

SOBRE BACHACOS Y OTRAS HORMIGAS

Aragua Cedeño

Laboratorio de Ecología de Artrópodos. Sección de Ecología de Comunidades y Sistemas

Gracias a la libertad de investigación que la Universidad Central de Venezuela permite, me fue posible iniciar una línea de trabajo distinta de la que seguía mi grupo de investigación y en la que no había trabajado previamente. Mi interés por las hormigas nació a raíz de dos salidas de campo. La primera fue una de docencia con el Prof. Mauricio Ramia, en Ecología de Sabanas, la cual me permitió llegar por primera vez a las extensas plantaciones de pino caribe del Estado Monagas, invadidas por una plaga, el bachaco *Atta laevigata*. La otra salida de campo fue a El Ávila, con Oswaldo Travieso, donde encontramos una marabunta (hormigas depredadoras) y un enorme nido de *Atta laevigata*. En el Instituto de Zoología Agrícola tuve el gusto de conocer a Francisco Fernández Yépez y a Carlos Julio Rosales, quienes identificaron la muestra de bachacos de El Ávila, y a los que llamaban "arranca tajos" como nombre vernáculo.

Gracias a que la Universidad Central permite que el Año Sabático se utilice con algunas libertades, pude emplear los recursos de las bibliotecas de Stanford y de Harvard para elaborar un manuscrito sobre la ecología de los bachacos, en el que además de revisar la biología, le daba importancia a la relación con las plantas. Los bachacos no consumen directamente las hojas y flores que cosechan, sino que estas son preparadas, abonadas e incorporadas a un jardín de hongos; las obreras usan partes especiales de ellos para alimentar a las larvas. Esta revisión exhaustiva de la literatura sobre los bachacos fue enviada a Fernández-Yépez. Su respuesta fue muy estimulante porque decía que no había documentación en castellano y que ese manuscrito debería ser publicado como un libro. Este fue mi aval principal para que al ser enviado a la Editorial Acta Científica, los jurados lectores recomendaran su publicación (Cedeño 1984).

Gracias a que tenía un nido cercano en Sartenejas y a que el Prof. Jesús M. Pacheco me facilitó una camioneta para ir al campo, pude iniciar

en solitario estudios de los tipos de plantas cortadas, cuantifiqué la relación entre el peso del bachaco y el de la carga que llevaba a cuestras, que podía ser hasta once veces mayor que el bachaco mismo (Cedeño 1983). Con el Trabajo de Grado de María de Jesús León iniciamos el estudio de las castas y la correspondencia con la labor que efectuaba cada individuo (León 1986). Así, las clasificamos en cortadoras, transportadoras, excavadoras, jardineras y cuantificamos las plantas que eran defoliadas. Luego, con un proyecto financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV (CDCH), viajábamos cada 15 días una vez a Calabozo y la otra a Uverito junto con José Barral, Jorge Zegarra y en algunas ocasiones Cristina Alemán, con la finalidad de estudiar el desarrollo de los nidos en dos ambientes diferentes, la sabana natural aunque protegida del fuego de la Estación Biológica de Calabozo y la sabana seca convertida en bosque de pinos de Uverito (Cedeño y León 1990). En Uverito tuvimos la gran suerte al comienzo del proyecto de llegar y encontrar que había ocurrido el vuelo nupcial y que las reinas recién fecundadas estaban excavando su primera cámara. Pudimos entonces marcar los nidos y seguirles el desarrollo durante casi dos años. En una labor de arqueólogos, íbamos despejando el terreno hasta encontrar la cámara con el hongo y la galería, sacábamos y fijábamos la población completa a la que habíamos dormido previamente con cloroformo y en el laboratorio contábamos y medíamos cada individuo. Los nidos de *Atta laevigata* comienzan con una cámara pequeña cerrada al exterior que contiene a la reina, luego las primeras obreras abren una galería hacia el exterior. La primera camada está compuesta por obreras de varias clases de tamaño, la mayoría pertenece a las castas excavadora y forrajera. Este espectro de tamaños posibilita la realización de las tareas indispensables para el bachaquero, que son el cultivo del hongo y la cosecha y procesamiento de la vegetación que ha de servirle como sustrato. Al avanzar en edad van desarrollándose nuevas

cámaras más profundas donde mantienen a los juveniles y la primera cámara es entonces agrandada y en ella incorporan más hojas con lo que el hongo que se desarrolla es mucho más grande. La reina (hembra fértil) es llevada hasta las cámaras grandes una vez que la honguera ha madurado y allí deja la siguiente camada de huevos que son cuidados por adultas especializadas. Como nota curiosa encontramos que un gran porcentaje de los nidos marcados fueron depredados por cachicamos, como si hubieran aprendido a asociar la marca que les habíamos puesto con nidos recientes.

