

EVALUACIÓN DE *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae) COMO POLINIZADORES EN EL CULTIVO DEL MARACUYA (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener)

Guadalupe Caicedo R.¹

Héctor Vargas G.²

Jaime Gaviria M.³

RESUMEN

Con el propósito de establecer el número de individuos de *Xylocopa* spp. requeridos para realizar una polinización satisfactoria en el cultivo del maracuyá, se evaluó su eficiencia en una plantación del Ingenio Riopaila (25,5 ha), en el Municipio de Zarzal (Valle), ubicado en condiciones climáticas de Bosque seco Tropical. En la plantación se tomaron tres sectores representativos; en cada uno se demarcaron parcelas de 48 m². Con base en el número de flores por planta se realizaron observaciones por el "método del tiempo específico" durante quince días, sobre el número de individuos observados en actividades como: búsqueda, visita a estructuras florales polinizables y no polinizables y tiempo promedio de alimentación sobre flores polinizables. Para medir la fructificación se marcaron las flores polinizables visitadas por *Xylocopa*. En condiciones de 18 flores/planta/día, en promedio, se encontró que cada *Xylocopa* ocupa el 22,9% de sus 12 horas de actividad, para visitar y alimentarse en flores polinizables, lo que equivale a 2,75 horas/día a esta actividad. El tiempo de alimentación fue de 5,4 s/flor. Un individuo puede visitar 1.833 flores polinizables/día. Las observaciones sobre la fructificación de las flores visitadas mostró un 45% de frutos formados.

SUMMARY

With the aim of establishing the number of individuals of *Xylocopa* spp. required for an adequate pollination in Yellow passion fruit, the efficiency of the process was evaluated in a plantation at Ingenio Riopaila (25,5 ha), located at Zarzal (Valle) in the Tropical dry forest. Three representative areas were evaluated, each of them with 48 sq.m. Sampling the number of flowers per plant, observations were made by the "Method of the Specific Time" during 15 days, measuring over the observed individuals activities such as: searching, visit to pollinable and non-pollinable structures, and mean feeding time over pollinable flowers. The pollinable flowers were tagged in order to measure their fructification. Under conditions of 18 flowers/plant/day, on the average, it was found that each *Xylocopa* uses 22,9% of its time (12 hours of activity) visiting and feeding on pollinable flowers, which represents 2,75 hours/day in this activity. The feeding time was 5,4 seconds per flower. An individual can visit 1.833 pollinable flowers per day. The observations of fruit set over the visited flowers gave 45% of formed fruits.

INTRODUCCIÓN

Patiño (1963) hace referencia a la distribución geográfica conocida del maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) y establece un posible origen de este en la Amazonia brasilera, en el alto Caquetá o en parte oriental de Venezuela. El discutido origen obedece a que por lo general, todos en la época colonial, por rendir tributo a las preocupaciones religiosas, invirtieron más tiempo en destacar el presunto simbolismo

místico de la flor, que en dar descripciones cuidadosas de las plantas y sus frutos.

La variedad *flavicarpa* Degener corresponde a una mutación de *P. edulis*, siendo esta y sus híbridos intensamente cultivados en Hawaii, Brasil, Australia, Fidji, Sri Lanka (Manica 1981).

El maracuyá entró a Colombia en 1960 mediante la importación de plantas procedentes de Hawaii, Brasil y Venezuela, y sólo hasta 1966 el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA comenzó a entregar las primeras selecciones (Salazar 1982).

Uno de los factores más importantes al definir ésta planta como cultivo comercial es el rendimiento medido en el cuajamiento de las estructuras florales. Durante muchos años se desconocieron los aspectos básicos de su polinización; Haddad y Figueroa (1972) citan a Akamine et al. (1956) como autores de un detallado estudio sobre polinización para la variedad *flavicarpa* en Hawaii. Por su lado, Nishida (1958) y Corbet y Willmer (1980) sugieren una importante co-adaptación con abejas nativas, y señalan una relación específica entre el maracuyá y las abejas carpinteras del género *Xylocopa* (Hymenoptera: Anthophoridae) y atribuyen el bajo porcentaje de frutos al bajo número de xylocopinos, pero no cuantifican esta relación.

Escobar (1985) señala autoincompatibilidad para la variedad *flavicarpa* y

¹ Bióloga. Apartado Aéreo 99057. Santafé de Bogotá D.C.

