



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Ciencias e Ingeniería

**“Bases Ecológicas y Biológicas para el
Manejo de la Hormiga Arriera (*Atta spp.*).”**

MONOGRAFÍA

Para obtener el grado de:

LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

PRESENTA

José Antonio Prisco Pastrana

DIRECTOR DE MONOGRAFÍA

Juan Antonio Rodríguez Garza

Chetumal, Quintana Roo, México, Septiembre del 2009.



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO



Monografía elaborada bajo la supervisión del Comité de asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

LICENCIATURA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

COMITÉ

DIRECTOR:

M. C. Juan Antonio Rodríguez Garza

ASESOR:

Biol. Alberto Pereira Corona

ASESOR:

Dra. María Magdalena Vázquez González



Contenido

Introducción	1
1. Los insectos sociales.....	2
1.1 La familia Formicidae	2
1.1.1 Generalidades de las hormigas.....	2
1.1.2 Ciclo de vida.....	5
1.1.3 Regulación social en la colonia	6
2. Antecedentes sobre la hormiga arriera.....	16
2.1 Generalidades de la tribu <i>Attini</i>	17
2.2 Simbiosis entre hongos y hormigas	17
2.3 Formación de nidos.....	18
2.4 Características morfológicas del género <i>Atta</i> (diferencias con los otros géneros) ...	21
2.5 Distribución en México de las especies <i>Atta</i>	26
2.6 Status taxonómico del género <i>Atta</i>	30
3. Beneficios y Perjuicios causados por el género <i>Atta</i>	32
3.1 Afectaciones directas	33
3.1.1 Plantas afectadas por el género <i>Atta</i>	33
3.1.2 Cultivos afectados por hormigas del género <i>Atta</i>	33
3.1.3 Afectación por extracción de tierra (tanto a árboles como a construcciones)....	34
3.2 Cantidades de consumo y de remoción de sustrato tanto vegetal como mineral.....	35
3.3 Beneficios originados por <i>Atta</i>	35
3.3.1 Aireación y nutrimentos del suelo.....	37
3.3.2 Flora y Fauna asociada.....	37
4. Manejo y Control de las hormigas arrieras.....	38



5. Especies Introducidas.....	45
5.1 La introducción de hormigas a otros ecosistemas.....	46
5.2 Impacto General Causado por las Hormigas Introducidas a las Hormigas Nativas.....	48
5.2.1 Mutualismo	48
5.2.2 Competencia	50
5.2.3 Ecosistemas	51
Conclusiones	52
Bibliografía.....	54
Glosario de Términos Utilizados.....	69



Bases Ecológicas y Biológicas para el Manejo de la
Hormiga Arriera (*Atta* spp).





DEDICATORIA

Para mi Padre por el apoyo y cariño que me brindó durante toda mi desempeño,
por lo que él es mi ejemplo a seguir en la vida.

Para mi Mamá que amo mucho y siempre estuvo apoyándome y dándome todo el
cariño y amor que necesité.

Para mis hermanos que amo mucho y estuvieron conmigo todo el tiempo.

Para mis amigos que son lo mejor de la vida y siempre estuvieron en las buenas y
en las malas.



AGRADECIMIENTOS

A mi familia que siempre me dio todo el amor, cariño y apoyo que necesité para seguir adelante en mis estudios profesionales.

A mi director de Monografía Juan Antonio Rodríguez Garza por el apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo, así como el haber compartido sus conocimientos conmigo y haberme guiado en mi desarrollo como manejador de recursos.

A mis asesores Alberto Pereira y Ma. Magdalena Vázquez por su tiempo, aportaciones y el apoyo para hacer posible el presente trabajo.

A mis maestros por todo el apoyo incondicional que me han dado durante mi desempeño en la carrera y por haber compartido sus conocimientos conmigo.

De igual manera le doy gracias a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir.



Introducción

La hormiga arriera es un insecto muy común en México, no es solamente una especie de hormiga, en realidad son tres especies que por su hábito cortador de hojas y por la forma en que transportan su alimento hacia sus nidos, es que se les denomina arrieras, teniendo otros nombres comunes en México como: zompopos o zampopos, chicatanas, mochomos y nucu, en portugués se les conoce como “sauvas” y en inglés como “leafcutting ants”.

A pesar de ser un tipo de hormiga muy conocido, no hay claridad para muchas personas sobre aspectos esenciales de la vida de estos insectos.

Para muchos, estas hormigas constituyen una verdadera calamidad, mientras que en otras partes no existe mayor problema, no se ha declarado un programa de control nacional debido a que la plaga aparece esporádicamente y en un momento dado deja de dar molestias.

