

**EFECTO DE LA PÉRDIDA DE REINAS Y OBRERAS
EN LA POSTURA Y CRÍA DE LARVAS EN COLONIAS DE LABORATORIO
DE LA HORMIGA LOCA *Paratrechina fulva* (Mayr) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)**

Ángela María Arcila Cardona

Candidata a Doctorado en Ciencias-Biología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia; correo electrónico: angearci@univalle.edu.co

RESUMEN

Se ensayaron diferentes niveles de pérdida de reinas y obreras en colonias poliginas (tres reinas) de la hormiga loca *Paratrechina fulva* y se midió su efecto en la producción de huevos y levantamiento de la cría. Semanalmente se anotó el número de huevos y pupas en cada colonia, durante un período de 10 semanas antes y 10 después del tratamiento. Se sometieron a prueba varios porcentajes de pérdida de obreras (25, 50 y 75%) y los promedios obtenidos fueron comparados con el promedio para un grupo de colonias control. Para todos los niveles de pérdida de obreras, la tasa pupa/huevos volvió a su condición previa dentro de 3 a 5 semanas después del tratamiento y dependiendo del nivel de pérdida de obreras se observaron diferentes respuestas demográficas. Se sometieron a prueba también dos niveles de pérdida de reinas (1 o 2 reinas removidas) y la tasa pupas/huevos permaneció casi sin cambios. Las colonias superaron fácilmente la pérdida de una o dos reinas incrementando la oviposición individual de las reinas que quedaban, la cual fue doblada en algunos casos; esto fue acompañado de un aumento en el peso promedio de las reinas después del tratamiento. La plasticidad biológica demostrada por esta especie representa un desafío para programas eficientes de control y manejo.

Palabras Clave: Hormiga introducida, Colombia, crecimiento de colonias, tasa pupas/huevos, peso de reinas

ABSTRACT

Different levels of queens and workers loss were applied to polygynous colonies (three queens) of crazy ant *P. fulva* and its effect on egg laying and brood rearing was measured. The number of eggs and pupae were recorded weekly for a period of 10 weeks before treatment and 10 weeks after. For queen loss tests, queens were also weighed weekly. Various percentages of workers loss were tested (25, 50 and 75%) and compared to a set of control colonies. For all the levels of workers loss pupae/eggs ratio returned to its previous condition within 3 to 5 weeks after treatment and depending on the level of workers loss different demographic responses were observed. Also two levels of queen losses were tested and pupae/eggs ratio remained almost without changes. Colonies easily overcame losing one or two queens increasing the individual oviposition output of the remaining queens that was even doubled; this was accompanied by a raise in the average weight of queens after treatment. The biological plasticity shown by this ant species poses a challenge for efficient management programs.

Key Words: Invasive ant, Colombia, Colony growth, pupae/eggs ratio, queens weight

INTRODUCCIÓN

La "hormiga loca" *Paratrechina fulva* fue introducida a Colombia hace casi 30 años. Originaria del Brasil llegó a la zona central del país, entre 1969-1970, para el control de hormiga arriera y serpientes (Zenner-Polanía 1990a, Arcila & Quintero 2005). Desde esa época esta hormiga ha venido afectando desde pequeños animales hasta ecosistemas enteros (Zenner-Polanía & Martínez 1992; Zenner-Polanía 1994; Aldana et al. 1995), ha ocasionado daños en el ámbito agrícola y ganadero por su asociación con

homópteros chupadores y ataques a animales domésticos (Zenner-Polanía & Ruíz 1985; Posso 1990; Zenner-Polanía 1990b).

En los agroecosistemas el problema principal radica en la relación simbiótica hormiga-homópteros. Sólo en Cundinamarca se registran 28 especies de homópteros asociados con *P. fulva* (Zenner-Polanía & Ruíz 1985). Se les ha encontrado afectando árboles frutales, café, plátano, yuca, cacao, pastos y caña de azúcar, entre otros. Las hormigas defienden a sus simbiontes de depredadores y, a veces, construyen

sobre sus colonias coberturas protectoras. Se les atribuye también responsabilidad en la dispersión de los homópteros plaga, ya que los transportan desde plantas infestadas a plantas sanas (Zenner-Polanía & Ruíz 1985).

Relativamente existen pocos estudios sobre la biología de esta hormiga. Por ejemplo, se sabe que es una especie poligina y unicolonial (Zenner-Polanía 1990a) y, recientemente, se han estudiado el desarrollo inmaduro de las obreras y reinas (Arcila et al. 2002a) y algunos factores que determinan la producción de reinas y su fecundidad en las colonias (Arcila et al. 2002b). También se ha determinado que las obreras tienen la capacidad de ovipositar huevos no fertilizados (dando origen a machos), que no se ha observado presentan vuelo nupcial y que, en condiciones de laboratorio, la cópula ocurre dentro del nido. Además que, por su forma de dispersión en los campos de caña de azúcar, es probable que la formación de nuevas colonias ocurra por sociotomía (Arcila, A.M., P. Chacón y L.A. Gómez, resultados no publicados).

