

Spring 2014

# Influencias Antropogénicas en el Mantenimiento de los Senderos en el género de Hormigas corta hojas Atta

Glen Zinck

*SIT Study Abroad*, [glen.zinck@tufts.edu](mailto:glen.zinck@tufts.edu)

Follow this and additional works at: [http://digitalcollections.sit.edu/isp\\_collection](http://digitalcollections.sit.edu/isp_collection)

 Part of the [Entomology Commons](#), and the [Natural Resources and Conservation Commons](#)

---

## Recommended Citation

Zinck, Glen, "Influencias Antropogénicas en el Mantenimiento de los Senderos en el género de Hormigas corta hojas Atta" (2014). *Independent Study Project (ISP) Collection*. Paper 1871.  
[http://digitalcollections.sit.edu/isp\\_collection/1871](http://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/1871)

This Unpublished Paper is brought to you for free and open access by the SIT Study Abroad at SIT Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Independent Study Project (ISP) Collection by an authorized administrator of SIT Digital Collections. For more information, please contact [digitalcollections@sit.edu](mailto:digitalcollections@sit.edu).

**Influencias antropogénicas en el mantenimiento de los senderos en el género de**

**hormigas corta hojas *Atta***

Glen Zinck

SIT Panama Spring 2014

## Índice de Contenidos

|  |            |
|--|------------|
| <b>ABSTRACT .....</b>                                | <b>III</b> |
| <b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>                       | <b>III</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN DE LA LITERATURA.....</b> | <b>1</b>   |
| <b>MÉTODOS Y MATERIALES.....</b>                     | <b>3</b>   |
| RESULTADOS NUMÉRICOS Y CUANTITATIVOS.....            | 8          |
| RESULTADOS OBSERVACIONALES .....                     | 10         |
| <b>DISCUSIÓN.....</b>                                | <b>12</b>  |
| TOTALES DE MINUTOS DE HORMIGAS.....                  | 12         |
| TIEMPOS DE RECONOCIMIENTO.....                       | 13         |
| TIEMPOS DE MANIPULACIÓN .....                        | 14         |
| DISCUSIÓN OBSERVACIONAL.....                         | 16         |
| <b>CONCLUSIÓN.....</b>                               | <b>17</b>  |
| <b>RECONOCIMIENTOS .....</b>                         | <b>17</b>  |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                            | <b>18</b>  |

**Abstract**

Leaf-cutter ants have been shown to rigorously maintain their trunk trails throughout the year and regardless of if they have traffic. The behaviors of this clearing mechanism of the ants has been well-documented with different natural obstacles such as leaves and twigs, yet the comparative energy and time used by the ants with anthropogenic obstacles still remains unknown. In order to determine the differences in time and energy for moving these obstacles, both natural and artificial obstacles were tested in tandem during these trials. I used different sizes of blockers to see if the surface area and weight factored into the ants' ability to move objects and also had comparably sized and weighted objects from both types of materials- plastics and leaves. While the recognition times for the two types of objects were similar, the total removal times of the anthropogenic blockers were significantly larger with the majority of this time coming from post-removal inspection. Furthermore, only the smallest blocker of the different materials showed any difference in total energy used by the ants to remove it from their trails. This indicates a greater need to exclude plastics and other anthropogenic influences from our natural areas. It has also been shown that leaf-cutter ants rely heavily on their chemical scents on their trails and by preventing human factors to these pheromones we can avoid extensive damage to these animals' livelihood.

**Executive Summary**

Genera *Atta* and *Acromyrmex* of leaf-cutter ants use a complex system of trails that have been shown to be highly maintained. This maintenance is continued throughout the year as well as during times of heavy or nonexistent usage as a foraging path. Many different types of obstacles may fall on these trails and the ants must be able to adapt to remove objects of many different shapes, materials and weights. They have been

recorded doing so by dragging the object off the trail, cutting it up then removing it, or finding a new path around an unmovable object. How much energy they use to remove naturally occurring obstacles that obstruct these paths has been studied and it has been documented that the largest factor affecting the removal technique is weight. The previous studies used sticks, leaves and decayed matter found around the ants' trails as obstacles. However, these materials have not been compared to similar blockers made out of foreign substances. This study will compare naturally occurring with comparable anthropogenically introduced obstacles.

In this study leaf-cutter ants were tested with both natural and artificial obstacles in their paths and the respective removal times were then compared. The blockers were made out of either plastic from Zip-Loc bags or from leaves found near the trails. Before placing the obstacle on the path, a census of the trail usage was then taken to calculate the total number of ant minutes it takes to remove the object. One type and size of blocker was then placed within the path of an active trail. The times until both recognition and complete removal of the object were then recorded. This was completed on 3 different ant nests from the genus *Atta* and each size of blocker (1, 2 and 3) were tested a total of 25 times among the different nests. After data collection, the three different blockers were compared to see if the individual sizes influenced the removal times. It was only blocker 3, the smallest obstacle, that took the ants longer to move when made out of artificial material. The varying recognition times between the two materials were also compared using a t-test. These results showed that there was no statistical difference in the average time it takes the ants to "recognize" that there is an obstacle in the way. Finally, the time it took the ants to remove the object after recognition was also

compared. The average time it took to remove an artificial object was significantly greater than it was to remove a natural one.

