, además de la resistencia de las especies vegetales individuales [Root, 1975]. Tahvanainen y Root (1972) sugieren que además de su diversidad taxonómica, los policultivos tienen una estructura relativamente compleja, un medioambiente químico y patrones microclimáticos asociados. Estos factores de vegetación mixta trabajan sinérgicamente para producir una «resistencia asociativa o colectiva» al ataque de las plagas [Altieri y Nicholls, 2007].

Rabb (1978) argumenta que la aparición y supervivencia de las poblaciones de insectos están relacionadas con la heterogeneidad del ecosistema, especialmente cuando se consideran los riesgos asumidos por la población al moverse entre diferentes sitios. Al respecto, Root (1975) discute los «ecosistemas compuestos» y las respuestas variables de los fitófagos a la dispersión y tamaño de los recursos dentro de los hábitats. A gran escala no solo la heterogeneidad en la distribución de poblaciones vegetales puede influir en los efectos de fitófagos en plantas, sino que también la heterogeneidad de los patrones de distribución de los fitófagos puede hacerlo sobre los efectos de depredadores y parásitos.

El movimiento de insectos individuales responderá a una amplia gama de factores del paisaje, incluyendo la escala del hábitat (planta, cultivo y paisaje), permeabilidad del hábitat, tamaño y forma de las parcelas y

grado de aislamiento. La estructura del paisaje influye en el microclima y crecimiento del cultivo, así como en otros factores que afectan los patrones de movimiento de los insectos [Fry, 1995].

El nivel de regulación interna de los agroecosistemas depende mucho del grado de diversidad de plantas y animales, y además esa agrodiversidad es el resultado de la interacción entre el ambiente, los recursos genéticos y el manejo, lo que modifica su funcionamiento y permite mayor adaptabilidad a situaciones extremas [Almekinders *et al.*, 1995].

En este caso, el alto nivel de urbanización de las ciudades, que tiene sus particularidades debido a la influencia propia de la urbanidad, básicamente está caracterizada por importantes barreras físicas no biológicas, elevadas temperaturas como consecuencia del calentamiento de superficies, limitadas y cálidas

corrientes de aire superficial, emanaciones tóxicas de diferentes tipos provenientes de vehículos automotores, industrias y otras instalaciones, elevada actividad del hombre, entre otras que contribuyen a un ambiente muy artificial [Vázquez *et al.*, 2005].

Aunque el movimiento de poblaciones de organismos nocivos obedece a diversos factores, indudablemente que la matriz, diversidad y funciones de la vegetación integrada, junto con la complejidad de la comercialización y traslado de plantas y sus productos por parte de la población, constituyen dos componentes de mayor contribución, los que están bajo la influencia constante de diversas barreras físicas (instalaciones, calles asfaltadas, aceras), interferencias químicas (emanaciones tóxicas), variabilidad climática y el diseño y manejo de los sistemas de producción integrados (*Fig. 6*).