Debido a su sociabilidad el control de esta hormiga plaga es especialmente difícil, más aún cuando se trata de una especie introducida, liberada en principio de sus controles naturales. El control químico clásico empleado en otros insectos plaga no ha demostrado ser eficiente en las hormigas, ya que los insecticidas asperjados matan solo una fracción de los miembros no reproductores de la colonia. Teniendo en cuenta esto, su control no se limita al uso de insecticidas asperjados que solo afectan las obreras forrajeras, sino que incorpora también el uso de cebos que contienen tóxicos de acción retardada, los cuales son llevados a la colonia afectando también las reinas y obreras no forrajeras (Banks 1990, Forschler & Evans 1994, Jones et al. 1998, Chacón de Ulloa et al. 2000).

A pesar de que lo anterior es cierto y que además existe evidencia que apunta a que las obreras sobrevivientes son capaces de compensar la disminución de la fuerza de trabajo (Pendrel & Plowright 1981 citado por Brian 1983, Wilson 1983, Johnson & Wilson 1985), el uso de insecticidas de contacto no se descarta y algunos autores lo recomiendan antes y/o después del uso de cebos, especialmente cuando las infestaciones son grandes (Zenner-Polanía 1990b) o cuando se busca la erradicación en un área pequeña (Jones et al. 1998).

En casos de altas infestaciones de hormigas, se espera que el uso previo de insecticidas de contacto contribuya a que los cebos tengan una mayor eficacia al actuar sobre colonias “debilitadas” (por la disminución del número de obreras). De manera análoga, la gran fortaleza de los cebos tóxicos es que logran llegar hasta la cría y especialmente a las reinas (Chacón de Ulloa et al. 2000).

A pesar de esto, no se conoce en detalle cómo la pérdida de obreras o reinas afecta el funcionamiento de las colonias, especialmente la tasa de oviposición de las reinas y el levantamiento de la cría (Cherrett 1990). De allí la gran importancia de estudios como el presente que busca evaluar dicho aspecto de la historia de vida de la hormiga loca *P. fulva*, con el objetivo de contribuir a mejorar los métodos de control empleados.

METODOLOGIA

Colecta y mantenimiento de las hormigas

Las hormigas fueron colectadas durante marzo de 1999 en la hacienda San Camilo (Candelaria-Valle del Cauca) en un cultivo de caña de azúcar. Los nidos fueron hallados bajo material vegetal en descomposición o bajo tierra. El material colectado fue llevado al laboratorio donde las hormigas se separaron de la tierra y la hojarasca por inundación.

Cada colonia experimental de *P. fulva* fue conformada por tres reinas, cuyo peso osciló entre 2.5 y 3.0 mg., y 9 ml de obreras (aproximadamente 2700 individuos). Las hormigas fueron mantenidas en cajas plásticas (33x26x10cm), a 27°C y 80% de humedad relativa. Las paredes internas de las cajas fueron cubiertas con Fluon® (Politetrafluoroetileno, ICI Fluoropolymers INC, Exton, P.A: 19341) para evitar que las hormigas escaparan. Dentro de las cajas se ubicaron nidos artificiales hechos de yeso como los descritos por Passera et al. (1988). A las colonias se les ofreció agua pura, solución aguamiel 50%, atún y trozos de larvas y adultos de *Diatraea saccharalis*.

Diseño experimental

Unidad experimental

La unidad experimental, escogida teniendo en cuenta estudios previos realizados con la misma especie (Tróchez 1996; Arcila et al. 2002a), fue de 3ml de obreras (aproximadamente 900 individuos)

por reina. Si bien esta es una especie que presenta gran cantidad de reinas por colonia, han habido reportes de hasta 50 reinas en un solo nido (Zenner-Polania 1990a). Para propósitos prácticos, tanto de colecta en el campo como de manejo en el laboratorio, es deseable trabajar con un número pequeño de reinas. En un estudio previo Arcila y coautores (2002a), al comparar diferentes aspectos demográficos de colonias monoginas, triginas y hexaginas de *P. fulva*, demostraron que aunque las colonias poliginas eran más estables, las triginas y hexaginas presentaban desempeños similares. Teniendo en cuenta lo anterior, para este estudio se emplearon solo colonias triginas con un volumen de 3ml de obreras por reina.

Número de repeticiones

Se escogieron tres repeticiones por tratamiento. Los criterios que más influyeron en esta decisión fueron logísticos debido al tipo de unidad experimental empleada (colonias de hormigas), la dificultad para conseguir todas las hormigas necesarias para cada colonia y el número de colonias que se podían tener en laboratorio. Además, por razones de bioseguridad, tratándose de una especie plaga, altamente invasiva, no era recomendable tener gran cantidad de hormigas en el laboratorio.

