

Transporte de alimentos líquidos mediante objetos sólidos en *Messor barbarus* (Linnaeus, 1767), y reconsideración del denominado “comportamiento de uso de instrumentos” en las hormigas

[Liquid food transport by means of solid items in *Messor barbarus* (Linnaeus, 1767), with a reconsideration of the so called “tool use behavior” in ants]

José María Gómez Durán

C/ Corregidor Juan de Bobadilla 2, 8ºB. 28030, Madrid, España. “josemary@ya.com”

Resumen: Unas pocas especies de hormigas pertenecientes a tres géneros de la subfamilia Myrmicinae (*Aphaenogaster*, *Pogonomyrmex* y *Solenopsis*) cubren los alimentos líquidos o viscosos con diversos objetos sólidos que posteriormente extraen embebidos o impregnados para acarrearlos al nido. Describimos por vez primera este comportamiento en el género *Messor* Forel, 1890, y concluimos, del análisis de las fases y características del conjunto del proceso, que no debe considerarse como comportamiento de uso de instrumentos.

Palabras clave: *Messor barbarus*, transporte alimentos líquidos, comportamiento, instrumentos, *Aphaenogaster*, *Pogonomyrmex*, *Solenopsis*.

Abstract: A few ant species belonging to three genera of the subfamily Myrmicinae (*Aphaenogaster*, *Pogonomyrmex* and *Solenopsis*) cover the liquid or viscous foods with diverse solid items which they later extract imbibed or soaked for carrying them to the nest. We describe this behavior for the first time in the genus *Messor* Forel, 1890, and, through the analysis of the phases and features of the whole process, we conclude that it must not be regarded as tool use behavior.

Keywords: *Messor barbarus*, liquid food transport, behavior, tools, *Aphaenogaster*, *Pogonomyrmex*, *Solenopsis*.

Introducción

El comportamiento de transporte de alimentos líquidos, viscosos o blandos (miel, agua azucarada, gelatina, hemolinfa de insectos, etc.) mediante objetos sólidos en las hormigas, comprende dos fases principales: 1) la colocación sobre dichos alimentos, por parte de las obreras, de diversos objetos sólidos (granos de tierra, piedras, partículas vegetales, etc.); 2) la extracción posterior de esos objetos embebidos o impregnados del líquido y su acarreo al nido. Considerado como uso de instrumentos por la mayoría de los autores, se ha descrito únicamente en diez especies de hormigas pertenecientes a tres géneros de la subfamilia Myrmicinae: *Pogonomyrmex badius* (Morrill, 1972); *Aphaenogaster rudis*, *A. treatae*, *A. tennesseensis*, *A. fulva* (Fellers y Fellers, 1976); *A. famelica* (Tanaka y Ono,

1978); *A. albisetosa* (McDonald, 1984); *A. senilis*, *A. subterranea* (Agbogba, 1985) y *Solenopsis invicta* (Barber et al., 1989).

El indicio de que alguna especie de hormiga recolectora del género *Messor* podía practicar este comportamiento, nos lo ofreció la lectura del breve relato literario El platillo de miel (Zahonero, 1888) del escritor y periodista español José Zahonero Vivó (1853-1931). Zahonero, autor de novelas y cuentos inscritos en la corriente del Naturalismo, y aficionado a la entomología, narra en el mencionado relato un experimento consistente en colocar un platillo de miel junto a la entrada de un hormiguero. Así describía la especie observada:

“Hormiga negra y brillante, de cuerpecillo charolado, ancha cabeza y grandes y movibles antenas. [...] Por las trazas de aquella hormiga, por la disposición del hormiguero y hasta por el largo camino que desde éste



hasta inapreciable distancia se perdía bajo los altísimos tallos de trigo, los enormes cardos y las espesas y menudas masas de briznas de hierba, podía comprenderse que los habitantes de aquel hormiguero eran hormigas de los prados, de las llamadas agricultoras”.

Tras colocar el platillo de miel junto a la entrada del hormiguero, y constatar al principio un escaso interés hacia la miel por parte de las obreras, comenta Zahonero:

“[...] Pero pude admirar un hecho asombroso: bien pronto el platillo estaba cubierto de granitos de arcilla. ¿Para qué? ¿A que no lo adivináis? Pues para llevarse la miel al depósito del hormiguero; ellas no tienen vasijas, y formando una masa compacta de tierra y miel es fácil conservarla”.

El relato tenía verosimilitud, y la hormiga referida debía ser muy probablemente alguna especie del género *Messor*. Procedí entonces a realizar varios experimentos con *Messor barbarus*, confirmando plenamente para esta especie el transporte de alimentos líquidos mediante objetos sólidos.

Material y métodos

Las observaciones y experimentos se realizaron a mediados de mayo de 2011 en días soleados (20° C) y sin viento, desde las 19 h. hasta el anochecer, sobre tres colonias de *M. barbarus* situadas en una parcela de 100 m² de terreno arenoso, con vegetación escasa y dispersa de gramíneas, de un parque de Madrid Capital (Distrito de Moratalaz). Los días previos a las observaciones llovió copiosamente, y los tres nidos presentaban en su exterior grandes cúmulos de tierra recién extraída por las hormigas, además de algunas piedras. Esta tierra estaba formada por terrones de 1 a 5 mm de diámetro, compuestos a su vez de granos más pequeños compactados por las obreras durante el proceso de excavación de los nidos. Estos terrones fueron los objetos mayoritariamente recogidos por las hormigas para depositarlos sobre la miel. Los cebos consistían en cuadrados de cartulina blanca de 4x4 cm de superficie y 0,5 mm de grosor, sobre los que se ponía la miel. Se emplearon en total seis cartulinas, tres con 1 ml de miel (que formaba una gota con un diámetro aproximado de 2,5 cm), y otras tres con 0,5 ml de miel (que formaba una gota con un diámetro aproximado de 1,5 cm). Cinco de las cartulinas se colocaron a pocos centímetros de la entrada de los hormigueros, y una a

25 cm de distancia de la entrada, en medio de un sendero transitado por obreras para la recolección de grano. En dos casos se filmó el proceso completo de colocación, extracción y transporte de los objetos embadurnados de miel con la cámara digital Casio Exilim Pro EX-F1 y la lente Raynox DCR-250 Super Macro. Un video de 11:52 minutos, accesible en Youtube ([ver vídeo](#)), contiene las siguientes secuencias seleccionadas de dichas filmaciones: primeros contactos de las obreras con una gota de miel de 2,5 cm de diámetro (00:00-00:23); recogida y colocación de granos de tierra sobre la miel (00:24-05:24); extracción de los granos de tierra embadurnados de miel y su transporte al nido (05:25-11:52).

