

Biología e impacto económico de las hormigas

Biology and economic impact of the ants

PATRICIA CHACÓN DE ULLOA¹

RESUMEN

Se presenta un análisis de las hormigas de importancia económica por su acción sobre los cultivos y el medio ambiente, diferenciando entre hormigas cortadoras, hormigas rojas de fuego y hormigas vagabundas. Se hace una comparación de las principales características biológicas de algunas especies de hormigas de importancia económica. También se discute el aspecto de la estrategia alimenticia y se consideran las hormigas especializadas (*Atta* y *Acromyrmex*) y las generalistas y oportunistas. Se presenta una lista de las principales especies de hormigas depredadoras. Se mencionan algunos aspectos que pueden influenciar la actividad de forrajeo de las hormigas y por lo tanto su eficiencia como depredadores de insectos plaga. Finalmente se resalta que los estudios sobre biología y comportamiento de las hormigas son básicos para el desarrollo de métodos de control biológico.

Palabras claves: Hormigas, Control biológico, Plagas.

SUMMARY

A survey on ants having economic significance on the crops and the environment was made and the difference between cutter ants, red fire ants, and tramp ants was established. A comparison of the different biological characteristics of some economically significant ant species is made. The strategic aspects are discussed and specialized (*Atta* y *Acromyrmex*), generalized and opportunistic ants are discussed. A list of the main species of predator ants is presented. Some aspects that may influence the feeding activities of the ants are mentioned, as well as their efficiency as insect pest predators. Finally, the importance of studies on the biology and behavior of ants for the development of biological control methods is highlighted.

¹ PhD., Departamento de Biología, Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360. Cali, Colombia.
Tomado de: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 19º, Manizales, Julio 15-17 de 1992. Memorias: SOCOLEN, Manizales. p.13-24.

Actualmente, numerosos mirmecólogos se dedican al estudio de la biología y el comportamiento de ciertas especies de hormigas que ocasionan problemas al hombre y al medio ambiente. Por ejemplo, en varios países de América Central y del Sur, «las hormigas cortadoras de hojas», pertenecientes a los géneros *Atta* y *Acromyrmex*, constituyen el grupo de mayor importancia económica (Cherret 1986). Estas especies son muy abundantes tanto en los bosques húmedos tropicales y subtropicales como en las praderas y campos cultivados. A causa de la gran cantidad y diversidad de vegetación que ellas consumen, son consideradas como los herbívoros predominantes que provocan importantes pérdidas en los ecosistemas agrícolas (Wilson 1982). Puesto que estas especies ocasionan problemas en sus países de origen, se ha constatado que su historia es el reflejo de cambios que el hombre ha causado al medio ambiente con el fin de desarrollar la agricultura y la ganadería (Cherret 1986; Fowler y Forti 1986).

Un segundo grupo de importancia es el de las «hormigas rojas de fuego», *Solenopsis invicta* Buren y *S. richteri* Forel, dos especies originarias de América del Sur que fueron introducidas a los Estados Unidos a comienzos del siglo (Lofgren 1986). Las colonias establecidas en las zonas rurales y semi-urbanas han aumentado sus poblaciones dramáticamente durante los últimos 60 años, causando problemas principalmente a nivel agrícola y médico (Adams 1986). Según Tschinkel (1986), las hormigas de fuego son comparables a las malas hierbas, ya que se adaptan muy bien a los hábitats modificados por el hombre, tienen una capacidad de dispersión excelente y la tasa reproductiva es muy elevada.

El tercer grupo es el de las «hormigas vagabundas» («tramp ants») que comprende algunas especies estrechamente asociadas con el hombre y cuya distribución ha sido ampliamente favorecida por el comercio humano desde hace mucho tiempo. Es el caso de la hormiga faraona, *Monomorium pharaonis* (L), de la hormiga argentina, *Iridomyrmex humilis* (Mayr), de *Pheidole megacephala* (Fabricius), de las hormigas locas, *Paratrechina longicornis* (Latreille) y *P. fulva* (Mayr), y de la pequeña hormiga de fuego, *Wasmannia auropunctata* Roger (Hölldober y Wilson 1977; 1990). Según estos autores, se trata de especies particularmente adaptadas a hábitats artificiales como campos cultivados, parques, jardines, casas, etc. Las hormigas vagabundas crean problemas en la agricultura, en las habitaciones humanas y a los animales domésticos (Newell y Barber 1913; Smith 1965) y también pueden

transmitir enfermedades (Beatson 1972; Ipinza et al. 1981). Por otra parte, cuando son introducidas en nuevas regiones se comportan como verdaderos exterminadores, reemplazando a otras especies de hormigas nativas (Hölldober y Wilson 1990). Es el caso de *P. megacephala* en Hawai (Zimmerman 1970), *I. humilis* en California (Erickson 1971), *P. megacephala* e *I. humilis* en Bermudas (Haskins y Haskins 1965; Crowell 1968), *W. auropunctata* en las Islas Galápagos (Clark et al., 1982; Lubin 1984) y *Paratrechina fulva* en Colombia (Zenner-Polanía 1990).