Diseño experimental

En principio se buscó que las unidades experimentales empleadas, al igual que las condiciones en las cuales se realizaron los experimentos, tanto tipo de alimentación proporcionada como temperatura y humedad relativa, fuesen lo más homogéneas posible. Se empleó un diseño completamente aleatorio para ambos experimentos, pérdida de obreras y pérdida de reinas. En cada caso las unidades experimentales empleadas fueron las colonias triginas ya descritas con tres réplicas por tratamiento, que serán descritos para cada experimento. Las variables respuesta fueron número de huevos y número de pupas para ambos casos y peso de las reinas y número de huevos por reina, solo para el tratamiento de remoción de reinas. Estas variables fueron escogidas por considerar que reflejan apropiadamente tanto el estado de las reinas (oviposición) como la capacidad de las obreras para el cuidado de la cría. Además, en ambos experimentos se buscó comparar el promedio de huevos y pupas entre tratamientos en las semanas 1, 5 y 10 por separado, esto con el fin de examinar si se

presentaba algún cambio en los resultados obtenidos en el principio, la mitad y al final del periodo de observación.

Pérdida de obreras

Se emplearon 12 colonias en total. Estas unidades experimentales fueron mantenidas por un periodo de 10 semanas previas al tratamiento, tiempo en el cual se estabiliza la producción de cría (huevos y pupas) (Arcila et al. 2002a). Al final de la décima semana se aplicaron diferentes niveles de pérdida de obreras, es decir, se retiraron una cantidad de obreras correspondiente al 25, 50 ó 75% del volumen inicial de obreras dentro de cada colonia. Un cuarto tratamiento fue aplicado donde no se retiraban obreras, el cual fue denominado testigo. Los cuatro tratamientos fueron asignados aleatoriamente a las 12 unidades experimentales. Las colonias fueron mantenidas por otras 10 semanas después del tratamiento y durante este periodo se hicieron observaciones semanales del número de huevos y pupas.

Pérdida de reinas

Se emplearon en total nueve colonias. Estas fueron mantenidas por un periodo de 10 semanas previo al tratamiento. Al finalizar la décima semana, 1 o 2 ó ninguna reina (testigo) fueron retiradas de las colonias. Los tres tratamientos fueron asignados aleatoriamente a las nueve unidades experimentales. Las colonias fueron mantenidas por otras 10 semanas después del tratamiento y durante este periodo se hicieron observaciones semanales del número de huevos, pupas y peso de las reinas.

Análisis estadístico

Se examinaron la normalidad y homogeneidad de varianzas de los datos por medio de las pruebas de Kolmogorov-Smirnoff y Bartlett, respectivamente. Para someter a prueba las hipótesis planteadas se realizaron análisis de varianza. En los casos en que se cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se realizaron análisis de varianza paramétricos de una sola vía, en caso contrario se realizaron análisis de varianza no paramétricos Kruskal-Wallis de una vía. Cuando fue pertinente se realizaron pruebas de comparación múltiple con el método de Dunnett (Zar 1996) para las medias de los tratamientos contra el testigo.

Solo en el caso de los datos del experimento de pérdida de reinas, específicamente para el número de huevos en la semana 10, número de pupas en la

semana 1 y peso de las reinas en la semana 5 se realizaron análisis de varianza de Kruskal-Wallis, todos los demás conjuntos de datos se ajustaron a los supuestos requeridos para aplicar un análisis de varianza paramétrico, los resultados ambos tipos de análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple de Dunnett se presentan en las Tablas 1 y 2, respectivamente, pero serán descritos en detalle para cada experimento a continuación.

RESULTADOS

Pérdida de obreras

Una semana después de retirar las obreras, tanto el número total de huevos como el de pupas mostraron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 1). Al comparar los tratamientos con el control, solo en aquellas colonias donde se retiró el 75% de las obreras presentaron diferencias significativas tanto en el número de huevos como de pupas (Tabla 2), mostrando un promedio menor (Figuras 1 y 2).

Tabla 1. Resultados de los análisis de varianza realizados para las variables estudiadas. Se evaluaron los datos obtenidos en las semanas 1,5 y 10 después del tratamiento. * Indica la existencia de diferencias significativas entre los valores promedio de cada variable para los tratamientos comparados.

Semanas después del tratamiento	Pérdida de reinas			Pérdida de obreras		
	No. de huevos	No. de pupas	Peso reinas (mg)	No. huevos por reina	No. de huevos	No. de pupas
Semana 1	$F_{2,6} = 0.8$ $p = 0.493$	Kruskal-Wallis = 0.356 $p = 0.837$	$F_{2,6} = 0.31$ $p = 0.744$	$F_{2,6} = 21.89$ $p = 0.002^*$	$F_{3,8} = 12.06$ $p = 0.002^*$	$F_{3,8} = 4.66$ $p = 0.036^*$
Semana 5	$F_{2,6} = 1.35$ $p = 0.329$	$F_{2,6} = 2.26$ $p = 0.185$	Kruskal-Wallis = 5.647 $p = 0.059$	$F_{2,6} = 3.77$ $p = 0.087$	$F_{3,8} = 5.40$ $p = 0.025^*$	$F_{3,8} = 2.80$ $p = 0.1$
Semana 10	Kruskal-Wallis = 2.249 $p = 0.371$	$F_{2,6} = 0.69$ $p = 0.536$	$F_{2,6} = 1.559$ $p = 0.285$	$F_{2,6} = 19.57$ $p = 0.002^*$	$F_{3,8} = 1.49$ $p = 0.29$	$F_{3,8} = 4.13$ $p = 0.048^*$

Tabla 2. Resultados de la prueba de comparación múltiple de Dunnett (control vs. tratamientos). ns, no significativo; s, significativo; k, número de medias comparadas. * grados de libertad error = 8, $K=4$, $\alpha=0.05$ dos colas. ** grados de libertad de la diferencia = 6, $K=2$, $\alpha=0.05$ dos colas.