Resultados

Colonia nº 1. Se puso una cartulina con 1 ml de miel a 5 cm de la entrada del nido.

Algunas obreras se acercaban y lamían la miel brevemente, o mostraban rechazo, pero no hubo colocación de objetos durante los 90 minutos de observación. Tampoco se observó actividad de forrajeo en las inmediaciones ni formación de senderos hacia la vegetación cercana.

Colonia nº 2. Se pusieron cartulinas con miel dos días consecutivos.

El primer día se puso una cartulina con 0,5 ml de miel a 5 cm de la entrada del nido. Había actividad de forrajeo y un sendero establecido hacia la vegetación cercana. Algunas obreras se acercaban y lamían la miel brevemente, o mostraban rechazo al contactar con ella. Transcurridos aproximadamente 15 minutos, una sola obrera comenzó a depositar sobre la miel, uno tras otro, terrones de tierra que recogía en un radio de 5 cm alrededor de la cartulina. Colocó un total de 26 objetos durante 8 minutos de actividad ininterrumpida (Fig. 1).

Los objetos eran depositados, primero, en el borde de la gota, cubriendo el perímetro, y posteriormente en el interior. Después cesó la actividad de cubrimiento y transcurrieron unos 35 minutos con escasos acercamientos de obreras, hasta que dos de ellas comenzaron a extraer objetos embadurnados –5 objetos en total (19,2 %)— y los transportaron al nido (Fig. 2). La actividad de extracción continuaba cuando se suspendieron las observaciones al anochecer.

El segundo día se puso una cartulina con 1 ml de miel a 5 cm de la entrada del nido. No

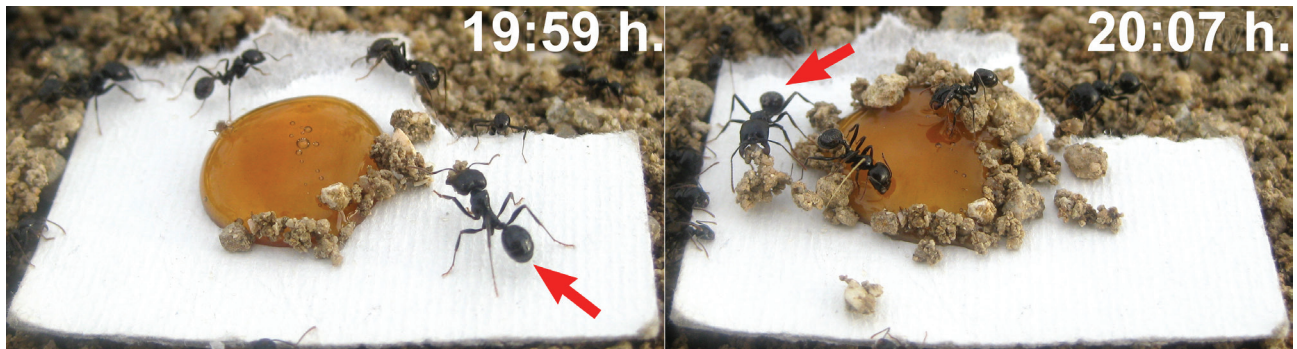


Figura 1. Colocación de objetos sobre una gota de miel de 1,5 cm de diámetro por *M. barbarus*. Una única obrera (flecha) depositó 26 objetos durante 8 minutos.

Figure 1. Laying of items by *M. barbarus* on a 1.5 cm diameter honey drop. A sole worker ant (arrow) deposited 26 items in 8 minutes.

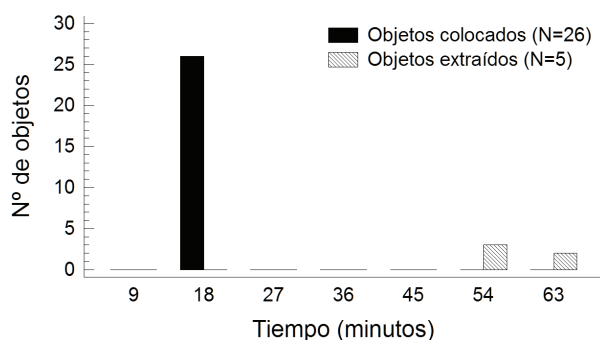


Figura 2. Número de objetos colocados y extraídos de una gota de miel de 1,5 cm de diámetro por *M. barbarus* durante el periodo de observación.

Figure 2. Number of items deposited on and extracted from a 1.5 cm diameter honey drop by *M. barbarus* during the observation period. (Black bars: dropped items; striped bars: extracted items).

había sendero establecido hacia la vegetación cercana, pero sí numerosas obreras a la entrada y sobre el cúmulo de tierra excavada. Durante los primeros 10 minutos se acercaron varias obreras que lameteaban e intentaban arrancar la miel con las mandíbulas, sin conseguirlo. Una de ellas comenzó a depositar terrones de tierra recogidos en un radio de unos 5 cm alrededor de la cartulina, y pronto se unió una segunda obrera a la misma actividad. A los 6 minutos se incorporó una tercera obrera, y más tarde una cuarta (Fig. 3).

En total, fueron cuatro obreras las únicas que, de manera ininterrumpida, depositaban objetos, aunque numerosas obreras se acercaban y contactaban brevemente con la miel. En los momentos más activos, durante los 20 primeros minutos de cubrimiento