El motivo del presente trabajo es precisamente aclarar todo lo referente a este importante insecto, se ha revisado la bibliografía más reciente, sin omitir algunos trabajos interesantes aunque no muy nuevos



1. Los insectos sociales

Todas las hormigas son sociales, lo cual se contrasta con las abejas y avispa, en donde sólo fracciones del total de especies son sociales o presentan algún grado de sociabilidad (Wilson 1971; Michener 1974; O'Neill 2001). El único orden con todas sus especies sociales son las termitas (Isóptera). Y la única familia de los himenópteros que es enteramente social es la familia Formicidae, Algunas hormigas poseen comportamientos derivados que las llevan al parasitismo y en algunos casos a la pérdida total de las obreras.

1.1 La familia Formicidae

Las hormigas son un grupo exitoso de insectos sociales pertenecientes a la familia Formicidae, se conocen alrededor de 11,914 especies (Agosti y Johnson, 2006), y se estima que las primeras hormigas aparecieron en el periodo Cretácico tardío hace 120 millones de años, y están emparentadas con las avispa. El 70% de las hormigas vive en los trópicos y aunque tienen una visión pobre (muchas son ciegas), utilizan sus antenas para degustar y palpar.

1.1.1 Generalidades de las hormigas

Las hormigas son insectos holometábolos. Las larvas son ápodas (carecen de extremidades), por lo que dependen de las hormigas obreras para su traslado y alimentación. Cuando pasa determinado tiempo, las larvas pupan y emerge una hormiga con un color más pálido que el de las demás, pero al paso de unos días adquirirá el color de las demás adultas.

El hormiguero está compuesto por diferentes clases de hormigas, entre las cuales se tienen obreras (hembras estériles), machos y la reina. Algunas especies son polimórficas y sus obreras presentan tamaños diferentes: obreras menores, obreras medianas y obreras mayores, a éstas últimas comúnmente se les denomina soldados. La hormiga reina es la única hormiga sexuada, puede



existir sólo una reina (colonia monogina) o bien pueden existir varias (poligina). Cuando nacen las primeras larvas, estas son alimentadas con secreciones salivares de la reina. La hormiga reina puede vivir hasta 15 años.

La vida en la colonia es regida por la reina quien mediante sustancias químicas dirige el tipo de actividades que las obreras deberán realizar. Las obreras se encargan de llevar alimento al nido, así como mantenerlo limpio, alimentar a las larvas y proteger a la colonia ante un invasor o depredador. Las hormigas macho solo sirven para fecundar a la reina. (Hoelldobler y Wilson, 1990).

¿Cómo identificar una hormiga?

En la Fig. 1 se aprecia el cuerpo de una hormiga adulta, el cual está dividido en 4 secciones: Cabeza (A), tronco (B), pedicelo o pecíolo (C) y gáster (D). El tronco está formado por los 3 primeros segmentos del tórax: Pronoto (1), mesonoto (2) y Propodeo (3). El abdomen esta unido al tórax y forma parte del tronco, a este sigue el peciolo (4) que forma la cintura, con el segundo y a veces el tercer abdominal, después sigue el gáster (5) en donde se encuentran las vísceras y termina el abdomen con el aguijón, que es el ovipositor modificado. Sus extremidades están formadas por segmentos que se denominan: Pretarso (6), tarso (7), tibia (8), fémur (9), trocánter (10) y coxa (11).

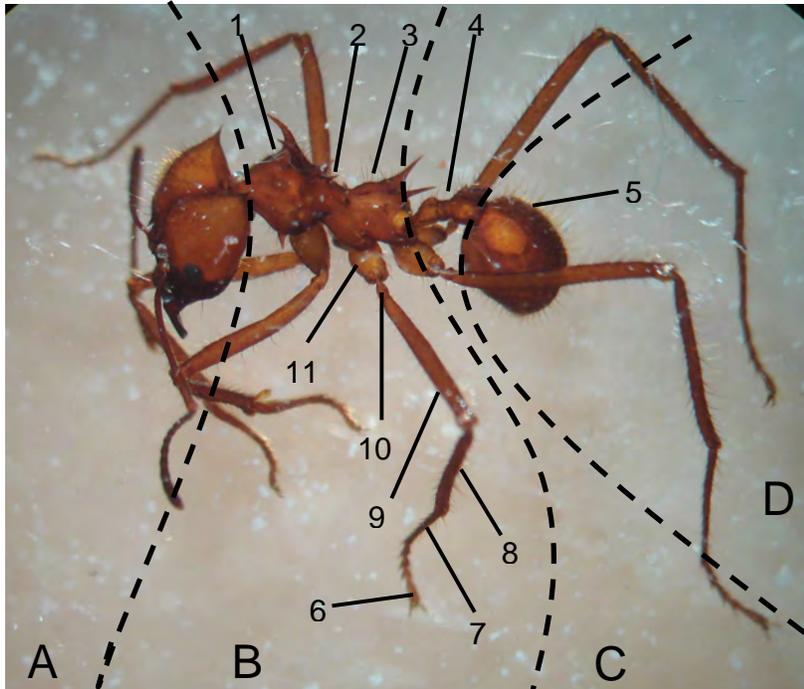


Fig 1.- Fotografía de hormiga arriera, tomada en la UQROO.