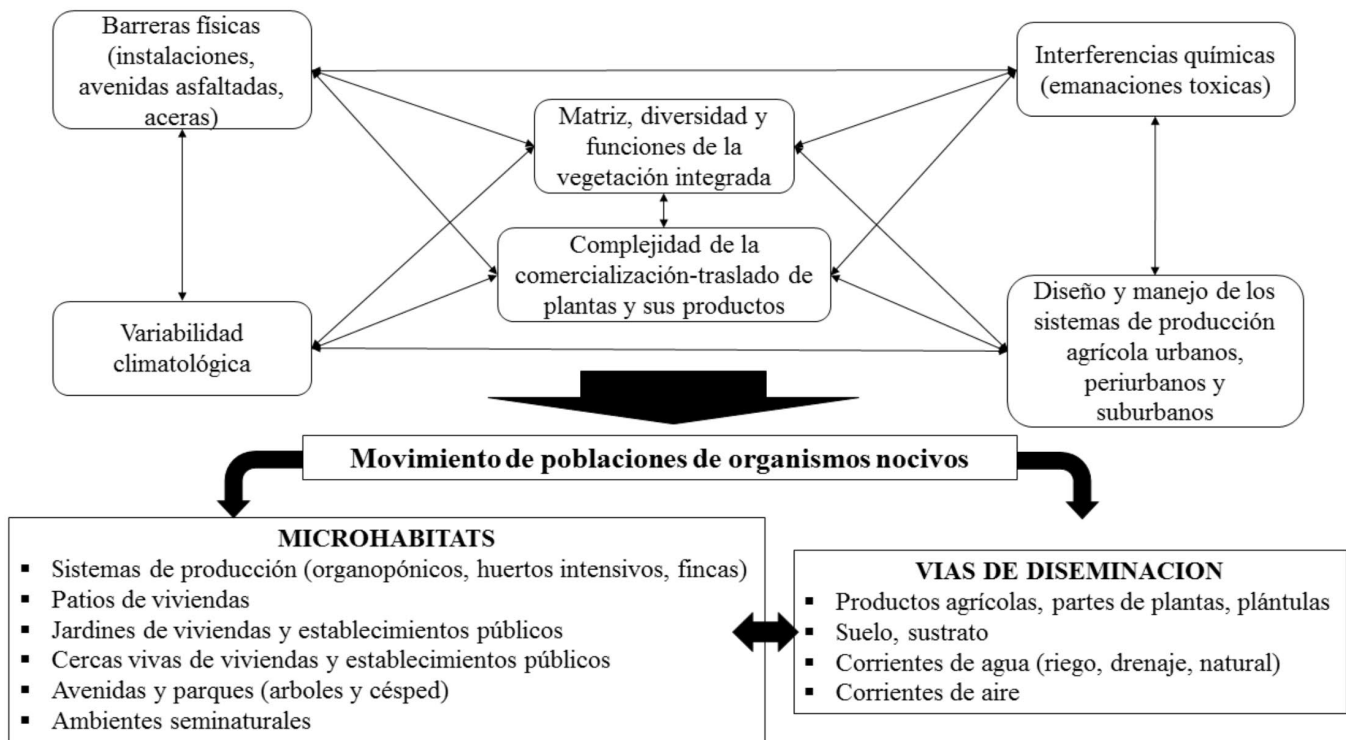


Figura 6. Componentes del paisaje urbano, periurbano y suburbano relacionados con el movimiento de poblaciones de organismos nocivos.

El movimiento de poblaciones de organismos nocivos en ecosistemas urbanos es facilitado por numerosos y complejos microhábitats, como son: 1) sistemas de producción agrícola; 2) patios de viviendas; 3) jardines y áreas ornamentales de viviendas e instalaciones públicas; 4) cercas vivas

en la periferia de las viviendas y establecimientos públicos; 5) avenidas y parques con árboles y césped; 6) ambientes seminaturales, todos los cuales actúan como reservorios y corredores ecológicos de estos organismos, donde interactúan con sus reguladores naturales.

Debido al crecimiento de la agricultura urbana, está sucediendo un cambio en la matriz de las zonas periurbanas de la ciudad de La Habana, contribuyendo a una mayor regulación en los intercambios de poblaciones de plagas con las zonas rurales colindantes [Vázquez *et al.*, 2005].

Además, diversos espacios o microhábitats de la ciudad se han convertido en sistemas de producción agrícola de pequeñas y medianas dimensiones, desde un patio de 20 m² a un organopónico, un huerto intensivo o una finca de 0,5-1 ha como promedio, donde se cultivan o cuidan diversas especies de plantas y animales. Estos arreglos espaciales, estructurales y temporales son tan complejos que, además de producir alimentos, cumplen funciones de autorregulación ecológica y prestan diversos servicios ambientales al interconectarse con las áreas verdes compuestas por césped, árboles y otros tipos de plantas que forman parte de las avenidas y parques, contribuyendo al enriquecimiento y conservación de la biodiversidad y al fomento de ecosociedades resilientes [Vázquez, 2014].

CONCLUSIONES

- La definición de las especies de organismos nocivos, su importancia y grado de incidencia, según criterios de los agricultores, tiene diversas y complejas influencias que se relacionan con sus conocimientos tecnológicos sobre la agricultura, su capacidad de entender las diferencias entre sistemas convencionales y agroecológicos, su estado financiero y las exigencias del mercado, entre otras que son características de los sistemas en transición de convencionales a sostenibles, en que la percepción de los agricultores también está en proceso de cambio.
- Se presenta la mayor similitud respecto a las especies de organismos nocivos en los sistemas de mayor semejanza tecnológica y los de mayor complejidad en el diseño de la matriz de la vegetación.
- Los organismos nocivos a las plantas de interés productivo pueden ser agrupados respecto a sus relaciones funcionales con el agroecosistema, clasificación novedosa de utilidad para su manejo agroecológico.
- En sistemas de producción agrícola urbana, periurbana y suburbana, la incidencia e importancia de los organismos nocivos a las plantas de interés productivo difiere respecto al tipo de sistema de producción, sea organopónico, huerto intensivo, finca periurbana y finca suburbana.
- Los organopónicos y las fincas suburbanas muestran los mayores grados de incidencia e importancia de organismos nocivos; en cambio, los huertos intensivos y las fincas periurbanas son menores, lo que pudiera estar relacionado con las características del diseño y manejo de dichos sistemas.
- Existen varios componentes de la matriz del paisaje urbano que se relacionan con el movimiento de poblaciones de organismos nocivos.

