

**LOCALIZACIÓN DEL RECURSO POR
Apis mellifera Y DOS ESPECIES
DE *Trigona* (HYMENOPTERA: APIDAE)
EN *Ludwigia peruviana* (ONAGRACEAE)**

Alejandra F. González¹, Antonio J. Vera² y Jorge M. González³

¹Departamento de Biología, Facultad de Humanidades y Educación,
La Universidad del Zulia, Apartado 526.
Maracaibo 4011, Estado Zulia, Venezuela.

²Centro de Investigaciones Biológicas, Facultad de Humanidades y Educación,
La Universidad del Zulia, Apartado 526. Maracaibo, 4011, Estado Zulia,
Venezuela. E-mail: ajvera68@latinmail.com.

³Department of Entomology, University of Georgia.
Athens, Georgia 30602, U.S.A.
E-mail: gonzalez_jorge_m@hotmail.com

Resumen. Se evaluó la conducta de localización del recurso en 32 individuos de *Apis mellifera* ("abeja productora de miel"), 26 de *Trigona* sp. ("pegón marrón") y 6 de *Trigona silvestriana* ("pegón negro"), en un parche integrado por 10 plantas de *Ludwigia peruviana*. Se determinó la distancia recorrida, el tiempo de permanencia sobre la flor/individuo/especie y la ruta de forrajeo a través de un mapa de movimientos. *Apis mellifera* es rápida en la recolección de polen, mientras que los individuos del género *Trigona* emplean más tiempo en cada flor. Se evidenció la competencia entre las tres especies. Los individuos explotan áreas específicas en el parche, las cuales tienden a solaparse para los grupos de insectos. *Recibido:* 17 Diciembre 2000, *aceptado:* 15 Junio 2001.

Palabras clave: *Apis mellifera*, localización del recurso, *Ludwigia peruviana*, Parque Nacional Henri Pittier, *Trigona silvestriana*, *Trigona* spp., Venezuela.

REWARD LOCATION BY *Apis mellifera* AND TWO SPECIES OF *Trigona* (HYMENOPTERA: APIDAE) IN *Ludwigia peruviana* (ONAGRACEAE)

Abstract. Reward location behavior of 32 individuals of *Apis mellifera* ("Honey bee"), 26 *Trigona* sp. ("Brown Stingless Bee"), and 6 *Trigona silvestriana* ("Black Stingless Bee") in a patch of 10 *Ludwigia peruviana* plants was evaluated. Flight distance, time spent on each flower by individual bees and by species, and movement map foraging routes were determined. *Apis mellifera* is quick collecting pollen while individuals of both *Trigona* species spend more time on each flower. Competition among the three species under observation was noticed. Every group of individuals exploited specific parts of the plant patch and they tended to overlap. *Received:* 17 December 2000, *accepted:* 15 June 2001.

Key words: *Apis mellifera*, Henri Pittier National Park, *Ludwigia peruviana*, reward location, *Trigona silvestriana*, *Trigona* spp., Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La teoría del Forrajeo Óptimo expresa que la ganancia calórica neta se debe maximizar por unidad de tiempo de forrajeo. El animal incrementa la obtención neta del recurso permitiendo que su "fitness" se correlacione positivamente con su eficiencia de forrajeo (Kamil y Sargeant 1981). Esto implica que los animales, como ciertos insectos polinizadores, deberían desplazarse a través de un parche de flores productivas de tal forma que aumenten su tasa de localización de alimento, forrajeando preferentemente las flores donde puedan obtener rápidamente su recompensa (Pulliam 1975, Oster y Heinrich 1976, Pyke 1978, Waddington y Holden 1979, Marden 1984, Possingham *et al.* 1990).

Las abejas en general, tienden a reducir el margen de error para la localización del recurso a tan sólo una fracción del forrajeo total (Heinrich 1976). Es así como las abejas sociales requieren un flujo grande y continuo de recursos alimentarios para la economía de la colmena a lo largo de la época de crecimiento de la misma. *Apis me-*

llifera L., originaria de Europa, pero de alta adaptación a diversos ambientes en el Neotrópico y en el Neoártico, es, posiblemente, uno de los polinizadores más eficientes en estas regiones (Wilson 1971, Michener 1974). Las abejas sin aguijón, *Trigona* spp., (Apidae: Meliponinae), son un grupo de distribución esencialmente tropical, el cual es más abundante en el Nuevo Mundo y predominantemente en los bosques lluviosos (Michener 1974, González 1992).