La estructura encontrada de los nidos fue el factor disparador para formular la hipótesis de que el mutualismo entre el bachaco y el hongo se basa en la degradación por el hongo de las sustancias de las plantas que pueden dañar a los bachacos así que las hongueras debían tener mayores o menores cantidades de sustancias químicas alelopáticas provenientes de las hojas, dependiendo de la edad (Cedeño, 1988), lo cual fue confirmado con análisis químicos posteriores (Cedeño, 1989). Las acículas de los pinos contienen entre muchos, los terpenos \pm y 2 pínicos, tóxicos para los insectos. Las obreras (adultas) no son afectadas, puesto que pueden preparar el sustrato y encontrarse en cualquier parte del nido, mientras que los juveniles se encuentran solamente en las porciones de hongo que están más maduras, de modo que el papel del hongo en el mutualismo es, además de servir de alimento a las larvas, desintoxicar las hojas sobre las que crecen y con ello ampliar el espectro de plantas que pueden ser cortadas y convertidas en sustrato para el hongo. Pudiera esperarse que el crecimiento exponencial del nido comience a partir de la etapa de dos hongueras ya que las larvas están ahora protegidas del efecto aleloquímico de las plantas.

Al regreso de una de las salidas a Uverito, le explicaba a los alumnos de Principios de Biología la situación que observaba en el pinar. Algunos pinos eran severamente defoliados por los bachacos mientras que otros permanecían sin daño. Les decía que pensaba que la química de los pinos influía en esa selectividad. Uno de los alumnos de Química preguntaba mucho y sus ojos brillaban con las interrogantes. Un semestre más tarde encontré a ese alumno saliendo de un laboratorio

de Biología Animal. Ante mi pregunta me dijo "es que voy a resolver el problema de la herbivoría de los pinos por los bachacos y voy a estudiar Biología para hacerlo". Lo orienté entonces hacia las materias que debía tomar, lo llevé a una de las salidas de campo y de ella se trajo una bolsa llena de resina de los pinos que eran "resinados" (término utilizado para designar aquellos pinos que antes de ser talados, les hacen unos cortes en el tronco y les ponen ácido sulfúrico para que la herida no cierre, de modo que la resina fluye constantemente y es recogida en bolsas). La resina extraída es aprovechada comercialmente. Esa resina sirvió de base para que Luís Felipe Barnola hiciera varias materias obligatorias de su carrera, así que se convirtió en un experto en los terpenos de *Pinus caribaea*. Su tesis de grado, cotulelada por el Prof. Masahisa Hasegawa y financiada con un proyecto que sometí a la consideración del CDCH, examinaba la química de los pinos defoliados y los no defoliados por los bachacos. Los resultados indicaban que había ciertos terpenos en concentraciones mayores en los individuos pino que no eran seleccionados para ser cortados, lo que sugería que había un efecto repelente para la hormiga cortadora por aquellos compuestos que en la literatura han sido asociados con inhibidores del crecimiento de otros hongos. La defoliación aparentemente induce cambios en la concentración de algunos sesquiterpenos que pudieran actuar como un mecanismo de defensa en contra de la herbivoría (Barnola y col., 1994). Esta tesis recibió dos premios importantes: el Orinoquia y la publicación recibió el Premio al mejor trabajo en el área de Química que otorgaba CONICIT, hoy FONACIT.

Con otros dos proyectos y con Barnola como investigador contratado, estudiamos la distribución de los terpenos dentro de la planta y las diferencias entre dos poblaciones del mismo pino, la de Uverito y la de Sartenejas, esta última con una defoliación mucho menor (Barnola y col., 1997; Barnola y Cedeño, 2000). En la población de pinos de Uverito se encontró que las concentraciones de ciertos terpenos varían con la hora del día, con la estacionalidad lluvia-sequía y con la altura en la copa del árbol. Algunos terpenos son más abundantes en las horas de la tarde y en general la menor concentración de todos los terpenos se encuentra en la noche, lo cual pudiera explicar el

hábito nocturno de los bachacos. Asimismo, en la parte inferior de la copa hay concentraciones mayores de algunos terpenos con respecto a la parte superior, lo cual pudiera explicar el inicio de la herbivoría en la punta de la copa y su progreso hacia abajo en el dosel. En líneas generales, la concentración de la mayoría de los terpenos de los pinos de Uverito es mayor que la de los pinos de Sartenejas, diferencia que quizás es debida a factores ambientales (temperatura, humedad) y a la composición del suelo. Los suelos de Uverito son de calidad nutricional inferior a los de Sartenejas. Es posible también que las diferencias entre las dos poblaciones se deban a la presión constante de herbivoría por *Atta laevigata* y a la calidad nutricional de los suelos en Uverito.