Semanas después del tratamiento	Pérdida de obreras						Pérdida de reinas					
	No. de huevos			No. de pupas			No. de huevos por reina			No. de huevos por reina		
	Comparación	Valor crítico (q)*	q calculado	Resultado	Comparación	Valor crítico (q)*	q calculado	Resultado	Comparación	Valor crítico diferencia (q)**	q calculado	Resultado
Semana 1	Control vs. 25%		1.17	ns	Control vs. 25%		0.64	ns	Control vs. Pérdida 1 reina		1.52	ns
	Control vs. 50%	2.88	1.56	ns	Control vs. 50%	2.88	2.56	ns	Control vs. Pérdida 2 reinas	2.86	6.34	s
	Control vs. 75%		3.82	s	Control vs. 75%		3.21	s				
Semana 5	Control vs. 25%		3.46	s					No se realizó			
	Control vs. 50%		2.70	ns	No se realizó				No se realizó			
	Control vs. 75%	2.88	3.46	s								
Semana 10	No se realizó				Control vs. 25%		2.11	ns	Control vs. Pérdida 1 reina		0.16	ns
					Control vs. 50%	2.88	1.06	ns	Control vs. Pérdida 2 reinas	2.86	5.50	s
					Control vs. 75%		1.49	ns				

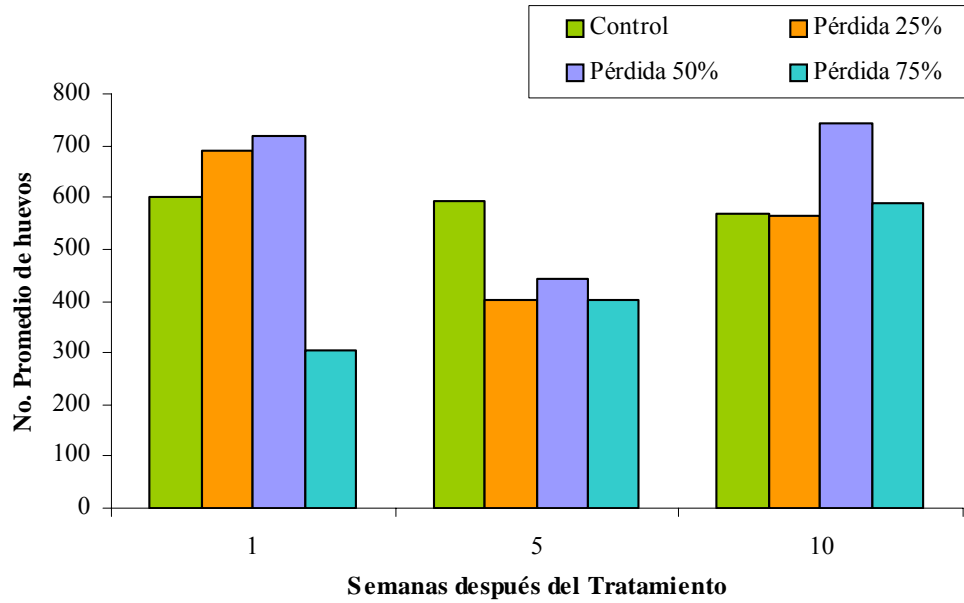


Figura 1. Variación en el tiempo de la producción promedio de huevos en colonias experimentales de *P. fulva* después del tratamiento de pérdida de obreras.