En la Fig. 2 se aprecia la cabeza de una hormiga, en la que se ve el funículo (1) y el escapo (2), los cuales forman a las antenas que son dobladas. Tiene un aparato bucal formado por la mandíbula (3), las maxilas (4), el labro (5) y el cípeo (6). Tienen un par de ocelos (7) y un par de ojos compuestos (8).

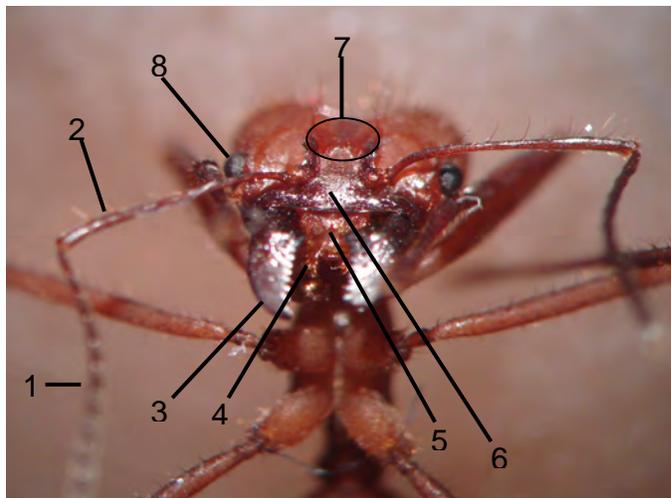


Fig. 2.- Fotografía de la cabeza de una hormiga arriera. Tomada en la UQROO



La existencia del peciolo es la característica que diferencia a las hormigas de las avispas o abejas. Es común el confundir a una hormiga con una termita, sin embargo son dos órdenes diferentes de insectos, las termitas (Órden Isóptera) tienen sus antenas rectas y no tienen un pedicelo a diferencia de las hormigas.

Un dato importante es que si una hormiga se encuentra atrapada por algún derrumbe, esta puede prevenir a las otras hormigas mediante la estridulación, esto consiste en frotar dos estructuras entre si, lo que producirá pequeñas vibraciones en el suelo y de esta manera avisa a las demás hormigas del peligro y de la situación de esta.

Las hormigas se comunican a través de feromonas ya que siempre están en contacto con un sustrato o suelo, por ejemplo, cuando encuentran una fuente de alimento, la hormiga deja un rastro químico en el suelo, de manera que cuando va de regreso al nido y se encuentra con otras hormigas, les comunica el hallazgo regurgitando el alimento y las invita a seguir el rastro mediante señales táctiles. Estas hormigas refuerzan el rastro y poco a poco van llegando más hormigas hasta que el alimento se termine, por lo que las hormigas se retiran y el rastro se va disipando lentamente.

1.1.2 Ciclo de vida

Las hormigas varían su longevidad de acuerdo a la especie y a la casta que representa en la colonia. Se tiene así según datos de la guía de la UMI, en general los siguientes datos:

Longevidad

- Reina: 10-15 años
 - Machos: 1 a 4 meses.
 - Obreras: hasta 2 años.
-



Duración de los estadíos

- Huevos y larvas: 15 a 20 días.
- Prepupas: 5 días
- Pupas: 15 a 21 días

1.1.3 Regulación social en la colonia

Regulación de las poblaciones de hormigas.

Una población es una colección de individuos de la misma especie que se encuentran en un área dada (por ejemplo, la población de *Atta cephalotes* en la Universidad de Quintana Roo).

Los factores que regulan las poblaciones de hormigas se dividen en dos grupos. Unos factores se basan en los recursos a los cuales tiene acceso la colonia; los otros factores se basan en la mortalidad, y por lo mismo, son aquellos que pueden eliminar o sesgar partes de una colonia. De manera breve, los factores basados en recursos determinan que tan rápido puede crecer una población en un hábitat; mientras que los factores basados en la mortalidad determinan el *Standing crop* real de una especie.

Regulación basada en recursos.

Todos los factores que se basan en recursos marcan la habilidad de las colonias para crecer y reproducirse. Estos factores son de tres tipos: *Recursos, condiciones e interacciones entre poblaciones*. Los recursos vienen siendo todo aquello que puede utilizar la colonia para mantenerse (alimento y sitios para el nido). Las condiciones son los factores abióticos que regulan el acceso a los recursos (como temperatura y humedad). Y por último las interacciones entre poblaciones nos describen cómo otras poblaciones regulan el acceso a los



recursos disponibles en el hábitat.

