

Efecto de alimentación vía bolsillo en etapas tempranas del desarrollo de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae)

Effect of pocket feeding of *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) in early colony development stages

JOHANNA PACATEQUE^{1,2}, PAOLA CRUZ^{1,3}, MARLENE LUCÍA AGUILAR^{1,4} y JOSÉ RICARDO CURE^{1,5}

Resumen: Con el propósito de optimizar el proceso de cría de *Bombus atratus* en condiciones de cautiverio, se comparó el efecto de proveer manualmente polen dentro de bolsillos, en tres combinaciones diferentes de suministro: a las primeras cuatro celdas (T1), solamente a la primera celda (T2), y sólo a la cuarta celda (T3). En los tres casos, las obreras también tuvieron acceso a él directamente sobre el piso de la caja de cría. Todas las colonias fueron monitoreadas hasta emergencia de la última obrera en la cuarta celda. En cada combinación se evaluó: número de celdas producidas, número de obreras producidas, peso de obreras y duración del tiempo de desarrollo de las mismas. T1 y T2 no presentaron diferencias significativas entre sí para las variables evaluadas, pero difirieron significativamente de T3 en todas ellas, con excepción del tiempo de desarrollo que fue semejante en las tres combinaciones. T1 y T2 produjeron en promedio 22 celdas mientras que T3 produjo 15 celdas. En T1 y T2 se produjeron en promedio $26 \pm 0,7$ y $23,2 \pm 2,3$ obreras, respectivamente, en las cuatro primeras celdas, mientras que en T3 el número promedio fue de $16,3 \pm 2,0$ obreras. El peso promedio de obreras en T1 y T2 fue mayor ($0,19 \pm 0,02$ y $0,18 \pm 0,02$ g, respectivamente) que el obtenido en obreras de T3 ($0,09 \pm 0,005$ g). La menor mortalidad se obtuvo en T1. Se concluye que alimentar vía bolsillo en fases iniciales favorece el crecimiento y desarrollo de colonias.

Palabras claves: Abejorros. Cría en laboratorio.

Abstract: With the goal of optimizing the rearing methodology for *Bombus atratus* in conditions of captivity, the effect of manually providing pollen into the pockets was evaluated under three provisioning combinations: the first four cells (T1), only the first cell (T2) or only the fourth cell (T3). In all three cases the workers also had access to pollen directly on the floor of the rearing box. All the colonies were monitored until emergence of the last worker of the fourth cell. In each combination the number of cells produced, number of workers produced, weight of the workers and their developmental time was evaluated. T1 and T2 were not statistically different for any of the variables evaluated, but they were significantly different from T3 for all of them with the exception of developmental time, which was similar for all combinations. T1 and T2 produced a mean of 22 cells while T3 produced 15 cells. T1 and T2 produced a mean of 26 ± 0.7 and 23.2 ± 2.3 workers, respectively, in the first four cells, while in T3 the mean number was 16.3 ± 2.0 workers. Mean weight of the workers in T1 and T2 was greater (0.19 ± 0.02 and 0.18 ± 0.02 g, respectively) than those in T3 (0.09 ± 0.005 g). The lowest mortality was obtained in T1. It is concluded that pocket feeding in the early stages favors colony growth and development.

Key words: Bumblebees. Laboratory rearing.

Introducción

La introducción de técnicas de polinización dirigida y la implementación de sistemas de cría masiva de polinizadores a gran escala en países como Estados Unidos, Holanda y Alemania (Velthuis y Van Doorn 2006) ha favorecido un incremento en el uso de dichas técnicas en Colombia. Diversos estudios han demostrado que programas de polinización dirigida con abejorros pueden ayudar a incrementar la productividad mediante el aumento del número de semillas y del peso de los frutos, además de facilitar el manejo de los cultivos al disminuir los costos de producción (Aldana *et al.* 2007).

En el ciclo de desarrollo de colonias de abejorros del género *Bombus*, existen tres fases: solitaria, subsocial y social. En la primera, la reina es fecundada por el macho y busca un sitio donde nidificar; en la segunda, la reina inicia la construcción de su primera celda de huevos y se encarga de recolectar el néctar y el polen para alimentarla, al mismo tiempo que inicia la construcción de las siguientes celdas. Al nacer las primeras obreras hijas se inicia la tercera fase en que las obreras se encargan de las actividades de forrajeo y mantenimiento de la colonia. Durante esta etapa la reina

fundadora pasa por una etapa de transición llamada momento de cambio ("switch point") en el que se producen los sexuales (Michener 2000). En zonas templadas las colonias son anuales, dado que la reina requiere de un periodo de hibernación, por lo que estas fases se dan una vez al año (Pry-Jones y Corbet 1991). En contraste, las especies tropicales no requieren del periodo de hibernación y las nuevas reinas pueden iniciar nidos a lo largo del año, pasando nuevamente por las tres fases, e incluso, se suelen reactivar nidos viejos (Cameron y Jost 1998).

Los individuos pertenecientes al género *Bombus* son considerados polinizadores eficientes de muchas plantas cultivadas que se benefician de su gran tamaño corporal, su capacidad de vibrar para extraer el polen de anteras con dehiscencia poricida y su mayor rango tolerancia a variaciones climáticas en las que la abeja común no consigue volar (Velthuis y van Doorn 2006).

Dependiendo de la forma en que las obreras alimentan a las larvas, las especies de *Bombus* se pueden separar en dos grupos (Sladen 1912; Michener 1974; 2000). En el primero, las obreras fabrican un bolsillo en las celdas por el que alimentan a las larvas ubicando allí el polen inmediatamente

¹ Grupo Ecología de Abejas. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias. Biología Aplicada. Carrera 11 # 101-80. Bogotá, Colombia. ecologia-deabejas@unimilitar.edu.co, correo para correspondencia. ² Estudiante de Pregrado. ³ Biólogo. ⁴ M. Sc. malua14@gmail.com. ⁵ Ph. D. jrcureh@gmail.com.

después de ser colectado. A este grupo se le clasifica como constructoras de bolsillo (“pocket maker”). En el segundo grupo, las obreras almacenan el polen recolectado en celdas pupales recubiertas con cera. Cuando las larvas requieran ser alimentadas, las obreras toman el polen almacenado y lo regurgitan directamente en las larvas. Se les conoce como almacenadoras de polen (“polen storers”).

El grupo de investigación de “Biodiversidad y Ecología de Abejas Silvestres” de la Universidad Militar Nueva Granada viene realizando trabajos sobre la cría e implementación en cultivos de importancia económica de la especie neotropical *B. atratus* Franklin desde hace varios años. Se ha demostrado que estas colonias son importante polinizadoras de especies comerciales de frutales como el lulo (*Solanum quitoense*), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y mora (*Rubus glaucus*) (Almanza *et al.* 2003, Aldana *et al.* 2007; Bernal *et al.* 2007; Zuluaga y Aguilar 2010). Existen, sin embargo, algunas limitantes en la cría de especies de *Bombus* “constructoras de bolsillos” en condiciones de laboratorio, lo que demanda una gran cantidad de mano de obra limitando la cría a mediana o gran escala. (Cruz *et al.* 2007; 2008). Con el fin de optimizar el proceso de alimentación y el protocolo de producción de colonias en cautiverio, se evaluó el efecto de la alimentación realizada manualmente a los bolsillos en etapas tempranas del desarrollo de las colonias de *B. atratus*, alimentando diferencialmente las primeras cuatro celdas producidas por la reina fundadora para establecer su efecto en el crecimiento y desarrollo de las colonias, y finalmente reducir el tiempo de labor humana en el manejo de colonias en laboratorio.

Métodos

Se capturaron reinas de *B. atratus* en los municipio de Chía, Ubaté y Sopó, entre 2.500 y 3.000 msnm. Estas reinas se trasladaron en frascos de plástico con ventilación a la cámara de cría de abejorros (a 27- 30 °C y 60-80% de humedad relativa) ubicada en el Campus de la Universidad de Militar Nueva Granada (Cajicá, Cundinamarca). Cada una de las reinas se ubicó en una caja de iniciación elaborada en madera (12,5 x 10 x 7 cm), con una cara frontal en vidrio para facilitar la observación y dos orificios, uno en la cara lateral y otro en la cara superior para permitir la alimentación. Ésta consistió en una solución azucarada 1:1 v/p de agua y sacarosa y polen fresco proveniente de colonias de *Apis mellifera* el cual era humedecido con la solución azucarada. Tanto el polen como la solución azucarada eran suministrados diariamente.

A partir del momento en que se detecta la aparición del bolsillo, el cual coincide con el paso al estado de larva (Fig. 1), a cada celda se le proporcionó manualmente, con ayuda de un palillo, una masa de polen de aproximadamente 0,06g a través del bolsillo. Este polen, que no fue refrigerado por más de dos días, se pesó en una balanza analítica (Ohaus).

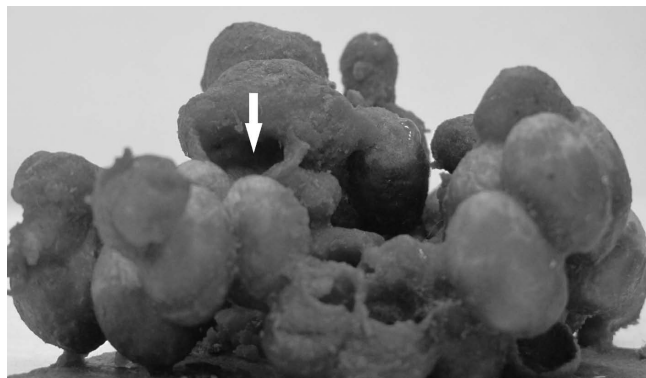


Figura 1. Bolsillo de alimentación por donde se suministró el polen (indicado por la flecha).

La alimentación se realizó dos veces al día. La cantidad y frecuencia de alimentación fueron establecidas mediante ensayos realizados anteriormente (datos sin publicar).

Con el propósito de establecer el efecto de la alimentación vía bolsillo de las primeras celdas en el desarrollo inicial de las colonias, se evaluaron tres tratamientos con tres repeticiones cada uno de ellos. El número de repeticiones de cada tratamiento estuvo condicionado a la iniciación de las reinas capturadas en campo. En el tratamiento T1 se alimentaron por bolsillo las cuatro primeras celdas producidas dentro de la colonia, en el tratamiento T2 solamente se alimentó por bolsillo la primera celda producida y en el tratamiento T3 solamente se alimentó por bolsillo la cuarta celda producida por la reina. Para asegurar la disponibilidad de alimento para las larvas de las celdas restantes en T2 (celdas 2 a 4) y T3 (celdas 1 a 3), se dejó una masa de polen de 0,1g sobre el piso de la caja de la colonia.

En cada tratamiento se evaluaron las siguientes variables: número de obreras emergidas en las primeras cuatro celdas, peso de las obreras, número de celdas producidas en cada colonia hasta que emergió la última obrera de la cuarta celda y el tiempo de desarrollo de las obreras. Los datos fueron analizados con el programa estadístico R (versión 2.11.0) para análisis de varianza y comparación de medias Tukey para las variables evaluadas.

Además se midió el tiempo de iniciación de las reinas y se identificó el comportamiento de las reinas que estuvieran asociados a la alimentación “por bolsillo”, con observaciones diarias durante cinco (5) minutos después de la alimentación.

Resultados y Discusión

Los tratamientos T1 y T2 no muestran diferencias significativas para las variables evaluadas, pero difieren significativamente de T3, en el número de obreras ($P = 0,01$), peso de

Tabla 1. Número de obreras promedio (\pm DS), peso promedio de obreras (\pm SD) y número de celdas producidas en colonias de *B. atratus* en cada tratamiento. Las letras corresponden a diferencias significativas entre los tratamientos.

Tratamiento	Número de obreras \pm DS	Peso (gr) \pm DS	Número de celdas	Inicio de oviposición de las reinas \pm DS
T1	26 \pm 0,7 ^a	0,19 \pm 0,02 ^a	22 ^a	6,6 \pm 2,5 ^a
T2	23,2 \pm 2,3 ^a	0,18 \pm 0,02 ^a	22 ^a	6,6 \pm 4,9 ^a
T3	16,3 \pm 2,0 ^b	0,09 \pm 0,005 ^b	16 ^b	10,6 \pm 8,9 ^a

Tabla 2. Duración promedio (\pm DS) en días de cada uno de los estadios de desarrollo de las obreras de *B. atratus* producidas en las primeras cuatro celdas por la reina fundadora bajo tres tratamientos. Además se muestra lo encontrado en *B. atratus* bajo condiciones de cría diferentes.

	Huevo	Larva	Pupa	Total
T1	7,6 \pm 1,8	9,2 \pm 2,3	9,2 \pm 1,1	26,4 \pm 3,3
T2	9,9 \pm 1,8	10,2 \pm 0,6	11,4 \pm 0,8	31,5 \pm 1,2
T3	9,1 \pm 1,3	10,7 \pm 1,3	10,5 \pm 0,8	31 \pm 2,3
Rojas (2003)	6,8 \pm 1,8	12,9 \pm 3,3	12,9 \pm 3,7	32,6
Riño y Veloza (2007)	6,7 \pm 0,4	10,2 \pm 0,4	8,4 \pm 2,1	24 \pm 3,2
Cruz <i>et al.</i> (2008)	4	12	8	24

las obreras ($P = 0,0019$) y número de celdas producidas ($P = 0,0017$) (Tabla 1).

Los efectos del tamaño y del número de obreras en el desarrollo de las colonias ha sido reportado en otras especies de *Bombus* (Pomero y Plowright 1982; Boer y Duchateau 2006). Esto se refleja en el número de celdas producidas, pues a pesar de que todas las reinas en los diferentes tratamientos iniciaron oviposición ocho ($8 \pm 5,6$) días en promedio después de haber sido confinadas en las cajas de iniciación ($P > 0,05$), T3, con menor biomasa de obreras, produjo menor cantidad de celdas. De forma general las reinas mostraron mayor agresividad durante la fase solitaria.

En el tiempo de desarrollo de las obreras de *B. atratus* no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$) como tampoco cuando estos resultados se compararon con estudios anteriores, cuando el polen fue suministrado en tiras, sobre el suelo de la caja de cría (Tabla 2). Estos tiempos son similares a los reportados por Sakagami *et al.* (1967) para la misma especie en condiciones de laboratorio en el sur del Brasil.

Los resultados encontrados sugieren que la alimentación de la primera cohorte de obreras, que como caso único entre todas las abejas, en *Bombus* está confinada a una misma celda, tiene gran importancia en el desarrollo subsecuente de las colonias. Los resultados no permiten concluir que esto es suficiente para producir colonias exitosas, con producción de sexados, pero si nos indican que es un comienzo adecuado y que el alimentar vía bolsillo las cuatro (4) primeras celdas (= cohortes), no se consigue una diferencia importante, al contrario de lo que sucede cuando la alimentación vía bolsillo se inicia con la cohorte que proviene de la cuarta celda, en donde se observa que todos los parámetros evaluados fueron inferiores.

No solamente la calidad del alimento ofrecida, sino la forma de ofrecerlo a las colonias criadas en cautiverio, tiene una gran importancia en el desarrollo de las colonias de *Bombus atratus*. En la literatura ha sido reconocido generalmente que hay dificultad en la cría de colonias de las especies “constructoras de bolsillos”, precisamente por esa característica que presentan de depositar el polen directamente para la alimentación de las larvas, sin almacenarlo en celdas para su posterior utilización (Velthuis y Van Doorn 2006). Los resultados obtenidos muestran una posibilidad de manipular esta característica de *B. atratus*, pues las obreras aceptan el polen que se ofrece en la caja de cría, siempre y cuando en la fase inicial tengan un suministro de polen directamente a los bolsillos.

Conclusiones

La optimización del proceso de alimentación en cautiverio de las especies “constructoras de bolsillo” como *B. atratus*, es fundamental para lograr la cría de en cautiverio de esta especie a través del año. Los resultados del presente trabajo sugieren que la alimentación por bolsillo de la primera cohorte ofrece las condiciones adecuadas para una buena iniciación de las colonias y que, posteriormente, al concluir la fase solitaria, las obreras tienen capacidad de trasladar el polen de cualquier lugar de la caja de cría hasta los bolsillos. Es necesario aún resolver si las colonias previamente iniciadas de esta manera son exitosas en la producción de sexados, de forma semejante a lo que consiguen las colonias en que las obreras pueden alimentarse directamente en el campo.

Literatura citada

- ALDANA, J.; CURE, J. R.; ALMANZA, T.; VECIL, D.; RODRÍGUEZ, D. 2007. Efecto de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) sobre la productividad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero. *Agronomía Colombiana* 25: 62-72.
- ALMANZA, M.; CURE, J.R.; AGUILAR, M.; ÁLVAREZ, C.; VECIL, D.; ROJAS, D.; ALDANA, J.; DÍAZ, L.; FUENTES, L. 2003. Cría en cautiverio de colonias de *Bombus atratus* (Hymenoptera, Apidae) y su actividad polinizadora en tomate bajo invernadero. En: Resúmenes XXX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología 57 p.
- BERNAL, S.; CURE, J.R.; RODRÍGUEZ, D.; MERCEDES, M.; TRUJILLO, PÉREZ, M.; ALMANZA, T. 2007. Oferta floral y polinización de tomate bajo invernadero con *Bombus atratus* Franklin (Hymenoptera: Apidae). *Revista de la Facultad de Ciencia de la Universidad Militar Nueva Granada* 3: 91-100.
- BOER, S.; DUCHATEAU, M. 2006. A larval hunger signal in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Insectes Sociaux* 53: 369-373.
- CAMERON S.; JOST, M. 1998. Mediators of dominance and reproductive success among queens in the cyclically polygynous Neotropical bumble bee *Bombus atratus* Franklin. *Insectes Sociaux* 45: 135-149.
- CRUZ, P.; ALMANZA, M.; CURE, J. R. 2007. Logros y perspectivas de la cría de abejorros del género *Bombus* en Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Militar Nueva Granada* 2: 49-60.
- CRUZ, P.; ESCOBAR, A.; ALMANZA, M.; CURE, J.R. 2008. Implementación de mejora para la cría en cautiverio de colonias del abejorro nativo *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apoidea). *Revista Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Militar Nueva Granada* 3: 70-83.
- MICHENER, C. 1974. The social behavior of the bees: a comparative study, Harvard University Press, Texas. 404 p.

- MICHENER, C. 2000. The bees of the world. The Johns Hopkins University Press 117 p.
- POMEROY, N.; PLOWRIGHT, R. 1982. The relation between worker numbers and the production of males and queens in the bumblebee *Bombus perplexus*. Canadian Journal of Zoology 60 (5): 954-957.
- PRY-JONES, O.; CORBET, A. 1991. Bumblebees. Naturalists Handbooks, Volume 6. Cambridge University Press, New York. 92 p.
- RIANO, D.; VELOZA, M. 2007. Diferencias en el desarrollo de colonias de *B. atratus* (Hymenoptera: Apidae) criadas en condiciones de cautiverio y colonias criadas en condiciones de semicautiverio con libre forrajeo. Trabajo de grado en Biología. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. Bogotá. 75 p.
- ROJAS, D.; VECIL, D.; ALMANZA, M.; CURE J. R. 2003. Desarrollo, patrón de construcción y forma de alimentación en colonias de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) criadas en cautiverio. En: Resúmenes XXX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología 9 p.
- SAKAGAMI, S. F.; AKAHIRA, Y.; ZUCCHI, R. 1967. Nest architecture and brood development in a Neotropical bumblebee, *Bombus atratus*. Insectes Sociaux 14 (4): 389-414.
- SLADEN, F. W. L. 1912. The humble bee, its life history and how to domesticate it. MacMillan, London.
- VELTHUIS, H.; VAN DOORN, A. 2006. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. Apidologie 37: 421-451.
- ZULUAGA, J.; AGUILAR, M. L. 2010. Foraging behavior of *Bombus atratus* (Hymenoptera, Apidae) in Andean blackberry crop (*Rubus glaucus*) and its effect on fruit development. Anais do IX Encontro sobre Abelhas. Ribeirão Preto, Brasil 379 p.

Recibido: 4-may-2011 • Aceptado: 1-oct-2012