El propósito de este trabajo es reportar la conducta observada de forrajeo, para la localización del recurso (polen), por *A. mellifera* y dos especies de *Trigona* sobre *Ludwigia peruviana*, una onagracea común en el área seleccionada para este estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

AREA DE ESTUDIO

Esta investigación se realizó en el Parque Nacional "Henri Pittier", estado Aragua, Venezuela (10° 21', latitud Norte y 67° 4' longitud Este), en la vecindad de la Estación Biológica de Rancho Grande "Dr. Alberto Fernández Yépez", en un área transicional entre el bosque siempreverde y la selva nublada, a una altura de 1000 msnm, con una temperatura media anual de 20°C y precipitaciones que alcanzan 1667 mm al año. Geográficamente esta área pertenece a la Cordillera de La Costa, la cual está cubierta por un bosque nublado básicamente virgen.

El área corresponde a un parche de 3 m x 3 m (9 m²), aproximadamente, integrado por 10 individuos de *Ludwigia peruviana* (L.) H. Hara (Primrose willow) (Onagraceae), con un promedio de 2,5 m de altura, donde destacan las especies acompañantes: *Miconia* sp. (Melastomataceae), *Iresine* sp. (Amaranthaceae) y *Luffa cylindrica* (Cucurbitaceae).

Ludwigia peruviana es una hierba fruticosa, algo leñosa en la base, que alcanza de 1-3 m de altura, destacando su flor de pétalos amarillos llamativos; crece a lo largo de riachuelos y ríos en las regiones andinas, desde 500 a 2500 msnm (Steyermark y Huber 1978).

MUESTREO

1. Conducta de forrajeo

Se identificaron numéricamente, con etiquetas, las flores para el estudio (39 flores). Las observaciones de los insectos visitantes se realizaron durante cinco horas consecutivas (8:30 am a 1:30 pm) distribuidas entre las especies estudiadas. Se evaluó la conducta de localización del recurso (polen) en treinta y dos (32) individuos de *Apis mellifera* ("abeja productora de miel"), ventiseis (26) individuos de *Trigona* sp. ("pegón marrón") y seis (6) individuos de *Trigona silvestriana* ("pegón negro"). En cada período de observación se determinó, con un cronómetro, el tiempo de permanencia sobre la flor/individuo/especie; al observarse dos individuos de diferente o similar especie, en una misma flor, se esperó a que permeciera uno de ellos para considerar el tiempo de forrajeo.

Se midió, con una cinta métrica, la distancia entre las distintas flores visitadas por los individuos para conocer la longitud de cada recorrido, y así elaborar un mapa de movimientos. Esta metodología se repitió durante tres (3) días consecutivos de la primera semana del mes de marzo, 1999.

Las pruebas de Kruskal-Wallis y Kolmogorov-Smirnov se aplicaron para verificar la significancia de las diferencias en la conducta de forrajeo de las especies y su ajuste a una distribución normal, respectivamente.

Los distintos ejemplares se colectaron con una red para insectos, se identificaron y depositaron en la Colección Entomológica de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia (MALUZ).

2. Aplicación de recompensa artificial

Se prepararon soluciones de sacarosa al 5% y al 30%, se aplicaron a algunas flores de plantas de *L. peruviana*, y se observó la conducta de forrajeo de los insectos ante esta recompensa artificial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó que los insectos buscan su recompensa en *L. peruviana*, a pesar de que en el parche esta especie se encontraba acompañada por *Miconia* sp. (Melastomataceae), *Iresine* sp. (Amaranthaceae) y *Luffa cylindrica* (Cucurbitaceae). Así mismo se corroboró que los insectos colectan fundamentalmente polen, aunque *L. peruviana* se ha reportado como fuente de néctar para mariposas en Florida (Minno y Minno 1998).

