

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

Las zompompas cortan fragmentos de hojas y los llevan a la colonia para preparar un substrato sobre el que crecerá un hongo simbionte, formando un jardín fúngico que les sirve de alimento y refugio. Las tareas a realizar en el hormiguero están repartidas según el tipo de hormiga, aumentando la eficiencia

1- Las hormigas forrajeras, de tamaño medio en la colonia y con mandíbulas serradas especializadas, se encargan de cortar las hojas. El recorrido de ida y vuelta a la colonia equivale en escala humana a unos 50 km cargando 250 kg de peso



2- Ya en la entrada del hormiguero, hormigas más pequeñas se encargan de cortar las hojas recolectadas en fragmentos aún más pequeños



3- Los trozos más pequeños son procesados por las hormigas mínimas, que los transforman en una especie de pulpa sobre la cual crecerá el hongo. También se encargan de expandir el cultivo del hongo trasladando fragmentos a nuevas cámaras con condiciones apropiadas y del apoyo general en el resto de tareas



4- Las hormigas máximas o soldado están especializadas en la defensa de la colonia, son las más grandes y tienen mandíbulas muy potentes.



5- El último tipo es la hormiga reina y su única función una vez establecida la colonia es poner huevos. Las obreras se encargan de cuidarla.



Diferencia de tamaño entre trabajadoras máxima y mínima

SIMBIOSIS DENTRO DE LA COLONIA

Además de la relación entre las zompopas y el hongo del cual se alimentan, recientemente se ha descubierto que el gran éxito ecológico de estas hormigas se debe en gran parte a su capacidad para establecer relaciones simbióticas con otros microorganismos de los que obtienen protección y alimento

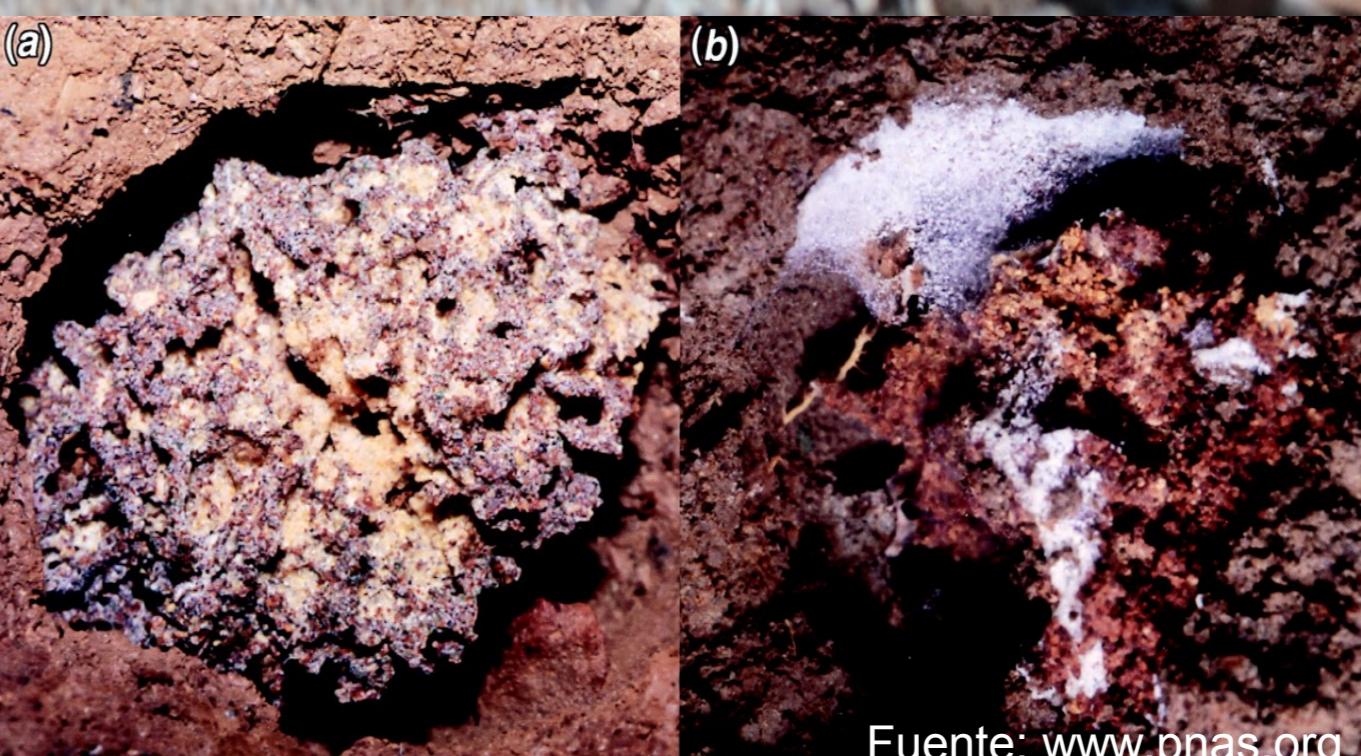
La relación del hongo con las zompopas data del nacimiento de la especie hace 10 millones de años y uno no puede vivir sin el otro: las hormigas obtienen alimento y el hongo protección, alimento y dispersión



