

RELACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS OBRERAS Y LA DISTRIBUCIÓN DE LABORES EN COLONIAS DE *Bombus atratus* (HYMENOPTERA: APIDAE)

Fecha de recepción: 27 de enero de 2012 • Fecha de aceptación: 25 de mayo de 2012

RELATIONSHIP BETWEEN WORKERS BODY SIZE AND ACTIVITIES DISTRIBUTION IN *Bombus atratus* (HYMENOPTERA: APIDAE) COLONIES

Mario Simón Pinilla Gallego¹ • Marlene Lucía Aguilar Benavides² • José Ricardo Cure²

RESUMEN

Las variaciones en tamaño no son muy comunes en los insectos sociales; sin embargo, en los abejorros del género *Bombus* esto es muy frecuente, principalmente debido a la diferencia en la alimentación de las larvas. El objetivo de este trabajo fue relacionar el tamaño de las obreras con la distribución de labores externas de las colonias. Para esto fueron utilizadas dos colonias de *Bombus atratus* criadas bajo condiciones de laboratorio y campo en el Campus de la Universidad Militar Nueva Granada en Cajicá, Cundinamarca. Las obreras fueron marcadas con discos numerados para abejas y se les midió la longitud del ala anterior como medida representativa de la longitud corporal. Se evaluaron actividades de vigilancia, ventilación del nido, forrajeo y toma de solución azucarada. Los resultados obtenidos con la regresión logística, mostraron que existe una correlación entre el tamaño de las obreras con la actividad de forrajeo ($P < 0.0001$) teniendo que las obreras medianas (1.4 ± 0.07 cm) y grandes (1.7 ± 0.09 cm) son las encargadas de realizar esta actividad. Para la actividad de obtención de la solución azucarada eran las obreras medianas las que realizaban esta actividad ($P < 0.0001$). No existe relación entre el tamaño de las obreras y las actividades de vigilancia y ventilación ($P > 0.05$).

Palabras clave: abejorros, comportamiento, división de labores.

1 Estudiante, Programa de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Militar Nueva Granada. Grupo de Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres.

2 Docentes, Programa de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Militar Nueva Granada. Grupo de Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres.

Autor para correspondencia: simonpinilla@yahoo.com.

ABSTRACT

Variation in size is not common in social insects; however, in bumblebees (*Bombus*) this is very common, mainly due to the difference in larvae feeding. The objective of this study was to determine whether a relationship between the body size of *B. atratus* workers and the activity carried out outside the colony. To aim that we used 2 *Bombus atratus* colonies bred under laboratory and field conditions at the Nueva Granada Military University in Cajicá, Cundinamarca. Workers were labeled with numbered tags and the forewing length was measured as representative of body size. We evaluated activities of patrolling, nest ventilation, foraging and drinking the sugar solution in feeders logistic regression showed that there exist a correlation between the workers size and the foraging activity ($P < 0.0001$); medium workers (1.4 ± 0.07 cm) is large workers (1.7 ± 0.09) performed this activity. For the activity of obtaining sugar solution ($P < 0.0001$) medium workers performed this activity. There is no relationship between workers size and patrolling and nest ventilation ($P > 0.05$).

Key words: Bumblebee, behavior, division of labor.

INTRODUCCIÓN

Las variaciones en el tamaño de los individuos no son muy comunes en los insectos sociables. En *Apis mellifera*, las obreras son bastante uniformes, a diferencia de las obreras de los abejorros (del género *Bombus*) en las que se observan grandes variaciones en el tamaño, especialmente en especies constructoras de bolsillos (Peat *et al.*, 2005). Aunque la temperatura es uno de los principales factores que determina el tamaño, en las especies constructoras de bolsillos (*Fervidobombus*), la variable que más influye es la cantidad del alimento que reciben las larvas, entre las que incluso se presenta competencia, por lo que larvas mejor alimentadas dan origen a obreras más grandes (Alford, 1975).

Según Free (1955) las obreras más jóvenes tienden a realizar labores dentro de la colonia ya que son las únicas con glándulas de cera activas, y posteriormente sus actividades son enfocadas exclusivamente a la búsqueda de recursos (por néctar o por polen).