REFERENCIAS

- Almekinders, C.; L. Fresco y P. Struik: «The need to study and manage variation in agro-ecosystems», *Netherlands Journal of Agricultural Science* 43: 127-142, 1995.
- Altieri, M. A. y C. I. Nicholls: «Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas». *Perspectivas agroecológicas* No. 2, Icaria editorial, Barcelona, 2007.
- Bennett, A. F.: *Enlazando el paisaje. El papel de los corredores ecológicos y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*, UICN-Mesoamérica, San José, Costa Rica, 2004.
- Carone, Margarita: *Bacterias fitopatógenas*. Ed. INISAV, La Habana, 2003.
- Castro, Isabel: «¿De qué hablamos cuando hablamos de diversidad ecosistémica?», *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 100 (1-4): 31-34, 2005.
- Chapin III, F. S.; E.S. Zavaleta; V. T. Eviner; R. L. Naylor y P. M. Vitousek: «Consequences of changing biodiversity», *Nature* 405:234-242, 2000.
- Duckworth, J. C.; M. Kent y P. M. Ramsay: «Plant functional types: An alternative to taxonomic plant community description in biogeography?», *Progress in Physical Geography* 24:515-542, 2000.
- Fernández, A. y L. Vázquez: *Impacto de la capacitación sobre la adopción de prácticas agroecológicas de manejo de plagas en la agricultura urbana*, Ed. CIDISAV, La Habana, 2009.
- Fernández, E.; B. Bernal; L. L. Vázquez; V. García; G. González; H. Gandarilla; R. Cuadras; O. Acosta; J. M. Pérez y L. Espinosa: «Manejo Integrado de Plagas en los organopónicos», *Memorias. Primer Encuentro Internacional sobre Agricultura Urbana y su impacto en la alimentación de la comunidad*, La Habana, 1995.
- Fry, G.: «Landscape ecology of insect movement in arable ecosystems», *Ecology and Integrated Farming Systems*. John Wiley & Sons. Briston, Reino Unido, 1995.
- Giller, P. S.; H. Hillebrand; U. G. Berninger; M. O. Gessner; S. Hawkins; P. Inchausti; C. Inglis; H. Leslie; B. Malmqvist; M. T. Monaghan; P. Morin, P. and G. O'Mullan: «Biodiversity effects on ecosystem functioning: emerging issues and their experimental test in aquatic environments», *Oikos* 104 (3): 423-436, 2004.
- IISV (Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal): *III Reunión nacional metodológica sobre señalización y pronóstico*, tt. I y II, La Habana, 1981.
- Latorre, B.: *Plagas de las hortalizas*, Ed. FAO, Santiago, Chile, 1990.
- Martínez, A. y L. L. Vázquez: «Características de la colindancia de cultivos en tres sistemas agrícolas convencionales y su relación con la incidencia de insectos nocivos y reguladores naturales», *Fitosanidad* 17(2): 65-74, 2013.
- Martínez, E.; G. Barrios; L. Rovesti; R. Santos: *Manejo Integrado de Plagas. Manual práctico*. Ed. BioPreparados. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. 526p. 2007.
- Mendoza, F. y J. Gómez: *Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1982.

- Naeem, S. and S. Li: «Biodiversity enhances ecosystem reliability», *Nature*, 390:507-509, 1997.
- Odum E. P. y F. O. Sarmiento: *La Ecología: el puente entre ciencia y sociedad*, McGraw Hill Interamericana de México, 1998.
- Rabb, R. L.: «A sharp focus on insect populations and pest management from a wide area view», *Bulletin of the Entomological Society of America* 24: 55-60, 1978.
- Reich, P. B.; M. B. Walters y D. S. Ellsworth: «From tropics to tundra: Global convergence in plant functioning», *Proceedings of the National Academic of Sciences* 94:13730-13734, 1997.
- Root, R. B.: «Some consequences of ecosystem texture», *Ecosystem analysis and prediction*, Ind. Appl. Math., Philadelphia, 1975.
- Stiling, P.: *Ecology; theories and applications*, 3rd ed. Prentice Hall. New Jersey, 1999.
- Suárez, R. y J. Hernández: *Plagas, enfermedades y su control*. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1989.
- Tahvanainen, J. O. y R. B. Root: «The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized herbivore, *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae)», *Oecologia* 10: 321-346, 1972.
- Tilman, D.; C. L. Lehman; C. E. Bristow: «Diversity-stability relationships: statistical inevitability or ecological consequence», *American Naturalist*, 151: 264-276, 1998.
- Vázquez, L. L. y E. Fernández. «Manejo agroecológico de plagas y enfermedades en la agricultura urbana. Estudio de caso Ciudad de La Habana, Cuba» *Agroecología*, Murcia, España, 2: 21-31, 2007.
- Vázquez, L. L., E. Fernández, J. Lauzardo, T. García, J. Alfonso, R. Ramírez: *Manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura urbana (MAPFAU)*, Ed. CIDISAV, La Habana, 2005.
- Vázquez, L. L.: «Desarrollo de la innovación agroecológica por los campesinos cubanos», *Agricultura Orgánica*, no. 1, 2008.
- Vázquez Moreno, L. L.; Yaril Matienzo Brito; Janet Alfonso Simonetti; Marlene Veitia Rubio; Ermenegildo Paredes Rodríguez y Emilio Fernández González: «Contribución al diseño agroecológico de sistemas de producción urbanos y suburbanos para favorecer procesos ecológicos», *Agricultura Orgánica*, 18 (3): 14-18, 2012.
- Vázquez, L. L.: «Valorización de la biodiversidad por la agricultura familiar urbana», *LEISA Revista de Agroecología* no. 30-2: 23-24, 2014.
- Wyniger, R.: «Pests of crops in warm climates and their control», *Acta Tropica Supplementum 7*, Verlag Fur Recht und Gesellschaft Ag Basel, 1962.