The reasons for this greater manipulation time may have to do with scent marking or material learning of the foreign objects. More research needs to be done on whether or not these ants can “learn” about different kinds of objects and how that process is done. It should also be investigated as to whether or not the ants mark the removed objects with chemical signals in order to recognize them in the future. Both of these studies could provide a concrete explanation as to why the ants take a longer time removing the plastic barriers compared to the natural ones.

Moving forward, as the man made blockers take a longer time to manipulate and remove, natural resource maintenance must emphasize the importance of keeping the environment free of litter and trash. While this study only focused on plastics, it was a base to assess all anthropogenic obstacles that could occur on leaf-cutter ant trails. These ants rely heavily on their chemical pheromones to maintain their trails and successfully return to the nest. Therefore, it is also recommended to keep all anthropogenic chemicals such as oils and herbicides out of the natural environment in order to allow leaf-cutter ant colonies to sustain.

### **Introducción y Revisión de la Literatura**

Hormigas de corta hojas (géneros *Atta* y *Acromyrmex*) son un conjunto de 47 especies de hormigas endémicas de centro y Sudamérica, México y el sur de Los Estados Unidos (Sunjian, 1972). Sus nidos forman los sistemas o civilizaciones más complejos en el mundo- sólo superada por los seres humanos. Sus colonias pueden contener millones de individuos y aumentar a tasas impresionantes cuando los trabajadores cavan túneles largos subterráneos para crecer la colonia. Aunque la nueva reina cava los inicios del nido, dentro de dos años, la colonia puede y ya cubrir alrededor de 10 m<sup>2</sup> de suelo del bosque. Después de tres años del establecimiento, sus nidos pueden alcanzar hasta 24 m<sup>2</sup> cubierta del piso de la selva (Fowler et al., 1989).

A pesar del error común que estas hormigas comen las hojas que recojen, las hormigas de corta hojas los coleccionan para cultivar un hongo que después consumen (Sunjian, 1972). Muchas especies tienen su propia clase única del hongo que no se encuentra en ninguna parte más en el mundo. A fin de reunirse la cantidad enorme de hojas para guardar estos jardines del hongo vivos y sanos, las hormigas de corta hoja han desarrollado el comportamiento de coleccionar miles de fragmentos de hojas, flores y materia de planta cada día para devolver a la colonia (Sunjian, 2003). Únicamente, las hormigas corta hoja, algunas especies de termitas y seres humanos son los únicos animales conocidos para haber desarrollado este comportamiento - la agricultura. A causa de la adaptación que toda su comida viene del hongo, la colección de este substrate es sumamente importante para la salud de la colonia. Sin el hongo, las hormigas no pueden sobrevivir.

Mientras que sólo una hormiga (la reina) es capaz de reproducirse, estos nidos pueden tener hasta 8 millones de miembros. La gran mayoría de estas hormigas son hembras estériles que son trabajadores. Estos trabajadores muestran algunas de las más altas niveles del polimorfismo en el planeta como consecuencia de sus complejas civilizaciones. Esta complejidad de civilizaciones requiere una gran diversidad de tareas para realizar en la colonia- recogiendo hojas, atendiendo a el jardín de hongo y quitando las hormigas muertas del nido. Mientras que muchos de los polimorfos son trabajadores especializados, hay una cierta coincidencia en muchas de las tareas tales como la limpieza de los hongos jardín (realizada por los trabajadores de más edad) y forrajeo y llevar de hojas (Sunjian, 1972).

Estas criaturas, aunque pequeños, pueden tener efectos enormes en muchas partes de sus ecosistemas tropicales (Fowler et al., 1989). Estos incluyen, herbivoría durante la sucesión forestal (Vasconcelos, 1997), diferente selectividad basada en diferentes factores como la dureza de la hoja (Nichols-Orians y Schultz, 1989), así como los impactos en el flujo total de energía en todo el bosque (Lugo et al., 1973).

Para recoger la gran cantidad de material vegetal, estas especies utilizan un complejo sistema de senderos bien cuidados como rutas de forrajeo (Howard, 2001). Las rutas de forrajeo alivian grandemente en el recorrido de las hormigas y mejoran la eficiencia entre 4 a 10 veces que si ellos simplemente caminaban sobre terreno escabroso (Rockwell y Hubbell, 1987). Estas rutas son las cuerdas salvavidas para el nido y por lo tanto su mantenimiento es de importancia vital. Además, es antieconómico seguir abandonando y reconstruyendo nuevos senderos (Lugo et al 1973). Así que los senderos se mantienen siempre incluyendo cuando fuentes de alimentos no están llegando al nido



por cada sendero. Sin embargo, la cantidad de energía y el tiempo utilizado para limpiar estos caminos de forrajeo sólo se ha estudiado con barreras naturales como hojas y ramitas colocadas en los caminos (Howard, 2001).

Por lo tanto, para poder ver los diferentes efectos antropogénicos sobre eliminación de obstáculos, realizará un estudio similar a Howard. La diferencia es que lo haré con barreras artificiales (plásticos) que serían desconocido a las hormigas. Los tiempos y esfuerzos para eliminar estas barreras antinaturales luego se comparará a ensayos similares realizados con barreras naturales. Como hormigas corta hojas dependen fuertemente de señales químicas o feromonas (Shepherd, 1982), se predice que las hormigas tendrán más dificultades para reconocer y eliminar objetos desconocidos tales como materiales plásticos que objetos naturales tales como hojas. Los resultados de este estudio podrían ayudar a determinar cómo responderá las hormigas en los trópicos cuando seres humanos invaden sus tierras forrajeo e interrumpen sus senderos. Los diferentes comportamientos de despejar entre los dos tipos de bloqueadores podrían darnos una visión no sólo cómo estas hormigas cambiará la conducta, sino también cómo estos comportamientos afectará el bosque en total.