En estudios realizados con *Bombus terrestris*, Goulson *et al.* (2002) señalan que las obreras forrajeras son más grandes que las obreras que permanecen dentro del nido. Esto se atribuye a que las obreras grandes cambian de las labores al interior de la colonia por las de forrajeo a temprana edad a diferencia de las obreras más pequeñas que permanecen dentro de la colonia realizando labores internas por más tiempo (Goulson, 2010). Además, las obreras de este género pueden presentar plasticidad en la división de labores, es decir, las que se encargan de labores internas de la colonia pueden cambiar sus actividades por búsqueda de alimento si ocurre una disminución en la población de obreras forrajeras (Foster *et al.*, 2004), como sucede en otras abejas sociales (Seeley, 1995).

Los abejorros del género *Bombus* han sido ampliamente estudiados en el mundo porque han sido implementadas en programas de polinización

de cultivos ya que mejoran la producción de semillas y, por tanto, la calidad del fruto. Las especies de este género comúnmente utilizadas como polinizadores de cultivos son *Bombus terrestris* y *Bombus impatiens* y han sido introducidas a diferentes países; sin embargo en algunos casos se han reportado efectos no deseables en plantas nativas y desplazamiento de abejorros nativos (Tanaka *et al.*, 2007; Goulson, 2010).

En nuestro país no hay reportes sobre importación de abejorros no nativos para la polinización de cultivos. Sin embargo, los productores han manifestado su interés de contar con esta posibilidad, pues saben de las ventajas que les han representado a productores de otros países (Aldana *et al.*, 2007). Por ejemplo, el tomate presenta alto porcentaje de autopolinización, pero al ser polinado por *B. atratus* (bajo invernadero) aumenta el número de granos de polen que entran en contacto con el estigma, lo que lleva al aumento en el número de semillas, por lo que se producen frutos de mayor tamaño, y su valor comercial aumenta (Aguilar *et al.*, 2010).

Debido a esto se hace relevante desarrollar estudios acerca de la biología y comportamiento de polinizadores nativos como el abejorro *Bombus atratus*. Dado lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar si existe una relación entre el tamaño de las obreras y las actividades externas que realizan en campo, en colonias criadas en condiciones seminaturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este proyecto se realizó entre los meses de junio y agosto del 2010 en el Campus de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG) ubicado en el municipio de Cajicá, Cundinamarca.

Se utilizaron dos colonias fundadas por reinas capturadas en estado silvestre (en los municipios de Chía y Subachoque) y criadas inicialmente en el laboratorio en una cámara de cría con condiciones

ambientales controladas de temperatura (28 - 30°C) y humedad relativa (60 - 90%).

Estas colonias fueron criadas en cajas de cría de madera con dimensiones de 12 x 19 x 18 cm. Durante esta fase de laboratorio, las obreras se alimentaron con una solución azucarada (sacarosa y agua en proporción 1:1), y una mezcla de polen fresco colectado por *A. mellifera* mezclado con la solución azucarada. Para el suministro de alimento se utilizó el protocolo de manejo de las colonias del grupo de investigación de Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres (Cruz *et al.*, 2008).

Luego que las dos colonias alcanzaron una población de 40 obreras, aproximadamente seis semanas después de que emergieron las primeras obreras, fueron trasladadas a condiciones seminaturales (fase de campo). En estas condiciones las colonias son ubicadas a campo abierto, donde se les detiene el suministro de polen y se les permite buscar alimento (polen y néctar). Pero para compensar el cambio de ambiente y evitar pérdida de obreras en estas condiciones se les continúa suministrando la solución azucarada.

La zona escogida para la ubicación de las colonias dentro del campus UMNG correspondía a una zona ubicada cerca a un cultivo de papa (*Solanum phureja*) de 231 m², con área de pastizales, carretón (*Trifolium spp*) y rábano forrajero (*Rhaphanus spp*) donde se reporta una temperatura promedio de 14°C (estación meteorológica campus UMNG). En este lugar las colonias permanecieron todo el tiempo hasta la finalización de este estudio.