En 1996, la Academia de Ciencias de Austria instaló a orillas del río Surumoni, a 40 kilómetros de La Esmeralda en el Estado Amazonas, una grúa de construcción adaptada para el estudio del dosel del bosque, que cubría un área de 1.46 hectáreas. Desde 40 metros de altura hasta el suelo, la grúa posibilitaba el estudio de elementos de la flora, de la fauna, del suelo, así como estudios atmosféricos y acuáticos comparables con los terrestres, es decir había el potencial para estudios ecológicos, bioquímicos, microbiológicos y sistemáticos, entre otros. A Venezuela esa instalación no le costó un centavo y al término de 5 años, la Academia le cedía su administración y control. El antiguo CONICIT hizo una convocatoria a someter proyectos a realizarse en el área de la grúa. Nuestro proyecto, con Tatiana Mérida y Jorge Zegarra, proponía hacer la distribución, composición florística, fauna de insectos y características internas de una estructura fabricada por hormigas en asociación con plantas epifitas llamada "Jardines de Hormigas" (JH). Este es un sistema mutualístico en el que la hormiga arbórea construye su nido de cartón alrededor de

las raíces de las epifitas. Desde el suelo, el estudio de estos jardines está limitado a observaciones con binoculares, a menos que se domine la técnica de trepar los árboles. La grúa permitía el acceso directo a los JH. Encontramos que 4 familias de epifitas estaban representadas en los JH, de las cuales, la Araceae *Anthurium gracile* era la planta más abundante (Cedeño et al. 1999). Varias especies de hormiga construyen JH en Surumoni y la más abundante fue *Crematogaster limata parabiótica*, que construye los JH en parabiosis con una especie de hormiga mucho más grande, *Camponotus femoratus*. Las muestras tomadas del interior de los JH contenían cartón, raíces finas, diferentes estadios de *Crematogaster*, restos de materia orgánica, partículas de suelo y cianobacterias. Al examinar cortes de raíces finas, Tatiana Mérida encontró que estaban rodeadas por una capa oscura de cianobacterias. Los tarsos de las hormigas también presentaban masas de cianobacterias, lo cual sugería que actuaban como dispersoras. Estas cianobacterias contenían 97.7 % de nitrógeno. Se hizo un modelo gráfico para postular hipótesis acerca de las interacciones entre los componentes de los JH. Estos funcionan como refugio para los juveniles de las hormigas y reservorio de nutrientes para las epifitas, las cuales obtienen el nitrógeno fijado por las cianobacterias y otros nutrientes de los desechos orgánicos de las hormigas. Las obreras dispersan las semillas de las epifitas y masas de cianobacterias, las que a su vez reciben exudados de las raíces y fertilizan el cartón.

No hubo oportunidad de poner a prueba estas hipótesis. Al cumplirse los 5 años de administración de la grúa por la Academia de Ciencias de Austria este servicio se discontinuó indefinidamente y así finalizó nuestro estudio. Venezuela perdió una inmensa oportunidad al interrumpirse las investigaciones del dosel del bosque amazónico.

LITERATURA CITADA

- BARNOLA, L.F.*
1992. Los Mono- y Sesquiterpenos de *Pinus caribaea* en relación con la herbivoría por *Atta laevigata*. Trabajo especial de Grado Universidad Central de Venezuela.
- BARNOLA, L.F. AND A. CEDEÑO.*
2000. Interpopulation differences in the essential oils of *Pinus caribaea* needles. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28: 923-931.
- BARNOLA, L.F.; A. CEDEÑO AND M. HASEGAWA.*
1997. Intraindividual variations of volatile terpene contents in *Pinus caribaea* needles and its possible relationship to *Atta laevigata* herbivory. *Biochemical Systematics and Ecology*, 25 (8): 707-716.
- BARNOLA, L.F.; M. HASEGAWA AND A. CEDEÑO.*
1994. Mono-and sesquiterpene variations in *Pinus caribaea* needles and its relationship to *Atta laevigata* herbivory. *Biochemical Systematics and Ecology* 22 (5): 437-445.
- CEDEÑO, A.*
1983. Subcastas forrajeras en *Atta laevigata*. *Acta Científica Venezolana*, 33 (Supl. 1): 401.
- CEDEÑO, A.*
1984. *Los bachacos: Aspectos de su ecología*. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas, 73 pp.
- CEDEÑO, A.*
1988. Possible mechanism for the leafcutting ant-fungus mutualism (Cherret 1980 revised). Simposio Internacional sobre Ecología Evolutiva de Herbívoros Tropicales: 23. Campinas, Brasil.
- CEDEÑO, A.*
1989. Terpenoids and the leaf-cutting ant-fungus mutualism. *Ecotrópicos*, 2: 73-79.
- CEDEÑO, A. AND M.J. LEÓN.*
1990. Development of the ant-fungus relationship in *Atta laevigata*. Pp. 211-219 in: R.K. Vandermeer; K. Jaffé and A. Cedeño (Eds.). *Applied Myrmecology: A World Perspective*. Westview Press, Boulder and London.
- CEDEÑO, A., T. MÉRIDA AND J. ZEGARRA.*
1999. Ant Gardens of Surumoni, Venezuela. *Selbyana*, 20(1):125-132.
- LEÓN, M. J.*
1986. Castas de *Atta laevigata*. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas.