

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Factores que Influyen en la Distribución de Nidos de la Hormiga Argentina *Linepithema humile* Mayr (Hymenoptera: Formicidae), en un Ecosistema Precordillerano de la Zona Central de Chile

J IPINZA-REGLA<sup>1</sup>, L CASTRO<sup>1</sup>, R EISSEMAN<sup>2</sup>, M A MORALES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lab de Zoología y Etología, Univ Mayor, Camino La Piramide 5750, Huechuraba, Santiago, Chile; joaquin.ipinza@umayor.cl

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Pecuarias. Univ de Chile, Av Santa Rosa 11735, La Pintana, Santiago, Chile

Edited by Fernando L Cônsoli – ESALQ/USP

Neotropical Entomology 39(5):686-690 (2010)

Factors Influencing the Distribution of Nests of the Argentine Ant *Linepithema humile* Mayr (Hymenoptera: Formicidae), in a Foothills Ecosystem of the Central Zone of Chile

**ABSTRACT** - The purpose of this research was to demonstrate the dependant relationship between the Argentine ant *Linepithema humile* Mayr, plant coverage, and human settlements. A method was designed in order to sample the presence of the Argentine ant and other ant species that may had influenced *L. humile* distribution, under different types of vegetation and percentages of plant coverage, taking in consideration the distance from human settlements.

Eight sample stations were established. Four of these stations were found on a dwelling home and the other four were found on similar areas, but far from human settlements. Three transects were established from the center of each sampling station (T<sub>1</sub>, shrublike vegetation, T<sub>2</sub>, herblike vegetation and T<sub>3</sub>, no vegetation). Transects were compound by 10 m side quadrants. A negative correlation was found between nest number of *L. humile* and human settlement distance, therefore nests were not found at distances higher than 80 m, in all studied areas. There was a positive and significant correlation between nest number of *L. humile* and plant coverage percentage, regardless the type of vegetation found. The same trend was found for other ant species studied in the area. Finally, it was proved that the distribution of *L. humile* nests is not influenced by other ant species.

**KEY WORDS:** Formicid ant, transect, introduced species, South Cone

La hormiga argentina, *Linepithema humile* Mayr, tiene su origen en colonias de Rosario, norte de Argentina en la región del río Paraná (Gómez & Espadaler 2005). Es una especie invasiva que se ha establecido en todos los continentes y en muchas islas oceánicas (Vargo 2004). De las hormigas invasoras conocidas, *L. humile* es sin duda la más exitosa y dañina (Gómez & Espadaler 2005).

*Linepithema humile* es uno de los ejemplos mejor estudiados de especies introducidas, siendo considerada una peste urbana y causante de serios daños ecológicos, a la agricultura y eventualmente en salud humana, (Ipinza-Regla 1981, Ipinza-Regla 1984, Suárez 2001, Gómez & Espadaler 2005). Otros autores, en cambio, han observado que esta hormiga actúa “protegiendo” de enemigos naturales a *Aphis favae* (Scopoli) (pulgón de las habas), favoreciendo la presencia de éstos en los huertos; también “protege” a *Saissetia oleae* (Oliver) (conchuela negra del olivo y los cítricos) de su control biológico *Eublemma scitula* (Rambur), favorece la presencia de *Pseudococcus maritimus*

(Ehrhorn) (chanchito blanco de la vid), plaga que produce serios problemas en la uva de mesa; en los cítricos se ha comprobado también una asociación con brotes localizados de *Aonidiella aurantii* (Maskell) (conchuela anaranjada de los cítricos), estando todas estas plagas presentes en Chile (Panis 1974, 1981, Bouchery 1975, González 1982, Samway 1982).

A Chile ingresó en el año 1910 distribuyéndose en todo el país excepto en regiones frías y presentando una estrecha convivencia con el hombre, siendo su hábitat de preferencia el urbano. El éxito de la hormiga argentina puede atribuirse a cambios en su conducta social y estructura colonial (Giraud 2002, Tsutsui 2000).

Estudios conductuales y genéticos de población, indican que en el ámbito nativo, la hormiga argentina es multicolonial donde las fronteras territoriales entre las colonias están definidas, los nidos son defendidos agresivamente contra coespecíficos y las colonias son diferenciadas genéticamente (Tsutsui 2000, Vargo 2004). Sin embargo, en su ámbito

introducido, incluyendo el oeste de Estados Unidos (California), Europa del sur y Chile, la hormiga argentina es unicolonial, es decir, forma extensas supercolonias con fronteras mal definidas y con múltiples e interconectados nidos (Giraud 2002, Tsutsui 2000, Vargo 2004). Las obreras y las reinas pueden transitar libremente entre nidos. Esta conducta unicolonial promueve el descubrimiento eficiente de alimento y defensa, características las cuales le otorgan a la hormiga argentina una ventaja sobre otras especies nativas (Holway & Case 2002).

Algunos autores han argumentado que para diferentes comunidades de hormigas la distribución de los nidos tiende a una máxima dispersión, una distribución uniforme. Esto responde casi siempre a un modo de repartición del espacio que minimiza la competencia inter e intraespecífica (Bernstein & Gobbel 1979, Petal 1978, Levings & Franks 1982). La distribución espacial de los nidos es un factor importante que está muy relacionado con la distribución de alimento y con la presencia de colonias de otras especies de hormigas que compiten la misma dieta (Bernstein & Gobbel 1979, Levings & Franks 1982). Por último, la distribución espacial de hormigas puede depender de la disponibilidad de sustratos para la nidificación, así como de las características físicas y químicas del suelo (Johnson 1992, Petal 1978, Torres 1984).

Los objetivos de este estudio son cuantificar la influencia del tipo de vegetación en la distribución de los nidos de hormiga argentina, evaluar la influencia de otras especies de formicidos presentes en el área sobre la distribución de la hormiga argentina y evaluar la relación entre la distribución de *L. humile* y la ubicación de asentamientos humanos considerando las variables distancia y densidad de nidos. Debido a las características de insecto omnívoro y el hábito de construir nidos subterráneos de la hormiga argentina los patrones de densidad de la especie podrían ser independientes del hombre en un clima relativamente benigno, de tipo mediterráneo, como el de la zona central de Chile.

## Material y Métodos

El estudio se llevó a cabo en San Carlos de Apoquindo, sector ubicado al sur oriente de Santiago en la precordillera de Los Andes, en un pie de monte a 1000 m sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) (34°24' S, 70°29' W). El clima es de tipo mediterráneo, con un período árido estival y concentración invernal de precipitaciones las que alcanzan un promedio anual de 439,0 mm.

Se diseñó un sistema de muestreo que permite obtener información sobre la distribución de los nidos de *L. humile* con respecto a las viviendas humanas, a la vegetación y también a otras especies de formicidos presentes en el terreno.

Se establecieron ocho estaciones de muestreo, cuatro de ellas tomando como referencia un asentamiento humano (casa-habitación) y cuatro ubicadas en sitios similares pero alejados de asentamientos humanos por lo menos 500 m. Estas últimas estaciones de muestreo sirvieron de control con respecto a las variables tipo de vegetación y especies de hormigas y su efecto en la distribución de *L. humile* en ausencia de asentamientos humanos.

A partir del centro de cada estación de muestreo se establecieron tres transectos, compuestos por cuadrantes de 10 m por lado con un largo total que varió entre 100 m y 200 m. Los transectos se clasificaron de tipo 1 ( $T_{11}$ ) los que cubrieron una vegetación predominantemente arbustiva, aún cuando no se excluyó la presencia de hierbas u otros tipos de vegetación de menor altura. Los transectos de tipo 2 ( $T_{12}$ ) cubrieron una vegetación predominantemente herbácea y los transectos de tipo 3 ( $T_{13}$ ) cubrieron una zona sin vegetación, o con porcentaje de cobertura vegetal inferior al 10%. Las estaciones de muestreo incluyeron cuatro con un asentamiento humano en su centro, cada una de éstas compuesta de tres transectos uno de tipo 1, uno de tipo 2 y uno de tipo 3 posibilitando la cobertura de los tres tipos de vegetación ya mencionados. Además, como ya se mencionó, se incluyeron cuatro estaciones de monitoreo alejadas de asentamientos humanos, cada una también con tres transectos abarcando los mismos tipo de cobertura vegetal.

