

# Efecto de la temperatura en la tasa de puesta de reinas de la hormiga argentina, *Linepithema humile* (Mayr, 1868), (Hymenoptera, Dolichoderinae) bajo condiciones experimentales de monoginia y poliginia

Silvia Abril

Área de Biología Animal. Departamento de Ciencias Ambientales. Universitat de Girona. Campus Montilivi s/n., 17071 Girona. e-mail: silvia.abril@udg.edu

Recibido: 29-09-09. Aceptado: 6-10-09  
ISSN: 0210-8984

## RESUMEN

Obtener datos sobre cómo afecta la temperatura a diferentes parámetros fisiológicos de una especie invasora, puede ser una herramienta muy útil a la hora de predecir su distribución potencial mediante modelos de predicción. En el caso de la hormiga argentina, los pocos datos que hay al respecto son demasiado escasos e incompletos. El presente estudio tiene como objetivo obtener nuevos datos acerca de la tasa de puesta de las reinas de dicha especie en función de la temperatura.

Se analizó la tasa de puesta de las reinas de hormiga argentina a doce temperaturas distintas en un rango de los 10°C a los 34°C en diferentes condiciones de monoginia y poliginia. Se observó que la tasa de puesta de esta especie se ve afectada por la temperatura de la misma forma pese al número de reinas dentro del nido. La temperatura óptima de puesta es de 28°C mientras que los límites superiores e inferiores de puesta varían dependiendo del grado de poliginia del nido.

**Palabras clave:** Hormiga argentina, *Linepithema humile*, tasa de puesta, temperatura.

## ABSTRACT

**Effect of temperature on the oviposition rate of the Argentine ant queens, *Linepithema humile* (Mayr 1868), (Hymenoptera, Dolichoderinae) under experimental conditions.**

Data concerning the effect of temperature on different physiological parameters of an invasive species can be a useful tool to predict its potential distribution range through the use of modelling approaches. In the case of the Argentine ant these data are too scarce and incomplete. The aim of the present study is to compile new data regarding the effect of temperature on the oviposition rate of the Argentine ant queens.

We analysed the oviposition rate of queens at twelve controlled temperatures, ranging from 10°C to 34°C under different monogynous and polygynous conditions. The oviposition rate of the Argentine ant queens is affected by temperature in the same manner, independently of the number of queens in the nest. The optimal temperature for egg laying was 28°C, and its upper and lower limits depended on the degree of polygyny.

**Key words:** Argentine ant, *Linepithema humile*, oviposition rate, temperature.

## RESUM

**Efecte de la temperatura en la taxa de posta de les reines de formiga argentina, *Linepithema humile* (Mayr 1868), (Hymenoptera, Dolichoderinae) sota condicions experimentals de monogínia i poligínia.**

Obtenir dades sobre com afecta la temperatura a diferents paràmetres fisiològics d'una espècie invasora, pot arribar a ser una eina molt útil a l'hora de predir la seva distribució potencial mitjançant l'ús de models de predicció. En el cas concret de la formiga argentina, les poques dades que hi ha al respecte són massa escasses i incompletes. El present estudi té com a objectiu obtenir noves dades sobre la taxa de posta de la mencionada espècie en funció de la temperatura.

Es va analitzar la taxa de posta de les reines de formiga argentina a dotze temperatures diferents dins un rang dels 10°C als 34°C en diferents condicions de monogínia i poligínia. Es va observar que la taxa de posta d'aquesta espècie es veu afectada per la temperatura de la mateixa manera malgrat el nombre de reines del niu. La temperatura òptima per la posta és de 28°C, mentre que els límits superiors i inferiors de posta varien depenent del grau de poligínia del niu.