En la Tabla 1 se resumen las principales características relacionadas con el funcionamiento de las sociedades de hormigas pertenecientes al primer y tercer grupos, los cuales contienen ciertas especies de mayor importancia en América del Sur. Así, se describen brevemente la estructura social, la construcción de nidos, los hábitats preferidos, la estrategia alimenticia, el acoplamiento y fundación de nuevas sociedades, la dispersión y la importancia económica.

Al considerar el enfoque de este trabajo se debe profundizar en uno de los aspectos de mayor interés en la entomología aplicada, como es el de la «estrategia alimenticia». Las *Atta* y *Acromyrmex* se consideran «especialistas» porque colectan material vegetal fresco para cultivar un hongo que constituye el alimento esencial para la reina y la cría. Las hormigas vagabundas tienen un régimen alimenticio que incluye una gran variedad de presas, secreciones azucaradas de homópteros, material vegetal y animales muertos, por lo cual se clasifican como «generalistas».

Se dice también que son «oportunistas», pues concentran sus esfuerzos en aprovechar fuentes de alimento disponibles y temporales, como es el caso de altas poblaciones de insectos fitófagos en un cultivo. Leston (1973) y Gotwald (1986) sugieren que las hormigas son eficientes depredadores de insectos plaga en ecosistemas tropicales y subtropicales. En la Tabla 2 se citan algunos ejemplos extraídos de la reciente revisión de Way y Khoo (1992) sobre hormigas depredadoras de huevos de insectos plaga. Por ejemplo, en cultivos de algodón en Brasil se ha observado que huevos de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) sufren una depredación del 95% por parte de *Pheidole* sp. (Gravena y Pazetto 1987)

A nivel mundial, Way y Khoo (1992) destacan seis géneros principales que contienen especies reconocidas como agentes promisorios de control biológico:

Oecophylla en Africa, Asia y Australia, controlando plagas en cultivos de cacao, cocotero, café, cítricos y palma de aceite. *Dolichoderus thoracicus* en el trópico asiático, asociada con plagas de cocotero y cacao. En los bosques templados de Europa es ampliamente reconocido

el beneficio de especies del grupo *Formica rufa*, especialmente en el control de lepidópteros. En el Nuevo Mundo se destacan especies de *Azteca*, *Solenopsis* y *Wasmannia* (Tabla 3), cuya importancia se discute a continuación.

Tabla 1. Comparación de las principales características biológicas de algunas especies de hormigas de importancia económica.

Grupo de especies	Estructura social y Organización de las Sociedades	Nidos	Hábitats preferidos	Estrategia alimenticia	Acoplamiento y modo de fundación de nuevas sociedades	Dispersión de las sociedades	Crecimiento y duración de las sociedades	Importancia económica
<i>Atta</i> spp. <i>Acromyrmex</i> spp.	Monogina (una reina por colonia) monocática agresividad entre las diferentes colonias	Hipógeos. Construcción elaborada con varias cámaras complejas interconectadas	Bosques y medios perturbados	Especialistas cultivan hongos utilizando material vegetal fresco (hojas, tallos, flores)	Durante el vuelo nupcial. Fundación independiente y claustral: la reina se sienta y cuida su primera cría hasta la emergencia de las primeras obreras.	Dispersión elevada y favorecida por el vuelo nupcial. Posibilidad de colonizar sitios muy alejados.	Lento, sobre todo después del período de fundación. Sociedades que pueden durar muchos años.	Daño: Plagas potenciales, defolioras de varios cultivos (ej: cítricos). Beneficio: Importancia en el ciclo de nutrientes del suelo.
<i>Wasmannia auropunctata</i> Roger	Poligina (varias reinas por colonia)	Ocupan substratos naturales y artificiales, ej: hojarasca, troncos en descomposición, cavidades preformadas, bajo piedras etc.	Medios perturbados (cultivos, jardines, zonas urbanas)	Omnívoras y oportunistas Miel de homópteros, artrópodos, plantas (nectarios), animales muertos, alimentos humanos, etc.	En el nido de origen. Fundación dependiente por fusión o sociotomía: las nuevas reinas parten con grupos de obreras y colonizan nuevos sitios.	Dispersión local o favorecida por las actividades humanas (transporte accidental a nuevos sitios)	Rápido, expansión favorecida por la sociotomía. Sociedades que duran poco tiempo.	Daño: Protegen homópteros, son muy agresivas, transmiten enfermedades. Beneficio: Depredación, polinización, protección de plantas.
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille) <i>P. fulva</i> (Mayr)	unicolonial sin agresividad							
<i>Indomyrmex humilis</i> (Mayr) <i>Monomorium pharaonis</i> (L.)	intercolonial							

