

Forrajeo en colonias de *Melipona eburnea* (Hymenoptera: Apidae) en el piedemonte llanero (Meta, Colombia)

Foraging of *Melipona eburnea* (Hymenoptera: Apidae) colonies in the foothills of the western plains (Meta, Colombia)

GUIOMAR NATES-PARRA¹ y ÁNGELA RODRÍGUEZ C.²

Resumen: Estudiamos la actividad de vuelo de *Melipona eburnea* en Acacias (Meta, Colombia), en época lluviosa y seca. Registramos las actividades en cinco colonias; durante cada época hicimos 15 días de observaciones, tres días para cada nido, desde las 5:30 hasta las 17:00 h. cada hora, durante 10 minutos. Tanto la actividad externa como la recolección de polen fueron máximas en las primeras horas de la mañana. La recolección de polen disminuye considerablemente conforme avanza el día, y fue casi nula hacia las 10:00 h. Las forrajeras de *M. eburnea* invirtieron 11 horas diarias en sus actividades externas generales en ambas épocas. El porcentaje de obreras de *M. eburnea* que entró con carga fue bastante reducido respecto al total de abejas que llegan a los nidos (11,4%). En las horas de la tarde se incrementó el porcentaje de abejas entrando con barro (2,1%). Hubo diferencias significativas en el ingreso de materiales de construcción en las dos épocas climáticas. El porcentaje de obreras que entraron con carga fue mayor en época lluviosa que en época seca. El incremento de temperatura influyó tanto en la actividad general como en la recolección de polen.

Palabras clave: Abejas sin aguijón. Actividad externa. Forrajeras. Polen. Meliponini.

Abstract: We studied the flight activity of *Melipona eburnea* in Acacias (Meta, Colombia) over the rainy and the dry seasons. We recorded the activity in five colonies; during each season we made 15 days of observations, three days for each nest, from 5:30 to 17:00 hours, each hour for 10 minutes. Both external activity and pollen collection were maximized in the first hours of the morning. Pollen collection decreased considerably as the day advanced, and was almost nil toward 10:00 h. Foragers of *M. eburnea* spent 11 hours daily in their general external activities in both seasons. The percentage of *M. eburnea* workers that entered with loads was quite reduced compared to total bees that arrived at the nests (11.4%). In the afternoon hours the number of bees entering with mud (2.1%) increased. There were significant differences in the entry of building materials in the two climate seasons. The percentage of workers that entered with loads was greater in the rainy season than in the dry season. The increase in temperature influenced overall activity as well as pollen collection.

Key words: Stingless bees. Foragers. External activity. Pollen. Meliponini.

Introducción

La actividad de forrajeo en las abejas sociales depende de las condiciones internas de la colonia, su estado poblacional, distancia de vuelo de las obreras y de variables ambientales como temperatura, humedad relativa, intensidad lumínica, precipitación, velocidad del viento (Kleinert-Giovannini y Imperatriz-Fonseca 1986; Bruijn y Sommeijer 1997; Hilário *et al.* 2003). Los ciclos de floración, la disponibilidad, forma y distribución de los recursos también son factores determinantes en la actividad de forrajeo (Marques-Souza *et al.* 1996).

La información sobre la actividad de vuelo en las abejas es importante porque proporciona datos fundamentales para el conocimiento de la biología de las especies, potencial genético de la colonia, comportamiento de forrajeo y su aplicación en la implementación de programas de manejo para polinización (Iwama 1977; Hilário *et al.* 2000).

Los comportamientos de forrajeo de las abejas varían dependiendo de las estrategias de cada especie para consecución de recursos, preferencia floral y fenología de las plantas (Ramalho *et al.* 1989). Aspectos de la actividad externa se conocen para algunas especies del género *Melipona*: *M. asilvai* Moure, 1971 (Souza *et al.* 2006), *M. beecheii* Bennett, 1831 (Biesmeijer *et al.* 1999), *M. bicolor* Lepeletier, 1836 (Hilário *et al.* 2000, Hilário y Imperatriz-

Fonseca 2009), *M. crinita* Moure y Kerr, 1850 (Cortopassi-Laurino, 2004), *M. compressipes* (Fabricius, 1804) (Kerr 1996), *M. eburnea fuscopilosa* Friese, 1900, *M. flavolineata* Friese, 1900, *M. grandis* Guérin-Ménéville, 1844, (Cortopassi-Laurino 2004), *M. marginata* Lepeletier, 1836 (Kleinert-Giovannini y Imperatriz-Fonseca 1986; Borges y Blochtein 2005), *M. quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Guibu *et al.* 1988), *M. seminigra* Friese, 1903 (Carvalho-Zilse *et al.* 2007) *M. subnitida* Ducke, 1910 (Bruening 1990), y *M. scutellaris* Latreille, 1811 (Kerr *et al.* 1996; Pierron y Schindwein 2003; Ramalho *et al.* 2007).

De las aproximadamente 70 especies de abejas del género *Melipona* en el neotrópico (Camargo y Pedro 2008) en Colombia hay algo más de 20 especies, algunas de las cuales son muy utilizadas en producción de miel (Nates-Parra 1995; Nates-Parra 2005). *Melipona eburnea* es una de las especies más comunes y se encuentra en Colombia, Perú, Bolivia y Brasil (Camargo y Pedro 2008). En nuestro país se distribuye en la Amazonia, la Orinoquia y los Andes, desde los 800 hasta los 2100 msnm (Nates-Parra 2007). Según Camargo y Pedro (2008) la especie hace parte del grupo Eburnea, típicamente amazónico. Sin embargo en Colombia hemos encontrado especies del grupo en la zona Andina (Nates-Parra 1995). La especie conocida como “ala”, “guare”, “abeja-real” es muy apreciada por la calidad de su miel; a pesar de su importancia y de ser una especie que se adapta muy bien a cría en cajas

¹ M. Sc. Profesora Titular. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. mgnatesp@unal.edu.co. Autora para correspondencia.