### **Métodos y Materiales**

Este estudio se realizó en la provincia de Colón en Panamá, cerca del pueblo de Gamboa. Se utilizaron tres nidos de hormiga diferentes durante el estudio. Dos de los nidos se encuentran directamente al lado de la pista famosa para la observación de aves, el camino del oleoducto. Este camino se encuentra dentro de Parque Nacional Soberanía que ha sido protegido desde su creación en 1980. El tercer nido también fue situado en

Parque Nacional Soberanía, pero significativamente más cerca al hostel que estaba en situado al final del camino Jadwin dentro del pueblo de Gamboa.

Parte del protocolo de seguridad para nuestros proyectos, me confiné a estudiar nidos que estaban directamente a lado de senderos para prevenir perderme. Sin embargo, esto no era una cuestión debido a la abundancia de estos animales en los bosques del Parque Nacional Soberanía. Por lo tanto, para localizar nidos de hormigas, andaba simplemente por senderos para buscar senderos de hormigas que comúnmente se encuentran a lo largo de senderos humanos. Desde allí, identificaba las hormigas, sólo buscar a aquellos del género *Atta* (caracterizado por su color oscuro y rojo, cuerpo espinoso y piernas largas). Finalmente, caminaba hacia su colonia (cómodamente fácil a localizar en colonias de hormigas corta hoja- es la dirección del viaje de las hojas) para ver si el nido se localizó cerca del sendero. Como las hormigas a menudo se encuentran usando caminos hechos por los humanos (para la conveniencia) se estiraban por lo general para varios metros a lo largo de los senderos humanos antes de virar en los bosques contiguos. Sin embargo, como mencionado antes, los nidos son comunes dentro de estos bosques; cuando un rastro pareció llegar demasiado escarpado o demasiado lejos, uno simplemente tiene que andar 20 metros más para encontrar un sendero que lleva a un nido diferente. Otro criterio que traté de mantener eran el tamaño relativa de las colonias que seleccioné. Esto sólo hice a través de la observación personal juzgando el área relativa cubierta por cerros de tierra y número de entradas a las colonias que caracterizan el espacio ocupado de las hormigas. Todas las hormigueros tenían entre 2 a 4 entradas que tenían hojas pasando por ellos. Este número de entradas pone la edad de aproximadamente 1 año, 377-467 días, de las colonias estudiados (Mariconi, 1970).

Seleccioné senderos que eran más accesibles para la colocación y observación de objetos. No sentí la necesidad de controlar la ubicación exacta porque serían colocados objetos naturales y artificiales en el mismo lugar. Los sitios de pruebas también fueron siempre antes de cualquier bifurcación de los senderos y por lo tanto casi siempre menos de un metro de la entrada del nido. Esto fue hecho para eliminar los factores de cualquier porcentaje de hormigas que se van en diferentes direcciones. Las hormigas también se realizaría más eficientemente con un mayor número de hormigas confiando en el camino. Esto proveía resultados más rápidos y permitía realizar más ensayos.

Durante el estudio no usé una pesa, que era un obstáculo que tenía que tomar varias medidas para superar. Causó la dificultad para estandarizar las barreras naturales y artificiales. Primero, los tres tipos de barreras fueron construido - bloqueadores 1, 2 y 3 - de plástico de bolsas zip-lock. Bloqueador 1 fue 3 pulgadas de largo por 1 pulgada de ancho, bloqueador 2 era la mitad de eso y bloqueador 3 era la mitad de bloqueador 2. Howard et al. 2001 encontró que hormigas corta hojas pueden hacer tres cosas con obstáculos en los senderos: no hacen nada sobre el objeto en el camino porque es demasiado pequeño, arrástrelo hacia el lado y déjalo, o córtalo en pequeños pedazos y después arrástrelo. Sólo quería que las hormigas quitaran los bloqueadores- no cortarlos ni ignorarlas. Por lo tanto, mis tres tamaños de bloqueadores fueron estas dimensiones de acuerdo con las investigaciones anteriores. Cuando se cortaron la primera vez, se usaban como plantillas para hacer muchos más bloqueadores artificiales para poder utilizar una nueva para cada ensayo nuevo. Esto fue hecho para evitar la posibilidad de aroma marcado por las hormigas durante el ensayo. Cuando estas plantillas fueron cortadas también fueron equilibrados con un pequeño trozo de madera en un filo de un cuchillo

para ajustar las diferencias de peso. Afortunadamente, todos los bloqueadores vinieron del mismo lugar y el mismo material (plástico), muy pocos los necesitaba ajustar. Cuando eso pasó, pequeñas pedazos fueron cortados del bloqueador más pesado hasta que todos pesan lo mismo.

Para las barreras naturales, era mucho más difícil estandarizar el tamaño y el peso entre ellos y con las barreras artificiales. Usé las hojas que encontré en el suelo que se ubicaban menos de un metro del sitio de pruebas en los senderos de las hormigas. Otra vez, usé los bloqueadores de plástico, como plantilla y corté alrededor. Después, ambos se colocaron en la balanza para determinar el peso. Casi siempre, no equilibraban y la hoja a menudo fue cortada. Esto causó que varias hojas fueron mayor o menor en superficie o peso que los de plástico. Nunca fue más que .5cm por ningún lado. Si tuviera que cortar más, no usaría esa hoja.