Antes de trasladar las colonias a condiciones de semicautiverio (en campo), las obreras presentes en cada colonia fueron marcadas en el mesoesqueto (Figura 1) con discos numerados para abejas y se les midió la longitud del ala anterior como medida representativa de la longitud corporal (Foster *et al.*, 2004). Luego, semanalmente las colonias fueron trasladadas a la cámara de cría a las 6:00 h (hora en

que se asumía que todas las obreras se encontraban dentro de la colonia) para marcar y medir las obreras nuevas (emergidas durante la semana). Luego de este procedimiento las colonias se devolvían inmediatamente a campo.



Figura 1. Colonia de *B. atratus* antes de ser llevada a campo abierto con las obreras marcadas.

Se establecieron las siguientes actividades que realizaban las obreras fuera de la colonia. Las observaciones fueron hechas diariamente entre la 12:00 y las 13:00 h durante dos meses:

1. Vigilancia: obreras que permanecían en la entrada del nido
2. Ventilación: obreras que agitaban sus alas en frente de la entrada del nido sin volar
3. Forrajeo: obreras que dejaban la colonia en búsqueda de alimento
4. Toma de la solución azucarada: obreras que tomaban solución de néctar del bebedero instalado fuera de la colonia

Para establecer la relación entre el tamaño de las obreras y la actividad que realizaban se registró el número de identificación de cada obrera y la actividad que realizaban.

Para el análisis de datos se realizó una regresión logística ($P < 0.05$) entre el tamaño de las obreras y las actividades que realizaron para determinar si existía una relación estas dos variables. Se utilizó el software estadístico de libre distribución R versión 2.11.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron un total de 66 obreras realizando actividades externas en las dos colonias; el rango de tamaño de las obreras fue de 1 - 1.9 cm (longitud del ala anterior); de acuerdo a esto se establecieron tres categorías de tamaño para las obreras (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías de tamaños de las obreras de *B. atratus* en las dos colonias estudiadas.

Categoría	Rango de tamaño (cm)	Tamaño promedio (cm)	Número de obreras marcadas
Pequeñas	1-1.2	1.1 ± 0.09	27
Medianas	1.3-1.5	1.4 ± 0.07	79
Grandes	1.6-1.9	1.7 ± 0.09	16

Aunque las obreras de tamaño medio fueron más numerosas (Tabla 1), se observó que las labores de forrajeo y toma de néctar variaron de acuerdo al tamaño de las obreras (Figura 2). Para la actividad de forrajeo, se observó que esta actividad fue realizada por obreras medianas (1.4 ± 0.07 cm) y grandes (1.7 ± 0.09 cm) ($P < 0.0001$). La correlación observada entre el tamaño y la actividad de forrajeo en las obreras de *B. atratus* de tamaño medio y grande concuerda con lo reportado para *B. terrestris* y *B. impatiens*, para las que se ha demostrado que las obreras forrajeras son las de mayor tamaño comparadas con las que realizan labores dentro del nido (Goulson et al., 2002; Jandt y Dornhaus, 2009).

En cuanto a la actividad de toma de solución azucarada, aunque este no es un comportamiento natural, se observó una correlación de esta actividad con el tamaño de las obreras ($P < 0.0001$), siendo realizado principalmente por obreras de tamaño medio (1.3-1.5).

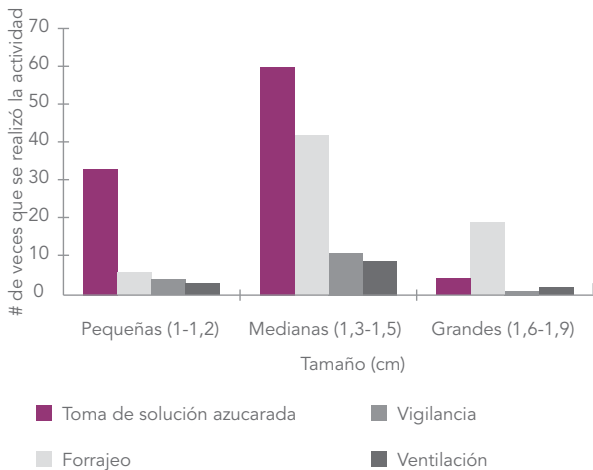


Figura 2. Distribución de labores externas de obreras de *B. atratus* de acuerdo a su tamaño.