² Bióloga, Universidad Nacional de Colombia, atrodriquez@unal.edu.co

racionales, está afectada por procesos de degradación de los ecosistemas, lo cual reduce sus sitios de nidificación y recursos alimenticios, además de actividades de “cazadores de miel” quienes contribuyen a la reducción de nidos en ecosistemas naturales. *Melipona eburnea* está reportada dentro de la categoría VU de la UICN (Nates-Parra 2007).

El objetivo de este trabajo es documentar aspectos de la biología de *Melipona eburnea*, especialmente en cuanto a su actividad externa y materiales recolectados en épocas secas y lluviosas en el piedemonte llanero de Colombia.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en la vereda San José del Municipio de Acacias (Meta, Colombia) a 8km del casco urbano entre los ríos Acacias y Guamal (498msnm; 26°C). El área hace parte del piedemonte llanero (3°55' 4°10'N 73°28' 73°49'W), una región importante porque representa la transición entre la cordillera Oriental y la llanura, donde se encuentran zonas de vida como el bosque húmedo tropical (bh-T), bosque muy húmedo tropical (bmh-T), bosque muy húmedo montaño bajo (bmh-MB) y zona de transición entre bosque húmedo y seco; pero también es una región donde se observa una marcada y acelerada modificación de los ambientes naturales por la expansión de la frontera agrícola y ganadera y por la creciente urbanización.

La zona particular se caracteriza por la presencia de fincas de grandes extensiones, algunos pocos fragmentos de bosque secundario y cultivos, jardines y huertas. El pastizal es el estrato predominante. Bignoniaceae, Caesalpinaceae, Euphorbiaceae, Moraceae y Verbenaceae son las familias vegetales más abundantes.

Se estudiaron cinco colonias de *Melipona eburnea*, dos de las cuales se encontraban en estado natural en árboles vivos (*Pouroma* sp y *Psidium guajava*) y eran bastante fuertes. Las otras tres se obtuvieron en el Municipio de Guamal, Vereda Monserrate y se transfirieron a cajas racionales en el Colegio Departamental Agropecuario de Acacias donde se estableció un Meliponario piloto; uno de estos nidos estaba débil y los otros dos presentaban un estado razonablemente bueno (Tabla 1).

Se registraron las actividades de las abejas y se tomaron muestras en época seca (enero-febrero de 2004) y en época lluviosa (abril-mayo de 2004). Durante cada época se hicieron 15 días de observaciones distribuidas en tres días para cada nido desde las 5:30 hasta las 17h. cada hora, durante 10 minutos. En total se hicieron 361 periodos de observación de 10 minutos cada uno. Utilizando un contador manual se re-

gistró el número de abejas entrando y saliendo de cada nido, anotando tipo de material transportado (polen, barro, resinas). Se consideró que cuando las abejas entraban sin ningún material en la corbícula (“sin carga aparente”) esto podría corresponder a cargas de néctar o agua (Cortopassi-Laurino 2004; Carvalho-Zilse *et al.* 2007). Simultáneamente se hicieron mediciones de temperatura y humedad relativa cada hora. Ocasionalmente se tomaron muestras de polen de corbículas para análisis posteriores. Para estimar las diferencias de actividad de forrajeo entre colonias, por épocas climáticas y durante el día se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis. La relación entre la actividad de forrajeo y las características ambientales como temperatura y humedad se analizó mediante la correlación no paramétrica de Spearman (Gibbons y Chakraborti 2003).

Resultados y Discusión

Actividad de forrajeo durante el día. La actividad de forrajeo de *M. eburnea*, se inicia al amanecer y el forrajeo de polen es particularmente intenso en las primeras horas del día, al igual que en otras especies del género *Melipona* (Bruijn y Sommeijer 1997; Hilário *et al.* 2003; Cortopassi-Laurino 2004; Borges y Bochtein 2005; Souza *et al.* 2006, Carvalho-Zilse *et al.* 2007). Las obreras de *M. eburnea* inician su actividad entre las 5:30 y 5:45 a.m. El forrajeo es mayor en las horas de la mañana particularmente entre las 6:00 y 7:00 horas; la tendencia general es a disminuir actividad en las horas de la tarde (Figs.1A, B). El 60,7% de las abejas entran en el día, lo hace en las horas de la mañana y el 39,3% en las horas de la tarde (Tabla 2). Hay diferencias significativas tanto en la entrada (H=23.697, P<0,001) como en la salida (H=21.487, P<0.001) de obreras en horas de la mañana y la tarde. De la misma forma se presentan diferencias en el número de entradas de abejas en las diferentes horas del día (H=42.723, P<0,001).

El hecho que las abejas inicien muy temprano por recursos alimenticios es un comportamiento común que puede haber aparecido evolutivamente como adaptación a las condiciones ambientales del entorno (Guibu y Imperatriz-Fonseca 1984; Cortopassi-Laurino 2004) o como estrategia para obtener recursos en un espacio libre de enemigos y competidores, como se da en otros grupos de abejas con comportamiento vespertino o crepuscular (Wcislo *et al.* 2004).

El porcentaje de obreras de *M. eburnea*, que entran con carga, es bastante reducido (8,02-22,14%) respecto al total de abejas que llegan a los nidos (Tabla 1) indicando que, en pro-

Tabla 1. Características de los nidos de *M. eburnea* estudiados en el piedemonte llanero (Acacias, Meta).