El muestreo se desarrolló rastreando cada cuadrante de 10 m<sup>2</sup> obteniendo ejemplares de cada nido de formicido encontrado. De cada nido se colectaron entre cinco a diez hormigas las que se conservaron en alcohol de 70° para su posterior clasificación según las claves de Snelling y Hunt (1975).

La cobertura vegetal, de cada uno de los cuadrantes de los transectos que componen cada estación de monitoreo, se calculó usando el método de estimación del área basal (Ipinza-Regla 1983, Covarrubias 1987) en base a cuadrantes de 10 m<sup>2</sup> los que se subdividen en 100 partes iguales de 1 m<sup>2</sup> cada uno, y cada uno de ellas en cuatro, de modo que cada parte tiene finalmente 0.25 m<sup>2</sup> de área, en esta área se hace un cálculo visual de dicha área bajo el follaje de la vegetación presente. La cobertura vegetal final es el promedio de la cobertura de las cuatrocientas subdivisiones resultantes de cada cuadrante de 10 m<sup>2</sup>.

Los datos obtenidos en cada uno de los tres transectos de cada una de las estaciones de monitoreo con un asentamiento humano en la base se transformaron al arcoseno de la raíz cuadrada del porcentaje (Calzada 1969), para posteriormente realizar correlaciones parciales entre dos variables. Este método permite correlacionar dos variables, mientras se asegura que el resto de las variables no afecten la correlación (Spiegel & Murray 1975). Los valores se consideraron significativos  $P < 0.05$ .

De este modo se puede confrontar la correlación que pudiese existir entre la densidad de *L. humile* representada por la cantidad de nidos, y la distancia a un asentamiento humano teniendo la seguridad que dicha correlación no será afectada por otras variables como la cobertura vegetal, o la competencia con otras especies de hormigas presentes.

De igual manera se procedió con los datos sobre el efecto del tipo de cobertura vegetal en la distribución de *L. humile*.

Los datos obtenidos en las estaciones de monitoreo que se consideran fuera de la influencia humana, aportan una información complementaria en cuanto al comportamiento de las otras especies de formicidos presentes y como un control de la ausencia de *L. humile*, fuera del radio de influencia de los asentamientos humanos.

## Resultados

La vegetación arbustiva encontrada en los transectos con y sin asentamiento humano correspondió a las especies nativas *Lithraea caustica*, *Quillaja saponaria*, *Trevoa trinervis*, *Colliguaya odorifera*, *Baccharis* spp, *Solanum tomatillo* y *Acacia caven*. Las especies herbáceas observadas fueron *Erodium cicutarium*, *Brassica* spp, *Avena fatua*, *Holcus lanatus*, *Matricaria* spp y *Vulpia megalura*.

Según el método descrito se encontraron nidos de diferentes especies incluyendo a *L. humile*: *Brachymyrmex giardii* Emery, *Camponotus morosus* Smith, *Solenopsis gayi* Spinola y *Tapinoma antarcticum* Forel y en un número menor, nidos de la especie *Araucomyrmex hypocritus* Snelling, dado que esta última especie presentó menor cantidad de nidos y su ubicación en un área muy pequeña se excluyeron de los análisis estadísticos.

La Tabla 1 muestra el número de nidos de *L. humile* en relación a la distancia a un asentamiento humano y el tipo

de transecto, se observa que la mayor cantidad de nidos se contabilizaron en distancias menores a los 50 m y sólo 19 nidos se ubicaron a distancias mayores a esta distancia, en cambio a distancias mas alejadas de asentamiento humano (80-100 m) no se encontraron nidos de la hormiga argentina. También señala el número de hormigas por especie en estaciones de muestreo alejadas de asentamientos humanos, considerando los tres tipos de transectos (arbustivo, herbáceo y escasa o nula vegetación), no se encontró nidos de la hormiga *L. humile*, en cambio, se encontró hormigas nativas, siendo *S. gayi* y *C. morosus* las mas abundantes. El mayor número de estas se ubicaron en los transectos con vegetación predominante arbustiva.