Jandt y Dornhaus (2009) sugirieron que las obreras de *Bombus* que permanecen en el nido son más pequeñas porque puede maniobrar mejor en el estrecho espacio dentro del nido, y además que las obreras más grandes pueden transportar una mayor cantidad de polen y néctar. Este patrón en la distribución de labores también se evidencia con algunas adaptaciones morfológicas que se presentan en las obreras grandes que mejora el desempeño del forrajero. Las obreras grandes de *B. terrestris* presentan una menor cantidad de vellosidades en las extremidades, una mayor sensibilidad a los olores en sus antenas, una mayor capacidad de termorregulación y una mayor capacidad de colectar néctar (Goulson et al., 2002; Spaethe et al., 2007). Es probable que estén sean las razones por las que las obreras medianas y grandes de *B. atratus* son las que realizan las actividades de forrajeo y de toma de solución azucarada (fuente de carbohidratos) en los bebederos dispuestos en las entradas de las colonias (figura 3).



Figura 3. Izquierda: obrera marcada de *B. atratus* visitando una flor de carretón. Derecha: obreras marcadas tomando la solución azucarada del bebedero.

No se encontró correlación entre el tamaño de las obreras y la actividad de ventilación y vigilancia ($P=0.1397$ y $P=0.1479$ respectivamente). Para la actividad de ventilación realizada para regulación de la temperatura del nido, solo se realizó cuando las condiciones ambientales lo exigieron. Weidenmüller *et al.*, (2002) argumentan que ninguna obrera parece estar especializada en la actividad de termorregulación debido a que cada obrera tiene diferentes umbrales en los que responde al aumento o disminución de la temperatura. Esto le permite a la colonia responder apropiadamente a los retos de temperatura, ya que no se da una sobrecompensación que aumente o disminuya demasiado la temperatura del nido, pero aún no está claro como es determinado el umbral de cada individuo (Goulson, 2010). Aun así, para algunas especies como *B. impatiens*, la actividad de ventilación es realizada principalmente por obreras grandes (Jandt y Dornhaus, 2009).

Aunque en algunas especies sociales como *Apis mellifera*, la edad de las obreras es un factor que puede determinar las actividades que realizan en los nidos (Seeley, 1995), en el caso de especies del género *Bombus*, el factor más importante es el tamaño (Goulson, 2010). Para *B. atratus*, Silva-Matos y Garofalo (2000) observaron que las obreras tienen una longevidad máxima de 55 días, y está determinada por diferentes factores tal como el clima, ambiente o depredadores. En este estudio las obreras de *B. atratus* presentaron una longevidad considerablemente menor (12 ± 4 días) comparado con lo reportado por Silva-Matos y Garofalo, (2000), lo cual pudo estar determinado por las diferencias en las condiciones en las que se encontraban las colonias (seminaturales) y que produjo una rápida disminución de la población inicial de obreras durante los dos meses de observaciones (40%) (Pinilla *et al.*, 2012).

Con este estudio se pudo demostrar que algunas actividades externas de las obreras de *B. atratus* como el forrajeo están relacionados con el tamaño y puede influenciar el desarrollo óptimo de una colonia, ya que un tamaño mayor puede optimizar la colecta y entrada de recursos (polen y néctar) a la colonia.

Para la actividad de vigilancia, *B. lucorum*, *B. terrestris* y *B. hypnorum* presentan obreras de tamaño grande que se especializan en esta labor (Free, 1958; Jandt y Dornhaus, 2009), en *B. atratus* este comportamiento no estuvo influenciado por el tamaño. Esto se puede deber a que las obreras, sin importar su tamaño, podían asumir la actividades de vigilancia.

Dada la pérdida constante de individuos, las obreras nuevas debían realizar labores de forrajeo casi tan pronto como emergían, esto gracias a la plasticidad que presentan las especies del género *Bombus* en la división de labores (Foster *et al.*, 2004, Goulson, 2010). Según Silva-Matos y Garofalo (2000), las obreras de *B. atratus* comienzan a forrajear entre 0-5 días después de emergidas, por lo tanto la edad no es un

factor determinante en la distribución de labores de colonias de *B. atratus* mantenidas bajo condiciones de seminaturales.