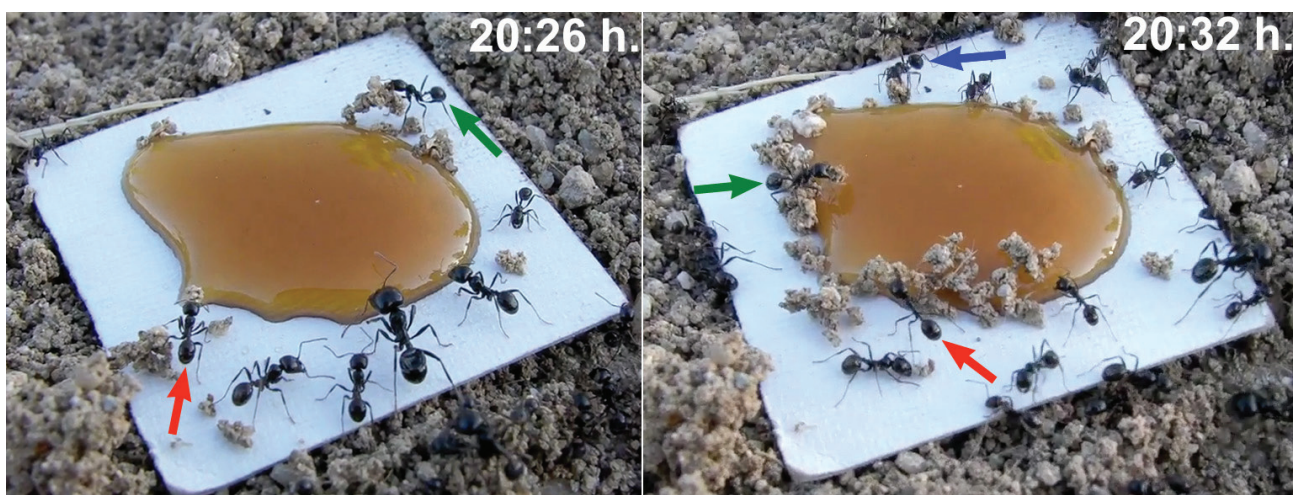


Figura 3. Colocación de objetos sobre una gota de miel de 2,5 cm de diámetro por *M. barbarus*. Esta actividad fue realizada únicamente por cuatro obreras que se incorporaron gradualmente durante el tiempo de observación. A la izquierda, las dos primeras obreras depositando objetos (flechas roja y verde); a la derecha, la tercera obrera incorporada más tarde (flecha azul).

Figure 3. Laying of items by *M. barbarus* on a honey drop. This activity was executed solely by four worker ants which gradually added during the observation period. On the left, the two first worker ants dropping items (red and green arrows); on the right, the third worker that added later (blue arrow).



de la miel, cada una de las cuatro obreras depositaba a una tasa de 4 objetos por minuto. Como en el experimento anterior, los objetos eran depositados primeramente en el borde de la gota, a lo largo de todo su perímetro, y después en el interior (Fig. 4).

Transcurridos esos 20 minutos de intensa actividad de cubrimiento, disminuyó gradualmente la colocación de objetos y

comenzó la extracción de los mismos (Fig. 5).

Finalmente, tras una fase de solapamiento de ambas actividades durante otros 20 minutos, cesó la actividad de cubrimiento de la miel y continuó la actividad extractora y de transporte al nido de objetos embadurnados (Figs. 6, 7 y 8), actividad que se mantuvo hasta que se suspendieron las observaciones al anochecer y se retiró la cartulina con miel.

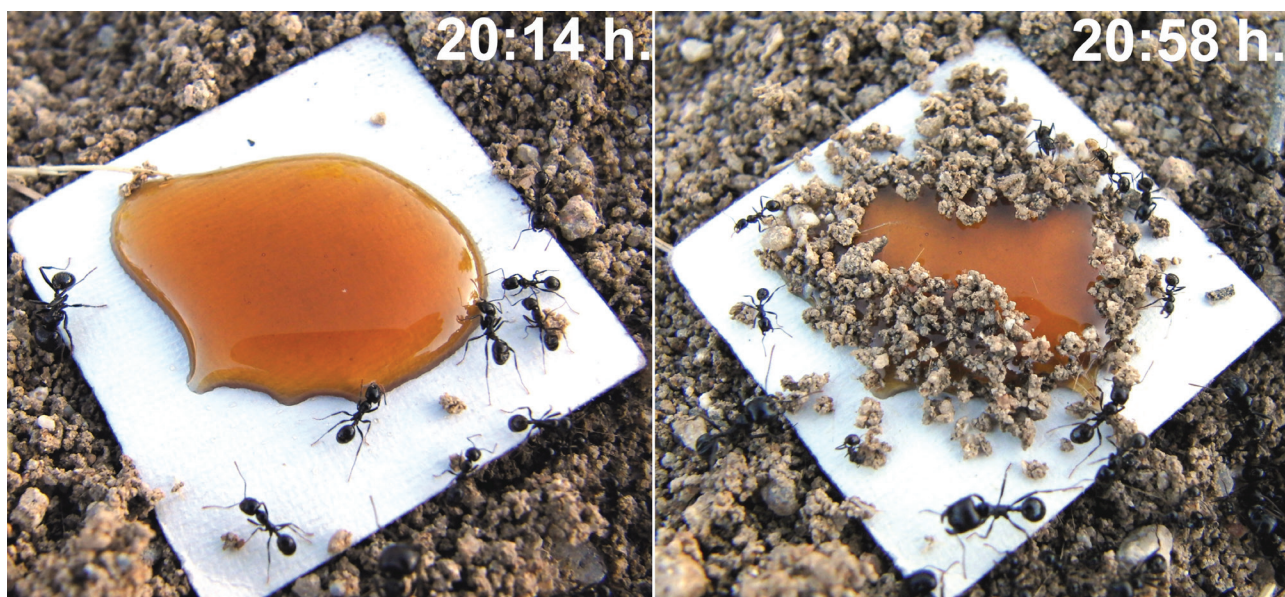


Figura 4. A la izquierda, una gota de miel de 2,5 cm de diámetro al inicio del experimento; a la derecha, 44 minutos después, la misma gota de miel cubierta con partículas de tierra por obreras de *M. barbarus*.

Figure 4. On the left, a 2.5 cm diameter honey drop at the beginning of the experiment; on the right, 44 minutes later, the same honey drop covered with soil particles by workers ants of *M. barbarus*.