Se pudo constatar que *L. peruviana* posee flores efímeras (reemplazo diario). El reemplazo se produce desde la base hacia la parte terminal o apical de la rama. La apertura de las flores ocurre aproximadamente entre 8:30 a 9:00 de la mañana, y coincide con la llegada de los insectos; las visitas se prolongan hasta las 5:00 de la tarde aproximadamente. En *Oenothera biennis* y *Oenothera parviflora* (Onagraceae) se ha reportado que el forrajeo dura poco tiempo, y que el mayor número de visitas por individuos de *A. mellifera* ocurre entre 7:00 y 8:00 de la mañana, y finaliza a las 9:00 am cuando las flores están marchitas y luego se caen (Kubisova *et al* 1994).

Apis mellifera definió dos rutas (Fig. 1) dentro del parche, en cada una participaron aproximadamente diez (10) individuos. Esta conducta de forrajeo podría estar relacionada con la capacidad de comunicación descrita para esta especie (Frisch 1970, Michener 1974). Esto permite suponer que el grupo de abejas proviene de una misma colonia, y el cambio direccional podría vincularse con el agotamiento del recurso polen por parte de los 10 primeros individuos.

Apis mellifera y *T. silvestriana* recorrieron distancias similares y visitaron una cantidad análoga de flores (Tablas 1 y 2). Sin embargo, *T. silvestriana* empleó un mayor tiempo de forrajeo (permanencia sobre la flor), y mostró una conducta agresiva hacia *A. mellifera*, desplazandola de la flor visitada. Esta conducta se ha reportado en *Trigona* spp., a nivel de competidores interespecíficos (Johnson y Hubell 1974).

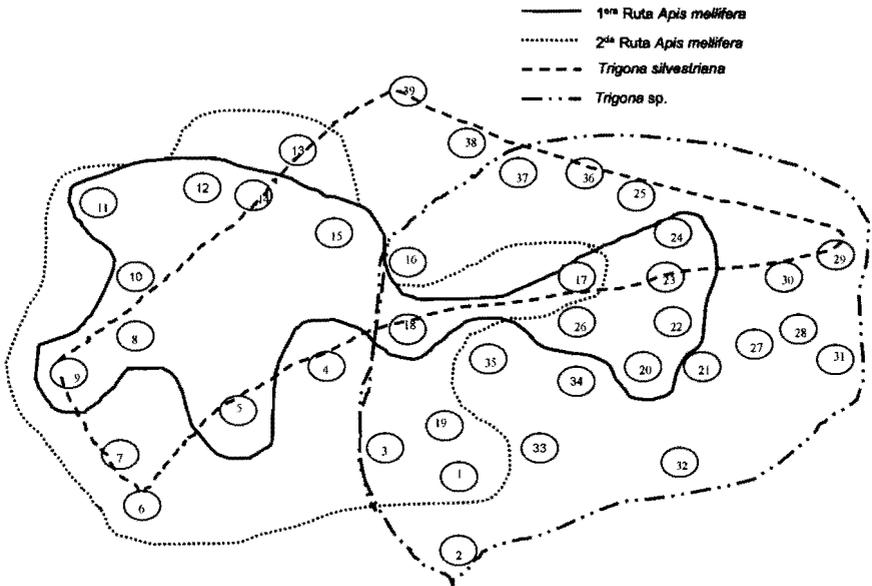


FIGURA 1. Mapa de Movimientos de los insectos en estudio dentro del parche de *Ludwigia peruviana* (los números corresponden a la disposición de las flores).

Por otro lado, se observó que *A. mellifera* desplaza a *Trigona* sp. (“pegón marrón”) del órgano floral, lo cual podría explicar la menor cantidad de flores visitadas por esta última especie (Tabla 3). La orientación de la ruta de forrajeo del pegón marrón hacia una zona del parche alejada de las flores visitadas por *A. mellifera* (Fig. 1) apoya esta observación.