A partir de los resultados obtenidos se pudo demostrar que algunas de las actividades realizadas por las obreras de *B. atratus* fuera de las colonias como forrajeo y toma de la solución azucarada están relacionados con el tamaño que presentan las obreras y puede influenciar el desarrollo óptimo de una colonia, ya que un tamaño mayor puede optimizar la colecta y entrada de recursos (polen y néctar) a la colonia. Otras actividades como la ventilación y vigilancia no requieren de un tamaño específico, ya que no son actividades que se realicen constantemente

y pueden ser realizadas por cualquier obrera que se encuentre en el nido cuando sea necesario.

Se recomienda continuar estudios de biología básica de esta especie criada en condiciones de campo y de laboratorio para lograr obtener mejoras en los métodos de cría y manejo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Militar Nueva Granada por la financiación de este trabajo a través del proyecto CIAS-547.

Al Biólogo M.Sc. Diego Riaño por su colaboración y aportes en el desarrollo del proyecto y del artículo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar M.L, F Cantor, J.R Cure y D Rodríguez. 2010. Integración del conocimiento y tecnología de la polinización y control biológico. Producción sostenible de tomate. Universidad Militar Nueva Granada.
2. Aldana J, J.R Cure, M.T Almanza, D Vecil y Rodríguez D. 2007. Efecto de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) sobre la productividad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 25: 62-72.
3. Alford D.V. 1975. Bumblebees. Davis-Poynter, Londres, Inglaterra, 352 p.
4. Cruz P, A Escobar, M.T Almanza y J.R Cure. 2008. Implementación de mejoras para la cría en cautiverio de colonias del abejorro nativo *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apoidea). *Revista de la facultad de ciencias básicas, Universidad Militar Nueva Granada*, 4: 70-83.
5. Foster R, A Brunskill, D Verdirame y S Donnell. 2004. Reproductive physiology, dominance interactions, and division of labour among bumble bee workers. *Physiological Entomology*, 29: 327-334.
6. Free J.B. 1955. The division of labour within bumblebee colonies. *Insectes Sociaux*, 2: 195-212.
7. Free, J.B. 1958. The defense of bumblebee colonies. *Behaviour* 12: 233-242.
8. Goulson D. 2010. Bumblebees. Behavior, ecology and conservation. 2ª edición, Oxford University Press, New York, 330 pg.
9. Goulson D, J Peat, J.C Stout, J Tucker, B Darvill, L.C Derwent y W.O.H Hughes. 2002. Can alloethism in workers of the bumblebee *Bombus terrestris* be explained in terms of foraging efficiency? *Animal Behaviour*, 64: 123-130.
10. Jandt J.M. y A Dornhaus. 2009. Spatial organization and division of labour in the bumblebee *Bombus impatiens*. *Animal Behaviour*, 77: 641-651.
11. Peat J., Darvill B., Ellis J. y Goulson D. 2005. Effects of climate on intra- and interspecific size variation in bumble-bees. *Functional Ecology*, 19: 145-151.
12. Pinilla M.S, M.L Aguilar y J.R Cure. 2012. Effect of the environment on the longevity and number of workers in *Bombus atratus* colonies (Hymenoptera: Apidae). X Encontro Sobre Abelhas.
13. Seeley T.D. 1995. The wisdom of the hive. Harvard College. Cambridge, Massachusetts, USA.
14. Silva-Matos E.V. y C.A. Garofalo. 2000. Worker life table, survivorship, and longevity in colonies of *Bombus (Fervidobombus) atratus* (Hymenoptera: Apidae). *Revista de Biología Tropical* 48: 657-664.
15. Spaethe J., Brockmann A., Halbig C. y Tautz J. 2007. Size determines antennal sensitivity and behavioral threshold to odors in bumblebee workers. *Naturwissenschaften*, 10: 114-121.
16. Tanaka K, N Inari, T Nagamitsy, K Goka y T Iura. 2007. Commercialized European bumblebee can cause pollination disturbance: An experiment on seven native plant species in Japan. *Biological Conservation*, 134: 298-309.
17. Weidenmüller A, C Kleineidam y J Tautz. 2002. Collective control of nest climate parameters in bumblebee colonies. *Animal Behaviour*, 63: 1065-1071.