Durante los ensayos, el sitio para hacerlos fue elegido según el método descrito anteriormente. Inmediatamente antes de realizar cualquier prueba, siempre hice un censo de la cantidad de hormigas en ese camino para determinar el uso actual de la ruta en un momento particular. El censo se realizó dos veces, uno contando el número de hormigas que viene en el segundo, las hormigas saliendo. Usé una aplicación descargada del Google Play Store llamado Click Counter para contar el número de hormigas y un cronómetro de mi teléfono. Cada censo tardó 2 minutos contando todas las hormigas que pasaban en una dirección-esto incluye diferentes polimorfos de hormigas y sin tener en cuenta si llevan hojas.

El censo de dos minutos fue seleccionado después de hacer un censo de 10 minutos antes y luego dividir por 10 para encontrar el número de hormigas por minuto

(hpm) actualmente en ese camino. Luego realicé censos de 1, 2 y 5 minutos 3 veces cada uno para determinar el tiempo más corto que todavía produce resultados precisos. 2 y 5 minutos dieron consistentemente un censo que fue dentro de 5 hormigas de la medida de 10 minutos, mientras que un minuto variaba considerablemente. Por lo tanto, determiné que 2 minutos era el tiempo más adecuado para el censo.

Inmediatamente al terminar el censo, comenzaba mi primer ensayo de los bloqueadores. El bloqueador fue recogido con fórceps y cayó inmediatamente en medio de la ruta. Lo cayó de algunos centímetros por encima de la pista y lo usé como lo aterrizó. Cuando el objeto se cayó, inmediatamente empecé el cronómetro. Registré el tiempo cuando la primera hormiga comenzó a manipular el objeto. Esto fue caracterizada por una hormiga utilizando sus mandíbulas para mover el objeto. Mientras que muchas hormigas se detuvieron e inspeccionaron los objetos o parecían estar evaluandolos, no había manera de caracterizar este comportamiento. El tiempo entre la colocación del objeto y la primera hormiga utilizando sus mandíbulas para manipular el objeto se llama el tiempo de reconocimiento.

Después de anotar la primera hormiga manipulando el bloqueador, cada minuto subsiguiente anoté el número de las hormigas "trabajando" con el objeto. Esta se caracteriza por ser actualmente manipulando el objeto o manipular el objeto dentro del minuto y todavía estar alrededor o sobre el bloqueador. Tomé esta información para proporcionar el porcentaje del número total de "minutos de hormiga" en el camino en comparación con la cantidad de hormigas que no ayudan a mover el objeto. El número se registraría cada minuto.

El cronómetro se detuvo cuando las hormigas habían quitado el bloqueador y la última hormiga había dejado el objeto. Originalmente, iba a dividir el tiempo entre cuando el objeto salió del sendero y también cuando la última hormiga dejó el objeto, pero encontré que es demasiado parcial para determinar cuándo el objeto salió oficialmente del sendero. Yo no sabía exactamente cuáles eran los límites al "verdadero camino". Por lo tanto el tiempo total que las hormigas pasaron manipulando el objeto era entre cuando la primera hormiga utilizó sus mandíbulas para comenzar a mover el objeto y cuando la última hormiga dejó el objeto después. Este es el tiempo "total de manipulación" de un bloqueador.

## **Resultados**

### *Resultados Numéricos y Cuantitativos*

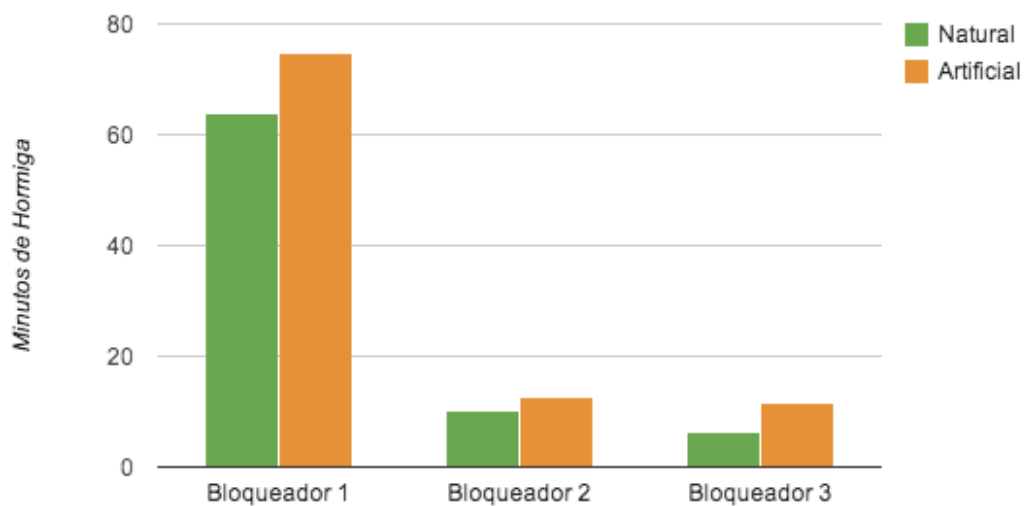


Figura 1 - La correlación entre los totales de "minutos de hormiga" y los diferentes materiales resultó en datos significativos para el bloqueador de tamaño 3 pero no para los bloqueadores 1 o 2. Después de hacer la prueba t, sólo bloqueador 3 tenía un valor de p menos de .05, lo que indica significancia (bloqueador 1:  $t=1,36$ ,  $p=0,1847$ , bloqueador 2:  $t=1,15$ ,  $p=0,2573$ , bloqueador 3:  $t=3,36$ ,  $p=0,0024$ )