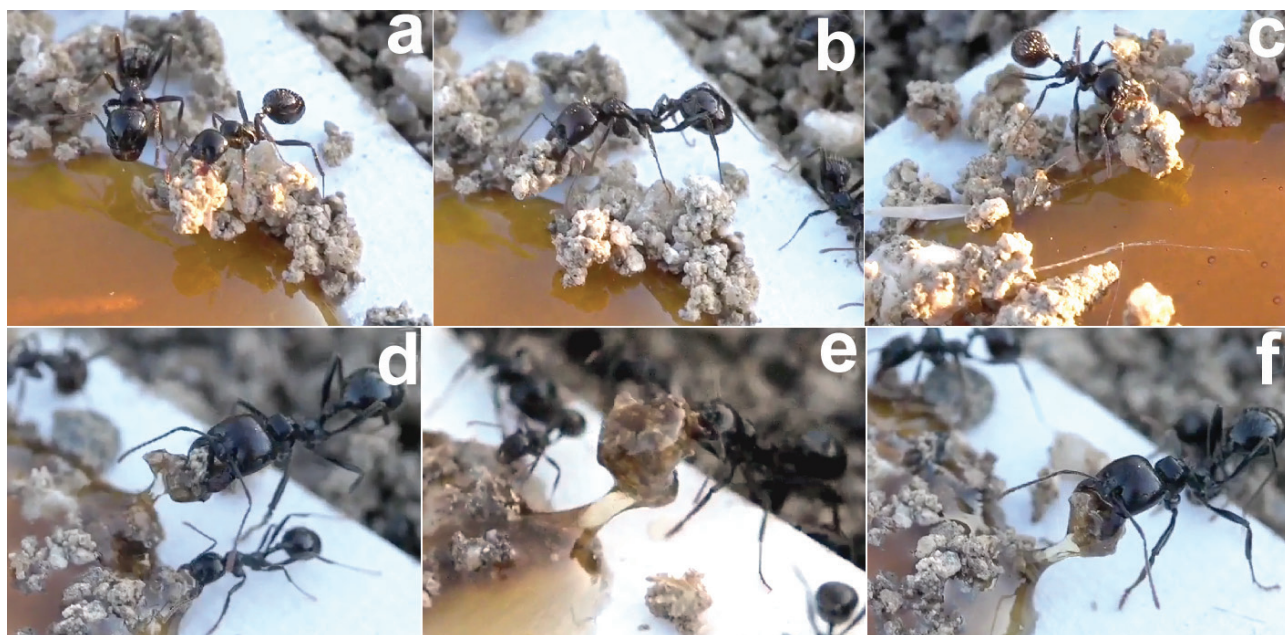


Figura 5. a), b) y c) Obreras de *M. barbarus* depositando granos de tierra sobre una gota de miel de 2,5 cm de diámetro; d), e) y f) obreras de *M. barbarus* extrayendo de la misma gota granos de tierra embadurnados de miel.

Figure 5. a), b) and c) Worker ants of *M. barbarus* depositing soil grains on a 2.5 cm diameter honey drop; d), e) and f) worker ants of *M. barbarus* extracting soil grains smeared with honey from the same drop.

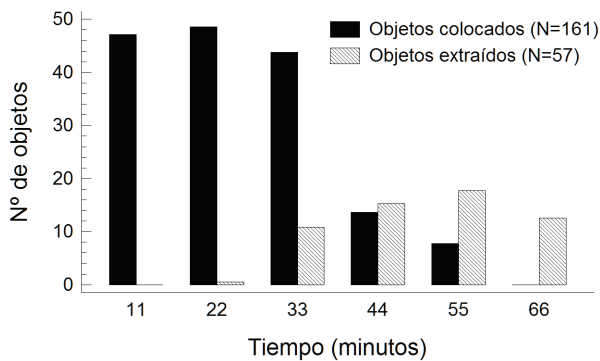


Figura 6. Número de objetos colocados y extraídos de una gota de miel de 2,5 cm de diámetro por *M. barbarus* durante el periodo de observación.
Figure 6. Number of items deposited on and extracted from a 2.5 cm diameter honey drop by *M. barbarus* during the observation period. (Black bars: dropped items; striped bars: extracted items)



Figura 7. Obrera de *M. barbarus* transportando al nido una piedra embadurnada de miel.
Figure 7. A worker ant of *M. barbarus* carrying a stone smeared with honey to the nest.



Figura 8. Dos obreras de *M. barbarus* entrando al nido con un grano de tierra impregnado de miel.
Figure 8. Two worker ants of *M. barbarus* entering the nest with a soil grain smeared with honey.

Se registraron un total de 161 objetos depositados sobre la miel y 57 objetos extraídos y transportados al nido (35,4 %). Mientras la actividad de cubrimiento fue llevada a cabo por un pequeño y constante grupo de cuatro obreras, la actividad posterior de extracción la realizó un grupo mayor y variable, pudiéndose observar con frecuencia grupos de 5 a 10 obreras retirando objetos de la gota de miel (Fig. 9).

Es interesante destacar la función de las patas de las obreras en el conjunto del comportamiento que estamos describiendo. Cuando las obreras van a recoger terrones de tierra o piedras para depositarlos en la miel, remueven el suelo mediante rápidos

movimientos de extensión y contracción de las patas delanteras, aislando y acercando el objeto que agarran con las mandíbulas. Cuando van a depositar el objeto sobre la miel, es frecuente observar cómo, en el preciso momento en que abren las mandíbulas para soltarlo, extienden las patas delanteras y lo empujan hacia delante (Fig. 10 y 14). Finalmente, las patas delanteras son utilizadas a veces para recolocar el objeto recién extraído y embadurnado de miel que va a ser transportado. La obrera levanta la cabeza y el cuerpo, con las patas medias y traseras apoyadas sobre el suelo. Las mandíbulas y los tarsos de las patas delanteras sujetan el objeto, que es entonces girado y cambiado de





Figura 9. Dos grupos de obreras de *M. barbarus*, en momentos diferentes, ocupados en extraer objetos de una gota de miel de 2,5 cm de diámetro tras la fase de cubrimiento.

Figure 9. Two groups of worker ants of *M. barbarus*, at different times, engaged in the extraction of items from a 2.5 cm diameter honey drop after the covering phase.

posición mediante movimientos coordinados de los tarsos y la apertura intermitente de las mandíbulas (Fig. 10).

Colonia nº 3. Se pusieron cartulinas con miel dos días consecutivos.

El primer día se puso una cartulina con 0,5 ml de miel a 5 cm de la entrada del nido. Había actividad de forrajeo y un sendero establecido

hacia la vegetación cercana. Algunas obreras se acercaban y lamían la miel brevemente, pero no hubo colocación de objetos durante los 90 minutos de observación.

El segundo día se volvió a poner una cartulina con 0,5 ml de miel a 5 cm de la entrada del nido, y otra más (también con 0,5 ml de miel) a 25 cm de distancia de la entrada, sobre terreno pedregoso y en medio del sendero

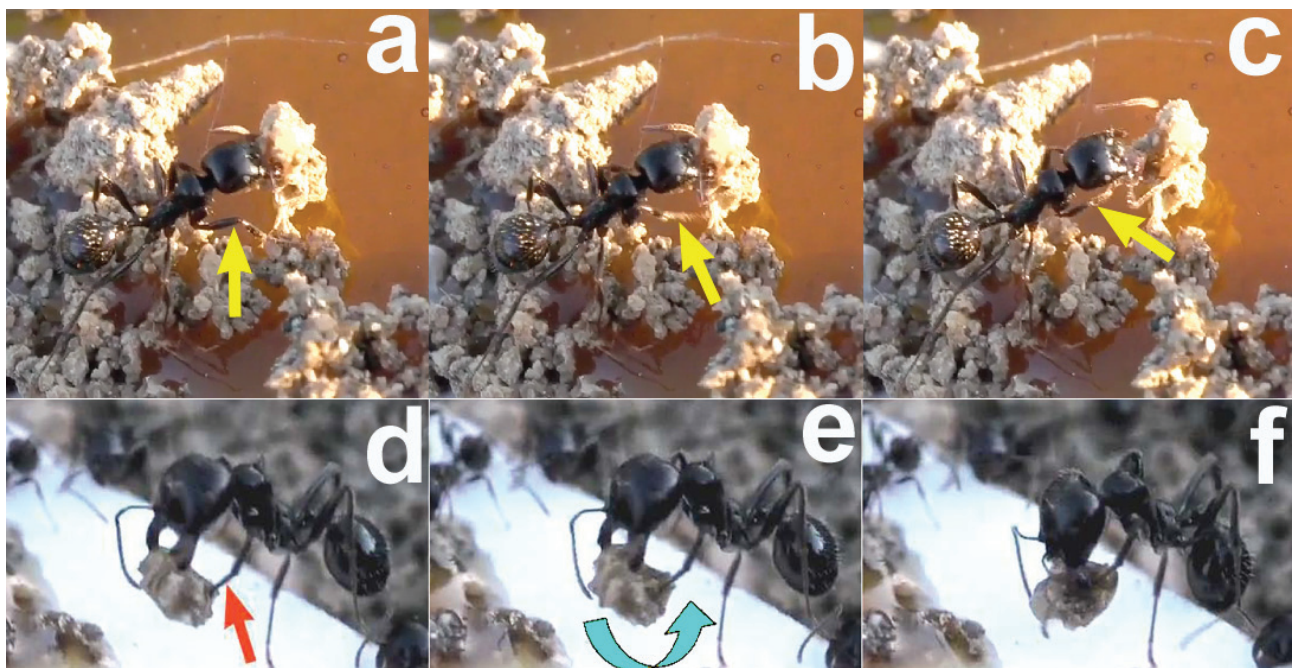


Figura 10. Utilización de las patas delanteras en *M. barbarus*. a), b) y c) Una obrera empuja un grano de tierra con sus patas delanteras (flecha amarilla) en el momento de soltarla sobre la miel; d) una obrera extrae una piedra de la miel y la sujeta con las mandíbulas y las patas delanteras (flecha roja), manteniendo el cuerpo levantado sobre las patas medias y traseras; e) y f) la obrera gira la piedra (flecha azul) y la sujeta en una nueva posición antes de transportarla.

Figure 10. Use of the fore legs by *M. barbarus*. a), b) and c) A worker ant pushes a soil grain with its fore legs (yellow arrow) at the moment of depositing it on the honey; d) a worker ant extracts a stone from the honey and holds it with its mandibles and fore legs (red arrow) while standing up on its middle and hind legs; e) and f) the worker ant turns the stone (blue arrow) and holds it in a new position before the transportation.

transitado que tenían establecido las obreras hacia la vegetación cercana. La miel situada a 5 cm de la entrada fue ignorada como en el día anterior. Sin embargo, transcurridos doce minutos, la miel puesta a 25 cm en medio del sendero empezó a ser cubierta con pequeñas piedras, primero a lo largo de su perímetro (Fig. 11) y después hacia el interior (Fig. 12). Posteriormente, varias obreras iniciaron la extracción de las piedras embadurnadas de miel y su acarreo al nido (Figs. 13 y 14).

Discusión

El transporte de alimentos líquidos mediante objetos sólidos en las hormigas ha sido considerado como comportamiento de uso de instrumentos por todos los autores que han investigado el tema (Morrill, 1972; Fellers y Fellers, 1976; Tanaka y Ono, 1978; Fowler, 1982; McDonald, 1984; Agbogba, 1985; Barber *et al.*, 1989) y así aparece descrito en varias revisiones sobre la utilización de herramientas en animales (Pierce, 1986; Bentley-Condit y Smith, 2010; Shumaker *et al.*, 2011). Por el contrario, Hölldobler y Wilson (1990) argumentaron que era una apreciación errónea, y que se trataba simplemente de una conducta de protección. Según estos autores, y de acuerdo con Wheeler (1910), la mayoría de los géneros de hormigas depositan todo tipo



Figura 11. Una obrera de *M. barbarus* depositando una piedra sobre una gota de miel de 1,5 cm de diámetro.

Figure 11. A worker ant of *M. barbarus* depositing a stone on a 1.5 cm diameter honey drop.

de partículas y desperdicios sobre sustancias líquidas o pegajosas que no pueden eliminar y que podrían impregnarlas, causarles ahogamiento o impedirles el movimiento. Eventualmente, algunas hormigas, ante los



Figura 12. Secuencia de una obrera de *M. barbarus* dejando caer una piedra (flecha roja) sobre una gota de miel de 1,5 cm de diámetro.

Figure 12. Sequence of a worker ant of *M. barbarus* dropping off a stone (red arrow) on a 1.5 cm diameter honey drop.





Figura 13. Dos obreras minor de *M. barbarus* extrayendo objetos de una gota de miel de 1,5 cm de diámetro en presencia de una obrera mayor.

Figure 13. Two minor worker ants of *M. barbarus* extracting items from a 1.5 cm diameter honey drop in the presence of a major worker.

objetos depositados, podrían extraerlos y acarrearlos. Nosotros afirmamos igualmente que el transporte de alimentos líquidos mediante objetos sólidos no debe considerarse un comportamiento de uso de instrumentos. No obstante, y contrariamente a lo manifestado por Hölldobler y Wilson (1990), el cubrimiento de alimentos líquidos o blandos, y especialmente la extracción posterior de los objetos depositados sobre ellos, presenta una notable regularidad de aparición en las 11 especies en que se ha observado, y solo en ellas. Además, constituye un modo de transporte de gran eficacia. Tanaka y Ono (1978) calcularon que cada obrera de *A. famelica* acarrea mediante este sistema una cantidad de alimento líquido de aproximadamente 1,5 a 3,5 veces el peso de su propio cuerpo cuando los granos de tierra utilizados tienen de 1 a 2 mm de diámetro. Consideramos, sin embargo, que la regularidad y eficacia de este comportamiento no son suficientes para categorizarlo como uso de instrumentos, según vamos a intentar justificar a continuación.

1. Dos importantes argumentos biológicos se han aducido en favor de la hipótesis instrumental: la ausencia de trofalaxia en las especies implicadas, y la especialización de un subconjunto de obreras en las actividades de cubrimiento y extracción de objetos.

1.1. La ausencia de trofalaxia en los géneros *Aphaenogaster* y *Pogonomyrmex* (también en el género *Messor*) (Agbogba, 1985), daría ventaja selectiva al comportamiento de uso de instrumentos para acarrear alimentos líquidos. Sin embargo, este comportamiento se ha descubierto también en *S. invicta* (Barber *et al.*, 1989), una especie con trofalaxia (Tschinkel, 2006).

1.2. Según Banschbach *et al.* (2006) en las colonias de *A. rudis* existe un pequeño grupo de obreras especializadas en exclusiva en las tareas de depositar y extraer objetos de los alimentos líquidos, de tal forma que sólo las obreras que colocan objetos son las que después los retiran y transportan al nido.

Este tipo de especialización no se da en *M. barbarus*. En los experimentos filmados (Figs. 2 y 6), que permitieron un seguimiento de todos los individuos, constatamos que el número de obreras que extraían objetos era superior (en algunos momentos más del doble) al de obreras que los habían depositado. No obstante, la actividad de depositar objetos la realizó un número limitado y constante de obreras, a pesar de que muchas otras se acercaban y contactaban con la miel. En el primer experimento una única obrera depositó los 26 objetos (Fig. 2); en el segundo experimento, cuatro obreras depositaron los 161 objetos (Fig. 6). La miel, por tanto, no estimula a todas las obreras por igual. Pero una vez desencadenada en una obrera la actividad de cubrimiento, la realiza de forma ininterrumpida (en nuestras observaciones durante 5 a 30 minutos). Es probable que en estos individuos estimulados influya el tipo de actividad que estén realizando en ese momento en la colonia, esto es, factores de polietismo. En nuestros experimentos la miel se colocaba a 5 cm de la entrada del hormiguero, de tal forma que numerosas obreras la encontraban inmediatamente. No observamos reclutamiento hacia la gota de miel. En los experimentos descritos por Banschbach *et al.* (2006) con *A. rudis*, con escasos registros de objetos extraídos de los cebos (<20), no se menciona si hubo

actividad de reclutamiento hacia los cebos. De existir reclutamiento, podría suponer un nuevo factor desencadenante de la actividad de cubrimiento, factor limitado al conjunto de obreras reclutadas. Serían estas las que, mayoritariamente, depositarían y extraerían objetos del alimento líquido, tal como observamos en *A. senilis* con cebos situados a 2 m del nido (Gómez Durán: observación personal, años 1978 y 1985). En este sentido, los resultados de Banschbach *et al.* (2006) requerirían de confirmación mediante nuevos experimentos que faciliten a un amplio número de forrajeadoras el acceso a cebos cubiertos de objetos, así como la observación directa de un mayor número de extracciones. Consideramos, por tanto, que no existe especialización comportamental en relación con la actividad de cubrimiento y extracción de objetos de los alimentos líquidos, sino una primera estimulación diferencial en unos pocos individuos que comienzan a depositar objetos (por factores desencadenantes todavía desconocidos), y una segunda estimulación alimentaria y generalizada –propia de la actividad de forrajeo– de los individuos que extraen los objetos que encuentran sobre el alimento líquido, y cuyo número, en *M. barbarus*, supera al de individuos que los

depositan.

2. El concepto de uso de instrumentos en animales –complejo y de notable problematicidad en su aplicación a casos concretos– ha sido redefinido progresivamente, con diversas variaciones, por Hall (1963), van Lawick-Goodall (1970), Alcock (1972), Beck (1980), Pierce (1986), St. Amant y Horton (2008) y Bentley-Condit y Smith (2010). Shumaker *et al.* (2011) ha sintetizado y reelaborado estas aportaciones ofreciendo una definición del concepto de uso de instrumentos que puede considerarse estándar: “es el uso externo de un objeto del medio, independiente o fijo y manipulable, para alterar de manera más eficiente la forma, posición o condición de otro objeto, de otro organismo o del individuo que lo maneja, cuando lo sostiene y manipula directamente antes o durante su utilización, siendo el causante de la adecuada y efectiva orientación de la herramienta”.

Un punto fundamental, implícito en esta definición, es la individualidad del comportamiento instrumental. Es un único individuo el que, mediante una compleja coordinación sensomotora y continua, manipula la herramienta aplicándola sobre un objeto del medio, alterando sus condiciones y obteniendo un beneficio de la operación. En

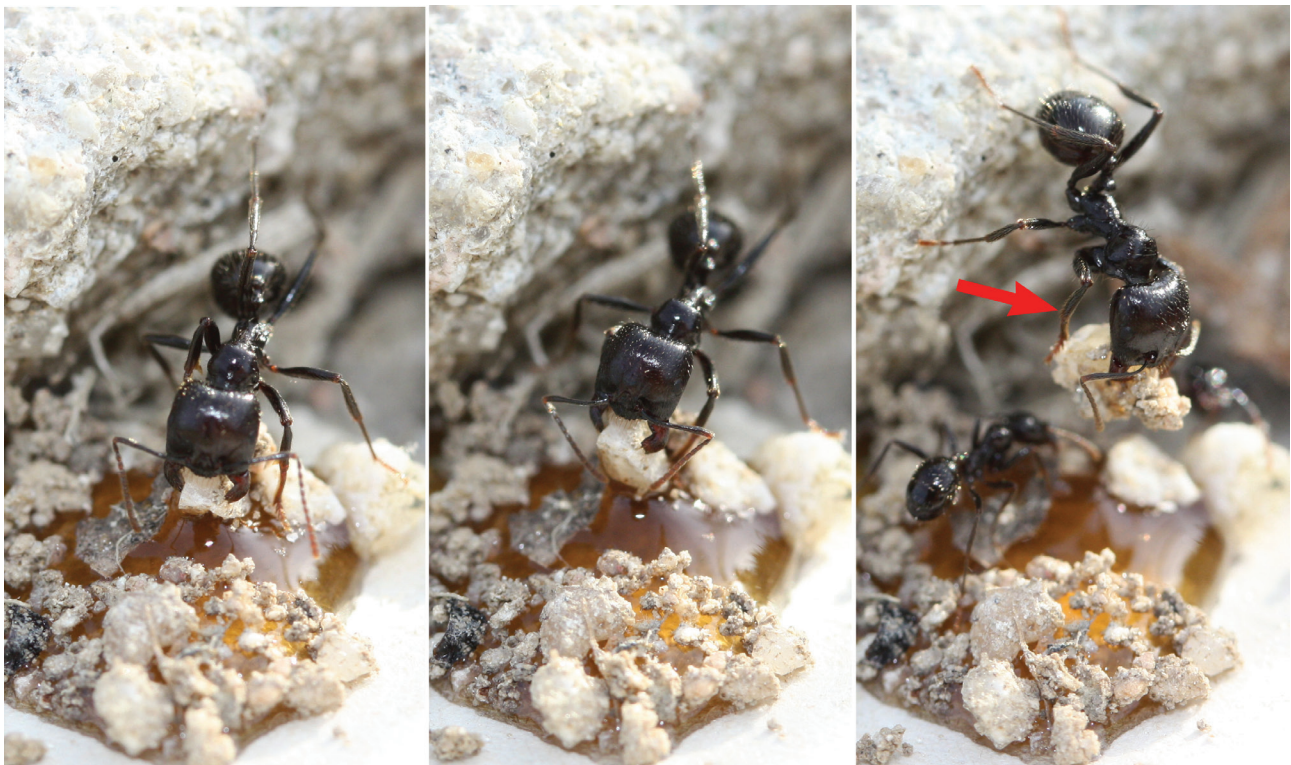


Figura 14. Secuencia de una obrera de *M. barbarus* extrayendo una piedra de una gota de miel de 1,5 cm de diámetro. La flecha roja señala la pata delantera que utiliza para sujetar y girar la piedra.

Figure 14. Sequence of a worker ant of *M. barbarus* extracting a stone from a 1.5 cm diameter honey drop. The red arrow points to the fore leg used by the ant for holding and turning the stone.



el caso del transporte de alimentos líquidos mediante objetos sólidos en las hormigas, esta premisa no se cumple. Ninguna obrera realiza de forma individual y secuencial los dos comportamientos implicados: el de cubrimiento del cebo con objetos y el de extracción de los mismos. Esto es, ninguna hormiga coloca un grano de tierra sobre la miel y, acto seguido, lo saca impregnado para acarrearlo al nido. Las fases de cubrimiento y extracción aparecen claramente diferenciadas y, con frecuencia, separadas por largos periodos de inactividad. En *M. barbarus* registramos, en un caso (Fig. 2), un periodo de 8 minutos de colocación de objetos seguido de 35 minutos de inactividad previos a la fase de extracción; en otro caso (Fig. 6), las hormigas depositaron objetos durante unos 25 minutos antes de comenzar a retirarlos. En *A. rudis* la fase de extracción comenzaba de 30 a 60 minutos después de iniciada la colocación de objetos (Fellers y Fellers, 1976). En *S. invicta* se registraron periodos de inactividad superiores a las 24 horas entre el cubrimiento completo de la gota de miel y su acarreo mediante la extracción de los objetos depositados (Barber *et al.*, 1989). Además, con carácter general para todas las especies que se han observado, los objetos colocados por una determinada obrera durante la fase de cubrimiento, son retirados de forma aleatoria por cualquiera de las obreras que participan en la fase posterior de extracción.

3. El transporte de alimentos líquidos mediante objetos sólidos, lejos de ser un comportamiento adaptativo de uso de instrumentos surgido en la filogenia de la familia Formicidae, constituye, de hecho, un proceso azaroso en el que dos comportamientos independientes (que se dan de forma aislada en muchas especies) concurren de manera consecutiva en los cebos artificiales preparados por el observador e infrecuentes en el medio natural de las hormigas (cebos de miel, agua azucarada, gelatina, jarabe, mermelada, leche condensada, etc.), o en los posibles cebos naturales constituidos, por ejemplo, por líquidos y exudados de frutas y animales aplastados. La autonomía de la fase de cubrimiento con respecto a la de extracción, queda patente en su activación o desactivación en función de la ausencia o presencia de diversos factores.

3.1. En colonias de *A. subterranea* desprovistas de reina durante tres semanas, las obreras no colocan objetos sobre la miel, limitándose a alimentarse directamente de

ella (Agbogba, 1985). En colonias de *S. invicta* sin aporte de alimentos, las obreras consumen directamente la miel ofrecida sin depositar objetos; por el contrario, si están sobrealimentadas, se desencadena la actividad de cubrimiento (Barber *et al.*, 1989). En colonias aisladas en cautividad de *Formicoxenus provancheri* las obreras depositan objetos sobre los alimentos líquidos, pero este comportamiento desaparece cuando forma colonias mixtas con *Myrmica incompleta* (Wheeler, 1928). Una gota de miel mezclada con abundantes partículas de tierra no estimula la actividad de cubrimiento en las obreras de *A. senilis* y *A. subterranea*, pero desencadena el comportamiento de extracción de dichas partículas (Agbogba, 1985). En nuestras observaciones sobre *M. barbarus* constatamos que de dos colonias cercanas, una con actividad de forrajeo alrededor del nido y otra con poca actividad, la gota de miel sólo estimuló la colocación de objetos en la colonia activa. En otro experimento, una gota de miel colocada dos días consecutivos a 5 cm de la entrada de un hormiguero, no estimuló la colocación de objetos sobre ella; sin embargo, otra gota colocada a 25 cm, en medio de la pista permanente que tenían establecida para la recolección de grano, sí activó el comportamiento de cubrimiento. Tanaka y Ono (1978) comprobaron que el comportamiento de cubrimiento en *A. famelica* sólo se desencadena si los objetos que van a recoger se encuentran dispersos en un radio inferior a 25 cm alrededor del cebo; según estos mismos autores, los cebos líquidos colocados a distancias inferiores a 2 metros del nido, tienden a desencadenar directamente pistas de reclutamiento en las obreras de *A. famelica* que los encuentran, mientras que a distancias mayores, entre 2 y 3,7 metros, estimulan la colocación y extracción de objetos antes de retornar al nido y reclutar nuevas obreras. McDonald (1984) constató que las obreras de *A. albisetosa*, a partir de 2,13 metros de distancia del nido, dejan de depositar objetos sobre cebos con agua, pero continúan depositándolos sobre cebos con miel diluida.

3.2. En otros géneros de hormigas, la actividad de cubrimiento de sustancias líquidas o viscosas cumple una función protectora, sin fase posterior de extracción de los objetos depositados. Se ha observado que obreras de *Dorylus* sp., al atacar a las babosas, depositan sobre ellas gran cantidad de partículas de tierra, protegiéndose de la mucosidad que

segregan; cuando las partículas de tierra han embebido la mucosidad, despedazan a las babosas y transportan los trozos (BBC y Discovery Channel, 2006). En *Tetramorium caespitum* cfr. hemos observado la colocación de unas 100 piedras y granos de tierra sobre una gota de miel de 1 cm de diámetro situada a 5 cm de la entrada del hormiguero. Ningún objeto fue retirado, probablemente por la dificultad de extracción de los mismos para esta especie pequeña (Fig. 15).



Figura 15. *Piedras y granos de tierra (>100) depositadas por obreras de Tetramorium caespitum cfr. sobre una gota de miel de 1,5 cm de diámetro situada a 5 cm de la entrada del hormiguero. Ningún objeto fue extraído ni acarreado al nido.*

Figure 15. *Stones and soil grains deposited by worker ants of Tetramorium caespitum cfr. on a 1.5 cm diameter honey drop placed 5 cm from the nest entrance. No item was extracted from nor carried to the nest.*

3.3. Esta alta sensibilidad a diversos factores internos y externos (composición de la colonia, recursos alimentarios, actividad de forrajeo, localización del cebo, tamaño de la especie, etc.) muestra que el comportamiento de cubrimiento de alimentos líquidos opera de manera autónoma e independiente respecto del comportamiento de extracción de objetos. El hecho de que ambos comportamientos concurren consecutivamente en los cebos artificiales, ha llevado a numerosos autores a interpretarlo como una conducta instrumental. Sin embargo, como acabamos de mostrar, no están vinculados más allá de dicha concurrencia. El proceso conjunto de transporte de alimentos líquidos mediante objetos sólidos en las hormigas carece, por tanto, de la acción unitaria e individualizada – característica del comportamiento de uso de

instrumentos– con la que un animal coordina su interacción con la herramienta, y la de esta con el elemento del medio sobre el que se aplica, para modificarlo y obtener un beneficio.