Apis mellifera exhibe un menor tiempo de permanencia sobre las flores visitadas en comparación, con las dos especies de *Trigona*; este hecho podría estar vinculado con la existencia de la corbicula en *A. mellifera*, la cual facilita la colecta del polen. Se ha reportado que estas características de *A. mellifera* le confieren eficiencia en el forrajeo de *Ludwigia elegans*, especie en la cual los granos de polen están unidos por filamentos delgados y viscosos formando masas compactas difíciles de colectar (Gimenes 1991). La prueba de Kruskal-Wallis demostró que los tiempos de forrajeo de las tres especies no son significativamente diferentes.

TABLA 1. Distancia y tiempo de forrajeo de *Apis mellifera* sobre *Ludwigia peruviana* (Onagraceae). Parque Nacional Henri Pittier, Marzo 1999.

ESPÉCIMEN	Nº DE FLORES	TIEMPO PROMEDIO DE FORRAJE (seg)	DISTANCIA PROMEDIO DE FORRAJE (m)
1	7	24,14	1,53
2	5	14,2	1,1
3	3	15	0,69
4	18	9,38	0,78
5	1	15	—
6	1	6,5	—
7	1	8	—
8	9	9,8	0,48
9	1	13	—
10	10	9,9	0,74
11	2	10,5	0,53
12	11	7,18	0,36
13	2	7,5	1
14	16	3,62	0,512
15	1	9	—
16	9	7,89	0,88
17	3	2,33	0,44
18	3	3,33	0,66
19	6	6,67	0,94
20	6	4,5	0,4
21	10	5,3	0,97
22	12	3,75	0,32
23	2	6	1,76
24	3	6	0,92
25	5	4,6	0,65
26	6	2,17	0,15

TABLA 1. (Continuación).

ESPÉCIMEN	Nº DE FLORES	TIEMPO PROMEDIO DE FORRAJEJO (seg)	DISTANCIA PROMEDIO DE FORRAJEJO (m)
27	2	2	0,97
28	1	15	—
29	5	7,2	0,63
30	2	5	0,34
31	2	5	1,33
32	3	10	0,79
Promedio	5,25	8,108125	0,764307692
Desvest.	4,5152073	4,800728733	0,380716248
Mediana	3	7,19	0,715

Los individuos 5, 6, 7, 9, 15 y 28 visitaron una sola flor.

TABLA 2. Distancia y tiempo de forrajeo de *Trigona silvestriana* ("pegón negro") sobre *Ludwigia peruviana* (Onagraceae). Parque Nacional Henri Pittier, Marzo 1999.

ESPÉCIMEN	Nº DE FLORES	TIEMPO PROMEDIO DE FORRAJEJO (seg)	DISTANCIA PROMEDIO DE FORRAJEJO (m)
1	2	28	0,97
2	8	30,62	1,1
3	16	19,25	0,76
4	1	9	—
5	9	48,67	1,15
6	2	89	—
Promedio	6,333333333	37,42333333	0,995
Desvest.	5,819507425	28,49519445	0,174068952
Mediana	5	29,31	1,035

Los individuos 4 y 6 visitaron una sola flor.

TABLA 3. Distancia y tiempo de forrajeo de *Trigona sp.* ("pegón marrón) sobre *Ludwigia peruviana* (Onagraceae). Parque Nacional Henri Pittier, Marzo 1999.

ESPÉCIMEN	Nº DE FLORES	TIEMPO PROMEDIO DE FORRAJE (seg)	DISTANCIA PROMEDIO DE FORRAJE (m)
1	2	8	0,52
2	1	5	—
3	4	28,5	0,45
4	2	8	1,16
5	3	19,3	0,445
6	1	25	—
7	4	31	0,605
8	4	23	1,11
9	3	17	0,55
10	3	8	1,965
11	3	19,33	0,575
12	5	13,2	1,28
13	1	6	—
14	1	3	—
15	2	41,5	0,25
16	2	10,5	—
17	1	4	—
18	2	32	1,41
19	4	13	0,83
20	2	18,5	0,83
21	1	28	—
22	1	5	—
23	1	8	—

TABLA 3. (Cont.)