Por otra parte, las variables correlacionadas con el número de nidos de la hormiga argentina en los transectos en estudio y sus correlaciones parciales indican que al aumentar la distancia a un asentamiento humano y naturaleza de la cobertura vegetal, éstos disminuyen, lo que sugiere que el número de nidos de la hormiga Argentina depende en alguna medida de la cobertura vegetal y la presencia del hombre (Tabla 2).

Tabla 1 Número de nidos de hormigas por especie en estaciones de muestreo alejadas de asentamientos humanos en los tres tipos de transectos (Tt1, Tt2 y Tt3)

Cuadrante	<i>Linepithema humile</i>			<i>Brachymyrmex giardii</i>			<i>Camponotus morosus</i>			<i>Araucomyrmex hypocritus</i>			<i>Solenopsis gayi</i>			<i>Tapinoma antarcticum</i>		
	Tt <sub>1</sub>	Tt <sub>2</sub>	Tt <sub>3</sub>	Tt <sub>1</sub>	Tt <sub>2</sub>	Tt <sub>3</sub>	Tt <sub>1</sub>	Tt <sub>2</sub>	Tt <sub>3</sub>	Tt <sub>1</sub>	Tt <sub>2</sub>	Tt <sub>3</sub>	Tt <sub>1</sub>	Tt <sub>2</sub>	Tt <sub>3</sub>	Tt <sub>1</sub>	Tt <sub>2</sub>	Tt <sub>3</sub>
1	22	20	17	11	-	-	13	5	-	-	-	-	12	17	2	4	5	-
2	30	20	11	7	4	-	14	5	-	-	-	-	15	15	2	6	9	-
3	17	19	6	6	2	-	18	4	1	-	-	-	13	14	2	4	13	1
4	8	16	3	8	5	-	18	4	-	-	-	-	16	14	-	3	9	-
5	5	24	1	9	2	-	18	5	2	-	-	-	16	16	1	2	7	1
6	3	8	-	6	1	-	18	5	-	-	-	-	9	17	4	4	9	-
7	1	4	-	6	1	-	15	3	-	-	-	-	13	19	-	6	7	1
8	1	2	-	8	6	-	17	2	-	-	-	-	18	16	1	5	10	-
9	-	-	-	2	2	-	13	5	1	-	-	-	10	14	3	6	7	-
10	-	-	-	6	6	-	13	2	-	-	-	-	11	18	1	1	7	-
Total	87	113	38	69	29	-	157	45	4	-	-	-	133	160	16	41	83	3

Tt<sub>1</sub> - vegetación predominante arbustiva, Tt<sub>2</sub> - vegetación predominante herbácea, Tt<sub>3</sub> - con vegetación escasa o nula

Tabla 2 Variables correlacionadas con el número de nidos de *Linepithema humile* en los diferentes transectos sus correlaciones parciales y prueba de significancia.

Variables	Correlaciones parciales/ valor P		
	Tt <sub>1</sub>	Tt <sub>2</sub>	Tt <sub>3</sub>
Distancia a asentamiento humano	-0,69 / 0,001*	-0,70 / 0,001	-0,70 / 0,001
Porcentaje cobertura vegetal	0,29 / 0,005*	0,40 / 0,005	0,52 / 0,002
<i>Brachymyrmex giardii</i>	-0,09 / 0,575	0,02 / 0,338	-0,08 / 0,723
<i>Camponotus morosus</i>	0,21 / 0,232	0,40 / 0,365	-0,06 / 0,714
<i>Solenopsis gayi</i>	-0,20 / 0,265	-0,04 / 0,608	-0,01 / 0,922
<i>Tapinoma antarcticum</i>	0,13 / 0,395	0,18 / 0,451	0,23 / 0,186

