

ESTUDIO DEL MODELO NATURAL DE ASENTAMIENTO DE *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae) PARA LA ADAPTACION DE REFUGIOS EN EL CULTIVO DE MARACUYA (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener)

Guadalupe Caicedo R¹
Héctor Vargas G.²
Jaime Gaviria M.³

RESUMEN

El modelo natural de asentamiento de *Xylocopa* spp. fue estudiado con el objetivo de lograr la adaptación de refugios dentro del cultivo de maracuyá, para incrementar la población. Las observaciones se realizaron en un cultivo de 25,5 ha. en el Ingenio Riopaila en Zarzal (Valle), en condiciones de bosque seco tropical. Tanto en el cultivo como en lugares aledaños, dentro de un radio de 2 km, se observó la ubicación de los nidos y se determinó el tipo de distribución, las características de los leños de anidamiento y la actividad colonizadora, con base en el marcado de nidos e individuos. Se encontraron 25 complejos de nidos dentro del área del cultivo y 34 en el sector aledaño. La distribución horizontal de los nidos dentro del lote fue al azar y fuera de él, al azar y por contagio; en la distribución vertical hay tendencia al contagio cuando se incrementa el tiempo de asentamiento y hay reducción de sus enemigos naturales. Bajo condiciones naturales hay diversidad de tipos de madera utilizados como sustrato de nidificación; la madera blanda fue más rápidamente colonizada que la dura, pero en ambos casos se logró adaptación funcional para su agrupación en refugios.

SUMMARY

The natural establishment model of *Xylocopa* spp. was analyzed with the purpose of obtaining a population increase by the adaptation of dens within yellow passion fruit fields. The observations were made in a 25.5 ha field at

the Ingenio Riopaila, located at the municipality of Zarzal (Valle, Colombia), in the tropical rain forest. Observations were made both in the plantation and in areas located within a radio of 2 km; the distribution, wood characteristics and colonization activity were determined by marking the individuals and the nests. Twenty five groups of nests were found inside the plantation and 34 within the nearby areas. The horizontal distribution of the nests within the plantation was at random. Outside the plantation the nest distribution was both at random and contagious. The contagious distribution tends to increase with the establishment time and when a reduction of natural enemies is observed in the vertical distribution. Under natural conditions, there is a variety of woods used for nest-building; soft wood was more rapidly colonized than hard wood, but in both cases functional adaptation for agrupation in dens was observed.

INTRODUCCION

La fruticultura es un renglón promisorio para Colombia, y la Federación Nacional de Cafeteros, dentro de sus programas de diversificación, tiene proyectado sembrar 28.210 ha en frutales, 2.200 de las cuales serían en maracuyá. En este cultivo, los costos de polinización manual pueden alcanzar valores de 300 jornales/ha/año, con las dificultades técnico-administrativas que implica el manejo del personal, para alcanzar una fructificación apenas aceptable.

Escobar (1985) destaca la autoincompatibilidad y la necesaria polinización cruzada para la variedad *flavicarpa*. El agente biológico para lograr una efectiva polinización cruzada lo constituye las "abejas

carpinteras", *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae), cuya anatomía y comportamiento forrajero co-adaptativo corresponden con la melitofilia de esta Passifloraceae. Hurd (1978) hace referencia a la nidificación de *Xylocopa* spp., las cuales elaboran sus galerías en madera y están acompañadas de artrópodos que han evolucionado con ellas y disminuyen sus poblaciones.

Fernández y Nates (1983) señalan como factor importante en la nidificación, el limitante madera para formar nidos. En las condiciones del Valle del Cauca, Rios-Castaño y Salazar (1977) hacen énfasis sobre las aspersiones aéreas como causal de polinizaciones deficientes.

Es de vital importancia trabajar en posibles soluciones a este tópico que se perfila como un limitante económico, desarrollando alternativas que incrementen la eficiencia de los polinizadores, siendo necesario para ello conocer la biología, comportamiento y posibilidades de un incremento poblacional de *Xylocopa* spp., insectos promisorios que favorecen los rendimientos de producción del maracuyá.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el municipio de Zarzal (Valle), ubicado a 916 msnm, con una temperatura promedio de 24°C. De acuerdo con

¹ Bióloga, Entomóloga, Universidad del Valle, Apartado Aéreo 33504. Cali, Colombia.

² Ing. Agrónomo. Departamento de Biología, Universidad del Valle. Apartado Aéreo 25360. Cali, Colombia.