A medida que los hábitats se vuelven más productivos, frecuentemente tienen mayor número de colonias de hormigas, de este modo, tenemos una mayor densidad de nidos de hormiga en un bosque tropical de Latinoamérica, que en el desierto de Colorado en Estados Unidos.

La temperatura es una condición limitante para las poblaciones de hormigas (Brown 1973). Como taxón las hormigas son termófilas, “desconectándose” en invierno y evitar sombras frías (Brian y Brian 1951). Pero eso no quiere decir que no se les encuentre en ambientes muy fríos, en la tundra alpina las hormigas son frecuentemente comunes ante la luz del sol (Heinze y Hölldobler 1994). La mayor abundancia de hormigas se encuentra en los climas cálidos.

La interacción con otros organismos o poblaciones de organismos también son un limitante para las poblaciones de hormigas, pues estos llegan a competir por recursos. Así por ejemplo, cuando una colonia crece, puede agotar los recursos y logra con esto, el privar a otras colonias sobre la explotación de dicho recursos. De igual manera, si hay un número limitado de ramas huecas o plantas mirmecófilas en un bosque, cualquier colonia o población que sea la primera en entrar puede excluir a una segunda colonia o población (Davidson et al. 1989; Longino 1991). La competencia entre los recursos puede ser intraespecífica o interespecífica. Siendo la competencia intraespecífica es la que se da entre individuos de la misma especie y regula el tamaño de la población y la competencia interespecífica cuando se da entre individuos de especies diferentes y regula una comunidad. La competencia puede darse directamente, a través del consumo de alimento o algún otro recurso, o directamente, eliminando otras colonias. Resulta difícil diferenciar entre si es depredación o competencia directa cuando un nido de hormigas ataca y elimina un nido vecino, ya que surge la pregunta ¿la esta depredando, o simplemente la está sacando de la competencia?

La densidad y el tamaño de la colonia también pueden afectar la competencia entre hormigas. Dicho de otra forma, mientras más grandes sean los



nidos, serán menos abundantes. Al principio, los hábitats son colonizados por varias fundadoras, las cuales levantan nidadas que encontrarán, enfrentarán, usurparán y eliminarán otras colonias hasta que el hábitat quede con unos pocos ganadores (Ryti y Case 1988a y b; Tschinkel 1992; Adams y Tschikel 1995). Sin embargo, este no es siempre el caso. En un estudio en hormigas de hojarasca de bosque tropical se encontró poca relación entre el tamaño de la colonia y la densidad (Kaspari 1996b); los disturbios causados por la lluvia o la actividad de las hormigas legionarias son suficientes para prevenir que las colonias saturen el medio.

Si los recursos o las condiciones limitan al crecimiento de una colonia, entonces el crecimiento en la disponibilidad de recursos podría aumentar la supervivencia o reproducción de la colonia. Esto nos lleva a algunos estudios de adición de alimento que se han hecho, como por ejemplo, estudios realizados en desiertos cálidos han dado resultados mixtos (Ryti y Case 1988a; Munger 1992). Las hormigas de sitios cercanos a los polos pueden responder con mayor probabilidad al incremento de alimento (Deslippee y Savolainen 1994). Una razón se debe a que en los desiertos cálidos el alimento se basa en semillas y estas semillas se pueden almacenar por largos periodos. Las hormigas “cosechadoras” pueden entonces estar mejor protegidas contra disminuciones en el alimento, probablemente respondiendo sólo después de periodos prolongados de carencia de alimento.

Es claro que los recursos, el clima y los competidores trabajan en conjunto para regular poblaciones de hormigas (Brown 1973). Aún en medios ricos en recursos, con climas fríos y húmedos hay pocas hormigas, como en los bosques lluviosos templados fríos, por el contrario, en ambientes secos y cálidos parecen tener las condiciones adecuadas para hormigas. En este caso, el número de hormigas frecuentemente parece estar dado por la lluvia, un buen predictor de la producción de semillas de las cuales se alimentan las hormigas (Morton y Davidson 1988).



Regulación basada en mortalidad.

Mayormente, cuando la reina muere, queda sentenciado el final de la colonia, aunque no siempre ocurre así. En el caso de las colonias con varias reinas, estas pueden adoptar una nueva reina (Tschinkel y Howard 1978).