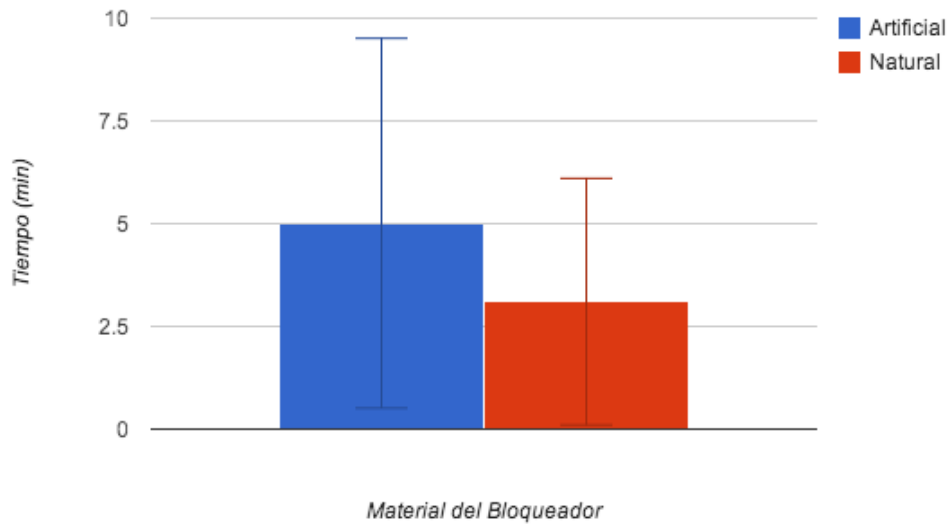


Figura 2 - Datos del tiempo de reconocimiento compilados con todos los bloqueadores de diferentes tamaños para quitar el tamaño como un factor. El tiempo que toma hasta que las hormigas reconocen y empezar a mover el objeto no resultó en datos significativos. Aunque el tiempo promedio para los objetos naturales fue más lento, alrededor de 2 minutos, hay demasiada variación entre los datos ( $t = 1,599$ ,  $p = 0,1168$ ). Esto muestra que las hormigas tienen diferencias significativas en los tiempos de reconocimiento de los dos materiales.

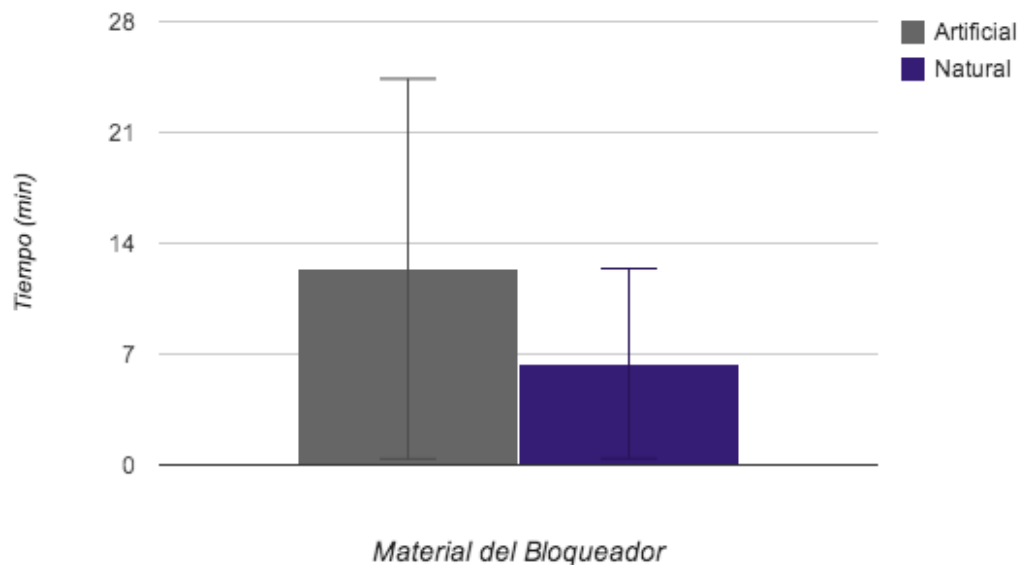


Figura 3 - El tiempo total de manipulación también fue mayor en promedio en los ensayos artificiales que los naturales. Las hormigas se quedó significativamente más tiempo con los materiales artificiales que lo que hicieron con los naturales ( $t=2,9138$ ,  $p=0,0056$ ).

*Resultados Observacionales*

Aunque ellos no pueden cuantificarse por números precisos, varios fenómenos interesantes ocurrieron durante el proyecto que podría ser útil para la comprensión de la vida de estos animales. Estos datos son puramente observacionales; todavía es útil como un medio para explicar los resultados de las pruebas realizada. Estos datos se referirán a dentro de la porción de la discusión del papel.

