

Actividad de forrajeo de *Polybia occidentalis venezuelana* (Hymenoptera, Vespidae)

Foraging activity of *Polybia occidentalis venezuelana* (Hymenoptera, Vespidae)

JOHN HERNÁNDEZ D.¹ CARLOS E SARMIENTO² y CLAUDIO FERNÁNDEZ H.³

Resumen: Con el fin de caracterizar algunos aspectos del forrajeo en *Polybia occidentalis venezuelana* en la región de Montería (Córdoba), se realizaron observaciones durante 20 horas a seis nidos en tres zonas de vegetación. Se registró el número de avispas que salieron y las que retornaron al nido desde las 07:00 hasta las 18:20 horas y se identificó el alimento sólido traído al nido. El rango de forrajeo fue estimado. Altas temperaturas y humedades relativas bajas influenciaron positivamente la frecuencia de salidas de forrajeras del nido. El forrajeo por líquido constituyó el 53% de los eventos, mientras que el forrajeo por alimento es de 18,5% y el de pulpa para construcción del nido el 12,5%. Las presas estuvieron constituidas por Lepidoptera (58,5%), Diptera (20,5%), Hemiptera (6,7%), Coleoptera (2,7%) e Hymenoptera (2,1%). *Spodoptera frugiperda* fue la presa más frecuente; el 9,2% restante lo constituye el material no identificado. El rango de vuelo de *P. occidentalis venezuelana* fue aproximadamente de 50 m, resultando un área principal de forrajeo de 7854 m². En promedio una colonia capturó 72 presas al día y un adulto acarreo el 39% de su peso en cada viaje. La dieta descrita para esta especie así como su rango de forrajeo coinciden con estudios desarrollados en otras regiones y resaltan el potencial de *Polybia occidentalis venezuelana* en programas de control biológico en agroecosistemas del departamento de Córdoba.

Palabras clave: Forrajeras. Rango de vuelo. Control biológico. *Spodoptera frugiperda*.

Abstract: In order to characterize some aspects of foraging in *Polybia occidentalis venezuelana* in the region of Montería (Cordoba), observations were made over 20 hours at six nests located in three zones of vegetation. The number of wasps departing and returning to the nest was recorded from 07:00 to 18:00 hours and the solid food brought to the nest was identified. The range of foraging was estimated. High temperatures and low relative humidities positively influenced the departure frequency of foragers from the nest. Foraging for liquid constituted 53% of the events, while foraging for food was 18.5% and pulp for nest construction was 12.8%. Prey items consisted of Lepidoptera (58.5%), Diptera (20.5%), Hemiptera (6.7%), Coleoptera (2.7%), and Hymenoptera (2.1%). *Spodoptera frugiperda* was the more frequent species; the remaining 9.2% constituted unidentified material. The flight range of *P. occidentalis venezuelana* was about 50 m, resulting in a main foraging area of 7,854 m². On average a colony captured 72 prey per day and an adult lifted up to 39% of its own weight on each trip. The diet described for this species, as well as the foraging range, coincide with studies conducted in other regions and highlight the potential of *Polybia occidentalis venezuelana* for biological control programs in agroecosystems of the Cordoba department.

Key words: Foragers. Flight range. Biological control. *Spodoptera frugiperda*.

Introducción

El estudio de especies depredadoras como las avispas sociales neotropicales (Vespidae: Polistinae) es fundamental para entender su potencial uso para controlar herbívoros en los cultivos (Jeanne 1980; Gobbi 1984; Gobbi y Machado 1985, 1986; Hunt *et al.* 1987; García 2000; Santos *et al.* 2000; Rodrigues y Noda 2000; Raveret 2000; Lima y Prezoto 2003; Prezoto *et al.* 2005; Prezoto *et al.* 2006). Estos animales forrajean agua, pulpa vegetal, presas y diversas fuentes de carbohidratos teniendo cada recurso fines diferentes; el agua es utilizada para refrescar el nido y facilitar el uso de la pulpa vegetal para la construcción del nido, las presas proveen la proteína para la alimentación de las crías y adultos, y los alimentos ricos en carbohidratos tales como néctar de las flores, líquidos de fruta y algunas fuentes antropogénicas son fuente de energía tanto de adultos como de las crías (Hunt *et al.* 1987; Raveret 2000). Estos componentes son recolectados por las forrajeadoras quienes ven regulada su actividad por factores como temperatura, humedad relativa, brillo solar así

como por las condiciones de la colonia (García 2000; Andrade y Prezoto 2001; Resende *et al.* 2001).