Tabla 2. Hormigas depredadoras de huevos de insectos plaga en América tropical y subtropical (fuente: Way y Khoo 1992)

PAIS	ESPECIE PLAGA	CULTIVO	HORMIGAS DEPREDADORAS
Brasil Costa Rica	<i>Alabama argillacea</i> (Hübner) <i>Diabrotica</i> sp.	Algodón Varios cultivos anuales	<i>Pheidole</i> sp. y otras <i>Solenopsis geminata</i> y <i>Pheidole</i> sp.
Guadalupe y Martinica	<i>Diaprepes abbreviatus</i> (Boheman)	Cítricos	<i>Pheidole</i> spp. y otras
Panamá Perú	<i>Castnia licus</i> <i>Castnia daedalus</i> Cramer	Caña de azúcar Palma de aceite	<i>S. geminata</i> y otras <i>Odontomachus</i> , <i>Pheidole</i> sp. <i>Iridomyrmex</i> spp.
Trinidad	<i>Heteropsylla cubana</i> <i>Anthonomus grandis</i> (Boheman)	<i>Leucaena</i> spp. Algodón	<i>Wasmannia auropunctata</i> <i>Solenopsis invicta</i>
Estados Unidos	<i>Heliothis virescens</i> (Fabricius) <i>Anticarsia gemmatilis</i> (Hübner) <i>Pseudoplusia includens</i> (Walker)	Algodón Soya Soya	<i>S. invicta</i> <i>Pheidole morrisii</i> <i>S. geminata</i>

Tabla 3. Principales especies de hormigas depredadoras de insectos plaga en varias partes del mundo

HORMIGA BENEFICA	ESPECIE PLAGA	CULTIVO	PAIS	REFERENCIA
<i>Pseudomyrmex</i> spp. <i>Ectatomma quadridens</i> (Fabricius) <i>E. tuberculatum</i> (Olivier) <i>Neoponera villosa</i> (Fabricius) <i>Odontomachus haematodes</i> (L.) <i>Labidus coecus</i> (Latreille) <i>L. praedator</i> (F.R. Smith) <i>Pachycondyla apicalis</i> (Latreille)	<i>Solenothrips rubrocinctus</i> Miridae Chrysomelidae otras hormigas <i>Atta cephalotes</i> (L.)	Cacao Palma de aceite	Brasil Colombia	Delabie 1990 ICA 1990a.
<i>Azteca chartifex</i> Forel	<i>A. cephalotes</i> Varios grupos	Cítricos Cacao	Trinidad Brasil	Jutsum et al. 1981 Delabie 1990. Vello y Magalhes 1971 Fowler et al. 1990 ICA 1991a
<i>Azteca</i> sp.	<i>Erinnyis ello</i> (L.)		Colombia	ICA 1991a
<i>Wasmannia auropunctata</i> Roger	Miridae <i>Amblypelta cocophaga</i>	Cacao Cocotero	Camerun Islas Salomón	Bruneau de Miré 1969 Macfarlane 1985
<i>Solenopsis geminata</i> Fabricius	<i>Sitophilus</i> sp. <i>Blissus</i> , sp. <i>Lygus</i> sp. <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch) <i>Spodoptera</i> sp. <i>S. frugiperda</i> (J.E. Smith) Varias especies	Maíz Caña de azúcar Algodón Maíz	México Colombia Estados Unidos	Risch y Carroll 1982 ICA 1991b Way y Kho 1992
<i>S. geminata</i> <i>Pheidole radowszkoskii</i> Mayr	<i>S. frugiperda</i> y <i>Daibulus maidis</i> (DeLong & Wolcott)	Maíz	Nicaragua	Perfecto 1991
<i>Ectatomma ruidum</i> Roger	Homópteros <i>S. frugiperda</i>			Perfecto y Sediles 1992
<i>E. ruidum</i>	<i>S. frugiperda</i>	Maíz	Colombia	ICA 1991b