La mortandad alta de reinas se encuentra al principio de la vida de la colonia, pues pueden ser depredadas al estar volando buscando un sitio ideal, o bien pueden ser eliminadas por obreras de otras colonias maduras. Las colonias maduras difícilmente mueren, aunque las causas de la muerte de reinas en colonias formadas no son bien conocidas, en parte por la dificultad en observación de nidos en lo alto de los árboles o en el nivel subterráneo. Incapaces de moverse rápidamente, una colonia de *Atta colombica* puede demorar 8 días en moverse (Porter y Bowers 1981), muchas especies de hormigas son susceptibles a las inundaciones.

Las hormigas no se encuentran exentas de parásitos o depredadores. Por ejemplo, algunas especies de hormigas son parásitos sociales. Tienen reinas que invaden nidos de especies huésped, encuentran a la reina, la eliminan y “adoptan” a las obreras de la reina para favorecer los huevos de la reina intrusa (Wilson 1984).

Las poblaciones de hormigas también se regulan por depredación, ya que agotan los recursos de una colonia eliminando a sus obreras. En zonas boreales y frías algunas especies de hormigas realizan “incursiones esclavistas”, robando las pupas de otras colonias (Topoff 1990).

Otros animales eliminan o agotan colonias de hormigas, como algunos vertebrados que consumen hormigas. Se ha mostrado casos raros que estos depredadores regulan la distribución de sus presas, por ejemplo, cuando las hormigas-león son comunes, no lo son las hormigas (Gotelli 1993). Las colonias



de hormigas también tienen asociados internos, como ácaros, nemátodos, arañas y escarabajos (Kistner 1982; Hölldobler y Wilson 1990).

Por último tenemos el parasitismo, en donde las hormigas sirven de huéspedes a otro organismo. Las moscas Phoridae son unos diminutos parásitos que se especializan en un género o especie de hormiga (Brown y Feener 1991a, b; Brown 1993). Las moscas buscan a la hormiga guiadas por el olor, sobrevuelan sobre esta y se coloca en algún lado de su cuerpo para ponerle un huevo (Porter et al. 1995a, b; Feener et al. 1996), la hormiga cae atontada y posteriormente regresa a la colonia, en donde parece cuando el huevo de la mosca se ha desarrollado como larva, consumiendo a la hormiga como alimento. Sin embargo las moscas deben primero atrapar a las obreras, y estas se esconden en presencia de los fóridos (Porter et al 1995c). Esta reacción es tan profunda que interfiere con el forrajeo y quizás oscila el balance competitivo de la hormiga acechada a otras libres de la presencia o acecho del parasito (Feener 1981).

Distribución en Parche

Densidad se puede definir como el número de colonias de hormigas por unidad de área, lo cual es una abstracción; las colonias de hormigas nunca están distribuidas uniformemente en un paisaje. Las colonias de hormigas pueden estar distribuidas en parches, este fenómeno ha sido reconocido desde hace tiempo (Wilson 1958) y continua fascinando a los ecólogos de hormigas. (Levings y Traniello 1981; Levings 1983; Kaspari 1996a, b). Por ejemplo, un parche de 1 m² de hojarasca en un bosque tropical puede tener entre 1 y 17 especies nidificando. El papel de las fuerzas (*Top down* y *bottom up*) que crean esta distribución en parches, al igual que a la formación de patrones biogeográficos son objeto de actual investigación.

Regulación de las comunidades de hormigas.



Una comunidad ecológica es una colección de especies que viven en un ambiente determinado. Muchos programas de monitoreo tienen como uno de sus objetivos la descripción de una comunidad ecológica. Los descriptores de una comunidad pueden agruparse en aquellos que describen forma, función y diversidad. La forma va a describir el tamaño, la forma y la masa de una comunidad de hormigas. La función describe lo que hacen las hormigas en el ecosistema (qué comen, qué tanto comen, qué tanto suelo remueven, qué otras poblaciones regulan, etc.). Y por último la diversidad va a describir la composición, número, y relaciones taxonómicas de las especies entre y a través de las comunidades.

Forma

La biomasa de una comunidad es la suma de los pesos de todas las especies. Las hormigas y termitas pueden llegar a representar hasta un tercio del total de la biomasa animal en algunos bosques tropicales (Fittkau y Klinge 1973). Esta preponderancia en biomasa de hormigas es especialmente alta en las copas de los árboles, donde hasta la mitad de los individuos pueden ser hormigas (Stork y Blackburn 1993).

Todas las especies en una comunidad suman para formar una distribución de tamaño. Qué es tamaño en hormigas, es algo complicado de responder, las hormigas tienen una distribución característica en el tamaño de las hormigas individuales y el número de individuos en la colonia. Tomadas en conjunto, las colonias de hormigas representan algunos de los insectos más grandes.