² Profesor. Dpto. Biología, Univalle. Apartado Aéreo 25360. Cali, Colombia.

³ I.A. Entomólogo. Ingenio Riopaila S.A. Apartado Aéreo 94. Cali, Colombia.

hace énfasis en que uno de los limitantes para la obtención de frutos es la necesaria polinización cruzada.

El hábito protandro de sus flores sumado a la autoincompatibilidad, flores atractivas por su color y olor, abundancia de néctar, polen grande, pesado y pegajoso, sugieren una melitofilia obligada, siendo el agente biológico *Xylocopa* spp.

En Colombia, en áreas de cultivos extensivos de ésta planta, se recurre a la polinización manual para aumentar los rendimientos de producción, pero los costos de producción se incrementan considerablemente.

El presente trabajo pretende establecer el número de individuos de *Xylocopa* spp. necesarios para realizar una polinización aceptable en el cultivo de maracuyá, mediante el conteo de xylocopinos visitantes vs. estructuras florales polinizables, estableciendo la relación entre el número de abejas carpinteras y la fructificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la vereda "El Placer", Municipio de Zarzal (Valle), con una altitud de 916 msnm. y una temperatura promedio de 24°C.; la mayor parte del terretorio es plano o ligeramente ondulado y corresponde al fértil valle del río Cauca. Zarzal, según el sistema de caracterización climática de Holdridge, corresponde a la formación vegetal de bosque seco tropical (bs.T) (Espinal y Montenegro 1963).

En un cultivo comercial de maracuyá de 25,5 ha, se seleccionaron tres parcelas de observación: en cada una de ellas se observó una sola cara de un surco que contenía seis plantas (24 m). El área total de observación de cada parcela seleccionada fué de 48 m²: áreas de cultivo con una densidad de siembra de 4 m entre plantas y 4 m entre surcos.

Con el fin de conocer las actividades de *Xylocopa* spp. durante 12 horas de

actividad diurna, durante 15 muestreos, logrados en etapas de floración alta, se registraron en las tres unidades experimentales, desde las 06:00 hasta las 18:00 horas, el número de individuos que se observaban en actividad de vuelo (búsqueda) de alimentación sobre las estructuras florales de maracuyá.

Con la ayuda de un reloj y en cada una de las parcelas, se procedió a medir el tiempo que tarda la abeja en el proceso de alimentación; las observaciones se realizaron entre las 13:00 y las 18:00 horas, período que coincide con la actividad diurna de *Xylocopa* para alimentarse sobre una flor de maracuyá, denominado "Tiempo de libación" por flor.

Para determinar la "Eficacia de polinización" de *Xylocopa* spp., inicialmente se procedió al marcado de las flores.

En cada una de las unidades experimentales y para cada uno de los muestreos donde se contó el número de individuos visitantes, se procedió a marcar las flores que habían abierto en la tarde, utilizando para ello una banda de cinta **Tesa**[®], colocada sobre el pedúnculo de cada flor, donde se anotó, en forma consecutiva, el número de la flor, y la fecha del marcado. Cada día se tenía en cuenta el número total de flores en apertura.

En este ensayo se prescindió de la polinización manual y se tomó la precaución, en el momento del marcado, de no tener contacto con la flor para evitar errores en la lectura de cuajamiento, y dejando así la polinización exclusivamente a los xylocopinos.

Después de 21 días del marcado de las flores y para conocer el índice de cuajamiento, se procedió a leer el número de frutos formados. Las etiquetas no encontradas se asumieron como aborto floral ó como fructificación incipiente.

Con los datos obtenidos sobre visitas a las flores, tiempo de libación, canti-

dad de flores y con el empleo del "método del tiempo específico" ajustado por Waage (1990) para determinar la eficiencia de un polinizador, se calculó el tiempo que invierte *Xylocopa* spp., en visitas a estructuras polinizables, durante un período de 12 horas de actividad diurna. Este tiempo se correlacionó con el número promedio de flores/día y con el porcentaje de fructificación para definir el número de especímenes de *Xylocopa* spp. necesarios para polinizar una hectárea de maracuyá.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad diurna de *Xylocopa* spp.