Entre las especies de *Azteca*, la *chartifex* Forel ha sido considerada como un problema en cultivos de cacao en Brasil por cuidar homópteros (Harada 1990) y utilizar celulosa de las plantas para construir sus «nidos de cartón» (Delabie 1990). Por otra parte, estas hormigas protegen las plantaciones del ataque de otros insectos (ej: *Atta cephalotes* (L.)) por medio de repelencia y comportamiento agresivo (Vello y Magalhaes 1971; Delabie 1990). Lo anterior ha estimulado a los agricultores a distribuir fragmentos de nidos de *A. chartifex* en sus plantaciones (Delabie 1990; Way y Khoo 1992).

La pequeña hormiga de fuego, *W. auropunctata*, nativa de América tropical, ha sido introducida a varias partes del mundo causando graves problemas en los agroecosistemas y desplazando la mirmecofauna local (Ulloa-Chacón y Cherix 1990). Sin embargo, su papel como agente de control biológico ha sido observado en plantaciones de cacao en Camerún, en cocotero en Islas Salomón y en cultivos de *Leucaena* Trinidad (Tablas 2 y 3). Por otra parte, la importancia de esta especie en la protección de plantas ha sido demostrada por Schemske (1980), al comprobar que la hormiga protege

la planta *Costus woodsonii* ó una mosca que ataca las semillas. De manera similar, *W. auropunctata* fué asociada con una mayor producción de semillas en *Calathea ovoidensis*, en México (Horvitz y Schemske 1984).

Respecto a las especies de *Solenopsis* se ha sugerido su preservación y el uso de insecticidas selectivos en situaciones en las que son mayores los beneficios aportados por las hormigas que los daños causados (Tabla 3). Estudios realizados por Risch y Carroll (1982) demuestran que una hormiga generalista como *S. geminata* es una "especie clave", ya que su presencia y actividad afecta significativamente la comunidad de artrópodos en cultivos de maíz y cucurbitáceas. Por ejemplo, en ausencia de hormigas, el número total de artrópodos en maíz es ocho veces más elevado. Posteriormente, Reagan (1986) propone que el manejo de plagas en caña de azúcar debe incluir el conocimiento del papel desempeñado por las hormigas de fuego como depredadoras de otros insectos y como consumidoras de semillas de malezas.

A continuación se mencionan algunos aspectos que pueden influenciar la «actividad de forrajeo» de las hormigas y por consiguiente su eficiencia como depredadores de insectos plaga:

- Estructura del cultivo y composición (monocultivo o policultivo). Por ejemplo, Saks y Carroll (1980) discuten cómo la actividad de forrajeo de las hormigas fue mayor en campos que habían sido cultivados por más largos períodos de tiempo, lo que pudo incidir en la densidad de nidos y tamaño de las colonias. Además, la estructura física de las plantas puede influenciar la disponibilidad de sitios para anidar, afectando así la densidad de hormigas (Carroll 1974, citado por Saks y Carroll 1980).

- Abundancia de nectarios extraflorales como fuente de energía para las obreras forrajeras.

- Poblaciones de homópteros productores de secreciones dulces, fuente indispensable de algunas especies de hormigas, la cual también puede ser utilizada cuando las poblaciones presa son muy bajas o ausentes.

- Presencia de otras especies de hormigas agresivas (Carroll y Janzen 1973) y de otros enemigos naturales como las avispas sociales que pueden actuar como eficientes depredadores en campos cultivados (Perfecto y Sediles 1992).

Finalmente, se resalta cómo los estudios sobre la biología y comportamiento de las hormigas constituyen una base muy importante para el desarrollo futuro de métodos de control integrado.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, C.T. 1986. Agricultural and medical impact of the imported fire ant. *Irr. C. S. Lofgren; R. K. Vander Meer. (Eds.). Fire Ants and Leaf-cutting ants: Biology and Management. Westview Press, Boulder, Colorado, p. 48-57*
- BEATSON, S.H. 1972. Pharaoh's ants as pathogen vectors in hospitals. *The Lancet (Inglaterra), p. 425-427.*
- BRUNEAU DE MIRE, P. 1969. Une fourmi utilisée au Cameroun dans la lutte contre les mirides du cacaoyer *Wasmannia auropunctata* (Roger). *Cafe, Cacao, The (Francia) v. 13, p.209-212.*
- CARROLL, C.R.; JANZEN, D.H. 1973. Ecology of foraging by ants. *Annual Review of Ecology and Systematics (Estados Unidos) v.4, p.231 -257.*
- CHERRETT, J.M. 1986. History of the leaf-cutting ant problem. *In: C.S. Lofgren; R.K. Vander Meer. (Eds.). Fire Ants and Leaf-Cutting Ants: Biology and Management Westview Press, Boulder, Colorado, p. 10-17.*
- CLARK, D.B.; GUAYASAMIN, C.; PAZMIÑO, O.; DONOSO, O.; PAEZ DE VILLACIS, Y. 1982. The tramp ant *Wasmannia auropunctata*: Autecology and effects on ant diversity and distribution on Santa Cruz Island, Galapagos. *Biotropica (Estados Unidos) v. 14, p. 196-207.*
- CROWELL, K.L. 1968. Rates of competition exclusion by the Argentine ant in Bermuda. *Ecology (Estados Unidos) v.49, p. 551-555.*
- DELABIE, J. H.C. 1990. The ant problems of cocoa farms in Brazil. *In: R.K. Vander Meer; K. Jaffe; A. Cederto (Eds.). Applied Myrmecology: A world perspective. Westview Press, Boulder, Colorado, p. 555-569.*
- ERICKSON, J.M. 1971. The displacement of native ant species by the introduced Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* Mayr. *Psyche (Estados Unidos) v.78, p. 257-266*
- POWER, H.G.; FORTI, L.C. 1986. Economics of grass-cutting ants. *In: C.S. Lofgren; R. K. Vander Meer (Eds.) Fire Ants and Leaf-cutting Ants: Biology and Management. Westview Press, Boulder, Colorado, p. 18-35.*
- ; BERNARDI, J.V.E.; DELABIE, J.C.; FORTI, L.C.; PEREIRA-DA-SILVA, V. 1990. Major ant problems of South America. *Irr. R.K. Vander Meer; K. Jaffe; A. Cederto. (Eds) Applied Myrmecology: A world perspective. Westview Press, Boulder, Colorado, p. 3-14.*
- GRAVANA, S.; PAZETTO, J.A. 1987. Predation and parasitism of cotton leafworm eggs. *Alabama argillacea* (Lep :Noctuidae). *Entomophaga (Francia) v.32. p. 241-248.*
- GOTWALD, W.H. 1986. The beneficial economic role of ants. *In: S.B. Vinson. (Ed) Economic impact and control of social insects. Praeger, New York. P290-313*