Polybia occidentalis (Olivier, 1791) es una especie tolerante a las perturbaciones del hábitat y sus nidos se pueden encontrar en cultivos, pastizales, jardines y construcciones humanas (Sarmiento 1997). Se reconocen seis subespecies distribuidas en Centro y Sur América; en Colombia se encuentran las subespecies *Polybia occidentalis bohemani* (Holmgren, 1868) y *Polybia occidentalis venezuelana* (G. Soika, 1965) siendo esta última la única registrada en el departamento de Córdoba (Richards 1978; Sarmiento 1997; Gómez *et al.* 1991). Esta capacidad de ajuste a los ambientes con altos grados de intervención antrópica ha permitido estudiar características ecológicas como su capacidad de vuelo (Santos *et al.* 2000), diversidad de presas capturadas (Gobbi *et al.* 1984), ciclo de vida (Machado 1977), ritmos biológicos (Resende *et al.* 2001) y dinámica nutricional (Hunt *et al.* 1987) entre otros. Además es considerada una depredadora generalista favorecida por las altas densidades poblacionales de otros insectos (Machado 1977; Gobbi 1984), lo que la

¹ Biólogo. Universidad de Córdoba, Calle 22 N° 32-59, Urb Cundama, Mz G Interior 11, Montería, Colombia. john.hernandezdoria@gmail.com.

² Ph. D. Profesor Asistente, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. cesarmientom@unal.edu.co.

³ Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Profesor Titular Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural, Universidad de Córdoba.

hace un potencial agente para el control biológico en varios cultivos.

Las características ambientales presentes en Córdoba favorecen la abundancia de *P. occidentalis*, pudiendo jugar un papel importante en el manejo de los agroecosistemas de la región. No obstante, para lograr su uso racional, debe haber un conocimiento detallado de sus hábitos a nivel local ya que es conocido que no todas las poblaciones de una especie se comportan de manera uniforme. En esta investigación se estudiaron algunos de esos aspectos clave en la actividad de forrajeo de *P. occidentalis venezuelana* como: efecto de algunos factores ambientales en la frecuencia de forrajeo, espectro de presas capturadas en vegetación típica de la región, capacidad de carga de las forrajeras, eficiencia de sus forrajes y el rango de vuelo. Esta caracterización es fundamental para definir el valor potencial de esta especie en programas de control biológico locales.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló en áreas aledañas a plantaciones de maíz (*Zea mays* L., 1758), arroz (*Oryza sativa* L., 1753) y bancos de pastos tropicales en el campus de la Universidad de Córdoba en la ciudad de Montería departamento de Córdoba (8°52'N, 76°48'W). La región es una zona de transición entre bosque húmedo y bosque seco tropical (Bht-Bst) según el sistema Holdridge; está localizado a 14 msnm, tiene una precipitación promedio de 1200 mm anuales, una temperatura media anual de 28°C y humedad relativa de 85% (Palencia *et al.* 2006). El muestreo se adelantó durante los meses de junio y septiembre de 2006 periodo que abarca la época de lluvias. Los puntos de monitoreo se encuentran separados por una distancia de 400 metros aproximadamente.

Un total de seis nidos de tamaño similar fueron capturados muy temprano en la mañana cuando prácticamente todas las avispas están dentro (Resende *et al.* 2001); posteriormente, los nidos fueron trasladados a los tres tipos de vegetación descritos donde se les ubicó en el interior de cajas protectoras de 30x35x70cm construidas con soportes de madera y tela de malla fina que se suspendieron en árboles a 1,67 cm del suelo para facilitar su observación. Cada nido se dejó por 24 horas antes de iniciar los experimentos para facilitar la habituación de las avispas al nuevo sitio.