El índice diurno de tiempo por actividad, de acuerdo con la Tabla 1, registra que *Xylocopa* spp. entre las 06:00 y las 18:00 horas y con floración alta/planta/día, emplea un 72,37% del tiempo en la actividad de búsqueda (vuelo); un 4,64% en alimentación sobre estructuras no polinizables y un 22,99% en alimentación sobre estructuras polinizables.

La abeja carpintera emplea la mayor parte del tiempo diario en la actividad de búsqueda, dado que va de un surco a otro cumpliendo con una efectiva recolección de polen de las diferentes flores, sumado al tiempo que tarda en ir al nido, descargar el material colectado y regresar.

Si se discrimina el tiempo de actividad de *Xylocopa* spp. en Mañana vs. Tarde, se advierte que en las horas de la mañana existe una marcada tendencia a emplear el tiempo en búsqueda (85%), y dedica sólo un 15% del tiempo a la alimentación sobre estructuras no polinizables, como flores que han abierto el día anterior, o a la alimentación sobre las glándulas de la base de las hojas, nectarios de flores que abrirán en no menos de dos días y nectarios de flores que abrirán en las horas de la tarde.

Tabla 1. Número promedio de individuos de *Xylocopa* spp. por actividad diurna.

Hora Muestreo	Actividad			Total Individuos
	Búsqueda	Visita estruct. no polinizables	Visita estruct. polinizables	
06:00-09:00	5,13	0,80	0,00	5,93
09:00-12:00	14,93	2,73	0,00	17,66
12:00-15:00	24,61	0,00	13,27	37,88
15:00-18:00	10,33	0,00	4,20	14,53
TOTAL	55,00	3,53	17,47	76,00
% tiempo/Actividad	72,37	4,64	22,99	100,00%

Aunque en la tarde prevalece una mayor dedicación del tiempo a la búsqueda de alimento (60%), este fue menor al compararlo con la actividad matutina; se registra un incremento en el tiempo de alimentación sobre estructuras polinizables que alcanzan un 40% y el cual corresponde a la época de apertura de las flores del maracuyá y representa para los xylocopinos abundancia de néctar y polen. Esto sugiere que *Xylocopa* spp. podría polinizar más flores en un mismo período de tiempo al presentarse una densidad mayor de flores por reducción directa del tiempo de búsqueda.

Tiempo de libación por flor

De los 109 registros obtenidos de individuos de *Xylocopa* spp. alimentándose sobre flores de maracuyá, se determinó un tiempo de libación por flor de 5,4 segundos, con una desviación estándar de 3,87 y un rango entre 1 y 17 segundos.

Índice de fructificación

Los resultados que se presentan en la Tabla 2 registran que de un total de 810 flores observadas (en promedio 18 flores/planta/día) y que contaron únicamente con visitas de *Xylocopa* spp. (polinización natural) se obtuvo

Tabla 2. Evaluación de fructificación en flores de maracuyá que presentaron polinización exclusiva de *Xylocopa* spp.

Muestreo No.	Total flores observadas	Total frutos obtenidos	Porcentaje de fructificación
1	53	26	49,06
2	49	16	32,65
3	82	43	52,44
4	65	25	38,46
5	68	20	29,41
6	38	7	18,42
7	60	35	58,33
8	48	18	37,50
9	47	25	53,29
10	40	21	52,50
11	45	23	51,11
12	60	31	51,67
13	54	22	40,74
14	52	29	55,77
15	49	24	48,98
Total	810	365	
Índice promedio			45,06

un total de 365 frutos, lo cual corresponde a un 45,06% de cuajamiento. Este porcentaje de cuajamiento se considera aceptable si se tiene en cuenta el informe de Akamine et al. (1956), citado por Nishida (1958), quienes consideran que el aborto floral en la variedad *flavicarpa* es efecto de un tipo de esterilidad en sus flores.

Es de anotar que las flores visitadas por *Xylocopa* spp. y que no generaron crecimiento en sus ovarios, presentaban un ovario casi relicto, siendo flores con mayor dote masculina, lo cual sugiere la necesidad de un estudio más profundo sobre la biología floral de ésta Passifloraceae.

Número de individuos de *Xylocopa* spp. por área

El "método del tiempo específico" fue diseñado inicialmente para medir el impacto de depredación; pero se puede ajustar para determinar la eficacia de un polinizador (Waage 1990), según la siguiente secuencia.

- a. Estimación de la densidad de flores, la cual en este estudio fue de 18 flores/día/planta.
- b. De la información obtenida se registra que, en promedio, un adulto típico de *Xylocopa* spp. emplea un 22,9% del día en visitar estructuras polinizables, o sea $0,229 \times 12 = 2,75$ horas/día.
- c. En el área experimental se determinó como tiempo promedio de libación, 5,4 s/flor.
- d. Al considerar el tiempo promedio/día utilizado por *Xylocopa* spp. en alimentación sobre estructuras polinizables (2,75 h) y el tiempo de libación (5,4 s/flor), la polinización potencial de *Xylocopa* es:

$$\text{Potencial de polinización} = \frac{2,75 \text{ h/día} \times 3.600 \text{ s/h}}{5,4 \text{ s/flor}} = 1.833 \text{ flores/día.}$$

Como en promedio *Xylocopa* spp. visita 1.833 flores/día, utilizando un 22,9% del tiempo en visita a estructuras polinizables (2,75 horas por día), con una densidad de siembra de 4 m

x 4 m (625 plantas/ha) y una densidad de 18 flores/planta/día o sea 11.250 flores/ha/día, se requieren aproximadamente de seis (6) especímenes de *Xylocopa* spp. por hectárea para lograr un nivel de fructuación del 45%.

Según Chacón (1982), con la polinización artificial, empleando métodos manuales, se obtiene un rendimiento aproximado de 100 flores/hombre/tarde. Si esto se compara con 1.833 flores/día que visita *Xylocopa*, sería más eficiente la polinización de este último, siempre y cuando se desarrolle un programa dirigido al sostenimiento, protección e incremento poblacional de xylocopinos.

CONCLUSIONES

- *Xylocopa* spp. emplea un 72,37% del tiempo de su actividad diurna en búsqueda (actividad de vuelo), un 4,64% en alimentación sobre estructuras no polinizables y un 22,99% en alimentación sobre estructuras polinizables.
- El tiempo de libación por flor de un *Xylocopa* spp. fué de 5,4 segundos.
- El potencial de polinización de *Xylocopa* spp. es de 1.833 flores/

día si se tiene una densidad de 625 plantas/ha.

- Se requieren aproximadamente seis (6) especímenes de *Xylocopa* spp. por hectárea de cultivo, para obtener un índice promedio de fructificación de un 45%.
- *Xylocopa* spp. podría polinizar más flores en un mismo período de tiempo si se tiene una densidad superior a 18 flores/planta/día, debido a la reducción directa del tiempo de búsqueda.

BIBLIOGRAFÍA

- CORBET, S.; WILLMER, P. 1980. Pollinization of the yellow passion fruit: nectar, pollen and carpenter bees. *Journal of Agricultural Science (Inglaterra)* v.95, p.655-666.
- CHACÓN, C. 1982. Gira a un cultivo de maracuyá. *En: Fruticultura Tropical. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Bogotá.* p.316-317.
- ESCOBAR, L. 1985. Biología reproductiva de *Passiflora manicata* e hibridación con la curuba *Passiflora mollisima*. *Actualidades Biológicas (Colombia)* v.14 no.54, p.111-121.
- ESPINAL, S.; MONTENEGRO, E. 1963. Formaciones vegetales de Colombia; memoria explicativa sobre mapa ecológico. Departamento Agrológico, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá. 201p.
- HADDAD, O.; FIGUEROA, M. 1972. Estudio de la floración y fructificación en parcha granadina (*Passiflora quadrangularis* L.). *Agronomía Tropical (Venezuela)* v.22 no.5, p.483-496.
- MANICA, I. 1981. *Fruticultura Tropical*; 1. Maracuyá. Editorial Agronómica Ceres Ltda., Sao Paulo, Brasil. 151p.
- NISHIDA, T. 1958. Pollination of the passion fruit in Hawaii. *Journal of Economic Entomology (Estados Unidos)* v.51 no. 2, p.146-149.
- PATIÑO, V.M. 1963. Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial. *Frutales. Imprenta Departamental, Cali, Colombia.* Tomo 1, 353p.
- SALAZAR, R. 1982. El cultivo del maracuyá y sus posibilidades. *En: Fruticultura Tropical. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Bogotá.* p.308-315.
- WAGGE, J. 1990. Manual de capacitación en control biológico. CENICAFE-CIBC. Chinchiná, Colombia. 174p.