El tamaño promedio de las hormigas y el número de hormigas por colonia disminuyen conforme uno se va acercando del ecuador (Cushman et al. 1993; Kaspari y Vargo 1995), por lo que las hormigas tropicales tienden a ser más pequeñas y sus nidos con menos individuos. Esto posiblemente se debe al incremento en el número de nidos en hojarasca en los trópicos o las adaptaciones para vivir en ambientes ricos, menos estacionales (Kaspari y Byrne 1995; Kaspari



et al. 2000a).

Dentro de las colonias de hormigas puede haber variaciones en su tamaño y forma más allá de la diferencia obrera-forma reproductora. Algunas veces hay castas discretas de obreras conocidas como mayores o menores. Esto puede deberse a consecuencia de cambios en los suministros de alimento, en la defensa o para la caza de presas grandes.

Sin embargo, si el alimento es un recurso limitante, se puede esperar ventajas debido a la variación del tamaño de las hormigas cuando la especie tiene el medio para sí misma. La variación en tamaño podría evolucionar para explotar el “espacio vacío o nicho vacío” dejado por la ausencia de otras especies. Por ejemplo, el caso de *Messor pergandei*, hormiga del desierto al suroccidente de Norteamérica. En comunidades con pocas especies, las obreras varían en tamaño, mientras que en ambientes ricos, la variación desaparece (Davidson 1978).

Función

Debido a su diversidad y a su biomasa, las hormigas juegan un papel importante dentro de un ecosistema.

Para empezar, las hormigas afectan en gran medida la estructura de sus ambientes como “ingenieros ecólogos”, organismos que arreglan una y otra vez el ambiente en tal manera que afectan otros organismos (Lawton 1994). Remueven y enriquecen el suelo, grandes colonias de hormigas pueden excavar varios metros, aireando el suelo e incorporando restos en la superficie como lo hacen las lombrices (Elmes 1991). Como las hormigas toman su alimento en todo su territorio de forrajeo, los nidos sirven para concentrar nutrientes. Sin embargo, este efecto cambia de especie a especie. Por ejemplo, Haines (1978,1983) ha estudiado dos especies de hormigas cortadoras de hojas: *Atta colombica* y *Atta cephalotes*. Estas hormigas usan las hojas cortadas de la vegetación como un



medio de sustrato para crecimiento de hongos, los cuales serán su alimento. Dado que estas colonias pueden tener millones de obreras, los desechos que generan entorpecerían la movilidad dentro del nido, por lo que, *Atta cephalotes* almacena sus desperdicios bajo el suelo, los cuales son lixiviados y *Atta colombica* concentra sus desechos en pilas sobre el suelo quedando accesibles para su reciclado por parte de la vegetación.

Otras hormigas que tienen un impacto desproporcionado sobre una comunidad, se les puede considerar como especies clave (Paine 1968; Lawton 1994). Por ejemplo, la hormiga legionaria *Eciton burchelli*, son nómadas, con centenares o miles de individuos. Estas hormigas buscan presas como artrópodos e insectos sociales. Se les puede considerar como especies clave por dos razones: La primera, el movimiento de esta especie forma una muchedumbre de artrópodos que huyen ante la presencia del ejército de obreras. Estos artrópodos son presas de pájaros que forman parvadas mixtas y pasan su vida siguiendo a las hormigas legionarias y a sus asociados (Rettenmeyer 1962; Willis y Oniki 1978; Kistner 1982; Willis 1983). La segunda razón es que al atacar especies grandes de hormigas, *Eciton burchelli* puede abrir oportunidades para que las especies pequeñas escapen a la depredación (Franks y Bossert 1983).

Esto se encuentra en equilibrio en la naturaleza, pero se ve alterado por la introducción de especies ajenas al ecosistema, como es el caso de las hormigas invasoras, las cuáles al entrar en contacto con un ecosistema, llegan a alterarlo de manera significativa, este tema se ve con más detalle en el capítulo 5.

Diversidad

Los estudios de diversidad documentan el número e identidad de las especies en un sitio dado. Pero la diversidad es algo muy difícil de medir, debido a que las poblaciones de especies cambian continuamente (especialmente en los pequeños artrópodos) y resulta difícil delimitar un área y emplear mucho tiempo,



por lo que se recurre a las muestras.

El patrón más llamativo de la riqueza de especies (número de especies en un área dada en un tiempo determinado) se incrementa desde los polos hasta el Ecuador. Los bosques tropicales al ser muy productivos, pueden soportar más hormigas y por lo mismo, más especies; al ser insectos termofílicos, las hormigas hacen las cosas a temperaturas cálidas, la temperatura puede regular el acceso a la productividad (Brown 1973).

Entonces, el nidificar en árboles permite a las hormigas estar más cerca de la mayoría de los recursos. Pero los árboles carecen de la habilidad de amortiguar el frío, por lo que cuando la temperatura se hace más benigna se incrementa la nidificación arbórea, mientras que cuando se hace más fría disminuye.