**Paraules clau:** Formiga argentina, *Linepithema humile*, taxa de posta, temperatura.

## INTRODUCCIÓN

La hormiga argentina, *Linepithema humile* (Mayr 1868) (Hymenoptera, Dolichoderinae) es considerada una de las peores especies invasoras del mundo según la ISSG (Invasive Species Specialist Group, [www.issg.org/database/welcome](http://www.issg.org/database/welcome)). Nativa de America del Sur (WILD, 2004) ha conseguido dispersarse por todo el mundo fundamentalmente gracias a la actividad comercial humana, invadiendo ecosistemas mediterráneos y subtropicales en todos los continentes-excepto la Antártida-, así como numerosas islas (SUAREZ *et al.*, 2001). Su dispersión está estrechamente asociada al ser humano, por lo que suele invadir principalmente hábitats humanizados o alterados antrópicamente (HOLWAY, 1998a; SUAREZ *et al.*, 2001), aunque cada vez hay más evidencias de su capacidad para invadir ecosistemas naturales (HOLWAY, 1998a; GÓMEZ *et al.*, 2003). Su presencia en los hábitats invadidos provoca un desplazamiento de casi todas las especies de

hormigas nativas así como una reducción de la abundancia y diversidad de algunas poblaciones de artrópodos (HUMAN & GORDON, 1997; HOLWAY, 1998b), alterando importantes procesos ecológicos como la dispersión de semillas o la polinización (BOND & SLINGSBY 1984; SUAREZ *et al.*, 2000; GÓMEZ & OLIVERAS, 2003).

La distribución de una especie está fuertemente marcada por factores climáticos (ROURA-PASCUAL *et al.*, 2004), por ejemplo por la temperatura ambiental. En algunas especies de hormigas se ha visto que dicho factor tiene una gran influencia en la tasa de puesta y los tiempos de desarrollo de la puesta (PORTER, 1988; WILLIAMS, 1990). En el caso de la hormiga argentina, los pocos estudios realizados acerca de la influencia de la temperatura en los parámetros reproductivos de la especie son bastante incompletos. NEWELL (1909) observó que la temperatura afectaba a la tasa de puesta de las reinas de hormiga argentina, y unos años más tarde BENOIS (1973) llegó a la misma conclusión. Los datos obtenidos en dichos estudios son bastante limitados al no presentar control de las condiciones de temperatura ni réplicas suficientes. Además, la hormiga argentina es una especie fuertemente poligínica, es decir, los nidos de esta especie contienen múltiples reinas fecundadas (PASSERA, 1994). Estudios anteriores a este observaron que la tasa de puesta de las reinas variaba dependiendo del número de reinas del nido, mientras más reinas, menor era la tasa de puesta (KELLER & CHERIX, 1985; KELLER, 1988a), pero ninguno documentaba la variación de la tasa de puesta en función de la temperatura en diferentes condiciones de poliginia.

La relación entre la temperatura y la tasa de puesta de las reinas puede ser un componente muy útil en modelos de predicción de las áreas más susceptibles de ser invadidas por la especie en base a sus necesidades fisiológicas, así como para predecir futuros cambios en su rango de distribución potencial debido al cambio climático. Por esta razón y teniendo en cuenta que no existen estudios que documenten la variación de la tasa de puesta en función de la temperatura en las reinas de hormiga argentina bajo diferentes condiciones de poliginia, el objetivo del presente estudio es el de analizar los cambios en la tasa de puesta de las reinas de hormiga argentina en función de la temperatura bajo diferentes condiciones experimentales de número de reinas, así como también la determinación de las temperaturas límite superiores e inferiores de puesta y de la temperatura óptima de oviposición de las reinas. Dicha información es esencial para poder desarrollar modelos de predicción del rango de distribución potencial de la hormiga argentina en base a sus necesidades fisiológicas de temperatura.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Cría experimental de colonias de hormiga argentina

Se recolectaron un total de 68 reinas de hormiga argentina procedentes de 28 nidos naturales situados en el extremo sur este del Massís de les Gavarres, cerca de la localidad de Castell d'Aro (NE España) (41° 49'N 3° 00'E) en Marzo del 2006. En el laboratorio se montaron 14 nidos artificiales en condiciones de monoginia, cada uno con una sola reina y aproximadamente 300 obreras. También se montaron 14 nidos artificiales en condiciones de poliginia: 7 nidos con 2 reinas, 4 con 4 reinas y 3 con 8 reinas. Cada nido artificial poligínico contenía la misma proporción de obreras por reina, esto es, aproximadamente 300 obreras por reina. En todos los nidos artificiales, la reina o reinas y las obreras procedían del mismo nido. No se tuvieron en cuenta las edades de las reinas puesto que la fecundidad de las mismas no se ve influenciada por este factor (KELLER & PASSERA, 1990)

