

CARACTERIZACIÓN DE LA MIRMECOFAUNA Y SU RELACIÓN CON LAS PRÁCTICAS ADOPTADAS EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA URBANO

Yaril Matienzo Brito, Janet Alfonso Simonetti y Luis L. Vázquez Moreno

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

RESUMEN

Las hormigas constituyen alrededor del 15% de la biomasa animal total y desempeñan funciones importantes en todos los ecosistemas. En los sistemas agrícolas exhiben una alta abundancia y diversidad, así también brindan importantes servicios ecológicos. Con el objetivo de evaluar la relación entre la fauna de hormigas y las prácticas que se realizan en un sistema de producción agrícola urbano, se realizó un estudio en la UBPC 1 de Julio, municipio de Cerro, de Ciudad de La Habana, entre marzo del 2009 y marzo del 2010. Se seleccionaron cuatro estaciones de muestreo con tres transectos y tres microambientes. Los muestreos fueron bimensuales con trampas compuestas por cebos alimenticios de algodón humedecido con agua y azúcar. Los géneros predominantes, la riqueza específica y la frecuencia de aparición fueron las variables evaluadas. *Solenopsis* fue el género más abundante y frecuente, seguido de *Paratrechina*, *Brachymyrmex* y *Wasmannia*. Se evidenció que en las estaciones con una mayor heterogeneidad florística y una menor intensidad del manejo, la abundancia de hormigas es mayor. Así también la mayor riqueza de géneros se observó en las áreas de borde, los que estuvieron dominados por *Solenopsis* (1594), *Wasmannia* (494) y *Brachymyrmex* (271). La adopción de prácticas intensivas como uso de plaguicidas, fertilizantes, remoción del suelo, manejo intensivo de las áreas de borde, entre otras, favorecieron la ocurrencia de géneros que colonizan ambientes con un alto grado de antropización.

Palabras claves: hormigas, prácticas, manejo, agricultura urbana

ABSTRACT

Ants constitute around 15% of total animal biomass and they realize important functions in every ecosystem. In agrarian systems they show high abundance and diversity, thus they also provide important ecological services. With the objective of evaluate the relationship between ants fauna and practices made in an urban agrarian production system a study was conducted at the UBPC 1 de Julio, in Cerro municipality, Havana, between March 2009 and March 2010. Four sampling stations were selected with three transects and three micro-environments each one. Bimonthly samples were made with traps made with moistened and sweetened cotton edible baits. Prevailing genus, species richness and presence frequency were the variables evaluated. *Solenopsis* was the most abundant and frequent genus, followed by *Paratrechina*, *Brachymyrmex* and *Wasmannia*. It was evident that in stations with higher plant variety and lower management intensity, ants' abundance is greater. Higher genera richness was observed in edge areas, in which *Solenopsis* (1 594), *Wasmannia* (494) and *Brachymyrmex* (271) dominated. The use of intensive practices as use of pesticides, fertilizers, soil remove and intensive edge areas management, among others favored the occurrence of high anthropization degree environments colonization.

Keywords: ants, practices, management, urban agriculture

INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos en las ciudades y sus alrededores constituye uno de los retos más importantes de la agricultura urbana, caracterizada por una alta diversificación de la producción agrícola bajo diferentes sistemas de cultivos, como los organopónicos, huertos intensivos, viveros, cultivos protegidos, semiprottegidos y patios [Vázquez y Fernández, 2007], modelo de producción que mantiene como premisa fundamental la obtención de alimentos, con una elevada calidad y accesibilidad a la población [Companioni *et al.*, 2001].

En estos sistemas las plantas que se cultivan son frecuentemente afectadas por organismos nocivos [Vázquez *et al.*, 2005]; sin embargo, debido a sus características y ubicación, son diversos los resultados de investigación que han contribuido al manejo agroecológico de plagas, con énfasis en la adopción de prácticas que han posibilitado la conservación de especies que brindan importantes servicios ecológicos [Vázquez y Fernández, 2007; Matienzo *et al.*, 2008; Matienzo *et al.*, 2010].

Entre estas especies se encuentran las hormigas, que se consideran uno de los insectos con mayor diversidad específica y ecológica en las latitudes tropicales, al constituir alrededor del 15% de la biomasa animal total [Villareal *et al.*, 2006]. De este grupo taxonómico se documenta que existen algo más de 11 500 especies, descritas en 21 subfamilias vivientes [Fernández y Sharkey, 2006]; y para el Neotrópico se registran unas 3100 especies y 120 géneros [Díaz *et al.*, 2009].