La riqueza de especies muestra otros patrones. Por ejemplo, las islas grandes tienden a tener más especies que las pequeñas (Wilson 1961; Goldstein 1975).

La competencia interespecífica influye de igual forma. En muchas comunidades de hormigas de zonas templadas hay una aparente jerarquía regular (Wilson 1971; Savolainen y Vepsäläinen 1988; Savolainen 1990; Andersen 1992). Dicha jerarquía se basa en hormigas dominantes y hormigas subordinadas. Las hormigas dominantes son colonias grandes con un comportamiento territorial agresivo y con un reclutamiento rápido de alimento. Las especies subordinadas son colonias pequeñas, con baja capacidad de reclutamiento y se encuentran en la periferia de los territorios controlados por las dominantes. Este patrón es excepcionalmente pronunciado en los hábitats boreal y templado al norte, desiertos áridos y matorrales en Australia y en comunidades simples (Hölldobler y Wilson 1990).

Pero dicha jerarquía no siempre es así. En la hojarasca tropical las especies muestran pocas correlaciones fuertes positivas o negativas en abundancia predichas por fuerte competencia interespecífica por las dominantes (Kaspari 1996b). Esto se puede deber a varios factores. Uno es que las colonias



de hojarasca nunca alcanzan un tamaño que les permita dominar a sus vecinas. Los nidos de hojarasca presentan descomposición lo que previene el establecimiento en un territorio grande estable (Yanoviak y Kaspari 2000). Por otro lado, las hormigas de las copas de los árboles forman “islas” con troncos asequibles, defendibles, que conectan con las copas frondosas de arriba (Hölldobler y Lumsden 1980). Una única colonia puede así monopolizar árboles y mantener a raya a otras especies (Hölldobler 1983; Adams 1994).

Las jerarquías de dominancia pueden verse afectadas por depredadores, los cuales disminuyen la habilidad de los dominantes para monopolizar recursos.



2. Antecedentes sobre la hormiga arriera

Las hormigas arrieras (*Atta* spp.), son las más recientes, y se considera que en ellas se encuentra la más alta evolución de sociabilidad en insectos. Dichas hormigas pertenecientes a la tribu *Attini*, son endémicas de la región Neotropical y son de las más comunes.

Nombres comunes de las hormigas del género *Atta*.

País	Nombre(s) común(es)
México	Arriera, hormiga campestre, hormiga de San Juan, cuatalata, chancharra, chicatana, chicantana, chícatera, tzicatera, shícatera, jibijoa, machomo, monchona, parasol, quiss, nacasma, nokú, nucú, tepeoani, zompopo, tzim-tzim, tzín-tzín, tzitzin.
Nicaragua	Zompopo
Guatemala	Zompopo
Cuba	Bibijagua
Venezuela	Bachaco
Bolivia	Cepe, cepe-culón
Brasil	Saúva, tanajura, tanajura-manteiga. Al macho le llaman bitu.
Belice	Wee wees.
Estados Unidos	Leaf cutter ants, town ants.



2.1 Generalidades de la tribu *Attini*

La tribu *Attini* tiene unos 12 géneros y alrededor de 210 especies, que en su mayoría, habitan los bosques húmedos tropicales de Sudamérica.

Se desconocía el porqué estas hormigas cortaban hojas, hasta que Thomas Belt naturista e ingeniero de minas, en 1874 escribe acerca del uso de las hojas por las hormigas, el cual es preparar un sustrato en el que cultivan una especie diminuta de hongo que les sirve de alimento. Fue a partir de aquí, que se empezó a estudiar la simbiosis mutualista entre la hormiga y el hongo.

Todas las hormigas de esta tribu tienen antenas de 11 segmentos sin masa antenal y sus especies recurren a los hongos como fuente de alimento, por lo que forrajean las hojas de diferentes plantas para hacer su medio de cultivo.

2.2 Simbiosis entre hongos y hormigas

Las hormigas arrieras (*Atta* spp.), cultivan un hongo basidiomiceto (Leucocoprineae; Basidiomycotina) como su fuente principal de alimento. Para lograr esto, las hormigas cortadoras cosechan material vegetal que se encuentre alrededor de la colonia y lo transportan a cámaras subterráneas donde el hongo mutualista es cultivado. Aquí el material vegetal es macerado y masticado hasta obtener una pulpa, la cuál es distribuida para tener un sustrato que servirá como medio de crecimiento para el hongo.

El hongo no está exento de ataques, y es presa de un micoparásito especializado del género *Escovopsis* (Ascomycota) que posee una alta virulencia y es capaz de devastar rápidamente los cultivos de las hormigas.