Al colocar objetos, decenas de hormigas pasaban alrededor del bloqueador antes de cualquiera de ellas intentar moverlo. Esto era especialmente cierto a respecto al hormigas regresando al nido; el obstáculo fue despejado casi siempre por las hormigas saliendo hacia la fuente de las hojas. Además, las hormigas no siempre completaron el trabajo de quitar el objeto totalmente del sendero antes de continuar en el camino. Incluso si se detuvieron y empezaron a manipular el objeto, a veces las hormigas intentaron moverlo y de repente abandonarlo o lucha con él por un tiempo y dejar antes de completar la tarea.

Otra observación que persistió a través de todas las pruebas con los bloqueadores de todos tipos y tamaños, era la dependencia de las señales químicas en el camino. Independientemente del tipo de bloqueador que estaba obstruyendo el viaje, las hormigas siempre prefieren a rodearlo y seguir en el camino señalado como simplemente caminar sobre el bloqueador. Esto era cierto también para los más pequeños de bloqueadores que podrían subirse fácilmente. Ellos a veces se subieron el objeto y luego inmediatamente darse la vuelta a quedarse con el camino. Cuando el bloqueador cubrió todo el camino, aunque todavía era muy transitable, habría un gran choque de hormigas detrás de la hoja o plástico. Las hormigas trataron de encontrar una manera de evitarlo y no pasar encima sin los químicos. Si se subieron sobre el obstáculo, a menudo deambulan aparentemente



confundido porque su tasa y dirección fue gravemente cambiado. Cuando las hormigas vagar suficiente sobre la hoja para llegar al otro lado, parecían detectar el olor otra vez del camino y reanudar sus viajes en la ruta. Los bloqueadores no parecen a molestar muchas de las hormigas incluyendo los que regresan de la colonia sin las hojas o materia de la planta tampoco.

En algunos casos, las hormigas nunca quitaron el objeto que bloqueaba su camino. Durante más de una hora, las hormigas simplemente iban alrededor del objeto y nunca lo quitaron- a pesar de que varias hormigas examinaron el objeto sin el intento moverlo. Sin embargo, esto sólo ocurrió cuando el bloqueador no cubría la ruta entera. Al final, decidí no incluir estos puntos de datos en mis cálculos porque los cálculos se basan en las diferencias de tiempo entre el reconocimiento y tiempo total y ninguno estos ensayos la tenía. En total, esto sucedió 3 veces: dos veces con el bloqueador de plástico más grande número 1, y una vez con el bloqueador número 3, el más pequeño.

En una ocasión, tráfico hormiga paró en realidad sobre el bloqueador que fue colocado en el sendero. Hormigas dejó de salir del nido para recoger más hojas y tampoco intentaron eludir el bloqueador en el camino. En cambio, las hormigas regresando con hojas bajó sus cargas en el sendero 1 pie adelante del bloqueador directamente en el camino. Después de dejar la hoja en el camino, regresaron otra vez para las zonas de forrajeo sin llevar las plantas en el nido. Parecía como si habían creado un punto de referencia donde estaban esperando traer las hojas en el nido hasta más tarde. Al ver esto seguir durante cinco minutos, me decidí a recoger el bloqueador porque no habían hormigas allí para medir los tiempos de reconocimiento ni tiempo total. Tráfico ha parado completamente en el sendero. Cuando les quité el bloqueador (blocker artificial

2), en 30 segundos las hormigas regresando del bosque al nido sin hojas comenzaron a recoger las hojas caídas para llevarlos al nido. Las hormigas también comenzaron a salir del nido para recoger las hojas caídas para traerlas a los hongos. Este ensayo también no usé en los datos porque tampoco tenía sin reconocimiento ni tiempo total de manipulación.

Planeando el experimento, también iba a observar cuántos de blockers natural, hojas, se tomaron dentro del nido comparado con la cantidad de los plásticos. Sin embargo, durante el curso entero de la recogida de datos, nunca vi las hormigas trayendo ninguno de los bloqueadores dentro- natural ni artificial. Siempre los arrastraban al lado del sendero y se los abandonaron. Es importante notar también, que todos los blockers naturales eran de hojas muertas porque es más probable que las hormigas están “acostumbrados” este tipo de bloqueador.

## **Discusión**

### *Totales de Minutos de Hormigas*

Como se muestra arriba, la única diferencia significativa entre los minutos de hormigas totales con un objeto era éstos para el bloqueador de 3. Bloqueadores de 1 y 2 de materiales naturales y artificiales no tuvieron diferencias significativas entre los minutos de hormigas totales para eliminar los obstáculos. Durante los experimentos parecía que las hormigas tenían un tiempo más difícil agarrar los plásticos con sus mandíbulas que las hojas. Las hormigas no podían agarrarlo con fuerza y quizás puede ser la causa de estos resultados. Sus mandíbulas son evolucionados para sujetar la materia vegetal y por lo tanto no están adaptados para quitar los plásticos. En lo que respecta a los dos otros bloqueadores, el promedio del tiempo total para moverlos fue mayor que el de bloqueador 3 (Fig. 1). Durante el experimento, la mayor superficie y peso de los otros dos

bloqueadores causaron los objetos a quedar atrapados en los escombros y hojas alrededor de la pista. Esto causó grandes paradas y a veces abandonaron el proyecto de mover el bloqueador. Estas interferencias, por lo tanto, quizás eran un factor más grande que el material del obstáculo. Como bloqueador de 3 era más fácil de quitar porque era más pequeño, el material del bloqueador pudiera sido un factor más importante.