Ante la amenaza de *Escovopsis*, las hormigas han desarrollado un mutualismo con una bacteria de la familia de los actinomicetos que genera antibióticos contra *Escovopsis* y otros parásitos. Crece adherido al cuerpo de la hormiga como se puede observar en la imagen adjunta y es transmitido por la reina a sus subordinadas



De igual forma que en nuestros cultivos agrícolas son atacados por plagas, el cultivo del hongo simbiótico puede ser atacado por otro hongo microscópico muy específico (solo se ha encontrado asociado a las zompopas) llamado *Escovopsis*. Si la infección por *Escovopsis* tiene éxito, destruye el jardín y se alimenta de los nutrientes que libera al morir. La imagen a) muestra un cultivo sano y la b) uno devastado por *Escovopsis*



Fuente: www.pnas.org

El jardín fúngico también es colonizado por otras bacterias que contribuyen a la obtención de nutrientes:

- *Fijadoras de N₂ atmosférico*: Lo fijan al jardín fúngico de forma que las hormigas lo pueden aprovechar
- *Degradadoras de celulosa*: Permiten la degradación de grandes cantidades de materia vegetal en la colonia

FORMACIÓN DE UNA NUEVA COLONIA

1- Una vez al año, las colonias maduras de zompopa producen miles de machos y reinas que crecen dentro del hormiguero. Al inicio de la época lluviosa, todas las reinas salen y se aparean con los machos de otras colonias en el llamado *vuelo nupcial*. Antes de salir, las reinas toman un trozo del jardín de hongo para iniciar una nueva colonia.



2- Después del vuelo nupcial, los machos mueren exhaustos y las hembras bajan a tierra para cavar un hoyo donde empezar una nueva colonia



3- Dentro de la galería, la reina expulsa el fragmento d jardín fúngico y convierte sus músculos para volar en secreciones para alimentar el hongo.

4- A la vez, la reina pone los primeros huevos y cuida las larvas cuando eclosionan. Si tiene éxito (solo el 1% lo consigue), las hormigas cuidarán del hongo y la reina y su única función pasa ser poner huevos (unos 200 millones a lo largo de toda su vida)



5- Cuando el hormiguero ha alcanzado tamaño suficiente (normalmente a los dos años) las hormigas se empiezan a diferenciarse por tamaños y funciones.



CONTROL BIOLÓGICO DE LAS ZOMPOMPAS Y CONSECUENCIAS ECONÓMICAS

Las zompopas son capaces de alimentarse de una gran cantidad de plantas. Esto se debe a las habilidades combinadas de ambos organismos, pues las hormigas superan las barreras antifúngicas de las plantas mientras que el hongo neutraliza las toxinas contra insectos producidas por las plantas. Por esta razón, las zompopas causan pérdidas de millones de dólares anuales a la industria agrícola de Latinoamérica.

Algunos métodos de control biológico

Este ataque a los cultivos produce importantes pérdidas económicas. Contra esto se aplican métodos de control biológico de diferentes tipos: a corto o largo plazo y naturales o artificiales.

Plaguicidas

La utilización de pesticidas químicos en el control de plagas tiene una serie de efectos adversos. Sus altos niveles de toxicidad contaminan el ambiente mediante acumulación y causan la muerte de otras especies de insectos y animales generando un riesgo para la salud ambiental.

La estrategia más comúnmente empleada para controlar zompopas es el tratamiento con insecticidas granulados como sulfuramida y diflubenzuron, aun que es una solución a corto plazo porque la colonia se recupera unas semanas mas tarde.