Son numerosos los investigadores que han realizado estudios faunísticos en ambientes naturales [Farji y Silva, 1995; Díaz *et al.*, 2009] y en agroecosistemas [Castiñeiras y Ponce, 1991; Vázquez *et al.*, 2009; Rivera y Armbrrecht, 2005; Perfecto y Vandermeer, 2002]. Debido a su alta diversidad y abundancia, a la variedad de nichos que ocupan y a la rápida respuesta frente a prácticas agrícolas [Alonso y Agosti, 2000; Andersen,

1990; Peck *et al.*, 1998; Folgarait, 1998], es objetivo de este trabajo evaluar la relación que se establece entre la fauna de hormigas y las prácticas adoptadas en un sistema de producción agrícola urbano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) 1 de Julio, perteneciente al municipio de Cerro de la provincia de Ciudad de La Habana, en el período de marzo del 2009 a marzo del 2010.

El sistema de producción posee una superficie total de 4,86 ha, integrado por dos fincas. Para determinar la fauna de hormigas se definieron cuatro estaciones de muestreo, representativas de la heterogeneidad estructural, conformadas por tres transectos (T) con tres microambientes (a y b) sistemas de cultivos y (c) área de borde (*Fig. 1*).

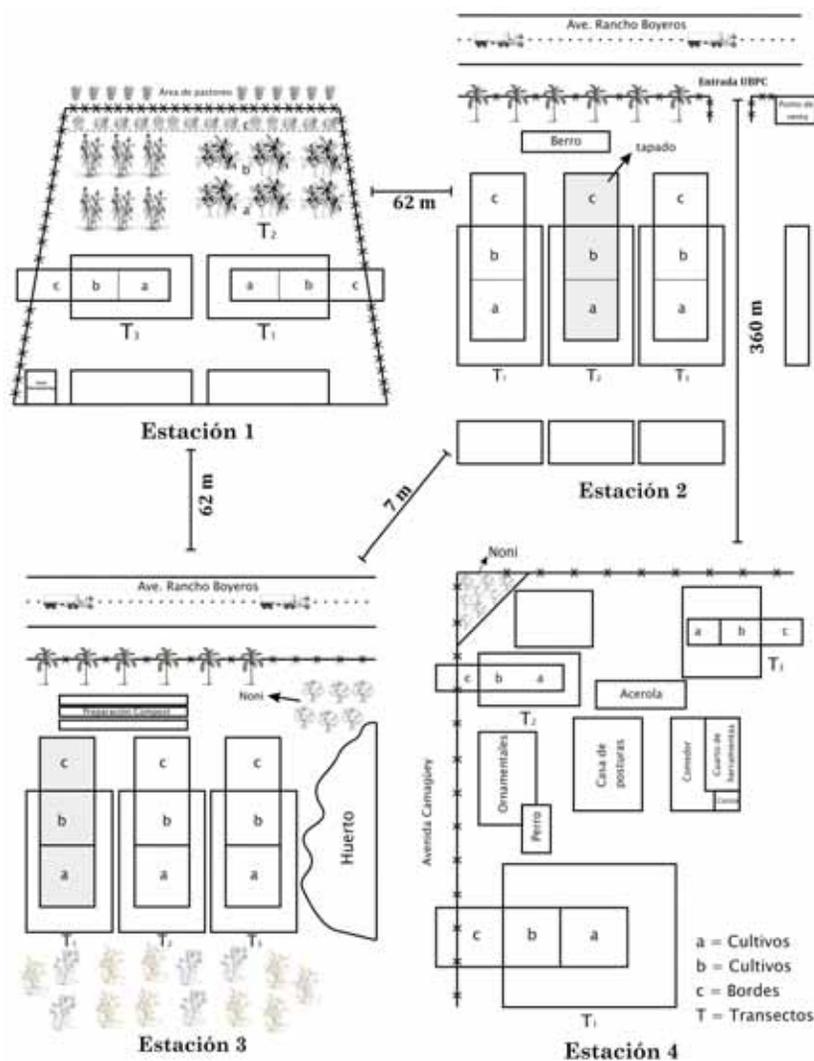


Figura 1. Esquema general de las estaciones de muestreo.

La captura de hormigas se realizó mediante la utilización de trampas constituidas por cebos con atraentes alimenticios, compuestos por un algodón embebido en agua con azúcar, ubicados sobre un cuadrante de papel de dimensión (10 x 10 cm). Por cada estación de muestreo se colocaron un total de nueve trampas, tres por transecto y una para cada microambiente.

El tiempo de exposición de las trampas fue de 4 h. Los individuos colectados se depositaron en viales plásti-

cos para su posterior traslado al Laboratorio de Entomología del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, donde se conservaron en alcohol al 70% para su identificación hasta género, según las claves taxonómicas de Fernández y Ospina (2003).

Se determinaron los géneros predominantes, la riqueza específica y la frecuencia de aparición según Dennis (2006), variables que se relacionaron con las características y el manejo de las prácticas agronómicas que se realizan en cada estación de muestreo (Tabla 1).

Tabla 1. Características de las estaciones de muestreo

Características	Estación de muestreo			
	1	2	3	4
Sistema de cultivo	Canteros, parcelas	Canteros con guarderas, cobertores	Canteros con guarderas, cobertores	Canteros sin guarderas
Tipo de cultivo	Hortalizas, granos, viandas	Hortalizas, aromáticas	Hortalizas, aromáticas	Hortalizas
Ciclo de los cultivos	Anuales y perennes	Anuales		
Cerca perimetral	Cerca viva (cardón-cocotero)	Cerca de alambre de púas, postes de mampostería		
Asociaciones de cultivos	Maíz-yuca Plátano-calabaza Boniato-maíz	Asociaciones entre hortalizas	Asociaciones entre hortalizas	Asociaciones entre hortalizas
Plantas repelentes	Albahaca blanca, orégano francés	Albahaca blanca, flor de muerto, orégano francés	Flor de muerto, orégano francés	Citronela
Reservorios de enemigos naturales	Maíz y girasol	Girasol		
Barreras vivas	Maíz y girasol	Ninguna		
Plantas florecidas	Girasol y maíz	Girasol, flor de muerto	Girasol, flor de muerto	No se manejan
Flora silvestre en área cultivada	Tolerancia de la vegetación silvestre (guataca)	Se elimina la vegetación silvestre (guataca-herbicida)	Se elimina la vegetación silvestre (guataca-herbicida)	Se elimina la vegetación silvestre (guataca-herbicida)
Presencia de vegetación arbustiva y arbórea	Cocotero y leucaena	Cocotero en la cerca perimetral	Cocotero, noni, cítricos	Noni, anonáceas, cítricos, cocotero, acerola, ficus
Manejo de bordes	(Guataca-quema-herbicidas)	Herbicidas-guataca	Herbicidas-guataca	Herbicidas-guataca
Ornamentales	No se producen			Se producen plantas ornamentales

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el sistema de producción se registraron ocho géneros y 37 morfoespecies. Los géneros fueron *Solenopsis* Westwood, *Wasmannia* Forel, *Monomorium* Mayr, *Tetramorium* Mayr, *Cardiocondyla* Emery y *Temnothorax* Mayr, agrupados en la subfamilia Myrmicinae. Asimismo fueron registrados *Paratrechina* Motschulsky y *Brachymyrmex* Mayr, pertenecientes a la subfamilia Formicinae.

En la estación 1 los géneros más frecuentes fueron *Wasmannia* (100%), *Solenopsis* y *Brachymyrmex* (86%);

en cambio *Paratrechina* se colectó solamente en noviembre, y *Monomorium* en agosto, ambas para el 14% (Tabla 2). Se obtuvo una abundancia de 2083 individuos en total, donde el género con mayor número de individuos fue *Wasmannia* (49,8%), seguido de *Solenopsis* (44,3%). Los géneros con menor proporción fueron *Brachymyrmex*, *Paratrechina* y *Monomorium* con el 5; 0,43 y 0,33%, respectivamente.

La predominancia de *Wasmannia* en la estación pudiera estar relacionada con algunas de las características

y el manejo que se realiza, como el hecho de que se siembra en campos o parcelas típicas, y que predominan los cultivos anuales y perennes, pues esta especie se ha informado en Cuba como abundante en el cafeto, que es un cultivo permanente [Castiñeiras *et al.*, 1987]. Resultó

interesante además que en esta estación se quemaron los bordes para eliminar arvenses, y según Armbrrecht y Ulloa-Chacón (2003), *Wasmannia auropunctata* (Roger) es indicador de ambientes perturbados por la quema, entre otros atributos.

Tabla 2. Frecuencia de aparición de los géneros de Formicidae en la estación 1

Género	Momento de evaluación							Frecuencia de aparición	
	Mar.	May.	Ago.	Sep.	Nov.	Ene.	Mar.	(%)	Clasificación
<i>Wasmannia</i>	x	x	x	x	x	x	x	100	Constante
<i>Solenopsis</i>		x	x	x	x	x	x	86	Constante
<i>Brachymyrmex</i>	x	x	x	x	x		x	86	Constante
<i>Paratrechina</i>					x			14	Accidental
<i>Monomorium</i>			x					14	Accidental
Riqueza (S)	2	3	4	3	4	2	3		

En la estación 2 predominó *Solenopsis* (100%), seguida de *Paratrechina* (86%), *Brachymyrmex* (57%) y *Wasmannia* (43%). Se registró un total de 1502 individuos, y el género más abundante fue *Solenopsis* con el 90%. Los demás géneros presentes fueron *Paratrechina* (3,32%), *Wasmannia* (2,72%), spp. (1,33%), *Brachymyrmex* (0,79%) y *Tetramorium* (0,39%) (Tabla 3).

La predominancia de *Solenopsis* ratifica los resultados de Medina (1994), quien expresó que algunas especies de este género se caracterizan por ser colonizadoras de hábitats perturbados y modificados por el hombre, en el que muestra su comportamiento oportunista, como es el caso de la estación 2, donde se practica una agricultura intensiva a pequeña escala en sistema organopónico.

En el caso particular de *Paratrechina*, algunos autores lo consideran como un género oportunista con hábitos omnívoros, que se caracteriza por ocupar nichos vacíos, favorecido por perturbaciones antropogénicas que alteran las comunidades nativas, de ahí que su alta ocurrencia en la estación 2 se relaciona con la intensidad del manejo que reciben las especies hortícolas que en ella se cultivan, así también con la incidencia de áfidos (Aphididae) y moscas blancas (Aleyrodidae) que se asociaron frecuentemente a las hortalizas cultivadas, lo que corrobora lo referido por Zenner y Ruiz (1985), al informar que en sistemas agrícolas estas hormigas se asocian con otras especies dañinas (insectos chupadores), lo que causa desequilibrio en sus poblaciones.

Tabla 3. Frecuencia de aparición de los géneros de Formicidae en la estación 2

Género	Momento de evaluación							Frecuencia de aparición	
	Mar.	May.	Ago.	Sep.	Nov.	Ene.	Mar.	(%)	Clasificación
<i>Solenopsis</i>	x	x	x	x	x	x	x	100	Constante
<i>Paratrechina</i>	x		x	x	x	x	x	86	Constante
<i>Brachymyrmex</i>	x		x		x	x		57	Constante
<i>Wasmannia</i>	x		x			x		43	Accesoria
sp. 9					x	x		29	Accesoria
<i>Tetramorium</i>	x							14	Accidental
sp. 10					x			14	Accidental
Riqueza (S)	4	1	4	2	5	5	2		

En la estación 3 también predominó *Solenopsis* (100%), y la abundancia fue de 2302 individuos, el que se manifiesta como género dominante con el 85,4%, seguido de *Brachymyrmex* (10,9%), *Wasmannia* (2,38%) y *Paratrechina* (1,25%) (Tabla 4). Fue intere-

sante la frecuencia y abundancia de *Brachymyrmex*, de ahí que se considere profundizar en el estudio de estas hormigas omnívoras, que de acuerdo con los estudios de Quirán (2005) constituye un género común en áreas urbanas.

Tabla 4. Frecuencia de aparición de los géneros de Formicidae en la Estación 3

Género	Momento de evaluación							Frecuencia de aparición	
	Mar.	May.	Ago.	Sep.	Nov.	Ene.	Mar.	(%)	Clasificación
<i>Solenopsis</i>	x	x	x	x	x	x	x	100	Constante
<i>Brachymyrmex</i>	x	x		x	x		x	71	Constante
<i>Wasmannia</i>	x							14	Accidental
<i>Paratrechina</i>					x			14	Accidental
Riqueza (S)	3	2	1	2	3	1	2		

La estación 4 mostró mayor riqueza de morfoespecies, e igualmente con predominancia de *Solenopsis* durante todo el período de evaluación (100%). En esta estación se capturaron 1214 individuos. Aquí el mayor porcen-

taje lo tuvo las spp. que aún no están identificadas, con el 52%, seguido de *Solenopsis* (46,8%), *Paratrechina* (0,74%), *Cardiocondyla* (0,32%) y por último *Temnothorax* con el 0,08% (Tabla 5).

Tabla 5. Frecuencia de aparición de los géneros de Formicidae en la Estación 4

Género	Momento de evaluación							Frecuencia de aparición	
	Mar.	May.	Ago.	Sep.	Nov.	Ene.	Mar.	(%)	Clasificación
<i>Solenopsis</i>	x	x	x	x	x	x	x	100	Constante
<i>Paratrechina</i>	x	x			x		x	57	Constante
Sp. 2			x		x	x	x	57	Constante
Sp. 1					x	x	x	43	Accesoria
Sp. 5			x		x		x	43	Accesoria
<i>Cardiocondyla</i>	x		x					29	Accesoria
Sp.4			x		x			29	Accesoria
Sp. 6					x		x	29	Accesoria
<i>Temnothorax</i>			x					14	Accidental
Sp. 3					x			14	Accidental
Sp. 7			x					14	Accidental
Sp. 8				x				14	Accidental
Riqueza (S)	3	2	7	2	8	3	6		

Al respecto, Floren y Linsenmair (2001) expresaron que en hábitats altamente antropizados la estructura de las comunidades de hormigas cambia como consecuencia de la competencia interespecífica, posiblemente por la exclusión de especies autóctonas por dominantes y agresivas alóctonas, que a su vez poseen diferentes hábitos alimentarios.

Cuando se analizaron los microambientes se encontró que las áreas de bordes (C) sustentaron la mayor riqueza de géneros de Formicidae. También se pudo apreciar una mayor abundancia de *Solenopsis* en las áreas cultivadas (A) (1702 individuos), seguida de los bordes (1594) y el B (1534), lo que indica que en los tres microambientes es posible encontrar altas poblaciones de este género. En cambio, *Wasmannia* presentó mayor abundancia en bordes (494) y en las áreas cultivadas (B) más próximas a estos con 475 individuos (Fig. 2), lo que ratifica lo expresado por

Andersen (1990), al afirmar que esta especie es indicadora de ambientes perturbados, en este caso el borde (C) y las parcelas y canteros más cercanos a los márgenes del campo (B), ambientes donde se realizan además aplicaciones de herbicidas y la quema de malezas.

Resultó interesante la abundancia de *Brachymyrmex* en el microambiente C (271 individuos), lo que indica cierta preferencia de estas hormigas por los ambientes perturbados caracterizados por una baja composición florística (Fig. 2)

Sobre esto, son diversos los autores que refieren el potencial de las hormigas como bioindicadores del mal manejo [Feinsinger, 2001]. En este estudio resultó interesante la presencia de los géneros *Cardiocondyla* y *Temnothorax*, con valores de 4 y 1, respectivamente, y solo en los bordes de la estación 4, caracterizados por una baja composición de plantas.

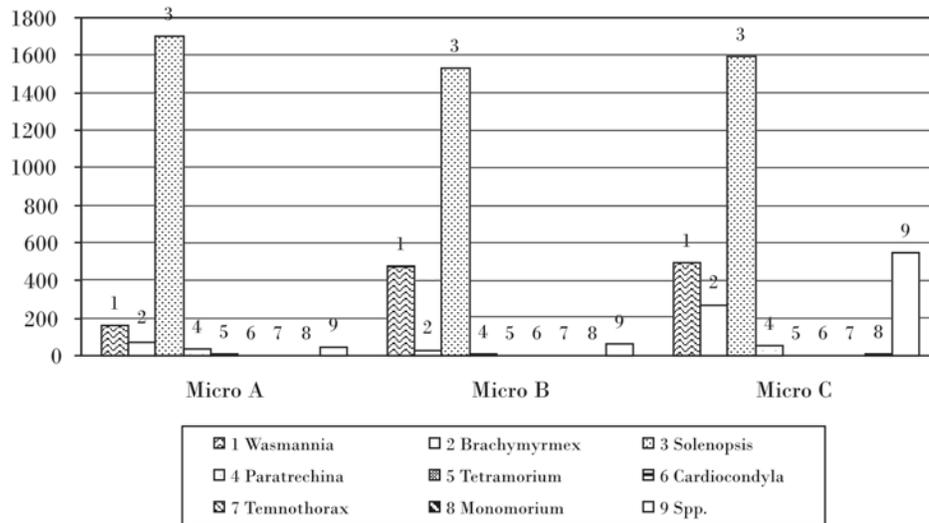


Figura 2. Abundancia de hormigas en los microambientes.

Al evaluar el potencial de las hormigas como bioindicadores, Peck *et al.* (1998) encontraron agrupaciones de especies que diferían significativamente entre los cultivos y sus márgenes adyacentes; de esta manera correlacionaron las poblaciones de hormigas con variables como el tipo de suelo, las prácticas realizadas y el uso de insecticidas, lo que sugiere que las hormigas poseen un elevado potencial como indicadores biológicos de las condiciones del agroecosistema.

En las cuatro estaciones de muestreo hubo una dinámica de cultivos que osciló entre 10 y 16 siembras du-

rante el año de estudio (Fig. 3), la que se considera intensiva, principalmente en las estaciones 1 y 4, lo que sugiere una alta perturbación del suelo debido a las labores de preparación entre siembras.

Las estaciones con mayor riqueza de cultivos presentaron la mayor abundancia de hormigas, con excepción de la estación 4, que a pesar de caracterizarse por un alto nivel de plantas cultivadas, la abundancia de hormigas resultó más baja, lo que puede estar relacionado con la intensidad del manejo y mayor uso de plaguicidas.

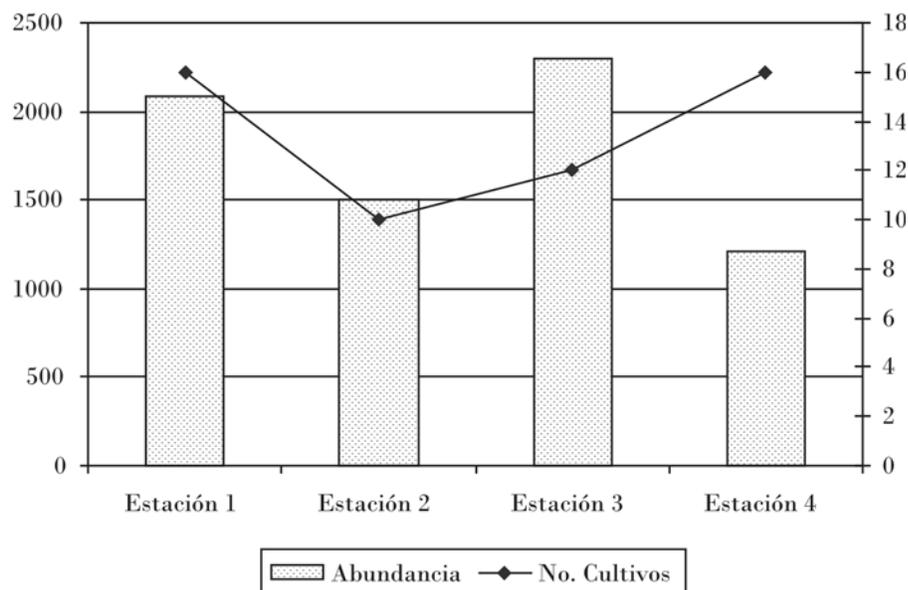


Figura 3. Relación entre el número de cultivos y la abundancia de hormigas.

Una de las características que diferencia a los sistemas agrícolas urbanos de los rurales es que bajo estas condiciones la dinámica de rotación de especies es mayor, precisamente por el cultivo de plantas de ciclo corto, que genera cambios en la composición de la vegetación y otros organismos que en ellos habitan.

El efecto relativo de las prácticas que se realizan en las estaciones de muestreo sobre la riqueza y abundancia de hormigas se muestra en la *Tabla 6*. De acuerdo con las características biofísicas y agronómicas, las estaciones 1, 3 y 4 presentaron una mayor complejidad florística, no así la estación 2, donde solamente se cultivaron hortalizas; de esta manera las estaciones con una mayor diversidad de plantas y una menor intensidad de manejo presentaron una mayor abundancia de hormigas.

Respecto a las prácticas adoptadas, la estación 4 presentó la mayor intensidad de manejo, dado funda-

mentalmente por el uso frecuente de plaguicidas y fertilizantes, la dinámica de las siembras, el manejo de las áreas de borde, entre otras que favorecieron la ocurrencia de géneros oportunistas como *Solenopsis* y *Paratrechina* en las áreas cultivadas, y con similar tendencia *Cardiocondyla* y *Temnothorax* en los bordes adyacentes a los cultivos. Esta tendencia se pudo apreciar en la estación 2, donde el cultivo sistemático de hortalizas, bajo un manejo intensivo, favoreció la ocurrencia de géneros que colonizan ambientes con un alto grado de antropización.

En la estación 1 y 3 se adoptaron diferentes prácticas relacionadas con el manejo de la diversidad de plantas (diversos estratos florísticos, policultivos, manejo de plantas como reservorios de enemigos naturales, cultivo de especies perennes), y hubo un menor uso de plaguicidas, en tanto fue en ambas donde se registró la mayor abundancia de morfoespecies de hormigas.

Tabla 6. Efecto relativo de las prácticas que se realizan en las estaciones de muestreo sobre la riqueza y abundancia de Formicidae

Variables	Estación de muestreo			
	1	2	3	4
Riqueza y abundancia de hormigas				
Riqueza de morfoespecies	13	19	12	20
Abundancia	2083	1502	2302	1214
Características y prácticas de manejo				
Tipología de la vegetación	Herbácea, arbustiva, arbórea	Herbácea	Herbácea, arbustiva, arbórea	Herbácea, arbustiva, arbórea
Especies cultivadas	Hortalizas, granos, viandas	Hortalizas	Hortalizas y cítricos	Hortalizas, ornamentales, frutales
Tipología de la cerca perimetral	Cerca viva	Cerca de alambre púa, postes de mampostería		
Preparación de suelo	Tracción animal (vertedera)	Manual (guataca)		
Siembra	Manual			
Labores de cultivo	Aporque, inversión del prisma	Escarde, limpieza de pasillos		Escarde, aporque, limpieza de pasillos
Riego	Manguera	Aspersión		
Nutrición	NPK, estiércol vacuno			NPK, estiércol vacuno, compost
Policultivos	Maíz-yuca Plátano-calabaza Boniato-maíz	Asociaciones hortícolas	Asociaciones hortícolas	Asociaciones hortícolas
Manejo de arvenses	Guataquea, quema	Guataquea, herbicidas	Guataquea, herbicidas, quema	Guataquea, herbicidas
Reservorios de enemigos naturales	Maíz y girasol	Girasol	Girasol	No se manejan
Tipos de plaguicidas aplicados	Insecticidas, fungicidas, herbicidas	Insecticidas, fungicidas, herbicidas	Insecticidas, fungicidas, herbicidas	Insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas

Al respecto, estudios de Carroll y Risch (1983) aseveran que en aquellos sistemas donde predominan los cultivos anuales, el suelo se convierte en un ambiente inhóspito para numerosas especies de hormigas, precisamente por la ausencia de hojarasca, las altas temperaturas del suelo y la baja humedad, que reducen la actividad de forrajeo de las hormigas.

Estos resultados coinciden con los alcanzados por Roth *et al.* (1994), quienes encontraron que en ecosistemas poco modificados sin aplicación de herbicidas (bosque primario, cultivos de cacao abandonados y cultivos en producción), las comunidades de hormigas son similares entre sí, en contraste con plantaciones de plátano con alta aplicación de insumos químicos, donde la riqueza de hormigas es menor y está constituida por un ensamblaje de especies diferentes.

Asimismo Perfecto *et al.* (1996) refieren una similar tendencia en cafetales, donde plantaciones con amplia cobertura de árboles (60-90%), mezclas de leguminosas, frutales y plátanos, además de otras prácticas agronómicas, presentan mayores poblaciones de hormigas en comparación con aquellas donde hay aplicación de insumos y la cobertura arbórea es menor.

CONCLUSIONES

- *Solenopsis* fue el género más abundante y frecuente en el sistema de producción, seguido de *Paratrechina*, *Brachymyrmex* y *Wasmannia*.
- La mayor riqueza de géneros se observó en las áreas de borde, los que estuvieron dominados por *Solenopsis*, *Wasmannia* y *Brachymyrmex*.
- Las estaciones con una mayor heterogeneidad florística y una menor intensidad del manejo presentaron una mayor abundancia de hormigas, en tanto las que tuvieron una mayor intensidad de manejo exhibieron una abundancia menor.
- *Paratrechina* se manifestó como género abundante y frecuente en sistemas de canteros cultivados de hortalizas, en cambio *Wasmannia* lo fue en parcelas de cultivos anuales y perennes con una alta diversidad florística. *Cardiocondyla* y *Temnothorax* se registraron en la estación donde se adoptaron las prácticas más intensivas, los que fueron exclusivos de las áreas de borde sin vegetación.

REFERENCIAS

- Alonso, L. E.; D. Agosti: «Biodiversity Studies, Monitoring of Ants: An Overview», *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*, Smithsonian Institution Press, Washington, 2000, pp. 1-8.
- Andersen, A. N.: «The Use of ant Communities to Evaluate Change in Australian Terrestrial Ecosystem: A Review and Recipe», *Proceedings of the Ecological Society of Australia* 16: 347-357, 1990.
- Armbrecht, I.; P. Ulloa: «The Little Fire Ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) as a Diversity Indicator of Ants In Tropical Dry Forest Fragments of Colombia», *Environmental Entomology* 32 (3): 542-547, EE. UU., 2003.
- Carroll, C. R.; S. J. Risch: «Tropical Annual Cropping Systems: Ant Ecology», *Environ. Manage.* 7: 51-57, Nueva York, 1983.
- Castiñeiras, A.; E. Ponce: «Efectividad de la utilización de *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae) en la lucha biológica contra *Cosmopolites sordidus*», *Protección de Plantas* 1 (2): 15-21, Cuba, 1991.
- Castiñeiras, A.; S. Monteagudo; M. González: «Observaciones sobre *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae) en cultivos de café y cítricos en Cuba», *Rev. Protección Vegetal* 2 (3): 234-238, La Habana, 1987.
- Companioni, N.; Yanet Ojeda; E. Páez; C. Murphy: «La agricultura urbana en Cuba», Funes, F.; L. García; M. Bourque; Nilda Pérez; P. Rosset *Transformando el campo cubano: Avances de la agricultura sostenible*, ACTAF, La Habana, 2001, pp. 93-110.
- Dennis, D.: Curso de posgrado Ecología de Comunidades, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, 2006.
- Díaz, J. A.; P. C. E. Molano; J. C. Gaviria: «Diversidad genérica de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en ambientes de bosque seco de los montes de María, Sucre, Colombia», nota corta, *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 1 (2): 279-285, 2009.
- Farji, A.; J. Silva: «Leaf-Cutting Ants and Forest Grove's in a Tropical Parkland Savanna of Venezuela: Facilitated Succession?», *Journal of Tropical Ecology* 11 (4): 651-669, Inglaterra, 1995.
- Feinsinger, P.: *Designing Field Studies for Biodiversity Conservation*, Island Press, Washington, EE.UU., 2001.
- Fernández, F.; M. Ospina: «Sinopsis de las hormigas de la región Neotropical», *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia, 2003.
- Fernández, F.; M. J. Sharkey: *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*, Sociedad Colombiana de Entomología, Colombia, 2006.
- Floren, A.; K. E. Linsenmair: «The Influence of Anthropogenic Disturbances on the Structure of Arboreal Arthropod Communities», *Plant Ecology* 153: (1-2): 153-167, EE. UU., 2001.
- Folgarait, P. J.: «Ant Biodiversity and Its Relationship to Ecosystem Functioning: a Review», *Biodiversity and Conservation* 7: 1221-1244, 1998.
- Matienzo, Y.; E. Rijo; O. Milán; N. Torres; J. Larrinaga; N. Cueto; E. Massó; R. Abreu; M. Veitia; J. L. Armas; M. Pineda; T. Ramos; E. Gómez; S. Caballero; T. Corona; J. Díaz; L. Á. Rodríguez; M. Peña; I. Esson; R. Granda; Y. Hernández; O. L. García: «Desarrollo de prácticas para el manejo y la conservación de enemigos naturales de plagas agrícolas en sistemas de producción agrícolas urbanos», trabajo en opción a premio, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Ministerio de la Agricultura, La Habana, 2008.
- Matienzo, Y.; L. L. Vázquez; M. Veitia; O. Milán; E. Botta; A. I. Elizondo; M. Matamoros; J. Alfonso; T. García; A. Almirall; Y. Grana: «Validación de prácticas agroecológicas para la conservación de artrópodos benéficos en la agricultura urbana de Ciudad de La Habana», Informe final de Proyecto, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, 2010.
- Medina, C. A.: «Nidificación y patrones de distribución espacial de nidos de hormigas en una sabana tropical, Carimagua: llanos orientales de Colombia», *Bol. Mus. Ent. Univ. Valle* 2 (1-2): 31-42, Colombia, 1994.

Caracterización de la mirmecofauna y su relación con...

- Peck, S. I.; B. Mcquaid; C. L. Campbell: «Using Ant Species as a Biological Indicator of Agroecosystem Condition», *Environmental Entomology* 27 (5): 1102-1110, Colombia, 1998.
- Perfecto, I.; J. Vandermeer: «Microclimatic Changes and the Indirect Loss of Ant Diversity in a Tropical Agroecosystem», *Oecologia* 108 (3): 577-582, Alemania, 1996.
- Perfecto, I.; J. Vandermeer: «Quality of Agroecological Matrix in a Tropical Montane Landscape: Ants in Coffee Plantations in Southern Mexico», *Conservation Biology* 16 (1): 174-182, EE. UU., 2002.
- Quiran, E.: «El género neotropical *Brachymyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) en la Argentina. II redescipción de las especies *B. admotus* Mayr, de *B. brevicornis* Emery y *B. gaucho* Santschi», *Neotrop. Entomol.* 34 (5): 761-768, Brasil, 2005.
- Rivera, L.; I. Armbrrecht: «Diversidad de tres gremios de hormigas en cafetales de sombra, de sol y bosques de Risaralda», *Revista Colombiana de Entomología* 31 (1): 89-96, 2005.
- Roth, D.; I. Perfecto; B. Rathcke: «The Effects of Management Systems on Ground-Foraging Ant Diversity in Costa Rica», *Ecol. Appl.* 4 (3): 423-436, EE. UU., 1994.
- Vázquez, L. L.; E. Fernández; J. Lauzardo; Tais García; Janet Alfonso; Rebeca Ramírez: «Manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura urbana (MAPFAU)», Ed. Cidisav, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, 2005.
- Vázquez, L. L.; E. Fernández: «Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos». Ed. Cidisav. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ciudad de La Habana. 121p. 2007.
- Vázquez, L. L.; Y. Matienzo; J. Alfonso; D. Moreno; A. Álvarez: «Diversidad de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en cafetales afectados por *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)», *Fitosanidad* 13 (3): 163-168, La Habana, 2009.
- Villareal, H.; M. Álvarez; F. Córdoba; G. Fagua; F. Gast; H. Mendoza; M. Ospina; M. Umaña: *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Colombia, 2006.
- Zenner, I.; N. Ruiz: «Hábitos alimenticios y relaciones simbióticas de la Hormiga Loca (*Nylanderia fulva*) con otros artrópodos», *Rev. Col. Entomol.* 11 (1): 3-10, Colombia, 1985.