No. Nido	Localización definitiva	Origen	Condiciones de las colonias	Número de forrajeras entrando	Frecuencia forrajeras entrando con carga (%)
1	Colegio Agropecuario de Acacias Caja racional	Municipio Guamal, Vereda Monserrate	Medio, en recuperación	4.357	8,12
2	Colegio Agropecuario de Acacias Caja racional	Municipio Guamal, Vereda Monserrate	Medio, en recuperación	4.700	22,14
3	Colegio Agropecuario de Acacias Caja racional	Municipio Guamal, Vereda Monserrate	Débil	1.720	8,02
4	Natural, en árbol vivo de <i>Pouroma</i> sp. en relicto de bosque secundario	Municipio Acacias Vereda San José	Fuerte	6.277	8,87
5	Natural, en árbol vivo de <i>Psidium</i> <i>guajava</i> en potrero.	Municipio Acacias Vereda San José	Fuerte	5.419	8,37

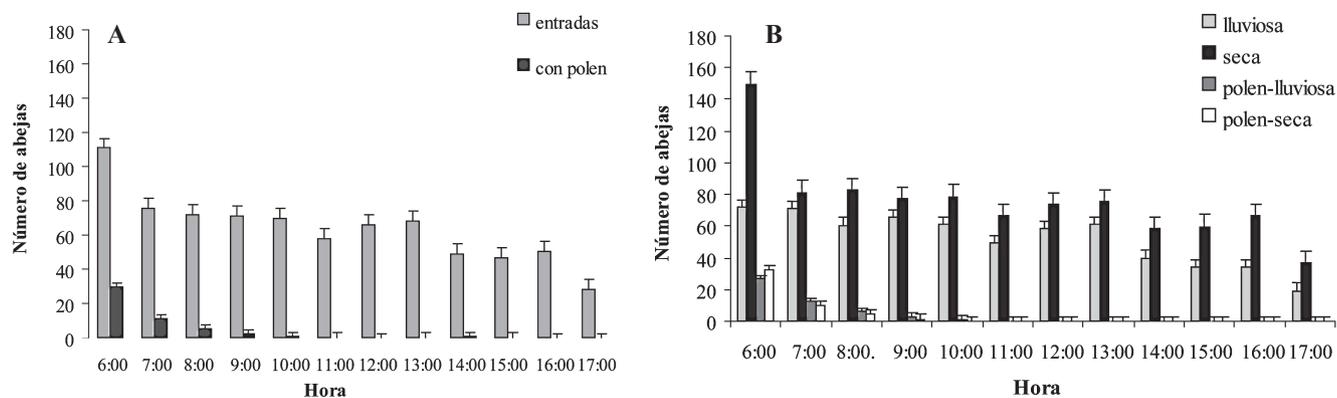


Figura 1. Número de forrajeras promedio de *M. eburnea* entrando a los nidos y el número de abejas entrando por hora: **A.** a lo largo del día. **B.** Actividad general comparada en dos épocas climáticas y actividad de entrada de polen en las mismas épocas. Se incluyen barras de Error Estándar.

medio, el 91,6% de las abejas que llegan lo hacen sin carga aparente (excepto la colonia No. 2 en la cual ese porcentaje fue de apenas 77,8%) (Tabla 1); la “carga aparente” puede estar constituida por agua, néctar o ningún material. Cortopassi-Laurino (2004) y Carvalho-Zilse *et al.* (2007) utilizan este valor como una medida arbitraria para indicar la entrada de néctar/agua a las colonias. Para *M. seminigra*, en sistemas agroforestales de la Amazonia, Carvalho-Zilse *et al.* (2007) registraron un menor porcentaje de abejas (6%) entrando con néctar/agua de lo registrado en este trabajo para *M. eburnea* (Fig. 2); Cortopassi-Laurino (2004) por su parte observó que para *M. crinita*, el menor porcentaje de entradas con néctar fue de 21,3% en época lluviosa; para las otras especies (*M. flavolineata*, *M. eburnea fuscopilosa* y *M. grandis*) esa autora reporta porcentajes superiores al 49%. Esto puede deberse a la metodología utilizada, puesto que mientras Carvalho-Zilse *et al.* (2007) mencionan que consideraban abejas entrando con cargas cuanto tenían “cierta distensión abdominal”, ni Cortopassi-Laurino (2004), ni en este trabajo se tuvo en cuenta esa característica. Pierrot y Schlindwein (2003) trabajando en *M. scutellaris*, interpretan el regreso de forrajeras con corbículas vacías solamente como forrajeo de néctar; esa actividad oscila entre el 50 y el 80% de todas las abejas que retornan a los nidos, valor inferior al encontrado en este trabajo para *M. eburnea*.

No se observaron diferencias importantes entre el porcentaje de abejas que llegan “sin carga aparente” en la mañana y en la tarde o entre época seca y lluviosa (Fig. 2), aunque en la tarde tanto en época seca como en época lluviosa hay incremento en el porcentaje de abejas entrando “sin carga aparente” (94,9% y 96,2% respectivamente). En términos generales, los meliponinos recolectan polen en las horas de la mañana y néctar posteriormente cuando ha pasado el pico de recolección de polen, después de las 10 de la mañana (Bruijn y Sommeijer 1997; Hilário *et al.* 2003; Cortopassi-Laurino 2004; Borges y Bochtein 2005; Souza *et al.* 2006). Esta división horaria parece debida al incremento gradual de concentración de azúcar en el néctar a medida que avanza el día; las forrajeras prefieren concentraciones entre el 40 y 65% (Biesmeijer *et al.* 1999).

En cuanto al número de abejas que salen no hay diferencias significativas respecto a las que entran.

Durante los viajes de forrajeo las abejas recolectan además, materiales para construcción. Del total de abejas que

regresaron solamente el 11,31% entraron con cualquier material: el mayor porcentaje de forrajeras entra con polen, seguido de resinas (con y sin semillas) y barro (Tabla 2). Este porcentaje es claramente diferente entre la mañana y la tarde cuando disminuye la actividad general; se incrementa el porcentaje de abejas entrando con barro (2,1%) y decrece considerablemente la entrada de polen (0,16%), como también la de resinas (Tabla 2; Fig. 3).

El forrajeo de polen por obreras de *M. eburnea* se inicia temprano en la mañana (5:30h) con un pico muy marcado entre las primeras horas de la mañana al igual que en obreras de *M. scutellaris* (Pierrot y Schlindwein 2003), *M. seminigra* (Carvalho-Zilse *et al.* 2007), o de *M. rufiventris* (Fidalgo y Kleinert 2007); disminuye gradualmente a medida que avanza el día y es casi nulo después de las 10 am; ocasionalmente se presenta un aumento en la recolección por este recurso en las horas de la tarde (3 pm), pero son pocas las abejas que realizan esta actividad y se presenta por pocos minutos (Figs. 1 A - B); Pierrot y Schlindwein (2003) registraron alta actividad de recolección de polen, durante una tarde en *M. scutellaris*, debido quizás, a un florecimiento masivo de una determinada especie vegetal. En general existen diferencias significativas en el porcentaje de abejas que regresan al nido con cargas de polen ($H=9,128$, $P=0,002$) en las diferentes ho-

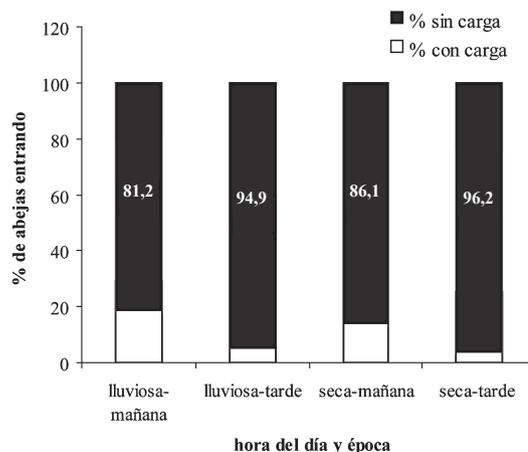


Figura 2. Porcentaje de abejas entrando con cualquier carga (polen, barro, resinas) y sin carga aparente en dos épocas climáticas (mañana y tarde).

Tabla 2. Número y porcentaje de obreras de *M. eburnea* entrando con diversas cargas durante el día, en la mañana y en la tarde.

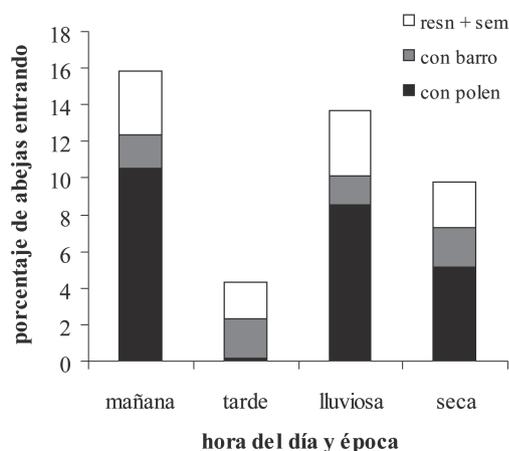
Actividad	Día total		Mañana		Tarde	
	Suma	%	Suma	%	Suma	%
Entradas totales	22.473	100	13.645	100	8.828	100
Con polen	1.450	6,45	1.436	10,52	14	0,16
Resinas (con y sin semillas)	649	2,88	472	3,45	177	2
Con barro	445	1,98	256	1,87	189	2,14
Sin carga	19.929	88,68	11.481	84,14	8.448	95,7

ras (mañana y tarde, Fig. 3). Roubik (1989) atribuye los picos de recolección de polen en la mañana a disponibilidad de recursos. El polen generalmente es abundante en la mañana y disminuye en la tarde como consecuencia del forrajeo por obreras. Sin embargo es posible que ante una “explosión” en floración de una especie vegetal particular, en las horas de la tarde, las abejas aprovechen ese recurso e incrementen su recolección de polen en esas horas del día.

Gran cantidad de alimento en la colonia (polen) sugiere mayor estímulo de postura de huevos por parte de la reina y mayor crecimiento de la colonia (Souza *et al.* 2006), tal como se observa en las colonias 2, 4 y 5 (Fig. 4).

En cuanto a recolección de otros materiales las obreras entran barro, resinas (con y sin semillas) y lo transportan en las corbículas. A diferencia de la entrada de polen, que está concentrada en las primeras horas de la mañana, estos otros materiales entran durante todo el día, en diferentes intensidades; la recolección de resinas y de barro se realiza desde las 6:00h. hasta las 17:00h. aproximadamente, y con mayor actividad entre las 8:00h. y las 11:00h., cuando ha pasado el pico de actividad de forrajeo de polen (Fig. 5). Dentro de las resinas las obreras de *M. eburnea* transportan hasta el nido entre ocho y 15 semillas en sus corbículas y mandíbulas; allí, junto con el barro, son utilizadas para recubrir paredes o entradas del nido, tapar grietas, o son almacenadas en cúmulos para ser usadas después (Rodríguez y Nates-Parra, en preparación).

A diferencia de la recolección de resinas se presentan picos de actividad de recolección de barro entre las 8-10, a las 12 y a las 15 horas (Fig. 5). El número máximo de abejas entrando con barro fue 19 y se dio hacia las 15 horas; hubo

**Figura 3.** Porcentaje de abejas entrando con diferentes cargas durante la mañana y la tarde y en las dos épocas climáticas.

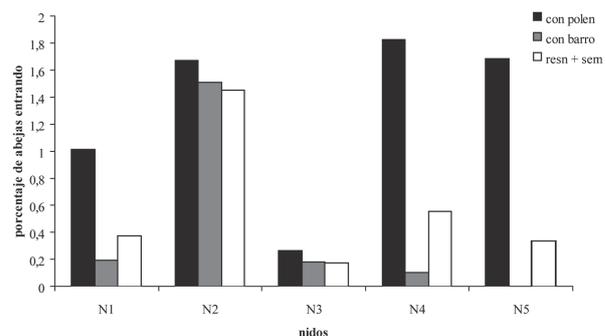
diferencias en la tarde respecto a la colecta de barro en la mañana ($H=8,067$, $P=0,004$).

La entrada de resinas también se observó durante todo el día, pero en mayor intensidad que la entrada de barro y tiene a disminuir considerablemente después de las 15 horas, aunque tampoco se presentan diferencias entre la recolección de resinas en la mañana y la tarde ($H=0,042$, $P=0,838$). El pico máximo de recolección de resinas fue a las ocho de la mañana. El número máximo de forrajeras entrando con resinas fue 11 y se dio hacia las 6 de la mañana.

Actividad de forrajeo en las dos épocas climáticas. La tendencia general es a disminuir la actividad a medida que avanza el día en los dos periodos. En las dos épocas climáticas hay diferencias en la actividad de las abejas a la entrada del nido (abejas entrando $H=28,912$, $P<0,001$) y saliendo ($H=25,072$, $P<0,001$). El porcentaje de obreras que entran con cargas es mayor en época lluviosa (11,9%) que en época seca (8,8%) (Fig. 3).

Si bien la entrada de polen es mayor que la entrada de otros materiales en las dos épocas, en la estación seca se incrementa la entrada de barro y se reduce la entrada de abejas con polen y resinas. El porcentaje de abejas entrando con resinas es ligeramente mayor en época lluviosa. Al contrario, el porcentaje de obreras entrando con barro es mayor en época seca (Fig.3), lo cual difiere de los resultados registrados para otras especies de *Melipona*, en donde incrementan la recolección de barro en época lluviosa (Cortopassi-Laurino 2004).

La lluvia afecta la actividad de forrajeo, pero no la paraliza del todo a menos que sea muy intensa y prolongada; en esos días las abejas recolectan principalmente néctar y materiales para construcción; la actividad de forrajeo de polen no se reanuda en la tarde aunque la lluvia se haya presentado en horas tempranas de la mañana. Hilário y Imperatriz-Fonseca

**Figura 4.** Porcentaje de obreras de *M. eburnea* entrando a los diferentes nidos con cualquier carga. (resn + sem) corresponde a la entrada de resinas junto con semillas.

(2009) señalan que las diferencias estacionales en recolección de polen por parte de obreras de *M. bicolor* estarían relacionadas con la producción de sexuales, el número de individuos y el tamaño corporal.

El porcentaje de obreras de *M. eburnea* que llegan con polen en época lluviosa (8,53%) es mayor que en época seca (5,11%); con la lluvia se incrementa la floración de plantas y por tanto la disponibilidad de alimento, además en época lluviosa disminuye la temperatura y aumenta la humedad, condiciones que favorecen la recolección de polen por esta especie en esta región, semejante a lo observado por Lorenzon *et al.* (2003) en Piauí (Brasil) donde la mayor floración se da en época lluviosa y es en esa época donde hay mayor actividad de las abejas sobre las flores. Durante la época seca en esa misma región la actividad de forrajeo de las abejas decrece.

Inversión del tiempo en las diferentes actividades. Las forrajeras de *M. eburnea* invierten 11 horas diarias en sus actividades externas generales en las dos épocas climáticas (Fig. 1B). Sin embargo hay diferencias en el tiempo invertido en recolección de polen y otros materiales dentro de cada época. En época lluviosa hay una mayor amplitud en el tiempo de recolección de polen en los diferentes nidos (4 a 10 horas) mientras en época seca este valor se reduce (2 a 4 horas). En cuanto a la recolección de otros materiales no hay mucha variación: en época lluviosa se invierten entre 9-10 horas mientras que en época seca utilizan 8 a 10 horas. Nuestros datos difieren de los presentados por Borges y Blochtein (2005) para *M. marginata obscurior* porque el tiempo invertido depende de la época del año: entre 9 y 13 horas en primavera-verano, mientras que en otoño-invierno fue de 10 horas. *M. m. obscurior* recolectó polen durante 8 horas en primavera-verano y 10 horas en otoño-invierno).

Diferencias entre colonias. Las cinco colonias difieren en su comportamiento de forrajeo y el número de abejas que entran y salen es un indicativo de su estado de desarrollo, tal como ya fue observado por Hilario *et al.* (2000) en *Melipona bicolor*. El resultado de las pruebas de Kruskal-Wallis demuestran que el número de forrajeras de *M. eburnea* que entran y salen es diferente entre colonias ($P < 0,0001$); se forman tres grupos según su grado de actividad: grupo 1 (nidos 1 y 2, alojados en colmenas racionales y en franca recuperación, actividad media), grupo 2 (nido 3; alojando en colmena racional, débil, actividad baja) y grupo 3 (nidos 4 y 5, en cavidades naturales y fuertes, gran actividad) (Tabla 1, Fig. 4). En la región tropical la disponibilidad de polen no

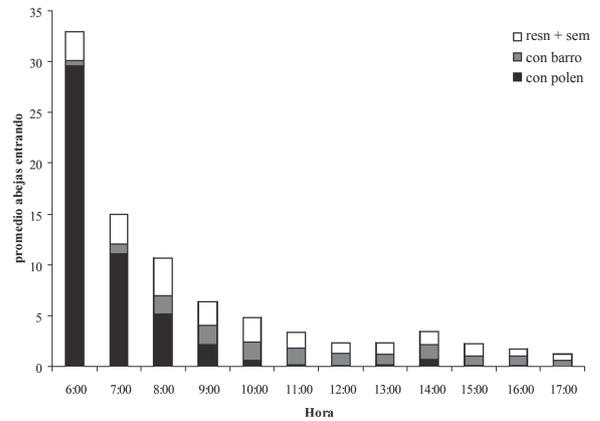


Figura 5. Número promedio de forrajeras de *M. eburnea* entrando con cargas (10 minutos) durante el día.

es factor limitante, pero si hay una competencia intraespecífica entre colonias fuertes, medias y débiles de la misma especie. En colonias fuertes la colección de polen se presenta más temprano que en colonias medias o débiles (Hilário *et al.* 2000). Sin embargo nuestros datos muestran que el valor máximo de forrajeras entrando con polen se da siempre a las 6 de la mañana, independiente del estado de desarrollo de las colonias, a diferencia de las entradas generales en donde se pueden presentar picos de actividad temprano en la mañana (6 am), en horas diferentes en el transcurso del día y en las dos épocas climáticas (Fig. 6 A, B).

También hay diferencias significativas en el porcentaje de abejas entrando con polen, barro, resinas ($P < 0,001$, para todos los casos) y en las horas de actividad máxima en las dos épocas climáticas (Fig. 4, 6 A, B).

En cuanto al tiempo invertido en recolección de recursos entre colonias las mayores diferencias se observan en entradas con polen, porque mientras el nido cinco es el que más tiempo utiliza (10 horas), los otros nidos gastan 4 horas en la misma actividad. Para el periodo seco los nidos uno y cinco reducen el tiempo invertido mientras que los otros nidos lo incrementan. La recolección de otros recursos no muestra variaciones importantes entre nidos. Cada nido tienen sus particularidades que influyen sobre el comportamiento general de las obreras (al interior y exterior del nido); aspectos fisiológicos y morfológicos de las obreras como su ciclo de desarrollo y el tamaño de los individuos están directamente relacionado con su capacidad e intensidad de forrajeo (Ramalho *et al.* 1994, 1998).

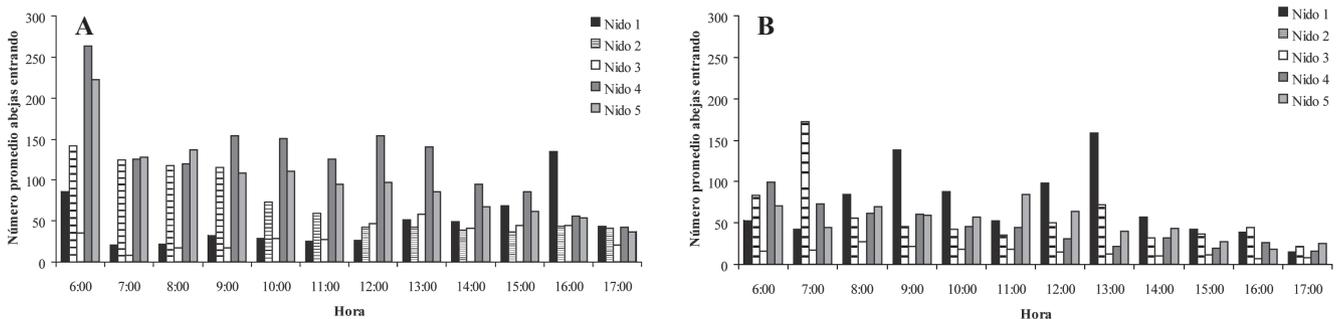


Figura 6. Promedio de abejas que entran a cada nido a lo largo del día. A: Época seca. B: Época lluviosa.

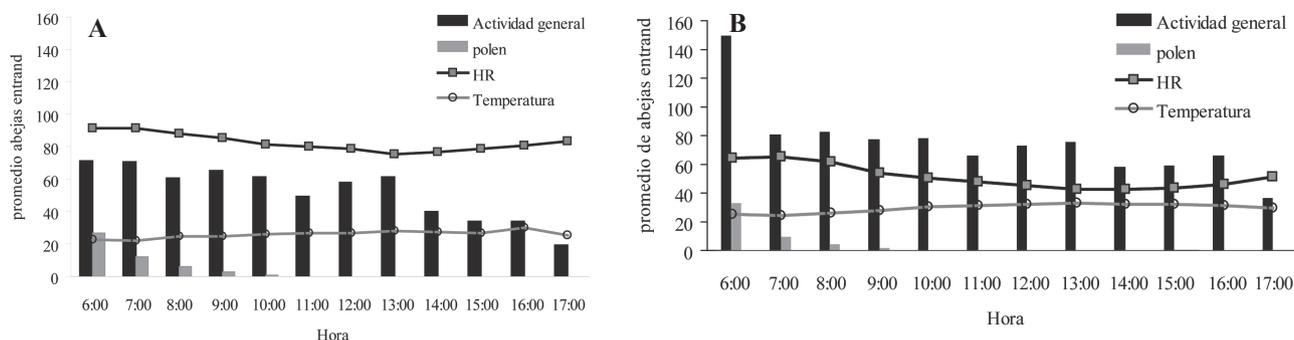


Figura 7. Actividad de forrajeo (general y de polen) a lo largo del día y según la temperatura y humedad relativa (HR). **A:** Época lluviosa. **B:** Época seca.

Efecto de la Temperatura y humedad sobre la actividad de forrajeo. En la época lluviosa la humedad es alta (75,1% -92,6%) y la temperatura oscila entre 22,4 y 29,9°C. En este periodo la actividad externa de las abejas es menor que en época seca. Por el contrario la actividad de las abejas es mayor cuando la humedad es más baja (42,2%- 65,1%) y la temperatura se incrementa (24,7 a 33,2 grados) durante el período seco. En las dos épocas la actividad general y la recolección de polen disminuyen a lo largo del día con el aumento de temperatura. (Fig. 7).

Tanto en época seca como lluviosa el incremento de temperatura se traduce en disminución del porcentaje de obreras entrando con polen (seca: $r_s = -0,612$, $P = 0,034$; lluviosa: $r_s = -0,682$, $P = 0,021$). La temperatura también afecta las entradas totales ($r_s = -0,615$, $P = 0,03$) y la entrada de resinas durante la época seca ($r_s = -0,887$, $P < 0,001$).

La HR no influye en la actividad de las abejas en época lluviosa; sin embargo en época seca si hay correlación negativa con entrada de polen ($r_s = -0,581$, $P = 0,048$).

Nuestros datos corroboran otras observaciones en las cuales la temperatura parece ser el factor ambiental más importante para la actividad externa de las abejas (Iwama 1977; Corbet *et al.* 1993). En *M. bicolor* hay mayor actividad externa cuando HR es alta y temperatura moderada (Hilario *et al.* 2000). Souza *et al.* (2006) encontraron que en *M. asilvae* (abeja de bioma de sabana), a diferencia de lo encontrado en este trabajo, existe una correlación positiva entre la temperatura con la entrada de abejas y recolección de polen; por su parte la HR se relacionó directamente con la recolección de barro, aunque no tuvo ninguna relación con la actividad general. Oliveira (1973) menciona que cuando pasa de día soleado a cubierto, así se incrementa la temperatura, la actividad decrece.

Para *M. eburnea* nunca observamos actividad por debajo de los 20,8 grados, y la HR mínima fue de 27%. La temperatura óptima estuvo entre 21 y 26 grados lo cual está dentro de los rangos reportados para otras especies de *Melipona* (Guibu y Imperatriz 1984; Kleinert-Giovannini y Imperatriz 1986; Biesmeijer *et al.* 1999; Hilario *et al.* 2000; Borges y Blochtein 2005; Souza *et al.* 2006).

Conclusiones

El comportamiento de las forrajeras de *M. eburnea* es muy similar al comportamiento de otras especies de *Melipona* en otras regiones, aunque se presentan algunas diferencias, particularmente en cuanto al efecto de factores climáticos sobre

su actividad externa. Con la disminución de la temperatura y el aumento de humedad en época lluviosa el forrajeo de polen se incrementa; y en general hay mayor actividad de regreso de obreras con cargas a los nidos. Las actividades de forrajeo de *M. eburnea* están concentradas en las horas de la mañana y el polen es el recurso más colectado. El porcentaje de abejas regresando con néctar o agua, medido por el número de abejas que regresan sin carga aparente, es mucho más alto que el registrado para otras especies de *Melipona*. Es evidente que el comportamiento de las abejas depende en gran parte de las condiciones internas de sus nidos, lo cual se traduce en que las forrajeras deben suplir necesidades diferentes (alimento o materiales de construcción) y por eso se observa variabilidad en las actividades en los cinco nidos de *M. eburnea* estudiados.

Agradecimientos

Las autoras agradecen a los integrantes del LABUN que participaron en las salidas de campo (P. Baquero, A. Parra, M. I: Gómez, D. Velez, E. Palacio, B. Mantilla); a J.M.F. Camargo *in memoriam* por la identificación de algunas especies. A Víctor Solarte por el apoyo en los análisis estadísticos. A dos evaluadores anónimos por las sugerencias para mejorar este trabajo. A la comunidad de la vereda de S. José de Acacias y a las directivas del colegio Agropecuario de Acacias. A la Estación de Biología Tropical Roberto Franco de la Universidad Nacional (Villavicencio) por el apoyo logístico. A la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología (sede Bogotá) por su apoyo y a la División de Investigaciones de Bogotá (DIB) de la UN por la financiación del proyecto Cría y manejo de abejas sin aguijón en el Piedemonte llanero a G. Nates-Parra (convocatoria Pro-meteo No.201010024542003).

Literatura citada

- BIESMEIJER, J. C.; BORN, M., LUCÁCS, S.; SOMMEIJER, M. J. 1999. The response of the stingless bee *Melipona beecheii* to experimental pollen stress, worker loss and different levels of information input. *Journal of Apicultural Research*, 38:33-41.
- BORGES, F., B. BLOCHTEIN. 2005. Actividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae) en distintas épocas del año, en San Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(3): 680-686.
- BRUENING, H. 1990. Abelha jandaira. *Coleção Mossoroense*, serie C, volume 557. 181 pág.