Esto también puede indicar que de qué está hecho un objeto se convierte en más relevante como el objeto se hace más pequeño. Otros factores como la superficie y el peso parecen influir en tiempo de retiro como ellos están aumentados indicando que pedazos de plásticas y otras influencias antropogénicas podrían ser más perjudiciales que sus equivalentes naturales si se lanzan en trozos más pequeños.

Esto también puede indicar que la materia de un objeto se pone más relevante cuando el objeto es más pequeño. Cuando otros factores como la superficie y el peso son más grandes, parecen influir el tiempo para quitar el obstáculo más que la materia del obstáculo. Quizás puede significar que los pedazos de plástico son más peligrosos que los de materia orgánica cuando son más pequeños como bloqueador 3.

### *Tiempos de Reconocimiento*

Los tiempos promedio de reconocimiento para los diferentes tipos de bloqueadores no fueron significativo después de hacer una prueba de t (fig. 2). Esto es probablemente debido a de detección química que está presente en los senderos y en lo cual dependen fuertemente las hormigas (Shepherd, 1982). Por lo tanto, cuando un objeto no perfumado se encuentra en el camino las hormigas reconocen más como un "objeto extraño" que el material de que está constituido. También esto es probablemente debido a la gran cantidad de objetos posibles que pueden caer en sus senderos. Diferentes días y

estaciones del año determina lo que puede caer en su camino, y por lo tanto no puede ser beneficioso para las hormigas "recordar" diversos materiales. Frutas, flores, palos y hojas de diferentes tamaños y árboles pueden obstruir sus caminos. Los efectos antropogénicos crecen y el número de objetos que influyen en los senderos de hormigas aumentan, no pueden "aprender" sobre objetos tales como materiales plásticos. Esto podría ser perjudicial si estos objetos son más peligrosos para la salud de las hormigas si no pudieron ser "aprendidos" que deben ser evitados. Tales influencias pueden alterar enormemente su detección química y tal vez causar problemas con el nido. Como los productos químicos en los senderos son extremadamente importantes para el mantenimiento de los senderos, estas nuevas influencias podrían causar tiempos de reacción retardados a la extracción de un objeto. Sin embargo, los datos indican que para los plásticos específicos probados en este estudio no son diferentes en términos de reconocimiento para las hormigas.

#### *Tiempos de Manipulación*

En tercer lugar y posiblemente lo más importante, había una diferencia significativa entre el tiempo total para manipular los objetos. En estos promedios y pruebas de t subsecuentes, los plásticos artificiales tomaron alrededor de 6 minutos (casi dos veces) el tiempo de la manipulación que los naturales hechos de hojas. Este tiempo se acumuló principalmente después de que el objeto se había completamente ido del área activa del sendero y movió por lo menos algunos centímetros de cualquier hormiga en el camino. Después de esto, por lo general una hormiga sola, a veces 2, se quedaban alrededor del objeto y seguía subiendo y inspeccionando. Esto podría representar a veces hasta la mitad del tiempo de la manipulación total. Evolutivamente, esto puede ser una

forma de estas pocas hormigas para "aprender" sobre este objeto desconocido para que puedan quitarlo más fácilmente la próxima vez. Sin embargo, este proceso de aprendizaje puede tomar un tiempo más largo que tenía en este proyecto de investigaciones porque los tiempos de reconocimiento de los dos tipos de objetos no eran datos significativos. Trabajé con cada nido entre 4 a 7 días que quizás no es bastante tiempo para las hormigas para "aprender" el tipo diferente del objeto y bajar su tiempo total con bloqueadores desconocidos. También, esto no puede ser lo que las hormigas que se quedan atrás intentan hacer porque los tiempos de reconocimiento eran completamente similares entre los dos tipos de bloqueadores. Han estado trabajando con hojas caídas en sus senderos durante muchos años, y es muy probable que ya pueden reconocer y rápidamente quitar estos obstáculos. Si esto fuera el caso e intentan "aprender" sobre estos objetos para poder manipularlos mejor en el futuro, podría ser una indicación buena para la capacidad de adaptarse a más efectos antropogénicos en las colonias. El tiempo total, la energía y las reacciones a las materiales diferentes tienen que ser estudiado detalladamente para determinar los parámetros de este proceso.

Otra hipótesis para explicar porque las hormigas trabajan con los plásticos por más tiempo podría ser que ellos ponen un señal de olor en los objetos que se quitan para indicar que lo han sido movido antes. Esto sería una práctica beneficiosa si el mismo objeto bloquea continuamente su camino, podría decidir cortar el objeto y procesarlo más cuando el obstáculo se convierte en un "reincidente". Cuando trabajan con los plásticos, puede haber un obstáculo desconocido a las hormigas que les impide marcar estos objetos químicamente que provoca que se queden con el objeto más.

Finalmente, como para eliminar estos bloqueadores artificiales toma una mayor cantidad de tiempo, esto puede tener un efecto perjudicial sobre la salud general de la colonia. Obstáculos artificiales quita más hormigas de sus otras tareas como forraje o eliminación de las barreras naturales en otras secciones de la pista. Si se necesita más tiempo para eliminar a cada uno de los bloqueadores artificiales, se puede bajar la tasa de eliminación de obstrucciones. Esto podría causar una acumulación excesiva de residuos en los senderos y causar que es más difícil caminar hacia el nido. Por lo tanto puede disminuir la tasa de hojas entrando en la colonia para proporcionar el sustrato para cultivar sus alimentos. De esta manera, la introducción de los plásticos más en el medio ambiente podría ser perjudiciales para la salud de las colonias.

#### *Discusión Observacional*

Además, en una instancia tras bloquear el camino varias veces, las hormigas se negaron a continuar a utilizar el sendero hasta que el objeto fue quitado. Si se baja la tasa de eliminación de objetos y hay una mayor acumulación de bloqueadores en los senderos, este fenómeno podría ocurrir con más frecuencia. Dejando caer hojas parte del camino en la ruta no es buena para la colonia como las hojas pueden ensuciarse, recoger más fácilmente los parásitos e innecesariamente perder tiempo y energía para soltar y recogerlos de nuevo.

En general, estos datos indican más problemas para las hormigas corta hojas como los seres humanos continúan su invasión interminable al medio ambiente. Los plásticos más pequeños, que coincidentemente son los más propensos a viajar y aterrizar en los senderos de hormigas, toman más esfuerzo y tiempo total de la colonia para quitar. Aunque los tiempos de reconocimiento diferente para estos objetos son insignificantes, el

tiempo de manipulación después del reconocimiento podría ser un indicador de una reacción de las hormigas. ¿Qué es exactamente esta reacción, todavía no es determinado y hay más trabajo por hacer.

Estas hormigas tienen trabajos específicas que están determinados por sus características como su tamaño y su edad. Si los seres humanos están poniendo una mayor demanda para una tarea específica, es decir retiro de escombros, podría requerir más minutos de hormiga para ser asignados a esta tarea. Los minutos de hormiga vienen de otros trabajos importantes para el mantenimiento de la colonia como colección de hoja, cuidando de la cría o marcado senderos.

### **Conclusión**

Estos géneros de hormigas son de importancia vital para los ecosistemas tropicales. Pueden ser responsables por enormes cantidades de destrucción de nuevo crecimiento de las plantas y eliminar selectivamente las plantas. La comprensión del estilo de vida de estas criaturas es crítica. Mientras que muchos estudios se han hecho con respecto a su relación con su hábitat natural, también tenemos que entender cómo estos animales van a reaccionar a las influencias humanas. Este proyecto indica que con una introducción de los plásticos al medio ambiente, las hormigas tendrán más dificultad para eliminar los bloqueadores y mantener sus rutas debido más tiempo usado con las barreras durante y después del retiro.

### **Reconocimientos**

Gracias a nuestro director académico, el Sr. Rubén González que ha ofrecido un apoyo continuo y dirección durante todo de nuestro tiempo en Panamá. Gracias también al resto del grupo de 16 estudiantes específicamente a Connor Jacobson por su revisión y

apoyo durante el proyecto. Gracias al Sr. Omar López por retroalimentación y ayuda durante el proyecto. Finalmente, gracias a SIT para el apoyo y la estructura del programa para hacer posible estos últimos 4 meses.

### **Bibliografía**

- Cherrett, J.M. (1968) "The foraging behaviour of *Atta cephalotes* L. (Hymenoptera, Formicidae)." *Journal of Animal Ecology*, 37(2): 387-403.
- Fowler, H. G., Pagani, M. I., Silva, O. A., Forti, L.C., Silva, V. P., and Vasconcelos, H. L. 1989. "A pest is a pest? The dilemma of neotropical leaf-cutting ants: keystone taxa of natural ecosystems." *Environ. Manag.* 13:671-675.
- Hernández J. V., Ramos C., Borjas M., and Jaffe K. "Growth of *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) Nests in Pine Plantations." *The Florida Entomologist*, Vol. 82, No. 1 (Mar., 1999), pp. 97-103
- Howard, Jerome. "Costs of trail construction and maintenance in the leaf-cutting ant *Atta columbica*." *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 2001.49 (2001): 348-356. Web. 15 Mar. 2014.
- Lugo AE, Farnsworth EG, Pool D, Jerez P. Kaufman G (1973) "The impact of the leaf cutter ant *Atta colombica* on the energy flow of a tropical wet forest." *Ecology* 54:1292-1301
- Mariconi, F. (1970) "As Saúvas." *Entomol. Brasil.*24: 287-298.
- Nichols-Orians CM, and Schultz JC. "Leaf Toughness Affects Leaf Harvesting by the Leaf Cutter Ant, *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae)." *Biotropica*, Vol. 21, No. 1 (Mar., 1989), pp. 80-83.
- Rockwell LL, Hubbell SP (1987) "Host-plant selection, diet diversity, and optimal foraging in a tropical leaf-cutting ant (*Atta*)." *Oecologia* 74:55-61.
- Shepherd, JD. Trunk Trails and the Searching Strategy of a Leaf-Cutter Ant, *Atta colombica*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, Vol. 11, No. 2 (1982), pp. 77-84
- Sunjian, A. "What are leafcutter ants?". *The Lurker's Guide to Leafcutter Ants*. blueboard.com.
- Weber NA (1972) Gardening ants: the attines. *Mem Am Phil Soc* 92:1-146
- Vasconcelos, H. L. 1997. "Foraging activity of an Amazonian leaf-cutting ant: responses



to change in the availability of woody plants and to previous plant damage.”  
Oecología 12: 370-378.