En promedio se tomaron observaciones durante 20 horas por nido, desde las 07:00 hasta las 18:20 horas, distribuidas en lapsos de 20 minutos por hora. Un observador ubicado de frente al nido a treinta centímetros del orificio de entrada registró el número de avispas que salieron y retornaron con material sólido o líquido, también se anotó la conducta con las presas. Paralelamente, cada hora se registraron los valores instantáneos de temperatura (°C) y humedad relativa (%) usando un Termohigrómetro digital Dew Point VWR®. Para determinar la capacidad de carga media de las obreras de la especie, se pesaron muestras de presas retirándolas directamente de las mandíbulas de forrajeras que retornaban al nido; al finalizar el estudio se tomaron 30 forrajeras al azar para calcular el peso de los individuos. Se calculó la frecuencia de forrajeo, contando el número de salidas por período de observación. Mediante una regresión de Pearson, se estudió la relación entre las variables ambientales y la frecuencia de forrajeo (Infante y Zárate 1990).

Los elementos traídos al nido por las avispas se cuantificaron y catalogaron en líquido, presas y pulpa vegetal, estas

categorías siguen los criterios propuestos por Prezoto *et al.* (1994) así: recurso líquido cuando se observaba que las hembras realizaban trofalaxia adulto-adulto o adulto-larva, presas cuando la avispa llevaba en las mandíbulas una masa de apariencia sólida color verde claro o brillante que podía ser entregada a otros individuos o llevada directamente al interior del nido, y por último transporte de pulpa vegetal cuando las avispas retornan con una masa de color oscuro o cenizo por lo general de menor tamaño que el de las presas. El alimento sólido que traían las obreras a la colonia se identificó usando las claves de Stehr (1987, 1991), Borror *et al.* (1989) y Triplehorn y Johnson (2005). Se determinó además el índice de eficiencia de presas forrajeadas propuesto por Giannotti *et al.* (1995) (Índice de eficiencia = $\frac{N^{\circ} \text{ de presas capturadas}}{N^{\circ} \text{ total de muestras}} \times 100$).

Implementando la metodología propuesta por Santos *et al.* (2000) y Prezoto y Gobbi (2005) para determinar el rango de vuelo, se utilizó la técnica de marca recaptura de individuos liberados a siete distancias del nido. Se prefirieron aquellas avispas que salían y retornaban en repetidas ocasiones del nido; para marcarlas se introdujeron en recipientes plásticos con cierre hermético y se sometieron a temperaturas inferiores a 5°C durante cinco a diez minutos. Se marcaron en el mesoscuto usando vinilo de colores diferentes para cada distancia de liberación; blanco (50 m), rojo (100 m), azul (150 m), verde (200 m), naranja (250 m), violeta (300 m) y amarillo (350 m). Se usaron 105 individuos por nido. Luego de marcados, se liberaron en grupos de 15 individuos por cada distancia divididos en tres direcciones con respecto al nido. Las liberaciones se realizaron en horas de la mañana (entre las 10:00 y 12:00 horas) lo que favorece el vuelo de estos insectos (Prezoto y Gobbi 2005). Durante las 24 horas posteriores se contaron las avispas que retornaron. Este procedimiento se repitió para cada distancia de liberación. El área principal de forrajeo se determinó con base en la fórmula del área de una circunferencia ($\pi \times r^2$) expresada en m². Para identificar si hay diferencias de comportamiento entre los nidos ubicados en los tres agroecosistemas, se realizaron pruebas de Análisis de Varianza o de Kruskal-Wallis previa elaboración de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene. Los datos se procesaron con ayuda del paquete estadístico Statistica 5.0. (Statsoft).

Resultados y Discusión

Forrajeo y condiciones climáticas. El mayor número de salidas de los nidos ocurrió entre las 13:00-14:30 horas cuando la temperatura osciló entre 31°C y 32°C. La frecuencia de forrajeo de *P. occidentalis venezuelana* estuvo correlacionada positivamente con la temperatura ($r = 0.501$, $P < 0.05$) y negativamente con la humedad relativa ($r = -0.574$, $P < 0.05$) (Fig. 1), lo que es consistente con lo encontrado para otras subespecies de *P. occidentalis* y para otras especies como *Mischocyttarus cerberus styx* (Richards, 1940), *Polistes ferreri* (de Saussure, 1853) y *Protopolybia exigua* (Saussure, 1854) (Rodríguez y Noda 2000; Andrade y Prezoto 2001; Resende *et al.* 2001; Alves y Giannotti 2007).