Tt<sub>1</sub> - arbustiva, Tt<sub>2</sub> - herbácea, Tt<sub>3</sub> - escasa o nula vegetación, \*significativo

Las pruebas de significancia de las correlaciones parciales entre el número de nidos de *L. humile*, y cantidad de nidos de especies endémicas de formícidos, distancia a un asentamiento humano y porcentaje de cobertura vegetal muestran valores significativos sólo para la distancia a asentamiento humano y porcentaje de cobertura vegetal. La presencia de otras especies de formícidos no influyó en el número de nidos de *L. humile* (Tabla 2). Nuestros resultados concuerdan con los observados por Human (1998) al estudiar la distribución y la actividad de la hormiga argentina relacionada con la presencia de especies nativas.

En las estaciones de monitoreo alejadas de asentamientos humanos no se encontraron nidos de *L. humile* ni de *A. hypocritus*. En este caso se analizaron las correlaciones parciales entre el número de nidos de las especies de formícidos endémicos y el porcentaje de cobertura vegetal como un aporte complementario a este estudio y como control de la relación entre la distribución de formícidos y la cobertura vegetal (Tabla 3).

El método de correlaciones parciales indica que en la medida en que aumenta la distancia a un asentamiento humano, disminuye la cantidad de nidos de *L. humile*, lo que significaría que esta hormiga depende en alguna medida del hombre o su presencia. Espadaler & Gómez (2003) en estudios realizados en la Península Ibérica, observaron que *L. humile* prefiere lugares húmedos, con presencia permanente de agua, áreas urbanas, granjas, cultivos irrigados y zonas cercanas a ellas y zonas ambientalmente degradadas; en cambio Holway (2002), en estudios realizados en California, mostró que la hormiga argentina penetraba en zonas secas desde las zonas urbanas, si bien sólo podía hacerlo hasta unos 100 m ambientes de vegetación natural.

En cuanto a la vegetación, los análisis realizados nos muestran que, la totalidad de las especies de hormigas encontradas en este estudio, tienen una correlación estadísticamente significativa con la cobertura vegetal. La cantidad de nidos de todas y cada una de las especies observadas aumenta en la medida en que aumenta la cobertura vegetal y disminuye con ella; lo que es válido también para *L. humile*.

Respecto a los nidos de las diferentes especies de formícidos encontrados, estos se ubicaron muy próximos unos de otros – incluso se observó a dos o más especies compartir una misma fuente de alimento. No se probó que existiera ninguna correlación negativa entre la presencia de la hormiga argentina y algunas de las otras especies de formícidos, en cuanto a distribución de sus nidos se refiere. No se observaron tampoco, encuentros agresivos entre

ninguna de las especies observadas en el área durante este estudio. No obstante el método mostró que entre otros pares de especies, existe una correlación negativa.

No se encontraron en el presente trabajo, interacciones entre *L. humile* y otras especies de hormigas, motivo que sugiere otras explicaciones a las limitantes de su expansión. Según Tremper (1977), la especie es incapaz de colonizar habitats que no están alterados por el hombre.

## Discusión

Nuestros hallazgos concuerdan con los mencionado por Markin (1970), quien en estudios realizados en California, demuestra que la hormiga argentina, *Iridomyrmex humilis* (*L. humile*), muestra preferencia por un ambiente con presencia humana, específicamente en áreas urbanas. Este mismo fenómeno observó Majer (1994) en Australia, donde la distribución de la hormiga argentina se restringe a las cercanías de asentamientos humanos, no siendo observada en lugares con vegetación nativa.

Covarrubias (1987) realizaron un estudio en una gradiente altitudinal en la cordillera de los Andes, sector “Baños del Flaco” (34°55' Lat. S.; 70°25' Long. W) en rango de altitudes de 1640-3060 m sobre el nivel del mar. Ecológicamente el lugar queda englobado en la región bioclimática Andina. Di Castri & Hayek (1976) no encontraron a la hormiga Argentina, en cambio encontraron diez especies de hormigas nativas, coincidiendo con nuestros propios resultados, que la hormiga *L. humile* no se encuentra en lugares lejanos de asentamientos humanos.