Material de deshecho

Una colonia madura de Zompopas puede descartar hasta 200 kg (peso seco) de material de deshecho por año. La mayoría de especies colocan estos desechos en cámaras bajo tierra, pero la especie *Atta colombica* lo acumula en montículos al exterior del hormiguero.

Estos desechos se emplean como repelente, ubicándolos alrededor de los arboles que desean proteger de las hormigas. Se considera que las hormigas no se acercan al deshecho por la presencia de microorganismos patógenos.

Microhongo *Escovopsis*

El microhongo *Escovopsis* (Hypocreales: Ascomycota), es un parásito especializado que consume directamente al hongo cultivado por las hormigas. Debido a la dependencia de las hormigas al hongo, el resultado es una reducción dramática en la supervivencia y reproducción de la colonia. *Escovopsis* es bastante virulento y altamente específico de zompopas.



INTERÉS CIENTÍFICO DE LAS ZOMPOPAS

BIOCOMBUSTIBLES

Los biocombustibles se generan a partir de la degradación de materia vegetal. Limitaciones:

- Baja eficiencia en el proceso
- Uso de agentes químicos muy contaminantes

Además del hongo simionte, las colonias de zompopas también mantienen comunidades de bacterias lignocelulíticas, cuya fuente de alimento es la biomasa vegetal, lo que les da acceso a nutrientes de otra forma inaccesibles.

Posibilidad de utilizar bacterias lignocelulíticas en procesos industriales para generar biocombustibles de forma más eficiente

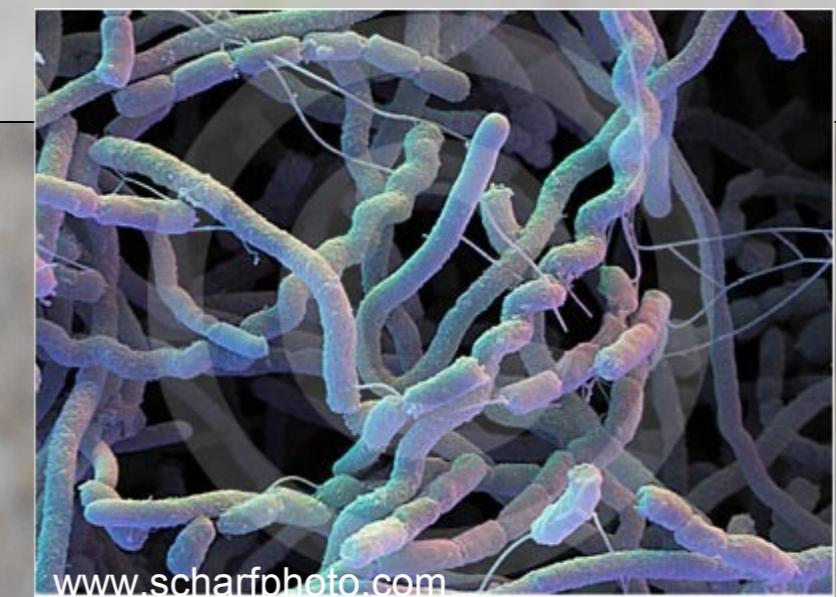


BIOANTIBIÓTICOS Y ANTIMICÓTICOS

Dentro de la colonia existe una diversa microbiota, entre la que se encuentran organismos que pueden arrasar el cultivo de hongo, como *Escovopsis*. Por tal de controlar las poblaciones de estos microorganismos perjudiciales, las zompopas se han asociado con otros microorganismos:

- Bacterias filamentosas *Pseudonocardia* en la cutícula de las hormigas → Secretan antibióticos
- *Streptomyces* → Producen antimicóticos

Potencial importancia en la producción de bioantibióticos y antimicóticos



CONTROL BIOLÓGICO

Las zompopas generan grandes pérdidas económicas cuando las colonias se encuentran alrededor de campos de cultivo, ya que forrajean los campos y reducen su rendimiento.

Se ha comprobado la poca efectividad del uso de pesticidas que, además, no son selectivos y afectan a otras especies.

El hongo parásito *Escovopsis* está especializado en el consumo del hongo simionte de las zompopas

***Escovopsis* como potencial método económico y sostenible de control de la población de las hormigas cortadoras de hojas**