- BRUIJN, L. M. de; SOMMEIJER, M.J. 1997. Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. *Insectes Sociaux* 44: 35-47.
- CAMARGO, J.M.F.; PEDRO, S.R.M. 2008. Meliponini Lepeletier, 1836. In: Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region (MoureJS, Urban D and Melo GAR, Eds.). Available at [http://www.moure.cria.org.br/catalogue]. Accessed January 26, 2009.
- CARVALHO-ZILSE, G.; PORTO, E.L.; SILVA, C.G.; PINTO, M.F.C. 2007. Atividades de voo de operarias de *Melipona seminigra* (Hymenoptera: Apidae) em um sistema agroflorestal da Amazonia. *Bioscience Journal*, Universidade Federal de Uberlândia, v 23 Sup 1 : 94-99.
- CORBET, S. A.; FUSSELL, M.; AKE, R.; FRASER, A.; GUNSON, C. ; SAVAGE, A. ; SMITH, K. 1993. Temperature and pollination activity of social bees. *Ecological Entomology* 8(1): 17-30.
- CORTOPASSI-LAURINO, M. 2004. Seasonal strategies of harvesting by *Melipona* sp. in the Amazon region. In: Proceedings of the 8th IBRA International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelhas. Riberão Preto (SP), Brazil, p 258-263.
- FIDALGO A.O.; KLEINERT A.M. 2007. Foraging behavior of *Melipona rufiventris* Lepeletier (Apinae; Meliponini) in Ubatuba, SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67(1): 133-140.
- GIBBONS, D.; CHAKRABORTI, S. 2003. Nonparametric Statistical inference 4 Ed. New York: Marcel Dekker.
- GUIBU, L. S.; RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 1988. Exploração dos recursos florais por colônias de *Melipona quadrifasciata* (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia* 48: 299-305.
- GUIBU, L. S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 1984. Atividade externa de *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Ciência e Cultura* 36 supl. (7): 623.
- HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2009. Pollen foraging in colonies of *Melipona bicolor* (Apidae, Meliponini): effects of season, colony size and queen number. *Genetics and Molecular Research* 8(2):664-671.
- HILÁRIO, S.D.; GIMENES, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2003. The influence of colony size in diel rhythms of flight activity of *Melipona bicolor* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). In: Apoidea Neotropica (Mello GAR and Alvesdos-Santos I, eds.) Editora UNESC, Criciúma: 191-197.
- HILÁRIO, S.D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT A.M.P. 2000. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae) *Revista Brasileira de Biologia* 60(2): 299-306.
- IWAMA, S.A. 1997. A influência de fatores climáticos na atividade externa de *Tetragonisca angustula* (Apidae Meliponinae). *Boletim do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo* 2: 189-201.
- KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. (org). 1996. *Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação*. Fundação Acangaú. Paracatu-MG. 144 p.
- KERR, W. E. *Biologia e Manejo de Tiúba: a Abelha do Maranhão*. 1996. EDUFMA. São Luis-MA. 156 p.
- KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 1986. Flight activity and responses to climatic conditions of two subspecies of *Melipona marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). *Journal of Apicultural Research* 25(1): 3-8.
- LORENZON, M. C. A.; MATRANGOLO, C. A. R.; SCHOEREDER, J. H. 2003. Flora visitada pelas abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) na Serra da Capivara, em Caatinga do Sul do Piauí. *Neotropical Entomology* 32 (1): 27-36.
- MARQUES-SOUZA, A.C.; MOURA, C.O.; NELSON, B.W. 1996. Pollen collected by *Trigona williana* (Hymenoptera, Apidae) in Central Amazonia. *Revista de Biologia Tropical* 44(2):567-573.
- NATES-PARRA, G. 2007. *Abejas Hymenoptera:Apidae Libro rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia /edts. Amat, G.G., M.G. Andrade, y E. Amat G. Bogotá, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Conservación Internacional, Colombia, Instituto A. von Humboldt, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial: 144-179.*
- NATES-PARRA G. 2005. *Abejas corbiculadas de Colombia (Hymenoptera:Apidae)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá 156 pág.
- NATES-PARRA, G. 1995. Las abejas sin aguijón del género *Melipona* (Hymenoptera: Meliponinae) en Colombia. *Boletín Museo. Entomológico Universidad del Valle* 3(2): 21-33.
- OLIVEIRA, M. A. C. 1973. Um método para avaliação das atividades externas de vôo em *Plebeia saiqui* (Friese) (Hymenoptera, Meliponinae). *Boletim de Zoologia e Biologia, São Paulo*, 30: 625-631.
- PIERROT, L.M.; SCHLINDWEIN, C. 2003 Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu- *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). *Revista Brasileira de Zoologia* 20(4): 565-571.
- RAMALHO, M., SILVA, M.; CARVALHO, E. 2007. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. *Neotropical Entomology* 36(1), pp. 38-45.
- RAMALHO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; GIANNINI, T. C. 1998. Within-colony variation of foragers' size and pollen load capacity in stingless bees (Apidae, Hymenoptera). *Apidologie* 29: 221-228.
- RAMALHO, M.; GIANNINI, T. C.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., 1994. Pollen harvests by stingless bee foragers (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Grana* 33: 239-244.
- RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 1989. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae): floral preferences. *Apidologie* 20(3): 185-195.
- ROUBIK, DW. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- SOUZA, B.A; CARVALHO, C.A; ALVES R.M. 2006. Flight activity of *Melipona asilvai* Moure (Hymenoptera: Apidae). *Brazilian Journal of Biology* 66 (2B): 731-737.
- WCISLO, W.; L. ARNESTON; K.ROESCH; V. GONZÁLEZ; A.SMITH; H. FERNÁNDEZ. 2004. The evolution of nocturnal behaviour in sweat bees, *Megalopta genalis* and *M. ecuadoria* (Hymenoptera: Halictidae): an escape from competitors and enemies? *Biological Journal of the Linnean Society* 83: 377-387.

Recibido: 15-oct-2010 • Aceptado: 9 may-2011