³ Ing. Agrónomo. Ingenio Riopaila S.A. Apartado Aéreo 91. Cali, Colombia.

el sistema de caracterización climática de Holdrige, Zarzal corresponde a la formación vegetal de bosque seco tropical (bs.T) (Espinal y Montenegro 1963).

Se seleccionaron tres áreas para el desarrollo del trabajo: La Hacienda "El Placer" con 25,5 ha de cultivo de maracuyá, propiedad del Ingenio Riopaila S.A., donde se observó el modelo de asentamiento natural y se replicó dicho modelo bajo condiciones dirigidas. La finca "La Corcova", área de investigación de la Universidad del Valle, marginal al río Cauca, y Hacienda "El Medio" en La Paila, Zarzal, que cuenta con área de bosque relictual del valle geográfico del río Cauca; en éstas dos últimas áreas se observaron las características de nidificación bajo condiciones naturales.

Complejos de Nidos y su Distribución Horizontal

En el área de cultivo se buscaron los nidos de las abejas carpinteras hechos en los estacones o postes de madera utilizados para el soporte del cultivo; además se observó la nidificación en las áreas aledañas dentro de un radio de 2 km. Todos los nidos encontrados se marcaron con una banda de pintura amarilla y una etiqueta numerada para su posterior reconocimiento. Sobre un mapa de la zona se efectuó un diagrama de la distribución horizontal de los complejos de nidos, estableciendo la distancia entre los postes del cultivo y las zonas aledañas.

Como se desconocía si la población del área aledaña era visitante de las flores del cultivo de maracuyá, se procedió a aplicar un polvo fluorescente de color verde (Ultraviolet Products, INC. San Gabriel, Calif. 9177 U.S.A.); con ayuda de un pincel se depositó aproximadamente 1,0 g del polvo en cada uno de los orificios de entrada a las galerías de

los complejos de nidos de *Xylocopa* spp. del área de cultivo. El procedimiento descrito se llevó a cabo durante la época de baja floración para así asegurar repetidas visitas a la misma flor y lograr un mejor arrastre de las partículas fluorescentes con el polen. Después de dos días se recogieron las deyecciones de los abejorros depositadas en la entrada a las galerías, sólo para los complejos de nidos de las áreas aledañas. Las muestras se depositaron en bolsas de papel con una etiqueta en la que registraba el número de la galería y el del complejo de nido. Durante la noche, y con la ayuda de una lámpara de luz negra, se efectuó la lectura del polvo fluorescente en el polen colectado-defecado. Este método indirecto de medida del radio de búsqueda de alimento permitió conocer la verdadera distribución horizontal.

Distribución Vertical y Características de los Nidos

En los complejos de nidos y con base en la nominación anterior, se llevó un registro de las siguientes características: tipo de madera utilizada, altura y diámetro del sustrato, diámetro de los orificios de las galerías, número de orificios presentes por sustrato, cantidad de muescas (galerías iniciadas) y distancias entre los orificios; como complemento a la distribución en el sustrato y con la ayuda de una brújula, se tomó el rumbo. Todos estos registros permitieron hacer una réplica del modelo natural.

Características de los Nidos en Áreas Diferentes a las del Cultivo

En la Hacienda "La Corcova", en una franja de vegetación marginal al río Cauca (4.000 m²), se reconoció la nidificación silvestre, observando el tipo de madera empleada. En la Hacienda "El Medio", en un bosque relictual de 3 ha, se hizo el mismo reconocimiento.

Ensayo de Conquista de Sustratos

Con base en el inventario del área de cultivo se escogió un área proximal al cultivo donde la cantidad de nidos fuese menor y se acondicionó para realizar observaciones en un nicho de *Xylocopa* spp., de 4 x 3 m, protegido con un emparrado de *Passiflora maliformis* L. o granadilla de hueso.

Del área más distante al cultivo donde se registró nidificación, se cortaron seis complejos de nidos con la ayuda de una motosierra y se trasladaron al área antes descrita, donde se dispusieron con el mismo rumbo en que se hallaron.

Una vez establecidos, con base en el mayor recurso de madera en la zona y la información obtenida sobre los sustratos de nidificación, se cortaron tres maderos de 60 cm de largo por no menos de 15 cm de diámetro de cada una de las siguientes especies: *Samanea saman* (Jacq.) Merrill (Mimosaceae), *Guazuma ulmifolia* Lam. (Sterculiaceae) y *Erythrina pisamo* Posada - Arango (Papilionaceae). Con ayuda de un berbiquí y una broca de 1,27 cm se efectuó una galería longitudinal (60 cm) comunicada con un orificio en la parte media del sustrato; los extremos se sellaron con láminas circulares de cartón más cera de abejas caliente. A estos sustratos ya elaborados se les hizo en uno de sus lados, con ayuda de una broca, un orificio de 3 cm de profundidad. Estos sustratos se dispusieron al lado de los complejos de nidos instaurados en el área de ensayo y se hicieron observaciones sobre el comportamiento de colonización y la preferencia de conquista del sustrato.