Los nidos diseñados fueron una variante de los creados por PASSE-RA *et al.* (1988), y estaban formados por una caja de plástico rectangular (180x115x35 mm) conectada a una segunda caja de plástico más pequeña (75x50x25 mm) mediante un tubo por el interior del cual pasaba una mecha de algodón de unos 10 mm de diámetro. Dicha mecha estaba en contacto permanente con un trozo de algodón empapado en agua en la caja más pequeña, y transmitía por capilaridad la humedad a la escayola que había en la caja de plástico rectangular donde había instalada la colonia de hormigas, ofreciendo al nido de esta forma una humedad que oscilaba entre el 70 y el 80%. Para evitar fugas, se recubrieron las partes internas con Fluon.

La limpieza de los nidos se realizaba diariamente, y consistía en retirar las obreras y la comida del día anterior.

Junto con la limpieza, diariamente se proporcionaba alimento nuevo a los nidos. La dieta que se suministró fue una variante de la dieta descrita por KELLER *et al.* (1989). La variación consistía en proporcionar jalea real en lugar de carne picada y de miel en lugar de azúcar. Dichos cambios se realizaron teniendo en cuenta la predilección por las obreras de esta especie por los alimentos líquidos (MARKIN, 1970). Esta dieta resultó ser bastante adecuada para mantener colonias de hormiga argentina ya que permitía la producción de machos, reinas y obreras a partir de huevos puestos por las reinas de la colonia y una fecundidad bastante elevada de las reinas, similar a la observada por KELLER (1988a) en reinas incubadas a la misma temperatura y utilizando la dieta anteriormente referenciada.

### Tests de oviposición

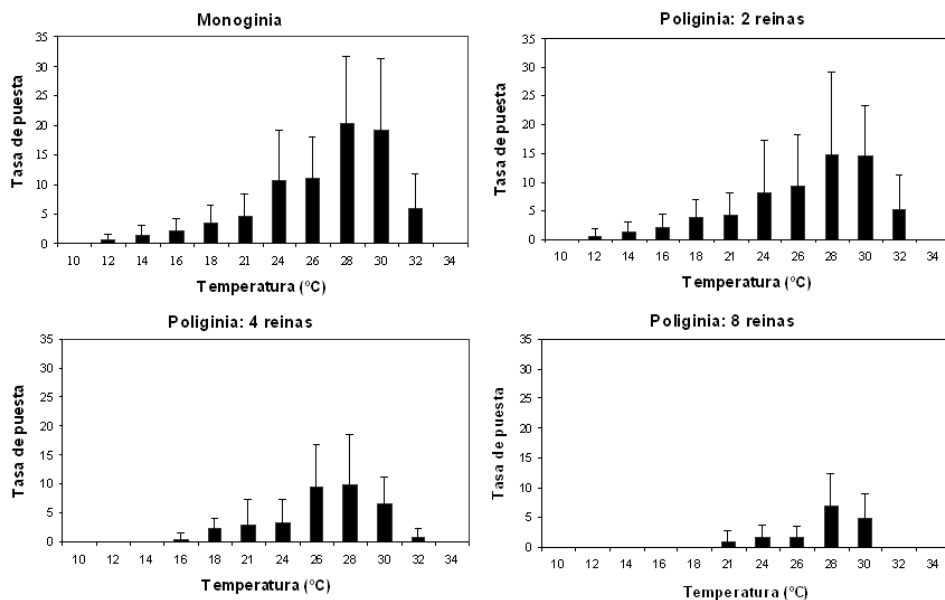
Los nidos artificiales se incubaron en estufas e incubadores a 1 de 12 temperaturas experimentales ( $^{\circ}\text{C}\pm\text{S.D.}$ ):  $10\pm 0,1$ ,  $12\pm 0,1$ ,  $14\pm 0,1$ ,  $16\pm 0,1$ ,  $18\pm 0,1$ ,  $21\pm 0,1$ ,  $24\pm 0,1$ ,  $26\pm 0,1$ ,  $28\pm 0,1$ ,  $30\pm 0,1$ ,  $32\pm 0,1$ ,  $34\pm 0,1$ .