Similar a lo registrado en Brasil por Resende *et al.* (2001) y Alves y Giannotti (2007) para *P. occidentalis occidentalis* y *Protopolybia exigua*, la actividad de cacería de *P. occidentalis* ocurre desde las 06:45 hasta las 18:30 horas. La recolección de recurso líquido es la principal actividad forrajera con un índice de eficiencia de 53% seguida de la recolección

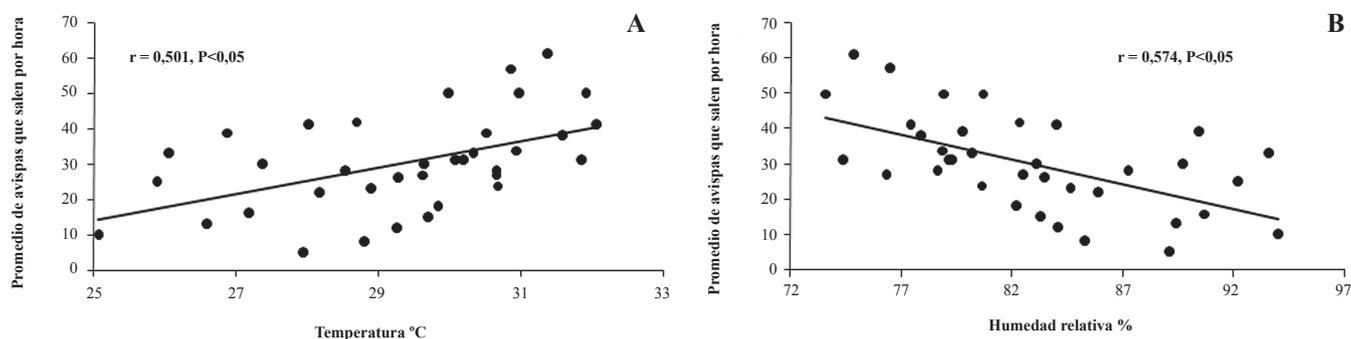


Figura 1. Relación entre la actividad de forrajeo de *P. occidentales venezuelana* la temperatura (A) y humedad relativa (B).

de presas con un 18,5% y la recolección de pulpa vegetal con un 12,5%, mientras que el 16% restante lo constituyen retornos sin ítem identificado (Fig. 2). Esto reafirma lo planteado por Andrade y Prezoto (2001) y Resende *et al.* (2001), quienes en sus observaciones a las especies *Polistes ferreri* y *P. occidentalis occidentalis* respectivamente determinan a la recolección de recurso líquido como la principal actividad de búsqueda, superior a la de presas y de pulpa vegetal. En este sentido, planes de manejo integrado de plagas que consideren esta especie de avispa, deben incluir facilidades para el acceso a fuentes de agua y néctar.

Composición de la dieta. No se observaron diferencias en el número de presas consumidas por los nidos de *P. occidentalis venezuelana* en las tres zonas de vegetación ($H = 2,48$; $g1 = 2$; $P = 0,288$). La dieta sólida de *P. occidentalis venezuelana* estuvo constituida principalmente por individuos de los ordenes Lepidoptera (58,5%), Diptera (20,5%), Hemiptera (6,7%), Coleoptera (2,7%) e Hymenoptera (2,1%), el 9,2% restante lo constituyen presas no identificadas. Gran proporción de las presas son insectos asociados a cultivos de arroz y maíz en Colombia (CIAT 1982; Sánchez 1996; García 1996; Lobatón 1999; Ospina 1999) (Tabla 1). Estas cifras coinciden con los trabajos realizados en otras especies de Vespidae como *Polybia paulista* (Von Ihering, 1896) (Gobbi y Machado 1985), *Polybia ignobilis* (Haliday, 1836) (Gobbi y Machado 1986), *Polybia occidentalis* (Hunt *et al.* 1987), *Agelaia pallipes* (Olivier, 1791) (Machado *et al.* 1987), *Polybia platycephala* (Richards, 1951) (Prezoto *et al.* 2005) y *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (Prezoto *et al.* 2006).