Esta característica de la hormiga argentina de habitar cerca de habitaciones del hombre (no relacionado directamente con el tema de la investigación) es importante por cuanto, como ya se ha dicho, puede eventualmente transportar bacterias capaces de producir cuadros clínicos en el hombre a través de *Bacillus cereus*, *Schigella flexneri*, *Escherichia coli enteropatogena*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* ssp, entre otros (Ipinza-Regla 1981, Ipinza-Regla 1984).

Way (1997) demostró la importancia que tienen ciertos factores en la dinámica de dispersión de *L. humile* en relación a variables bióticas, tales como cobertura vegetal, características del suelo, topografía y acción que ejercen las hormigas nativas sobre la hormiga argentina.

Concluyendo y de acuerdo a nuestros resultados, la densidad de nidos de *L. humile* disminuye en la medida que aumenta la distancia a viviendas humanas y presenta una relación directa

Tabla 3 Correlaciones parciales entre la cantidad de nidos de los formícidos presentes y porcentaje de cobertura vegetal en estaciones alejadas de asentamientos humanos según tipo de transecto.

	Transecto arbustivo T <sub>1</sub>	Transecto herbáceo T <sub>2</sub>	Transecto escasa cobertura T <sub>3</sub>	T <sub>1+2+3</sub>
<i>Brachymyrmex giardii</i>	0,20 / 0,295	0,11 / 0,528	- / -	0,33 / 0,1*
<i>Camponotus morosus</i>	0,50 / 0,003	0,30 / 0,094	- / -	0,39 / 0,001*
<i>Solenopsis gayi</i>	0,16 / 0,335	0,00 / 0,991	- / -	0,41 / 0,001*
<i>Tapinoma antarcticum</i>	0,21 / 0,209	0,30 / 0,086	- / -	0,31 / 0,001*

T<sub>1</sub> - Vegetación arbustiva, T<sub>2</sub> - vegetación herbácea, T<sub>3</sub> - vegetación escasa o nula, \*significativo

al porcentaje de cobertura vegetal. En nuestra área de estudio no se constató influencia de ninguna otra especie de hormiga sobre la distribución de *L. humile*. Por último todas las especies de hormigas encontradas se distribuyeron en relación directa a la cantidad de cobertura vegetal.