La tasa de puesta de las reinas a cada una de las temperaturas analizadas y bajo las diferentes condiciones de número de reinas estudiadas se obtuvo mediante el aislamiento de las mismas junto con algunas obreras durante 24 horas en tubos de aislamiento incubados a cada una de las temperaturas experimentales. Pasado el periodo de aislamiento, se contaban los huevos puestos por cada una de las reinas bajo la lupa binocular. Se midió la tasa de puesta de cada reina dos veces por temperatura y luego se utilizó la media de huevos puestos a cada temperatura por cada reina para obtener la media total de huevos puestos por temperatura.

Los tubos de aislamiento consistían en tubos de 70 mm de longitud y 10 mm de diámetro que estaban tapados por un primer tapón, el cual estaba atravesado por una mecha de algodón. Dicho tapón estaba recubierto de una placa de escayola en la parte que daba al interior del tubo y presentaba una pequeña cavidad en el otro lado que se utilizó como reservorio de agua. Finalmente, un segundo tapón tapaba el primero para que el agua que contenía no se vertiera. Estos tubos de aislamiento eran especialmente útiles para realizar tests de oviposición debido a que no ocupaban mucho espacio y a que, como eran transparentes, permitían un cómodo recuento y seguimiento de los huevos bajo la lupa binocular.

### Análisis de los datos

Se calculó la media de huevos puestos por reina a cada una de las temperaturas estudiadas. Debido a que los datos no presentaban una distribución de tipo normal, todos los análisis estadísticos se realizaron mediante modelos lineales generalizados (GLM) con error de tipo quasi-Poisson y log-link. Se usó el test F-ratio en lugar del  $\chi^2$  debido a los problemas de sobredispersión de los datos. Para comparar el número total de huevos producidos por colonia se usó una ANOVA de un factor. Para realizar dichos análisis se usó el paquete estadístico R 2.5.1 (copyright 2001, The R Development Core Team).



**Figura 1.** Efecto de la temperatura en la tasa de puesta de las reinas de hormiga argentina, *Linepithema humile*, bajo condiciones de monoginia y poliginia, siendo la tasa de puesta la media de huevos puestos por cápita en 24 horas. Las barras indican la desviación estándar.

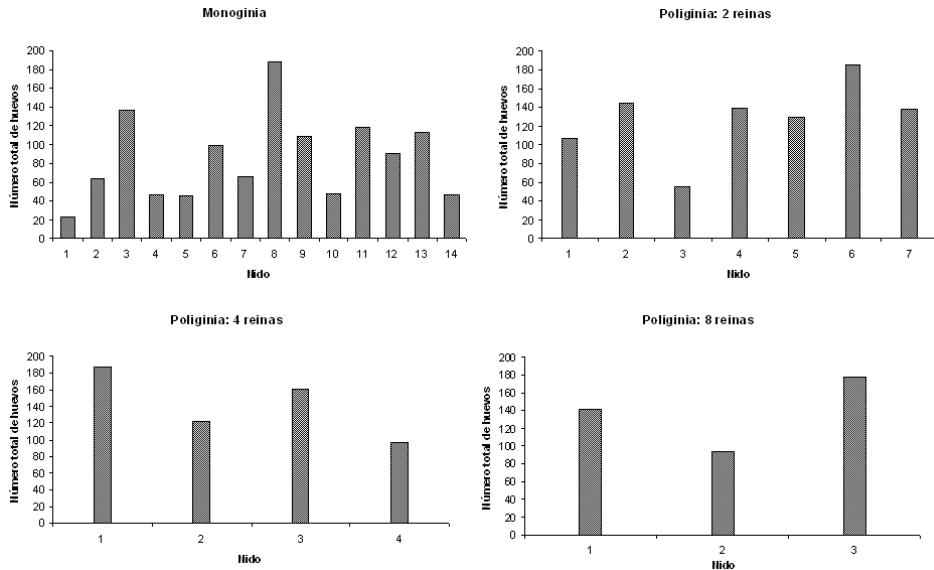
**Figure 1.** Effect of temperature on the oviposition rate of the Argentine ant, *Linepithema humile*, under monogynous and polygynous conditions. The Y axis refers to the mean number of eggs laid per queen per 24 hours. The error bars are the standard deviation.

## RESULTADOS

Tanto la temperatura como el número de reinas en el nido afecta a la tasa de puesta de las reinas (GLM, quasi-Poisson errors: temperatura:  $F=102,9$ ,  $P<0,001$ ; número de reinas:  $F=92,92$ ,  $P<0,001$ ) (Fig.1). La máxima tasa de puesta se observó a 28°C y ésta disminuía por encima y por debajo de dicha temperatura (Fig.1). El patrón de variación observado en la tasa de puesta en función de la temperatura era el mismo para cualquier condición de número de reinas. Aún así, la temperatura límite superior e inferior de puesta variaba dependiendo del número de reinas en el nido. Mientras menos reinas había en el nido, más elevada era la temperatura que limitaba su puesta (Fig.1).

También se observó una marcada variación en la tasa individual de puesta de las reinas sujetas a las mismas condiciones experimentales (Fig.1).

El número total de huevos puestos por colonia varía dependiendo del número de reinas del nido ( $F_{3,27} = 3,153$ ;  $P<0,005$ ). Mientras más bajo



**Figura 2.** Número total de huevos producido por cada uno de los nidos experimentales durante el estudio entero bajo las condiciones de monoginia y poliginia estudiadas.

**Figure 2.** Total number of eggs laid by the queens of each experimental nest during the whole study under the monogynous and polygynous conditions tested.

es el número de reinas, más baja es la media del número total de huevos puestos por colonia (Fig. 2).

## DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran que la temperatura afecta al número de huevos puestos por las reinas de hormiga argentina. Como esperábamos y como KELLER ya observó en trabajos previos (1985, 1988a), la tasa de puesta está negativamente correlacionada con el número de reinas en la colonia. Además, el patrón de variación observado en la tasa de puesta en relación a la temperatura es muy similar en todos los casos de número de reinas estudiados. Por tanto, parece que la temperatura afecta a la puesta de huevos de las reinas indiferentemente del grado de poliginia del nido.

La temperatura más favorable para la puesta de huevos en las reinas de hormiga argentina observada en este estudio es de 28°C. La drástica disminución de la tasa de puesta a partir de dicha temperatura nos indica que las reinas están sujetas a estrés térmico debido a la elevada temperatura.

Dicho estrés es máximo a 32 o 34°C (dependiendo del grado de poliginia del nido) y acaba resultando en una ausencia total de puesta. El límite inferior de temperatura para la puesta de huevos en esta especie también varía dependiendo del número de reinas del nido. Bajo condiciones de monoginia y poliginia con dos reinas por nido, las reinas dejan de poner huevos a 10°C, mientras que en condiciones de poliginia con cuatro y ocho reinas por nido, la temperatura en la cual se limita la puesta de huevos es un poco más elevada: 14 y 18°C, respectivamente. Dichos resultados indican que, dependiendo del grado de poliginia presente en el nido, las reinas de hormiga argentina pueden seguir poniendo huevos por debajo de 17-18°C, que es la temperatura límite inferior de puesta hasta ahora indicada en la bibliografía (NEWELL & BARBER, 1913; BENOIS, 1973).

Una posible explicación para las diferencias observadas en las temperaturas límite superior e inferior de puesta es que la fecundidad de las reinas no sólo está influenciada por la temperatura, sino también por la cantidad de alimento que reciben según su atractividad hacia las obreras. Veinte años atrás, KELLER (1988b) observó que las reinas procedentes de sociedades monogínicas en la hormiga argentina atraían más a las obreras que las reinas de sociedades poligínicas y que, en consecuencia, las primeras recibían más alimento que las segundas, a pesar de tener el mismo ratio de obreras por reina. También observó que las diferencias en la cantidad de alimento ingerido causaban diferencias en la cantidad de huevos puestos (KELLER, 1988a,b), y por tanto, las reinas de sociedades monogínicas ponían más huevos que las reinas procedentes de sociedades poligínicas (KELLER, 1988a,b). Dicha diferencia en la atractividad de la reina hacia las obreras parece estar relacionada con una menor capacidad de reconocimiento de las reinas en las colonias poligínicas. KELLER *et al.* (1988) dedujeron que la mezcla de feromonas generada por las diferentes reinas en las colonias poligínicas causaba en las obreras una menor capacidad de reconocimiento de las reinas, y que dicho efecto acababa afectando a su coordinación y eficacia produciendo, en consecuencia, diferencias en las tasas de alimentación de las reinas, y por tanto, en su fecundidad. En el caso del presente estudio, las diferencias observadas en los límites superiores e inferiores de puesta dependiendo del número de reinas se podrían deber también a este fenómeno: mientras más reinas en el nido, más mezcla de feromonas y, en consecuencia, más baja la eficacia de las obreras en el cuidado de las reinas. Así pues, en los nidos con más grado de poliginia habría más diferencias en la cantidad de alimento recibido por las reinas, lo cual afectaría a su fecundidad y podría también afectar a los límites superior e inferior de puesta.



Parece evidente que incrementar el número de reinas de hormiga argentina en los nidos acaba ocasionando menores tasas de puesta por cápita y limita la capacidad de puesta de huevos de las reinas a un rango más estrecho de temperaturas. En ese sentido, el elevado número de reinas observado en nidos naturales de esta especie parece no tener sentido en términos de producción de huevos. Una posible explicación para esta aparentemente contradictoria situación es que, como se observa en el presente estudio, aunque la tasa de puesta por cápita de las reinas disminuye a medida que se aumenta el número de reinas, el número total de huevos producidos por la colonia entera es mayor mientras más cantidad de reinas se halle en el nido.

La marcada variación en la tasa de puesta entre las diferentes reinas sujetas a las mismas condiciones experimentales, parecen responder a diferencias genéticas o fisiológicas como sugiere KELLER (1988b) en un estudio previo. Dicha característica no es exclusiva de la hormiga argentina, puesto que también se ha detectado en reinas de *Wasmannia auropunctata* (ULLOA-CHACÓN, 2003). En esta especie de hormiga también se detectó la relación observada para la hormiga argentina entre la tasa de puesta por cápita de las reinas y el número de éstas en los nidos (ULLOA-CHACÓN, 2003), lo cual se relacionó también con la falta de coordinación y eficacia de las obreras a la hora de cuidar de las reinas, como sugirieron KELLER *et al.* (1988) en su trabajo para la hormiga argentina.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son esenciales no sólo para la mejora del conocimiento actual de la fisiología reproductiva de la hormiga argentina, sino también para poder aplicar en modelos de predicción en un intento de integrar las necesidades fisiológicas de temperatura que afectan a los límites geográficos de su distribución.

## AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos al Dr. Luc Passera por sus buenísimos consejos para diseñar los nidos artificiales usados en este estudio, el cual ha sido financiado gracias al Ministerio de Educación y Ciencia de España (CGL2004-05240-C02-02/BOS y MEC/FEDER2007-64080-C02-02/BOS).

## BIBLIOGRAFÍA

BENOIS, A., 1973. Incidence des facteurs écologiques sur le cycle annuel et l'activité saisonnière de la fourmi d'Argentine, *Iridomyrmex humilis* Mayr (Hymenoptera, Formicidae), dans la région d'Antibes. *Insectes Sociaux* 20: 267–295.

- BOND, W. & P. SLINGSBY, 1984. Collapse of an ant-plant mutualism: the Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) and myrmecochorous proteaceae. *Ecology*, 65: 1031-1037.
- GÓMEZ, C. & J. OLIVERAS, 2003. Can the Argentine ant (*Linepithema humile*, Mayr) replace native ants in myrmecochory? *Acta Oecologica*, 24: 47-53.
- GÓMEZ, C., P. PONS & J.M. BAS, 2003. Effects of the Argentine ant *Linepithema humile* on seed dispersal and seedling emergence of *Rhamnus alaternus*. *Ecography*, 26: 532-538.
- HOLWAY, D.A., 1998a. Factors governing rate of invasion. A natural experiment using Argentine ants. *Oecologia*, 115: 206-212.
- HOLWAY, D.A., 1998b. Effect of Argentine ant invasions on ground-dwelling arthropods in northern California riparian woodlands. *Oecologia*, 116: 252-258.
- HUMAN, K.G. & D.M. GORDON, 1997. Effects of Argentine ants on invertebrate biodiversity in northern California. *Conservation Biology*, 11: 1242-1248.
- KELLER, L., 1988a. Evolutionary implications of polygyny in the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Mayr)(Hymenoptera: Formicidae): an experimental study. *Animal Behaviour*, 36: 159-165.
- KELLER, L., 1988b. Pouvoir attractif des reines de la fourmi d'Argentine, *Iridomyrmex humilis* (Mayr). Rôle de la polygynie et du statut physiologique des reines. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 79: 92-103.
- KELLER, L. & D. CHERIX, 1985. Approche expérimentale de la polygynie chez la fourmi d'Argentine (Hymenoptera, Formicidae). *Actes des Colloques Insectes Sociaux*, 2: 263-279.
- KELLER, L. & L. PASSERA, 1990. Fecundity of ant queens in relation to their age and the mode of colony founding. *Insectes Sociaux*, 37 (2): 116-130.
- KELLER, L., D. CHERIX & P. ULLOA-CHACÓN, 1989. Description of a new artificial diet for rearing ant colonies as *Iridomyrmex humilis*, *Monomorium pharaonis* and *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera, Formicidae). *Insectes Sociaux*, 36 (4): 348-352.
- MARKIN, G.P., 1970. Foraging behavior of the Argentine ant in a California citrus grove. *Journal of Economic Entomology*, 63: 740-744.
- NEWELL, W., 1909. The life history of the Argentine ant *Iridomyrmex humilis* Mayr. *Journal of Economic Entomology*, 2: 174-193.
- NEWELL, W. & T.C. BARBER, 1913. The Argentine ant. USDA. Bureau of Entomology Bulletin, 122.
- PASSERA, L., 1994. Characteristics of tramp species. In: Williams, D.F. (Ed.), *Exotic Ants: Biology, Impact and Control of Introduced Species*. Westview Press, Boulder, CO, pp. 23-43.
- PASSERA, L., L. KELLER & J.P. SUZZONI, 1988. Control of brood male production in the Argentine ant *Iridomyrmex humilis* (Mayr). *Insectes Sociaux*, 35 (1): 19-33.
- PORTER, S.D., 1988. Impact of temperature on colony growth and developmental rates of the ant, *Solenopsis invicta*. *Journal of Insect Physiology*, 34 (12): 1127-1133.
- ROURA-PASCUAL, N., A.V. SUAREZ, C. GÓMEZ, P. PONS, Y. TOUYAMA, A.L. WILD & A.T. PETERSON, 2004. Geographical potential of Argentine ants (*Linepithema humile* Mayr) in the face of global climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271: 2527-2534.
- SUAREZ, A.V., J.Q. RICHMOND & T.J. CASE, 2000. Prey selection in horned lizards following the invasion of Argentine ants in Southern California. *Ecological Applications* 10(3): 711-725
- SUAREZ, A.V., D.A. HOLWAY & T.J. CASE, 2001. Patterns of spread in biological invasions *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 33 (3-4): 287-297, 2010 (2009)

- dominated by long-distance jump dispersal: insights from Argentine ants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 98: 1095-1100.
- ULLOA-CHACÓN, P., 2003. Biología reproductiva de *Wasmannia auropunctata* (R.)(Hymenoptera: Formicidae). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 27: (104), 441-447.
- WILD, A.L., 2004. Taxonomy and distribution of the Argentine ant, *Linepithema humile* (Hymenoptera:Formicidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 97: 1204-1215.
- WILLIAMS, D.F., 1990. Oviposition and growth of the fire ant *Solenopsis invicta*. In: Vander Meer, R.K., Jaffe', K., Cedeno, A. (Eds.), *Applied Myrmecology. A World Perspective*. Westview Press, Boulder, CO, pp.150-157.