Las presas capturadas por *P. occidentalis venezuelana* son desmembradas, retiradas alas, patas y cabeza, y luego son masticadas hasta convertirlas en una masa redondeada que

es llevada al nido donde es recibida por obreras situadas en la cobertura; posteriormente son divididas en pequeñas porciones posiblemente para ser suministradas a las larvas en el interior del nido. Estas observaciones coinciden con los trabajos de Gomes *et al.* 2007 y García 2000 para *Polybia ignobilis* y *Polistes erythrocephalus* (Latreille, 1813) respectivamente.

Las larvas de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) de primero, segundo y tercer instar fueron las presas capturadas con mayor frecuencia. En menor proporción se encontraron otros insectos de talla pequeña como larvas de Pieridae (14%) y Stratiomyidae (10,5%) (Tabla 1). La condición polífaga de las larvas de *S. frugiperda* (Ospina 1999; Otero y Polanía 2002; Negrete y Morales 2003) y su abundancia en la zona (CIAT 1982; García 1996; Lobatón 1999), son factores que justificarían la alta depredación sobre esta especie causante de cuantiosas pérdidas económicas en cultivos locales (Lobatón 1999; Otero y Polanía 2002). En este sentido *P. occidentalis* sería, en adición a *Polistes simillimus* (Zikán, 1951) (Prezoto y Machado 1999) y *Polistes erythrocephalus* (García 2000) otra especie potencialmente valiosa para el control de *S. frugiperda*.

Capacidad de carga y rango de vuelo. El peso corporal promedio de una forrajera de *P. occidentalis venezuelana* es de 16,2 mg ($n = 30$) y el peso promedio de la carga proteínica sólida es de 6,26 mg ($n = 326$, rango = 0,2 - 21,5 mg), lo que sugiere que un individuo de esta especie puede transportar una carga del 39% de su peso en cada viaje. Este peso es mucho mayor que el transportado por *P. paulista* (Gobbi y Machado 1985) y *P. platycephala* (Prezoto *et al.* 2005), con un 25,3% y 13,4% de su peso corporal respectivamente. Si se consideran colonias de tamaño similar y se extrapolan estos valores para todo un año, se estima que una colonia de *P. occidentalis venezuelana* podría transportar 72 presas diarias equivalentes a 26.280 presas al año lo que puede mostrar la relevancia de esta especie en programas de control biológico en cultivos de maíz y algodón en donde las densidades poblacionales de esta polilla alcanzan niveles de daño económico en el Valle Medio del Sinú (Lozano y González 2006). No obstante, esta extrapolación requiere muestreos durante otras épocas del año y otras fases de desarrollo de las colonias ya que tanto la dinámica de búsqueda como la de oferta de presas pueden cambiar bastante.

De las 630 liberaciones solo retornó el 27,2%. Hubo una correlación negativa entre la distancia de liberación y el número de retornos ($r = - 0,981, P < 0,05$) (Fig. 3). La

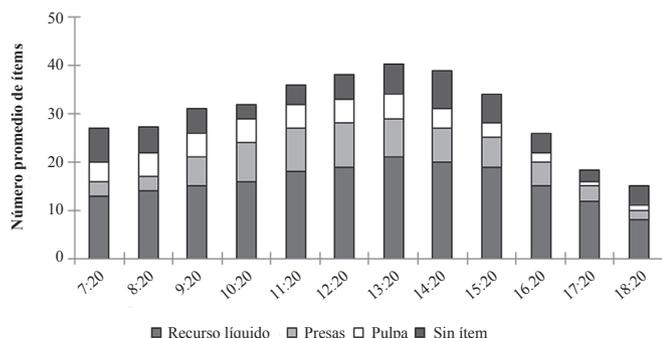
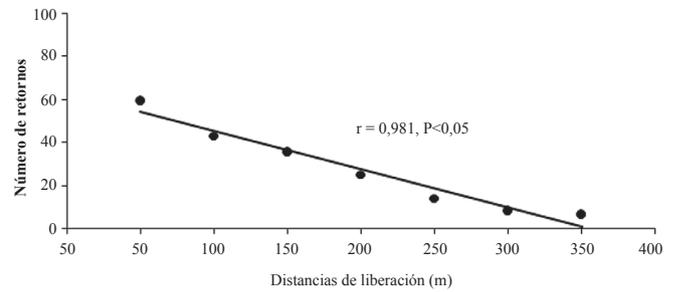


Figura 2. Distribución diaria del forrajeo de los distintos materiales en *P. occidentalis venezuelana*.