Para facilitar las observaciones de comportamiento, colonización y tiempo invertido para formar una nueva galería, las abejas carpinteras se marcaron durante siete días, de las 09:00 a las 12:00 horas, tiempo du-

rante el cual el insecto utiliza estructuras diferentes al pronoto para cargar al polen. La técnica de marcado consistió en: Mediante una jama entomológica se capturaron individuos en el área de ensayo; con la ayuda de un guante de caucho se inmovilizaron los insectos y se les aplicó sobre el pronoto corrector mecanográfico; luego se depositó una gota de pintura acrílica y al secarse se marcaron con un número hecho con tinta de rapidógrafo, para finalmente adicionar pegante "Superbonder", teniendo el cuidado de no impregnar los escleritos axilares. Al terminar el marcado, las abejas se liberaron.

Modelo Natural Extensivo para Nidificación en el Area de Cultivos.

Con la información obtenida del inventario y el área de ensayo, se prepararon maderos con una longitud mínima de 60 cm y un diámetro no menor de 15 cm y con orificios de 3 cm de profundidad y 1,27 cm de diámetro (dos orificios por sustrato, separados 20 cm).

Allado de cada uno de los complejos de nidos registrados en la zona de cultivo se colocó un sustrato. En éste manejo se prescindió de los nidos situados en áreas más lejanas para evitar la pérdida de la madera, pues es utilizada en fogones de leña. Después de 20, 40 y 60 días se evaluó la cantidad de nidificación obtenida, mediante la observación directa en los sustratos. Con este manejo se pretendió obtener un incremento de *Xylocopa* spp., evaluado mediante el número de sustratos conquistados.

Fauna Asociada con los Complejos de Nidos

A través de la observación permanente se llevó un registro de la fauna asociada con los sustratos de nidi-

ficación, incluyendo la que vive a expensas del material desechado por *Xylocopa* spp., con especial atención al grupo de parásitos y parasitoides entomófagos. Para una mayor comprensión se efectuó la disección de diez complejos de nidos, los cuales exhibían mayor tiempo de establecimiento; estos se partieron en rodajas de 3 cm de ancho. Las muestras se preservaron en alcohol al 90% para su posterior análisis.

RESULTADOS Y DISCUSION

Complejo de Nidos y su Distribución Horizontal

El inventario que se indica en la Figura 1 señala un total de 25 complejos de nidos en la zona sembrada, registrándose un área de escasa colonización entre lotes 1 y 2; en el lote 4 se presentó un incremento; este lote tenía una distancia de siembra de 3 x 3 m y un mayor número de pastos, a diferencia de los otros lotes en los cuales la distancia de siembra era de 4 x 4 m. En una zona aledaña al cultivo se encontraron 34 complejos de nidos. De acuerdo con los diferentes tipos de distribución de insectos citados por Southwood

(1978), la distribución de los nidos encontrada en el cultivo fue al azar y fuera de él al azar y por contagio. El contagio puede ser aprovechado para la formación de nichos de asentamiento.

El polvo fluorescente aplicado a 47 orificios de entrada a las galerías de nidos, en el área de cultivo (25 complejos de nidos), fue encontrado en un 76% de las deyecciones colectadas de 123 orificios de los 34 complejos de nidos de áreas aledañas. Esto permitió conocer la relación directa de la población aledaña con las flores del maracuyá y reconocer que poseen un rango de distribución y búsqueda de alimento de 1.420 m., respecto a las 25,5 ha, de cultivo, lo cual es considerado como amplio. Por su lado, Bentley y Elias (1983) y Stephen et al. (1970) argumentan que *Xylocopa* puede atravesar largas distancias. Esto sugiere que la formación de asentamiento dirigidos no necesariamente debe estar dentro del área de cultivo.

Distribución Vertical y Características de los Nidos

Los resultados obtenidos en cada una de las variables registradas se presentan por separado.

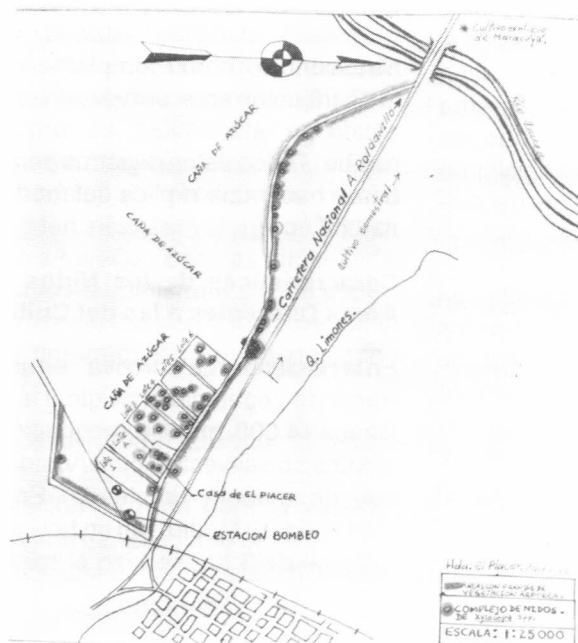


Figura 1. Distribución horizontal de complejos de nidos de *Xylocopa* spp.

Tipo de sustrato- *Xylocopa* spp. no presenta selectividad de sustrato para nidificación y emplea sólo el recurso madera más disponible en el área (Tabla 1). En el cultivo, donde se utiliza el "trapichero" (madera procedente de la costa pacífica) como sostén del emparrado, registró un 38,9% y fuera del cultivo de maracuyá, donde existen socas de *Eucaliptus*, se presentó un 22%.

Es de destacar que en cuatro complejos de nidos existía una actividad meristemática lateral. En seis complejos de nidos, las galerías habían sido iniciadas a partir de huellas de machete y de deterioro a causa de la actividad de termitas y coleópteros.

Diámetro de los orificios de entrada.-

Un mismo sustrato puede presentar desde 1 a 7 orificios de entrada a las galerías, con una variación en el diámetro de los mismos de 10 hasta 17 mm. En la Figura 2 se presentan las frecuencias que sugieren la existencia de un complejo de tres especies de abejas carpinteras, las cuales bajo condiciones naturales puede convivir en un mismo sustrato. Cuando el diámetro de la troza no es suficiente, no es posible la nidificación conjunta.

Número de orificios de entrada por sustrato.-

El número de orificios por sustrato varió entre 1 y 7. En el área de cultivo se presentó una me-

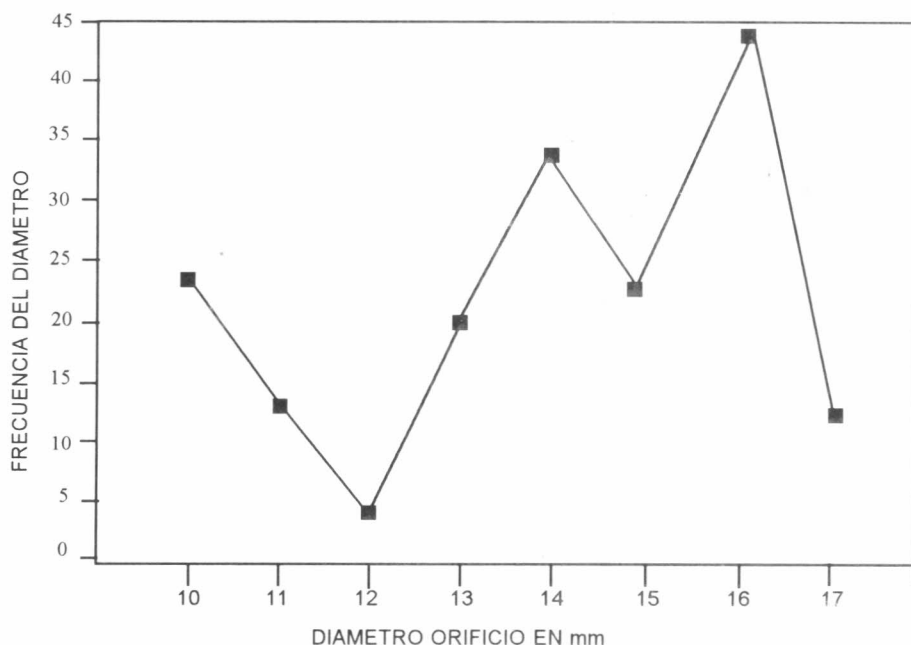


Figura 2. Orificios de entrada a galerías de *Xylocopa* spp.

dia de 2 orificios por sustrato y en las áreas aledañas la media fue de 4 orificios de sustrato. Hay una tendencia a la disminución de galerías en el área de cultivo comparada con las zonas aledañas, lo cual tiene relación con el tiempo de asentamiento. Es importante, como evidencia, que en un pasado existió, a no menos de 2 km, un cultivo de maracuyá y dicha franja de vegetación presentaba disponibilidad de sustratos, constituyendo una zona de refugio para nidificación, de acuerdo con lo presentado en la Figura 1.

Número de muescas.- Sólo en la nidificación del área de cultivo se presentaron galerías empezadas, con un total de 57 muescas (un promedio de 2 por sustrato) y con una profundidad promedio por galería de 2,75 cm. La presencia de sustratos en proceso de colonización sólo en el área de cultivo confirma que la población se encuentra en proceso de colonización y tiende a establecerse donde exista el recurso para nidificación y la disponibilidad de alimento.

Altura y diámetro del sustrato.- En los sustratos, la altura media fue de 0,71 m (0,25-2,20 m); el diámetro promedio fue de 12 cm (2,7-16 cm). *Xylocopa* spp. puede hacer sus nidos desde muy cerca al nivel del suelo (1 cm) y se encuentran nidos en alturas hasta de 900 cm, dependiendo de las condiciones de la rama o madero para su aprovechamiento.

Orientación de las entradas de las galerías.- En los nidos estudiados, la mayor proporción de orificios (41%)

Tabla 1. Tipo de sustrato empleado por *Xylocopa* spp. Zarzal (Valle). 1990:

COMPLEJOS DE NIDOS (Frecuencia)	TIPO DE MADERA	UBICACION		PORCENTAJE
		DENTRO	FUERA	
23	Trapichero	X		38,98
2	Sin especificar	X		3,39
13	<i>Eucaliptus</i>		X	22,03
2	<i>Manguifera</i>		X	3,39
1	<i>Gliciridia</i>		X	1,69
1	<i>Spondias</i>		X	1,69
3	<i>Sterculia</i>		X	5,08
4	<i>Samanea</i>		X	6,78
7	<i>Erythrina</i>		X	11,86
3	Sin especificar.		X	5,08
59				

orienta su salida hacia el noreste, un 15% las dirige hacia el suroeste, el 24% al noroccidente y el 17% al suroccidente; hay una tendencia hacia la orientación de la salida del sol y existe evasión de las lluvias y los vientos. Al complementar la orientación con la distancia entre orificios, hay sugerencia de un aprovechamiento máximo de la madera para la elaboración de galerías.

Características de los Nidos en Areas Diferentes a las del Cultivo

En la finca "La Corcova" se encontraron tres complejos de nidos: un sustrato sobre el suelo y dos en fustes de árboles sujetos a quema y con meristemas laterales activos, ubicados a 2 m del suelo. El tipo de sustrato empleado fue *Salix humboltiana* Willd. (Salicaceae), por ser el único recurso madera existente en el área.

En la Hacienda "El Medio" se encontraron cuatro complejos de nidos, con nidificación hecha aproximadamente a 35, 40 y 12 m y una troza seca postrada a 1,50 m en un árbol que había sido aserrado. El tipo de sustrato empleado fue *Anacardium excelsum* (Ber. et Balb.) Skeels (Anacardiaceae), siendo también el recurso madera más abundante. La nidificación se considera escasa, posiblemente por la reducida flora que aporta néctar y polen. La nidificación sólo existía en el saliente del dosel y en sus orillas; dentro del bosque el recurso madera es abundante y no es aprovechado, debido a la oscuridad y alta humedad que presenta el sotobosque. En una visita se observó que el viento había quebrado uno de los nidos más altos y un pájaro carpintero de la Familia Picidae, especie no determinada, laboraba en la madera para nidificación sin existir agresión por parte de las abejas.

Ensayo de Conquista de Sustratos y Comportamiento de *Xylocopa* spp.

La práctica de galerías selladas en sus laterales y un orificio medio de entrada mostró que *Xylocopa* spp. no coloniza este tipo de galerías, siendo en su defecto ocupadas por otras especies de artrópodos, entre los que se cuentan arañas, abejas de la familia Halictidae y avispas del género *Euglossa* (Eumenidae), siendo también reservorio de la cucaracha *Periplaneta americana* (L.) y otros. En condiciones naturales, las galerías parcialmente vacías son también ocupadas por estos mismos artrópodos.

El diseño de orificios de 1,27 cm de diámetro y 3 cm de profundidad fue más efectivo, pues fueron conquistados por las abejas en los tres diferentes tipos de madera utilizados, obteniéndose un total de 11 galerías nuevas, dos de ellas iniciadas sin muesca provocada. De un total de 144 individuos marcados (130 hembras y 14 machos) sólo 11 fueron observados en actividad de nidificación; esta es una tarea exclusiva de las hembras de las abejas carpinteras.

La hembra de *Xylocopa* spp. ejecuta un acto de territorialidad frente al espacio de madera que va a colonizar; sobrevuela describiendo un ocho alrededor del sustrato y no permite que otra hembra haga lo mismo; este acto lo realiza, en promedio, durante 8 días (rango de 2 a 18 días). Después de esto inicia la formación de la galería, lo cual puede durar en promedio 12 días, si se toma como referencia la terminación de la misma al finalizar la emisión de aserrín por la entrada. Después se dedica a la colección de polen y néctar. La misma hembra que elabora la galería es la que realiza la tabicación de las cámaras de cría y es un interrogante sí en la primera generación

aparecen machos, los cuales ayudan a la tabicación, pero pocas veces se les vió como efectivos colectores de polen. Las hembras suministran en la entrada de las galerías alimento regurgitado. La cópula de las abejas es también un interrogante, pues presumiblemente la ejecutan dentro de la galería; sólo en una ocasión se vió una cópula en la entrada de un nido, siendo este un acto agresivo en el que el macho puede perder estructuras como antenas y patas.

A los machos se les observó a menudo sobrevolando y describiendo figuras en forma de ocho, en grupos de cinco a diez sobre árboles, aproximadamente a 100 y 900 m. del cultivo, como *G. umbifolia*, *Swinglia glutinosa* (Blanco) Merrill y *Eucalyptus* spp. El vuelo es incansable y durante las horas de buen brillo solar. Según la comunicación personal del Dr. William Eberhard, este acto podría tratarse de una selección, donde se compite por el mejor macho.

Machos y hembras, al salir de la galería, marcan la misma con deyecciones líquidas. De acuerdo con Frankie y Vinson (1977) se desconoce si las glándulas de Dufur, además de ser utilizadas como marcadores de flores, sirven para identificar los nidos en el género *Andrena* (Hymenoptera: Andrenidae).

La madera ofrecida como sustrato de nidificación fue igualmente colonizada; la más blanda lo fue más rápidamente que la dura, pero se logró una adaptación satisfactoria para la agrupación en refugios. Al final del trabajo se observó abandono de dos galerías elaboradas en *Erythrina*, presumiblemente por ser madera más blanda y más sujeta al deterioro por causa de la humedad; se presentó recolonización en cuatro galerías que se habían elaborado en madera dura. Las hembras po-

seen un hábito de limpieza de las galerías, para lo cual vibran para sacar el aserrín, las exuvias, las posturas y los cadáveres de parásitos y de abejas carpinteras parasitadas.

Modelo Natural Extensivo para Nidificación en el Area de Cultivo

De veinticinco sustratos ofrecidos, un 60% de ellos fueron conquistados. De quince colonizados, las abejas carpinteras trabajaron en 55 galerías nuevas. Se tuvo siempre como tarea, la remoción de los enemigos naturales, estos entomófagos que según Hurd (1978) disminuyen considerablemente las poblaciones de *Xylocopa*.

Fauna Asociada con los Complejos de Nidos

Existe un gran número de especies asociadas con los nidos de *Xylocopa* spp. que aprovecha las deyecciones de los adultos y las larvas, recurso este que se acumula en la entrada a las galerías o en el suelo. El aserrín desechado por las hembras en la elaboración de las galerías, es utilizado como sitio habitacional por hormigas del género *Wasmannia*

(Hymenoptera: Formicidae - Myrmicinae), psócidos (Psocoptera: Psocidae), colémbolos (Collembola: Entomobryiidae) y Diplópodos, entre otros. Dentro de las especies que afectan las poblaciones de *Xylocopa* spp. se encontró una hormiga del género *Camponotus* (Hymenoptera: Formicidae - Formicinae) como invasora de galerías, la cual es una especie de actividad nocturna y muy territorial; y otra hormiga de actividad diurna con comportamiento territorial e invasora de galerías activas perteneciente al género *Azteca* (Hymenoptera: Formicidae - Dolichoderinae).

Sobre los adultos de *Xylocopa* spp. se encontraron formas hipopodiales de un ácaro de la familia Chaetodactylidae (Acari), la cual, de acuerdo en Flechtmann (1975), contiene especies asociadas con nidos de Hymenoptera.

También se encontró un microhimenóptero de la familia Encyrtidae como parasitoide de huevo-larva, el cual exhibe poliembrionia (Fig. 3). Este enemigo, según Askew (1973) y Lima (1962), consume luego la provisión dejada por la abeja.

El *Cissistes maculata* (Swederus) (Coleoptera: Meloidae) es, según Lima 1953), un insecto hipermetábolo con larvas thysanuriformes (triangulín), las cuales se transportan en los pelos de machos y hembras de *Xylocopa* y son miméticas en el cuerpo de los machos por poseer el mismo color amarillento. Las posturas del parásito fueron encontradas en masas de 1.650 a 1.800 huevos, los cuales presentaron una eclosión del 100%. Se observaron adultos de *Xylocopa* con vuelo torpe ocasionado por la alta cantidad de triangulinos por adulto, se contaron hasta 800, las cuales localizan en los tejidos intersegmentales de las abejas hasta reducirlas.

Este Meloidae coloca también sus posturas dentro de las galerías viejas, y al momento de la recolonización, las hembras de *Xylocopa* se contaminan con las larvas del parásito, las cuales se adhieren al cuerpo del adulto utilizando un pegante que secretan por el último segmento abdominal. Las larvas de los Meloidae se ubican dentro de las cámaras de cría de *Xylocopa* y una vez allí consumen la provisión para las abejas, los huevos y los especímenes inmaduros, pasando luego a las formas eucéfalas. El adulto, con sus mandíbulas, puede hacer orificios en la madera de aproximadamente 0,8 mm, presumiblemente buscando la salida de la galería.

Se registró un Leucospidae (Hymenoptera) que se posa sobre la madera y con el ovipositor taladra hasta alcanzar la larva de la abeja dentro de la cámara de cría. Clausen (1962) menciona que éstas son avispa solitarias y parásitos externos de larvas de los últimos estados de desarrollo.

Una mosca ovípara de la familia Tachinidae (Diptera), la cual coloca los huevos cerca del nido, fue registrada por Askew (1973). Se encon-

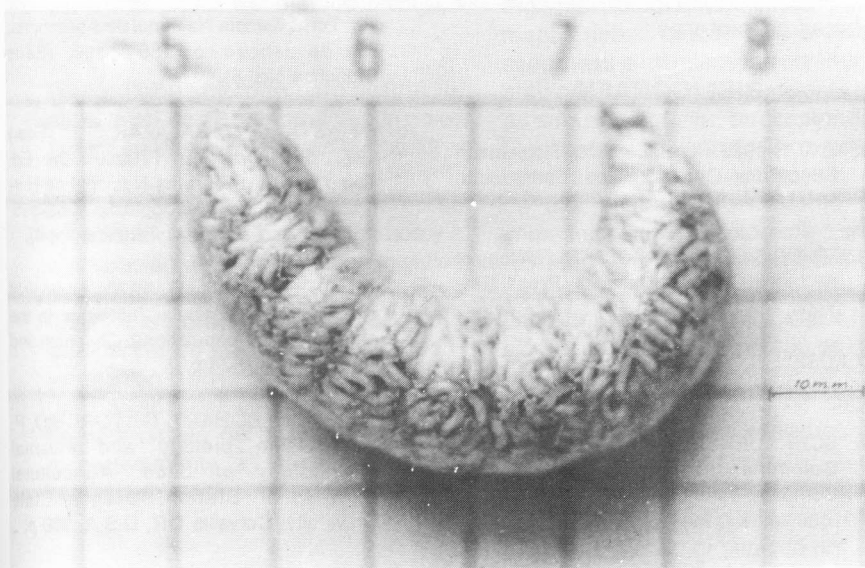


Figura 3. Larva de *Xylocopa* spp. con puparios de Encyrtidae próximos a eclosionar.

traron larvas maduras de las abejas carpinteras con ruptura abdominal causada por la emergencia de 1 a 14 individuos de esta mosca. Otra mosca de la familia Conopidae (Diptera) puede parasitar a las abejas en vuelo, insertando los huevos en el abdomen del huésped, y como grupo se les considera asociados con el rango de huéspedes de la familia Meloidae (Askew 1973). El parasitismo se manifestó en el estado adulto de *Xylocopa* spp.

Un depredador de la familia Asilidae (Diptera) se observó atacando a *Xylocopa* spp., atrapando especialmente los machos durante el vuelo. Clausen (1962) anota que los asílidos subsisten enteramente alimentándose de insectos.

El pájaro *Picumnus granadensis* (Picidae), de acuerdo con De Schauensee (1964), nidifica conjuntamente con las abejas carpinteras y comparte o no el sustrato de nidificación de las abejas, pero se alimentan de hormigas. En los nidos donde la madera está deteriorada, el repiqueteo del ave puede exponer las larvas de *Xylocopa* spp.

El *Molothrus bonariensis* (Icteridae) es depredador de adultos de abejas carpinteras, con preferencia por los machos.

La remoción de los enemigos naturales, especialmente de los meloides y encyrtidos, es una práctica cultural que se debe implementar para mantener las poblaciones de *Xylocopa*, ya que su ocurrencia es elevada comparada con el resto de entomófagos.

CONCLUSIONES

- La distribución de los nidos de *Xylocopa* spp. puede ser al azar o por contagio.

- Los *Xylocopa* spp. se desplazan grandes distancias en búsqueda de alimento, y no presentan selectividad de sustrato para nidificación, limitándose al recurso madera más abundante en la zona.

- Las abejas carpinteras colonizan un tamaño óptimo de madera de 60 cm de largo y no menos de 15 cm de diámetro, con orificios preiniciados de 3 cm de profundidad por 1,7 cm de diámetro, y protegidos del viento y la lluvia.

- Con base en el tamaño de los orificios registrados se sospecha la presencia de un complejo de especies de *Xylocopa*.

- La madurez del complejo de nidos está relacionada con el número de orificios de entrada a las galerías.

- La actividad colonizadora de sustratos de *Xylocopa* spp. tiene relación con la cantidad de alimento y madera disponibles.

- Los *Xylocopa* spp. tienen gran abundancia de parásitos y parasitoides entomófagos que por sus adaptaciones y comportamiento para seguir a su huésped, hacen posible el detrimento de las poblaciones de las abejas carpinteras.

BIBLIOGRAFIA

ASKEW, R. 1973. Parasitic insects. Heinemann Educational Books Limited. Portsmouth, NH, U.S.A. 316 p.

BENTLEY, B.; ELIAS, T. 1983. The biology of nectaries. Columbia University Press, New York. 259 p.

CLAUSEN, C. 1962. Entomophagous insects. Hafner Publishing, New York. 687 p.

DE SCHRAUENSEE, R. 1964. The Birds of Colombia. Livingston Publishing Company. Winnewood PA, U.S.A. 427 p.

ESPINAL, S.; MONTENEGRO, E. 1963. Formaciones vegetales de Colombia; memoria explicativa sobre mapa ecológico. Departamento Agrológico, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá. 201 p.

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.

FERNANDEZ, F.; NATES, G. 1985. Hábitos de nidificación en abejas carpinteras del género *Xylocopa* (Hymenoptera: Anthophoridae). Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 11, no. 2, p. 36-41.

FRANKIE, W.; VINSON, B. 1977. Scent. Marking of passion flowers in Texas by females of *Xylocopa virginica texana* (Hymenoptera: Anthophoridae). Journal of the Kansas Entomological Society (Estados Unidos) v. 50 no. 4, p. 613-625.

FLECHTMANN, C. 1975. Elementos de acarología. Nobel, Sao Paulo. 344 p.

HURD, P. D. 1978. An annotated catalog of the carpenter bees (Genus *Xylocopa* Latrille) of the Western hemisphere (Hymenoptera: Anthophoridae). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 106 p.

LIMA, A. DA COSTA. 1953. Insectos do Brasil. 9º Tomo. Escola Nacional de Agronomia. Rio de Janeiro p. 6 - 16 (Serie Didáctica No. 8).

LIMA, H. DA COSTA 1962. Insectos do Brasil. 12º Tomo Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro. p. 185 - 193. (Serie Didáctica No. 8).

RIOS-CASTAÑO, D.; SALAZAR C., R. (Eds.) 1977. Pasifloras. En Frutales. 2a. Ed. Tomo II. ICA, Programa Nacional de Hortalizas y Frutales, Bogotá. p. 365-395. (Manual de Asistencia Técnica No. 4).

SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. Ecológica methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall, London. 524 p.

STEPHEN, W.; BOHART, G.; TORCHIO, P. 1970. The biology and external morphology of bees. Agricultural Experiment Station, Oregon State University. Corvallis OR, U.S.A. 139 p.