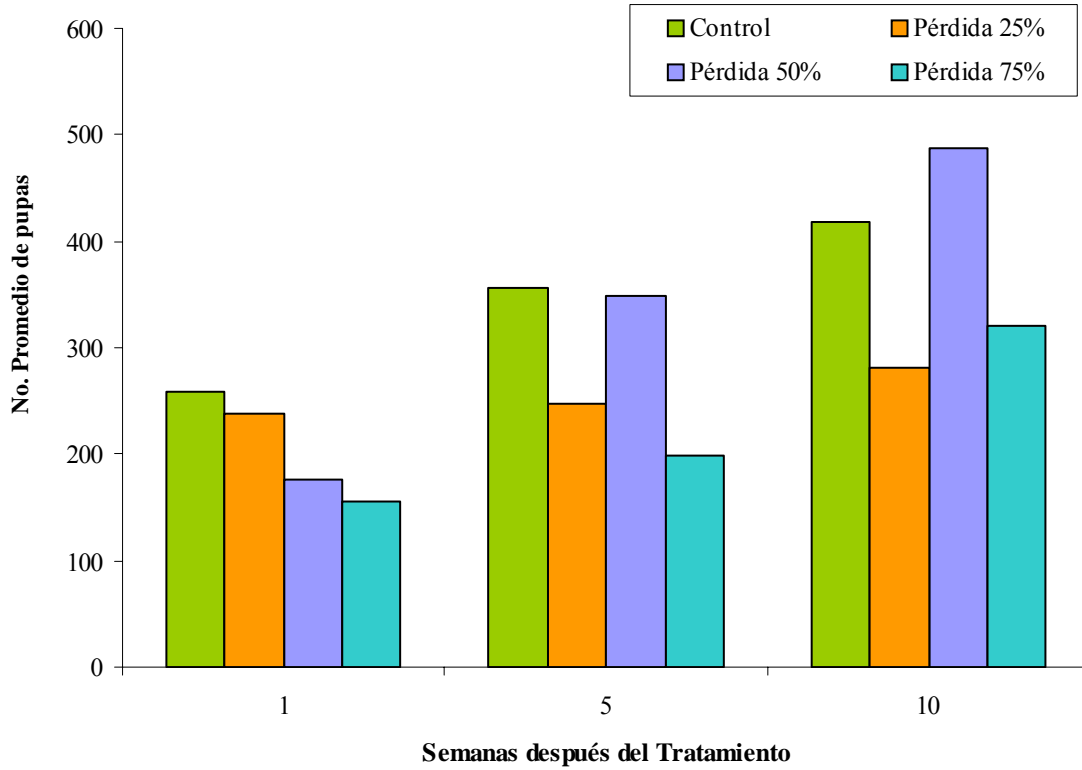


Figura 2. Variación en el tiempo de la producción promedio de pupas en colonias experimentales de *P. fulva* después del tratamiento de pérdida de obreras

En la quinta semana ya no se observaron diferencias significativas en el número de pupas, pero si en el número total de huevos entre los tratamientos (Tabla 1). Al comparar el número promedio de huevos en las colonias experimentales con las control, solo las colonias con pérdidas del 25% y 75% de las obreras presentaron diferencias significativas (Tabla 2), mostrando un promedio menor (Figura 1).

Finalmente, en la décima semana no se observaron diferencias significativas en el número total de huevos entre los tratamientos, pero si en el número de pupas (Tabla 1), aunque el análisis posterior (prueba de Dunnett) no reveló diferencias significativas entre los tratamientos y el control (Tabla 2).

Pérdida de reinas

En las Figuras 3 y 4 se puede observar la variación en el tiempo del promedio de huevos y pupas después de retirar las reinas. Si bien hay una disminución en la postura total y en el número de pupas con respecto al control; no se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos para ninguna de las dos variables en las semanas evaluadas (1.5 y 10) (Tabla 1). El peso promedio de la reinas aumentó, especialmente cuando quedaba una sola reina en la colonia (Figura 5), pero la gran variabilidad en los datos no permitió detectar diferencias, solo en la semana 5 el resultado fue casi significativo ($p=0.059$, Tabla 1). Este aumento de peso estuvo acompañado por un aumento en la oviposición por reina, mostrando diferencias significativas en las semanas 1 y 10 después del tratamiento, específicamente entre el control y las colonias monoginas (1 reina) (Tabla 2).

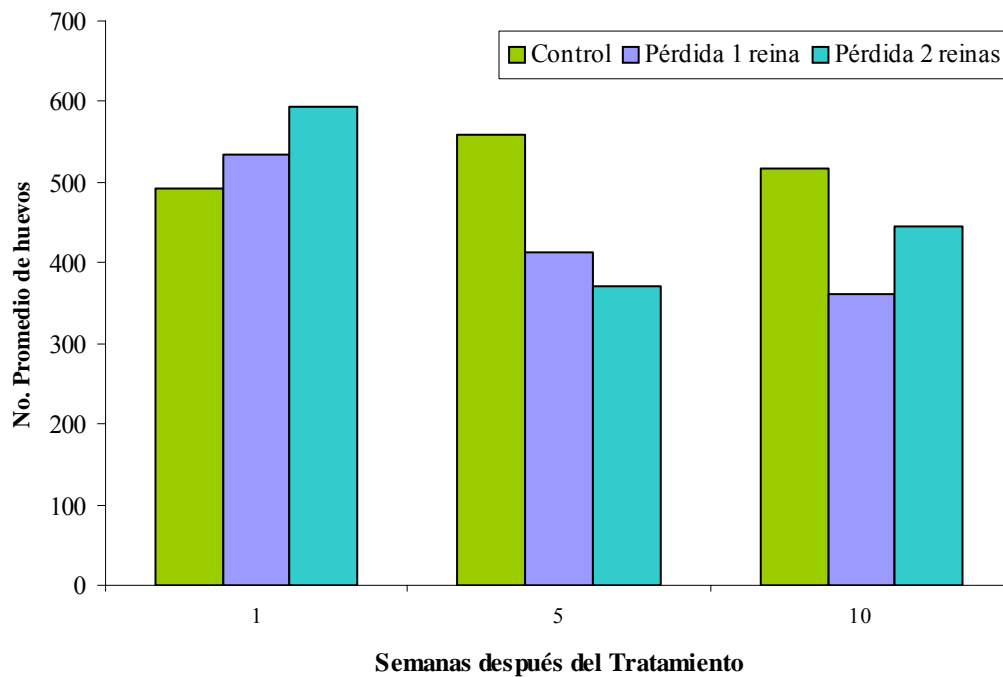


Figura 3. Variación en el tiempo de la producción promedio de huevos en colonias experimentales de *P. fulva* después del tratamiento de pérdida de reinas.

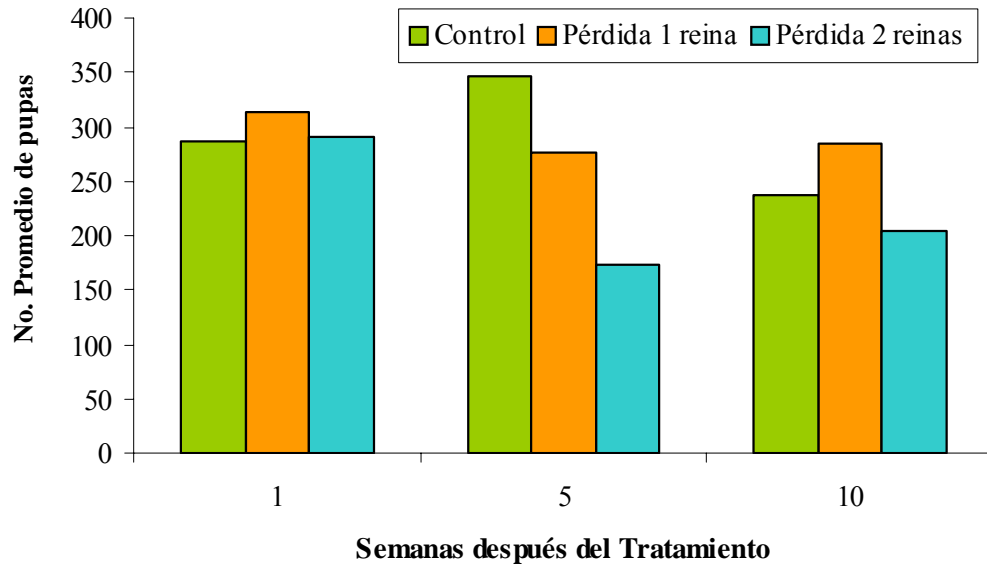


Figura 4. Variación en el tiempo de la producción promedio de pupas en colonias experimentales de *P. fulva* después del tratamiento de pérdida de reinas

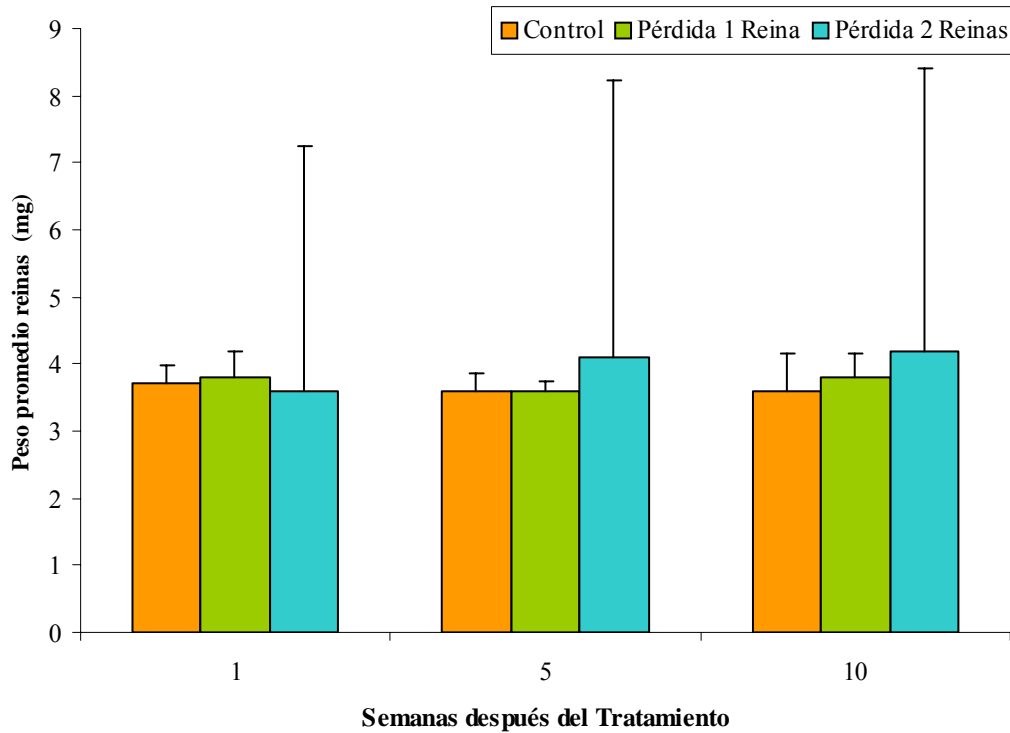


Figura 5. Peso individual promedio de las reinas remanentes en colonias experimentales de *P. fulva* después del tratamiento de pérdida de reinas. Las barras de error corresponden a una desviación estándar.

DISCUSIÓN

La redundancia de partes y tareas es una característica común de procesos industriales y piezas de ingeniería que cumplen funciones que no pueden soportar fallos, por ejemplo los sistemas de apoyo vital de las naves espaciales. Esta redundancia hace posible que a pesar de la falta de una de las partes de un proceso o una de las piezas de una máquina, éstos puedan seguir funcionando.

De modo análogo a las partes de una nave espacial, el grupo de obreras dentro de una colonia y el grupo de reinas en una sociedad poligina muestran redundancia tanto de integrantes como de funciones (cada obrera y reina están en capacidad de cumplir más tareas de las que realizan durante sus vidas). Estas características le dan a las sociedades de hormigas la capacidad para soportar aún reducciones drásticas en su fuerza de trabajo (Wilson 1983, Brian 1983) y en su casta reproductora. Dentro de las obreras cada hormiga se involucra en varias funciones, en vez de una sola actividad especializada (Bourke & Franks 1995), mientras que las sociedades poliginas sacrifican un mayor grado de parentesco y una mayor producción de huevos por reina, por colonias donde la presencia de varias reinas asegura la continuidad en el tiempo de la misma sociedad y el acaparamiento de recursos (Holldobler & Wilson 1990, Passera 1994).

En el caso particular de *P. fulva*, parece que sólo una reducción drástica (75%) del número de obreras de una colonia afecta negativamente la postura y el levante de la cría, especialmente la primera. En condiciones de laboratorio se observó que ya en la quinta semana la cantidad de pupas no difiere significativamente del control, aunque si el número total de huevos. En la semana 10 no se hallaron diferencias significativas para ninguna de las dos variables entre las colonias experimentales y las colonias control.

El uso de insecticidas asperjados puede abrir una brecha para lograr un mejor control con otros métodos como los cebos tóxicos, pero deben ser productos muy efectivos, pues como podemos concluir de los resultados hallados solo una reducción considerable del número de obreras en una colonia afecta su funcionamiento, además el tiempo transcurrido entre la aplicación de uno y

otro método debe ser corto porque la capacidad de recuperación de esta especie es muy alta.

Las reinas de *P. fulva* son un buen ejemplo de la naturaleza adaptable de estas hormigas cuando se enfrentan a situaciones difíciles, aún las reinas individuales son capaces de compensar la tasa de oviposición de tres reinas.

El hecho de no hallar diferencias significativas entre los tratamientos, para el número total de huevos y de pupas observados, en ninguno de los tiempos de evaluación, apoya la afirmación anterior. La pérdida de una reina no afectó la producción de huevos ni de pupas y la pérdida de dos reinas también fue sorprendentemente compensada por la reina que quedaba (Figuras 3 y 4).

La tasa de oviposición individual de las reinas en colonias donde solo quedó una reina cambió de un valor promedio de 202.6 +/- 64.1 huevos/reina, antes del tratamiento, a 440.4 +/- 77.6 huevos/reina después del mismo, doblando la producción individual de huevos. En las colonias donde quedaron dos reinas hubo solo un pequeño incremento de la oviposición individual, de un valor promedio de 190 +/- 57.9 huevos/reina, antes del tratamiento a 223.8 +/- 45.5 huevos/reina después del mismo.

Debido a la naturaleza heterogénea de las unidades experimentales hubiera sido deseable emplear una mayor cantidad de réplicas. A pesar de que se estandarizaron el número de reinas, el peso de las mismas y el volumen de obreras por colonia, existen diferencias inherentes a los individuos (tanto obreras como reinas) que hacen que la respuesta entre réplicas pueda ser muy variable. Lo anterior limita el alcance de los resultados presentados, sin embargo hablan de una especie con una capacidad de recuperación muy grande, lo cual es un reto adicional al ser una especie introducida, poliginica, unicolonial y con alta movilidad. La erradicación de esta hormiga en áreas grandes infestadas no ha sido posible (Arcila & Quintero 2005) y de acuerdo a las características de su historia de vida, parece que no lo será. La alternativa es un buen plan de manejo que sea constante e involucre tantas estrategias como sea posible en el corto y mediano plazo.