- HARANDA, A. Y. 1990. Ant pests of the Tapinomini Tribe. In: R.H. Vander Meer; K. Jaffe, A. Cedeño. (Eds.). Applied Myrmecology: A world perspective. Westview Press, Boulder, Colorado. p. 298-315.
- HASKINS, C. P.; HASKINS, E. F. 1965. *Pheidole megacephala* and *Iridomyrmex humilis* in Bermuda-equilibrium or slow replacement?. Ecology (Estados Unidos) v.46, p. 736-740.
- HÖLDOBLER, B.; WILSON, E. O. 1977. The number of queens: An important trait in ant evolution. Naturwissenschaften (Estados Unidos) v.64 p.8-15.
- ;-----1990. The Ants. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 732 p.
- HORVITZ, C. C.; SCHEMSKE, D. W. 1984. Effects of ants and ant-tendent herbivore on seed production of a neotropical herb. Journal of Ecology (Inglaterra) v. 65, p. 1369-1378.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. SECCION INVESTIGACION BASICA AGRICOLA -ENTOMOLOGIA. BOGOTA(COLOMBIA). 1990a. Hormiga benéfica. Notas y Noticias Entomológicas (Colombia). Sep-Oct. p. 51-52.
- , 1990b. De régimen mixto. Notas y Noticias Entomológicas (Colombia). Nov - Dic. p.60.
- , 1991a. Casi perfecto. Notas y Noticias Entomológicas (Colombia). Ene - Feb. p.4-5
- , 1991b. Población incipiente. Notas y Noticias Entomológicas (Colombia). Sep-Oct. p.51-52.
- IPINZA, I. R.; FIGUEROA, G.; OSORIO, J. 1981. *Iridomyrmex humilis* hormiga argentina, como vector de infecciones intrahospitalares. I. Estudios bacteriológicos. Folia Entomológica Mexicana (México) v. 50, p. 81-96
- JUTSUM, A. R.; CHERRETTI, J. M.; FISHER, M. 1981. Interactions between the fauna of trees in Trinidad and the ants *Atta cephalotes* Aztecasp. Journal of Applied Ecology (Inglaterra) v. 18, p. 187-195.
- LESTON, D. 1973. The ant mosaic: tropical tree crops and the limiting of pests and disease. Pest Artic News Summ., v 19, p. 311-341.
- LOFGREN, C.S. 1986. History of imported fire ants in the United States. In: C.S. Lofgren; Vander Meer. (Eds). Fire Ants and Leaf-cutting Ants: Biology and Management. Westview Press, Boulder, Colorado. p: 36-47
- LUBIN, Y. D. 1984. Changes in the native fauna of the Galapagos Islands following invasion by the little red fire ant, *Wasmannia auropunctata*. Linnean Society. Biological Journal (Estados Unidos) v.21, p. 229-242.
- MACFARLANE, R. 1985. Annual Report 1984. Honiara: Res. Dept., Agric. Div., Solomon Islands Ministry of Agriculture and Lands. p. 27.
- NEWELL, W.; BARBER, T. C. 1913. The Argentine ant. United States Department of Agriculture, Bureau of Entomology Bulletin. 122. 98 p.
- PERFECTO, J. 1991. Ants as natural control agents of pests in irrigated maize in Nicaragua. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v.84, p.65-70.
- ; SEDILES, A. 1993. Vegetational diversity, ants (Hymenoptera: Formicidae) and herbivorous pests in a neotropical agroecosystem. Environmental Entomology (Estados Unidos) v.21. p.61-67.
- REAGAN, T. E. 1986. Beneficial aspects of the imported fire ant: a field ecology approach. In: C.S. Lofgren; E. K. Vander Meer. (Eds). Fire Ants and Leaf-cutting Ants: Biology and Management. Westview Press, Boulder, Colorado. p. 58-71.
- RISCH, S. J.; CARROLL, R. 1982. Effect of a keystone predaceous ant, *Solenopsis geminata*, on arthropods in a tropical agroecosystem. Ecology (Estados Unidos) v. 63, p. 1979-1983.
- SAKS, M. E.; CARROLL, R. 1980. Ant foraging activity in tropical agroecosystems. Agro-Ecosystems (Holanda) v.6.p.177-188.
- SCHEMSKE, D. W. 1980. The evolutionary significance of extrafloral nectar production by *Costus woodsonii* (Zingiberaceae): An experimental analysis of ant protection. Journal of Ecology (Inglaterra) v.68.p. 959-967.
- SMITH, M. R. 1965. House-infesting ants of the Eastern United States. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Technical Bulletin 1326. 105 p.
- TSCHINKEL, W. R. 1986. The ecological nature of the fire ant: some aspects of colony function and some unanswered questions. In: C.S. Lofgren; R.K. Vander Meer. (Eds.) Fire Ants and Leaf-cutting Ants: Biology and Management. Westview Press, Boulder, Colorado. p.72-87.
- ULLOA-CHACON, P.; CHERIX, D. 1990. The little fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae). In: R.K. Vander Meer; K. Jaffe, A. Cedeño. (Eds.). Applied Myrmecology: A World perspective. Westview Press, Boulder, Colorado. p. 281-289.
- VELLO, F.; MAGALHAES, W. S. 1971. Estudos sobre a participacao da formiga cocarema (*Azteca chartifex spiriti*) na polinizacao do cauauero na Bahia. Revista Theobroma (Brasil) v.1, p. 29-42.
- WAY, M. J.; KHOO, K. C. 1992. Role of ants in pest management. Annual Review of Entomology (Estados Unidos) v. 37, p. 479-503.
- WILSON, E. O. 1982. Of insects and man. In: M.D. Breed; C.K. Michener; H.E. Evans. (Eds.). The biology of social insects. Westview Press, Boulder, Colorado. p.1-3.
- ZENNER-POLANIA, I. 1990. Biological aspects of the -hormiga loca- *Paratrechina (Nylanderia) fulva* (Mayr), in Colombia. In: R.K. Vander Meer; K. Jaffe, A. Cedeño. (Eds.) Applied Myrmecology: A world perspective. Westview Press, Boulder, Colorado. p. 290-297.
- ZIMMERMAN, E. C. 1970. Adaptive radiation in Hawaii with special reference to insects. Biotropica (Estados Unidos) v.2, p. 32-38.