4. Finalmente, proponemos la siguiente interpretación del fenómeno que venimos estudiando. El contacto de las obreras con una gota de miel les genera dos tipos de reacciones: 1) la alimentaria, y 2) la de protección ante una sustancia pegajosa. Si no pueden arrancar partículas de miel ni ingerirla, y no existen factores que inhiban el comportamiento de cubrimiento de sustancias húmedas o viscosas, la reacción de protección predomina sobre la alimentaria, y comienzan a cubrir la miel. Cuando la gota está cubierta en todo su perímetro y parte de su interior –y tras un periodo de tiempo que varía según la especie y las condiciones del experimento– las obreras que ahora contactan con ella reciben nuevos estímulos: palpan mayoritariamente objetos incrustados y embebidos, probablemente con un olor diferente a cuando fueron depositados, y tiran de ellos; la reacción alimentaria se desencadena y predomina sobre la de protección. Cualquier hormiga que contacte con la gota cubierta, haya participado o no en la colocación previa de los objetos, podrá ser estimulada e iniciar el comportamiento de extracción de los mismos. En este sentido, el experimento ya mencionado de Agbogba (1985) es revelador: ante una gota de miel mezclada con abundantes partículas de tierra, las obreras de *A. senilis* y *A. subterranea* no depositan objetos sobre ella, simplemente extraen los que ya encuentran incrustados en la miel. Este es el comportamiento habitual de las hormigas que forrajean: tirar de cualquier objeto alimenticio que encuentran y transportarlo al nido. Un ejemplo de transporte de alimento líquido en el que no interviene el comportamiento de cubrimiento, ha sido descrito en *Messor bouvieri* por Fernández-Escudero y Tinaut (1993). Estos autores observaron a obreras de esta especie recolectando y transportando piedras impregnadas con el exudado resinoso de una planta leguminosa (*Ononis natrix*).

El carácter no instrumental del proceso de transporte de alimentos líquidos mediante objetos sólidos –proceso compuesto por dos comportamientos independientes muy generalizados en la familia Formicidae– nos lleva a predecir que no debe ser excepcional, y que podrá hallarse en otros géneros y especies de hormigas.



Agradecimientos

A Xim Cerdá y Xavier Espadaler por su detallada y excelente revisión. A David Cuesta por sus comentarios y la maquetación del artículo.

Bibliografía

- Agbogba, C. 1985. Observations sur la recolte de substances liquides et de sucs animaux chez deux especes d'*Aphaenogaster*: *A. senilis* et *A. subterranea* (Hym. Formicidae). *Insectes Sociaux*, 32: 427-434.
- Alcock, J. 1972. The evolution of the use of tools by feeding animals. *Evolution*, 26: 464-473.
- Banschbach, V.S.; Brunelle, A.; Bartlett, K.M.; Grivetti, J.Y.; Yeamans, R.L. 2006. Tool use by the forest ant *Aphaenogaster rudis*: Ecology and task allocation. *Insectes Sociaux*, 53: 463-471.
- Barber, J.T.; Ellgaard, E.G.; Thien, L.B.; Stack, A.E. 1989. The use of tools for food transportation by the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. *Animal Behaviour*, 38: 550-552.
- BBC; Discovery Channel (productoras). 2006. Ant attack. [Video]. United Kingdom.
- Beck, B.B. 1980. *Animal Tool Behaviour: The Use and Manufacture of Tools by Animals*. Garland STPM Press, New York. 307 pp.
- Bentley-Condit, V. K.; Smith, E.O. 2010. Animal tool use: current definitions and an updated comprehensive catalog. *Behaviour*, 147: 185-221.
- Fellers J.H.; Fellers, G.M. 1976. Tool use in a social insect and its implications for competitive interactions. *Science*, 192: 70-72.
- Fernández-Escudero, I.; Tinaut, A. 1993. Alimentación no granívora de *Messor bouvieri* Bondroit, 1918 y *Messor barbarus* (L., 1767) (Hym. Formicidae). *Boletín Asociación española de Entomología*, 17 (2): 247-254.
- Fowler, H.G. 1982. Tool use by *Aphaenogaster* ants: A reconsideration of its role in competitive interactions. *Bulletin New Jersey Academy of Science*, 27: 81-82.
- Hall, K.R.L. 1963. Tool-using performances as indicators of behavioural adaptability. *Current Anthropology*, 4: 479-494.
- Hölldobler, B.; Wilson, E.O. 1990. *The Ants*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge Mass. 732 pp.
- McDonald, P. 1984. Tool use by the ant *Novomessor albigulosus*. *Journal of The New York Entomological Society*, 92: 156-161.
- Morrill, W.L. 1972. Tool using behavior of *Pogonomyrmex badius* (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist*, 55: 59-60.
- Pierce, J.D. 1986. A review of tool use in insects. *Florida Entomologist*, 69: 95-104.
- Shumaker, R.W.; Walkup, K.R.; Beck, B.B. 2011. *Animal Tool Behavior: The Use and Manufacture of Tools by Animals*. Johns Hopkins University Press (revised edition). 304 pp.
- St Amant, R.; Horton, T.E. 2008. Revisiting the definition of animal tool use. *Animal Behaviour*, 75: 1199-1208.
- Tanaka, T.; Ono, Y. 1978. The tool use by foragers of *Aphaenogaster famelica*. *Japanese Journal of Ecology*, 28: 49-58.
- Tschinkel, W.R. 2006. *The fire ants*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA. 744 pp.
- van Lawick-Goodall, J. 1970. Tool-using in primates and other vertebrates. Pp. 195-249. En: Lehrman, D.S. et al. (eds), *Advances in the study of behaviour*, Vol. 3, Academic Press, New York.
- Wheeler, W.M. 1910. *Ants: Their Structure, Development and Behavior*. Columbia University Biological Series vol. 9, Columbia University Press, New York. 663 pp.
- Wheeler, W.M. 1928. A study of the guest ant *Leptothorax emersoni*. Pp. 84-126. En: *Foibles of Insects and Men*. A. Knopf, New York. 217 pp.
- Zahonero, J.V. 1888. "El platillo de miel". *El mundo de los niños*. Ilustración decenal infantil, 21: 330-331. Imp. y Lit. de Julián Palacios. Madrid.