LITERATURA CITADA

- Aldana, R.C., M.L. Baena & P. Chacón- Ulloa. 1995. Introducción de la hormiga loca (*Paratrechina fulva*) a la Reserva Natural Laguna de Sonso (Valle del Cauca-Colombia). Boletín Museo de Entomología Universidad del Valle, 3(1): 15-28.
- Arcila, A.M., L.A. Gómez & P. Ulloa-Chacón. 2002a. Immature development and colony growth of crazy ant *Paratrechina fulva* under laboratory conditions (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology, 39(2): 307-321.
- Arcila, A.M., P. Ulloa-Chacón & L.A. Gómez. 2002b. Factors that influence individual fecundity of queens and queen production in crazy ant *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology, 39(2): 323-334.
- Arcila, A.M. & Quintero, M.P. 2005. Historia de la introducción, dispersión e impacto de la hormiga loca (*Paratrechina fulva*) en Colombia. Pp. 59-66. Memorias V Coloquio de Insectos Sociales IUSSI- Sección Bolivariana. Universidad del Valle, Cali.
- Banks, W.A. 1990. Chemical control of the imported fire ants. Pp: 596-603, en Applied Myrmecology. A World Perspective (R.K. Vander Meer, K. Jaffe & A. Cedeno, eds.). Westview Press. EEUU.
- Bourke, A. F.G. & N. R. Franks. 1995. Social Evolution in Ants. Princeton Academic Press. Chichester.
- Brian, M.V. 1983. Social Insects: Ecology and Behavioural Biology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Chacón de Ulloa, P., J. Bustos, R.C. Aldana & M.L. Baena. 2000. Control de la hormiga loca *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae), con cebos tóxicos en la Reserva Natural Laguna de Sonso (Valle, Colombia). Revista Colombiana de Entomología, 26 (3-4): 151-156.
- Cherrett, J.M. 1990. Control: Overview. Pp. 590-595, en Applied Myrmecology. A World Perspective (R.K. Vander Meer, K. Jaffe & A. Cedeno, eds.). Westview Press. EEUU.
- Forschler, B.T. y G.M. Evans. 1994. Argentine ant (Hymenoptera : Formicidae) foraging activity response to selected containerized baits. Journal of Entomological Science, 29 (2): 209-214.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. The Ants. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Johnston, A.B. & E.O. Wilson. 1985. Correlations of variation in the major/minor ratio of the ant, *Pheidole dentata* (Hymenoptera: Formicidae). Annals of the Entomological Society of America, 78:8-11.
- Jones, D.B., L.C. Thompson & K.W. Davis. 1998. Use of fenoxycarb followed by acephate for spot eradication of imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae). Journal of the Kansas Entomological Society, 70 (3): 169-174.
- Passera, L., L. Keller & J.P. Suzzoni. 1988. Control of brood male production in the argentine ant *Iridomyrmex humilis* (Mayr). Insectes Sociaux, 35: 19-33.
- Passera, L. 1994. Characteristics of tramp species. Pp 23-43, en Exotic Ants Biology, Impact and Control of Introduced Species (D.F. Williams, ed.). Westview Press. EEUU.
- Posso, P.S. 1990. La Hormiga Loca (*Nylanderia fulva*) (Mayr). Agroobjetivos, 4: 6-7
- Tróchez, E. 1996. Efecto de algunos insecticidas sobre colonias de hormigas de *Paratrechina fulva* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae) en condiciones de laboratorio. Trabajo de grado. Departamento de Biología. Universidad del Valle. Cali-Colombia.
- Wilson, E.O. 1983. Caste and division of labor in leaf-cutter ants (Hymenoptera: Formicidae: *Atta*), III: Ergonomic resiliency in foraging by *A. cephalotes*. Behavioral Ecology and Sociobiology, 14: 47-54.
- Zar, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. Third edition. Prentice Hall, Nueva Jersey. EEUU.
- Zenner-Polanía, I. 1990a. Biological aspects of the "Hormiga Loca" *Paratrechina (Nylanderia) fulva* (Mayr), in Colombia. Pp. 290-297, en Applied Myrmecology. A World Perspective (R.K. Vander Meer, K. Jaffe & A. Cedeno, eds.). Westview Press. EEUU.
- Zenner-Polanía, I. 1990b. Management of the "Hormiga Loca" *Paratrechina (Nylanderia) fulva* (Mayr), in Colombia. Pp. 701-707, en Applied Myrmecology. A World Perspective (R.K. Vander Meer, K. Jaffe & A. Cedeno, eds.). Westview Press. EEUU.
- Zenner-Polanía, I. 1994. Impact of *Paratrechina fulva* on other ant species. Pp. 121-132, en Exotic Ants Biology, Impact and Control of Introduced Species (D.F. Williams, ed.). Westview Press. EEUU.
- Zenner-Polanía, I. & O. Martínez. 1992. Impacto ecológico de la hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Mayr), en el Municipio de Cimitarra (Santander). Revista Colombiana de Entomología, 18(1):14-22.

Zenner-Polanía, I. & N. Ruíz. 1985. Hábitos alimenticios y relaciones simbióticas de la "hormiga loca" *Nylanderia fulva* con otros artrópodos. Revista Colombiana de Entomología, 11(1):3-10.