Tabla 1. Presas capturadas por *P. occidentalis venezuelana* en la región de Montería, Colombia.

Lista de Presas	Nº	Índice de eficiencia
Lepidoptera		
Noctuidae		
<i>Spodoptera frugiperda</i>	91	28
Plusiinae	3	1
No identificado	7	2.14
Pyrilidae	3	1
Sphingidae	4	1.22
Pieridae	45	13.8
Nymphalidae	8	2.41
Hesperiidae		
<i>Panoquina</i> sp.	5	1.53
No identificado	25	7.66
Diptera		
Stratiomyidae	35	10.6
Syrphidae		
<i>Baccha dimidiata</i>	27	8.28
No identificado	5	1.53
Hemiptera		
Fulgoridae	4	1.22
Cicadellidae	11	3.37
Suborden Heteroptera		
Lygaeidae	7	2.14
Coleoptera		
Chrysomelidae	5	1.53
Coccinellidae	4	1.22
Hymenoptera		
Formicidae	7	2.14
Material No identificado	30	9.2

mayor frecuencia de retornos se presentó entre los 50 y 100 metros (15%). Esto coincide con lo planteado por Santos *et al.* (2000), Prezoto y Gobbi (2005) y Ribeiro *et al.* (2008) para *Polybia occidentalis occidentalis*, *Polistes simillimus* y *Protopolybia exigua*. De acuerdo con Santos *et al.* (2000), un índice de retornos del 70% marca la distancia máxima de mayor eficiencia del rango de vuelo de una obrera. De acuerdo con esto, se estimó que *P. occidentalis venezuelana* desarrolla sus actividades más eficientemente en un rango de hasta de 50 metros del nido. Así, el área hipotética explorada por una colonia es de 7.854 m² aproximadamente, lo que demuestra que un nido de la especie puede ejercer su acción depredadora en un área un poco menor a una hectárea. Resultado similar a lo registrado por Santos *et al.* (2000) para *P. occidentalis*

**Figura 3.** Relación entre el número de retornos de *P. occidentalis venezuelana* y la distancia de liberación del nido.

occidentalis quienes determinan un rango de vuelo de alta eficiencia de 62 metros.

Conclusiones

El tipo y número de presas que constituyen la dieta de *P. occidentalis venezuelana* y la amplitud del área forrajada coinciden con lo descrito para otras especies de la familia y son además características que revelan la importancia de la especie como alternativa para la regulación de insectos fitófagos en agroecosistemas de la región del departamento de Córdoba. Este trabajo sienta las bases cuantitativas para definir el uso de esta especie en programas de control a nivel regional. Es necesario conocer aspectos como la densidad poblacional de colonias de esta especie, su tasa de éxito y las características requeridas para anidar.

Agradecimientos

Los autores agradecemos a Deicy Maussa por su colaboración en la fase de campo, al Laboratorio de Entomología de la Universidad de Córdoba y a los evaluadores por sus sugerencias al manuscrito.