ESPÉCIMEN	Nº DE FLORES	TIEMPO PROMEDIO DE FORRAJE0 (seg)	DISTANCIA PROMEDIO DE FORRAJE0 (m)
24	1	21	—
25	2	22,5	0,32
26	1	49	—
Promedio	2,192307692	17,97423077	0,82
Desvest.	1,233506571	12,00621778	0,477508414
Mediana	2	17,75	0,605

Los individuos 2, 6, 13, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 24 y 26 visitaron una sola flor.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras pequeñas, demostró que el tiempo de forrajeo y distancia recorrida, para las tres especies, no se ajustan a una distribución normal, excepto para los tiempos de forrajeo de *Trigona silvestriana*.

La aplicación de las soluciones de sacarosa reveló que los insectos mostraban una mayor frecuencia de visitas, en particular *A. mellifera*, sobre las flores con solución al 5%. El monitoreo bajo estas condiciones resultó incompleto, por lo tanto se sugiere ampliar el estudio en este sentido.

De acuerdo con los hallazgos se podría concluir que la presión ejercida por la necesidad de almacenar reservas alimentarias induce a estas tres especies a exhibir mecanismos conductuales diferentes; lo que indica una eficiencia en la búsqueda del recurso polen.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a los directivos del la Estación Biológica de Rancho Grande "Dr. Alberto Fernández Yépez", por la colaboración prestada para la realización de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- FRISH, K. VON. 1970. Los insectos. Dueños del mundo. Monte Avila Editores, C.A., Caracas.
- GIMENES, M. 1991. Some morphological adaptations in bees (Hymenoptera, Apoidea) for collecting pollen from *Ludwigia elegans* (Onagraceae). Revista Brasileira de Entomología. 35: 413-422.
- GONZÁLEZ, J. M. 1992. Cría de abejas criollas sin aguijón como alternativa en ciertas zonas tropicales. Pp. 111-121, en: K. Jaffé y P. Sánchez. Tecnologías alternativas para el uso y conservación de Bosques Tropicales. Eds. Fundación Terramar S.C./Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Miranda.
- HEINRICH, B. 1976. The foraging specializations of individual bumblebees. Ecological Monographs. 46: 105-128.
- JHONSON, L. K. y P. HUBELL 1974. Aggression and competition among stingless bees: Field studies. Ecology. 55: 120-127.
- KAMIL, A. y T. SARGEANT. 1981. Foraging behavior: Ecological, Ethological and Psychological approaches. Gardland STPM Press, New York. 534 pp.
- KUBISOVA, S., H. HASLBACHOVA y B. KOCOURKOVA. 1994. Nectar production and pollination of evening primrose (*Oenothera sp.*). Apidologie 25: 446-447.
- MARDEN, J. H. 1984. Remote perception of floral nectar by bumblebees. Oecologia. 64: 232-240.
- MICHENER, C. D. 1974. The social behavior of the bees. Harvard University Press, Massachusetts. 404 pp.
- MINNO, M y M. MINNO. 1998. Florida Butterfly Gardening: A Complete Guide to Attracting, Identifying, and Enjoying Butterflies of the Lower South. The University Press of Florida. 224 pp.
- OSTER, G. y B. HEINRICH. 1976. Why do bumblebees "major"? A mathematical model. Ecological Monographs. 46: 129-133.
- POSSINGHAM, H. P., A. I. HOUSTON y J. M. MCNAMARA. 1990. Risk-averse foraging in bees: a comment on the model of Harder and Real. Ecology. 71: 1622-1624.

- PULLIAM, H. R. 1975. Diet optimization with nutrient constraints. *American Naturalist*. 109: 765-768.
- PYKE, G. 1978. Optimal foraging in hummingbirds: testing the marginal value theorem. *American Zoologist*. 28: 739-752.
- STEYERMARK, J. A. y O. HUBER. 1978. Flora del Avila. Flora y Vegetación de las montañas del Avila, de la Silla y del Naiguatá. Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales-MARNR, Caracas. 971 pp.
- WADDINGTON, K. D. y L. R. HOLDEN. 1979. Optimal foraging: on flower selection by bees. *American Naturalist*. 114: 179-196.
- WILSON, E. O. 1971. *The Insect societies*. Harvard University Press. Cambridge MA. 548 pp.