## Referencias

- Bernstein R, Gobbel M (1979) Partitioning of space in communities of ants. *J Anim Ecol* 48: 931-942.
- Bouchery Y, Rabasse J M, Lafont J P (1975) Role ecologique des nectaires extrafloraux de féverole. Dans les relations fourmis-pucerons. *Sci Agron Rennes* 75: 139-142.
- Calzada J B (1969) Métodos estadísticos para la investigación, 2ª edición, Ed Orrantia, Lima, 250p.
- Covarrubias R, Fueyo R, Ipinza-Regla J (1987) Algunos factores ecológicos que influyen en la distribución espacial de nidos de hormigas. *Acta Entomol Chil* 14: 117-126.
- Di Castri F, Hayek E (1976) Bioclimatología de Chile. Ed. Univ Católica, Santiago, 128p.
- Espadaler X, Gómez C (2003) The Argentine ant, *Linepithema humile*, in the Iberian Peninsula. *Sociobiology* 42: 187-192.
- Giraud T, Pedersen J S, Keller J (2002) Evolution of supercolonies: the Argentine ants of southern Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States*, 5p.
- Gómez K, Espadaler X (2005) La hormiga argentina (*Linepithema humile*) en las Islas Baleares. Documentos técnicos de conservación. Conselleria de Medi Ambient, Govern de les Illes Balears, II epoca 13, 68p.
- González R A (1982) El chanchito blanco de la uva de mesa. *Rev Frutícola, Univ de Chile* 4: 237-242.
- Holway D A, Suárez A V, Case T J (2002) Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasion: a test with Argentine ants. *Ecology* 83: 1610-1619.
- Human K G, Weiss S, Weiss A, Sandler B, Gordon D M (1998) Effects of abiotic factors on the distribution and activity of the invasive Argentine ant (Hymenoptera, Formicidae) and native ant species. *Environ Entomol* 27: 822-833.
- Ipinza-Regla J, Covarrubias R, Fueyo R (1983) Distribución altitudinal de Formicidae en los Andes de Chile Central. *Folia Entomol Mex* 55: 103-128.
- Ipinza-Regla J, Figueroa C, Osorio J (1981) *Iridomyrmex humilis*, "hormiga argentina" como vector de infecciones intrahospitalarias. Estudio bacteriológico. *Folia Entomol Mex* 50: 81.
- Ipinza-Regla J, Figueroa G, Moreno I (1984) *Iridomyrmex humilis* (Formicidae) y su papel como posible vector de contaminación microbiana en industria de alimentos. *Folia Entomol Mex* 62:11-124.
- Johson R (1992) Soil texture as an influence on the distribution of the desert seed-harvester ant *Pogonomyrmex rugosus* and *Messor pergandei*. *Oecologia* 89: 118-124.
- Levings S, Franks N (1982) Patterns of nest dispersion in a tropical ground ant community. *Ecology* 63: 338- 344.
- Majer J D (1994) Spread of Argentine ant (*Linepithema humile*), with special reference to Western Australia, p.163-173. In Williams D F (ed) *Exotic ants: biology impact, and control of Introduced species*. Westview Press, Boulder, 332p.
- Markin G P (1970) The seasonal life cycle of the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Hymenoptera, Formicidae), in Southern, California. *Ann Entomol Soc Am* 63: 1238-1242.
- Panis A (1974) Action predatrice d'*Eublema scitula* (Lepidoptera, Noctuidae, Erastrinae) dans le Sud de la France. *Entomophaga* 19: 493-500.
- Panis A (1981) Action des fourmis sur la bichenose parasitaire de la cochenille noir des agrumes en France (Homoptera, Coccoidea, Coccidae). *Fruits* 36: 47-48.
- Petal J (1978) The role of ants in ecosystems. p.293-325. In Brian M V (ed) *Production ecology of ants and termites*. Cambridge University Press, London, 409p.
- Sanways M J, Nel M, Prins A J (1982) Ants (Hymenoptera, Formicidae) foraging in citrus trees and attending honey-dew producing Homoptera. *Phytophylactica* 14: 155-157.
- Snelling R R, Hunt J H (1975) The ants of Chile (Hymenoptera: Formicidae). *Rev Chil Entomol* 9: 63-130.
- Spiegel M R, Murray M (1975) *Estadística*. Ed. Mc Graw Hill. México, 556p.
- Suárez A, Holway D, Case T (2001) Patterns of spread in biological invasions dominated by long-distance jump dispersal: insights from argentine ants. *Proc Nat Acad Sci USA* 98: 1095-1100.
- Torres J (1984) Niches and coexistence of ant communities in Puerto Rico: repeated patterns. *Biotropica* 16: 284-295.
- Tremper B (1977) Distribution of the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* Mayr, in relation to certain native ants of California: ecological, physiological and behavioral aspects. Ph. D. thesis, University of California, Berkeley, 268p.
- Tsutsui N, Suárez A, Holway D, Case T (2000) Reduced genetic variation and the success of an invasive species. *Proc Nat Acad Sci USA* 97: 5948-5953.
- Vargo E L, Buczkowski G, Silverman J (2004) The diminutive supercolony: the Argentine ants of the southeastern United States. *Mol Ecol* 13: 2235-2242.
- Way M J, Cammel M E, Paiva M R, Collingwood C A (1997) Distribution and dynamics of the Argentine ant *Linepithema (Iridomyrmex) humile* (Mayr) in relation to vegetation, soil conditions, topography and native competitor ants in Portugal. *Ins Soc* 44: 415-433.

Received 10/X/08. Accepted 09/VIII/10.