Literatura citada

- ALVES, A.; GIANNOTTI, E. 2007. Foraging activity of *Protopolybia exigua* (Hymenoptera, Vespidae) in different phases of the colony cycle, at an area in the region of the Médio São Francisco River, Bahia, Brazil. *Sociobiology* 50 (3): 813-831.
- ANDRADE, F.; PREZOTO, F. 2001. Horários de atividade forrajadora e material coletado por *Polistes ferreri* Saussure, 1853 (Hymenoptera: Vespidae), nas diferentes fases de seu ciclo biológico. *Revista Brasileira de Zoociências* 3 (1): 117-128.
- BORROR D. J.; TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. 1989. An Introduction to the study insects. Sixth edition. Saunders College Publishing, Philadelphia, Pennsylvania, E.U.A. 875 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1982. Descripción y daño de los insectos que atacan el arroz en América Latina. CIAT. 36 p.
- GARCÍA, F. 1996. Integración de métodos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* (Smith), pp. 59-64. En: Boletín de Sanidad Vegetal. Unidad de proyectos de prevención. Manejo integrado de plagas y enfermedades en maíz y sorgo. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Bogotá (13).
- GARCÍA, F. 2000. Control biológico de plagas. Manual ilustrado. Centro de investigación Palmira. Corpoica. 25-29.
- GIANNOTTI, E.; PREZOTO, F.; MACHADO, V. L. 1995. Foraging activity of *Polistes lanio lanio* (Fabr.) (Hymenoptera: Vespidae). *Annals of the Society of Entomology of Brazil* 24: 455-463.

- GOBBI, N. 1984. Contribuição ao estudo do ciclo básico de espécies do gênero *Polybia*, com especial referência a *Polybia (Myrapetra) paulista* (Ihering, 1896) e *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). Revista Brasileira de Entomologia 28 (4): 451-457.
- GOBBI, N.; MACHADO, V. L. 1985. Material capturado e utilizado na alimentação de *Polybia (Myrapetra) paulista* Ihering, 1896 (Hymenoptera: Vespidae). Anuario Sociedad Entomológica de Brasil 14: 189-195.
- GOBBI, N.; MACHADO, V. L. 1986. Material capturado e utilizado na alimentação de *Polybia ignobilis (Trichothorax)* (Haliday, 1836) (Hymenoptera: Vespidae). Anuario Sociedad Entomológica de Brasil 15: 117-124.
- GOBBI, N.; MACHADO, V. L.; TAVARES-FILHO, J. 1984. Sazonalidade das presas utilizadas na alimentação de *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera: Vespidae). Anuario Sociedad Entomológica de Brasil 13 (1): 63-69.
- GÓMEZ, E.; NEGRETE, J.; LOBATÓN, V. 1991. Caracterización de avispas depredadoras del Sinú medio. Revista Colombiana de Entomología 7 (2): 11-18.
- GOMES, L.; GOMES, G.; OLIVEIRA, H.; MORLIN, J.; DESUÓ, I.; DA SILVA, I.; SHIMA, N.; VON ZUBEN, C. 2007. Foraging by *Polybia (Trichothorax) ignobilis* (Hymenoptera: Vespidae) on flies at animal carcasses. Revista Brasileira de Entomologia 51 (3): 389-393.
- INFANTE, S.; ZARATE, G. 1990. Métodos estadísticos. Un enfoque interdisciplinario. 2º Edición. México. Ed. Trillas. 643 p.
- HUNT, J.; JEANNE, R.; BAKER, A.; GROGAN, D. 1987. Nutrient dynamics of the swarm-founding social wasp species, *Polybia occidentalis* (Hymenoptera: Vespidae). Ethology 75: 291-305.
- JEANNE, R. 1980. Evolution of social behavior in the Vespidae. Annual Review of Entomology 25: 371-96.
- LIMA, M.; PREZOTO, F. 2003. Foraging activity rhythm in the neotropical swarm-founding wasp *Polybia platycephala sylvestris* Richards, 1978 (Hymenoptera: Vespidae) in different seasons of the year. Sociobiology 42: 645-752.
- LOBATÓN, V. 1999. Fluctuación poblacional de plagas del algodón en Córdoba. Revista Asociación Colombiana de Ingenieros Agrónomos de Córdoba 2: 17-23.
- LOZANO, F.; GONZÁLEZ, L. 2006. Umbral de acción y nivel de daño económico de *Spodoptera frugiperda* en algodón transgénico en el valle del Sinú. Trabajo de grado Ingeniero agrónomo, Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas. Montería Colombia. 28 p.
- MACHADO, V. 1977. Estudos Biológicos de *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera: Vespidae). Anuario Sociedad de Entomológica de Brasil 6 (1): 3-6.
- MACHADO, V.; GOBBI, N.; SIMÕES, D. 1987. Material capturado e utilizado na alimentação de *Stelopolybia pallipes* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). Anuario Sociedad de Entomológica de Brasil 16: 73-79.
- NEGRETE, F.; MORALES, J. 2003. El gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith). Cartilla ilustrada 3. Corpoica Ecorregión Caribe Centro de Investigación Turipaná, Cereté, Córdoba. 26 p.
- OSPINA, J. 1999. Tecnología del cultivo del maíz. Fondo Nacional Cerealista. Produmédios. Bogotá. 335 p.
- OTERO, P.; POLANÍA, F. 2002. El cultivo del Maíz en Córdoba. FENALCE. 48 p.
- PALENCIA, G.; MERCADO, T.; COMBATT, E. 2006. Estudio Agroclimático del Departamento de Córdoba. Universidad de Córdoba, Montería, 126 p.
- PREZOTO, F.; GOBBI, N. 2005. Flight range extension in *Polistes simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). Brazilian archives of Biology and Technology 48 (6): 947-950.
- PREZOTO, F.; MACHADO, V. 1999. Ação de *Polistes (Aphanilopterus) simillimus* Zikán (Hymenoptera, Vespidae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). Revista Brasileira Zoociencias 16 (3): 841-850.
- PREZOTO, F.; GIANNOTTI, E.; MACHADO, V. 1994. Atividade de forrageadora e material coletado pela vespa social *Polistes simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). Insecta 3(1): 11-19.
- PREZOTO, F.; LIMA, M.; MACHADO, V. 2005. Surveys of prey captured and used by *Polybia platycephala* (Richards) (Hymenoptera: Vespidae). Neotropical Entomology 34: 849-851.
- PREZOTO, F.; SANTOS-PREZOTO, H.; MACHADO, V.; ZANUNCIO, J. 2006. Prey captured and used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera: Vespidae) Nourishment. Neotropical Entomology 35: 707-709.
- RAVERET, M. 2000. Social wasp (Hymenoptera, Vespidae) Foraging behavior. Annual Review of Entomology 45: 121-150.
- RESENDE, J.; SANTOS, G.; BICHARA-FILHO, C.; GIMENES, M. 2001. Atividade diária de busca de recursos pela vespa social *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera: Vespidae). Revista Brasileira de Zoociências 3 (1): 105-115.
- RODRIGUES, E.; NODA, S. 2000. Aspectos da atividade forrageadora de *Mischocyttarus cerberus styx* Richards, 1940 (Hymenoptera: Vespidae) duração das viagens, especialização individual e ritmos diário e sazonal. Revista Brasileira de Zoociencias Juiz de Fora 2 (1): 7-20.
- RIBEIRO, C.; ELISEI, T.; GUIMARAES, D.; PREZOTO, F. 2008. Flight range extension in the swarm-founding wasp *Protopolybia exigua* (Sausure, 1854) (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). Sociobiology 51 (1): 16-21.
- RICHARDS, O. W. 1978. The social wasps of the Americas (excluding the Vespinae). London, British Museum (Natural History). 580 p.
- SÁNCHEZ G. 1996. Manejo integrado de plagas en maíz y sorgo con énfasis en *Blissus* spp. y tierreros. Manejo integrado de plagas y enfermedades en maíz y sorgo. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Bogotá. Boletín de Sanidad Vegetal 1 (13): 17-26.
- SANTOS, G.; SANTANA-REIS, V.; RESENDE, J.; DE MARCO, P.; FILHO, C. 2000. Flying capacity of swarm-founding wasp *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). Revista Brasileira de Zoociencias 2 (2): 33-39.
- SARMIENTO, C. 1997. Véspidos de Colombia (Hymenoptera, Vespidae). Tesis M. Sc. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá.
- STEHR, F. W. 1987. Immature Insects. Department of Entomology Michigan state University. Kendall/Hunt Publishing Company, USA 754 p.
- STEHR, F. W. 1991. Immature Insects. Department of Entomology Michigan state University. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuqueque, 930 p.
- STATSOFT. Statistica. Version 5.0., inc.Tulsa, US. Disponible en <http://www.statsoft.com>
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. E. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the study of insects. Seventh edition. Thomson Books/Cole. USA. 864 p.