El cultivo del hongo

El material vegetal recolectado es limpiado, raspado y cortado en pedazos



de máximo 2 mm, luego son masticados e impregnados con saliva y fluidos anales. Este sustrato que se obtiene es colocado en cámaras en donde las obreras insertan micelios del hongo. Los hongos son cultivados así en “jardines” localizados en cámaras subterráneas que tienen unos 25-30 cm. El alimento de las hormigas son unas protuberancias esféricas llamadas “gongílicos”, los cuales se desarrollan en los extremos de las hifas, de donde las obreras los cortan. De esta manera, las hormigas benefician al hongo removiendo los químicos de las hojas de la planta y previenen la entrada de algún agente patógeno para el hongo (Cherret et. al. 1989). Schildknecht y koob (1971) mostraron evidencia de que las grandes *Attinis* secretan antibióticos como el ácido fenilacético y β -hydroxydece noc ácido de las glándulas metapleurales lo que evita que se desarrollen bacterias en el hongo; y el hongo provee a las larvas un buen alimento, rico en proteínas y carbohidratos pero carente de lípidos (Martin et. al. 1969).

Cuando el sustrato pierde su valor nutrimental y el hongo finaliza su ciclo, son llevados por obreras especializadas hacia depósitos o vertederos de desechos; a este sitio también son llevadas hormigas muertas o enfermas. En el caso de *Atta mexicana* los desechos se ubican en el exterior de la colonia. Estos desechos son muy ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, por lo que tienen mayor valor que otros abonos convencionales.

2.3 Formación de nidos.

La formación de un nuevo nido inicia cuando el macho y la hembra parten volando de la colonia natal y copulan. Al poco tiempo, la hembra pierde sus alas convirtiéndose en una reina y el macho muere. Vale la pena señalar que las hormigas no dedican mucho tiempo a la creación de un nido, como lo hacen las abejas, las hormigas aprovechan más bien las situaciones que le ofrece el medio para adecuar sus nidos. Dependiendo de los hábitos de la especie, el nido será subterráneo o arbóreo, o incluso llegan a aprovechar alguna infraestructura



creada por los seres humanos. Por ejemplo, los nidos de *Atta cephalotes* pueden tener hasta cinco millones de obreras. Sus obreras miden desde los 2 mm hasta los 25 mm. Su distribución va desde Louisiana hasta Argentina. (Janzen, 1999).

Wilson (1971) dividió al género *Atta* basándose en el tamaño de la colonia, el polimorfismo de las obreras y el sustrato usado para el cultivo del hongo, obteniendo 3 categorías: Primitivas, de transición y avanzadas. Las primitivas son colonias pequeñas con hasta 5000 miembros y con obreras monomórficas y cultivan el hongo en las heces de insectos fitófagos. Las denominadas de transición, eran colonias un poco más grandes y con obreras monomórficas, pero cultivan el hongo en las hojas caídas y frutas frescas. Las avanzadas son colonias grandes, con obreras polimórficas y cortan hojas frescas, flores y frutas para sembrar el hongo. La variedad de plantas que se utilizan para el cultivo del hongo depende de la riqueza del hábitat.

Existen dos formas básicas para formar una nueva colonia: por fundación independiente o por fundación en masa. Cuando es por fundación independiente las futuras reinas (hembras ya fecundadas) inician la fundación de una nueva colonia solitariamente. Estas hembras tienen un tórax grande, con reservas ricas para afrontar un período largo de espera hasta que nazcan sus hijas, las cuáles serán las obreras que irán en busca del sustento de la colonia. Cuando se trata de una sola reina fundadora se dice que es un proceso de haplometrosis; si son varias las reinas fundadoras se habla de pleometrosis. En el primer caso, si la reina permanece como la única hembra reproductiva, estamos hablando de monoginia primaria. Si a una colonia se le agregan posteriormente más reinas (reinas supernumerarias), se dice que hay poliginia secundaria. Volviendo al caso de pleometrosis, puede suceder que de todas las reinas fundadoras sólo una sobreviva o quede al mando reproductivo de la colonia; a esto se le llama monoginia secundaria. Si todas (o la mayoría de reinas) sobreviven entonces hay una poliginia primaria.

Ahora bien cuando la fundación es en masa, aquí la futura reina (o reinas)



están acompañadas de obreras de la colonia madre. Estas hembras son más pequeñas, y sus tórax son grandes con reservas de grasas, dado que estas reinas van a tener una “mano de obra” disponible. Si una sola hembra es la fundadora, puede ser la única presente en la futura colonia (monoginia primaria) o puede admitir reinas supernumerarias (poliginia secundaria). Si se trata de varias reinas iniciando un nido, volvemos al caso de poliginia primaria (Hölldobler y Wilson 1990).

Cabe mencionar que esto no es en sentido estricto, pues estudios recientes muestran que las especies, las poblaciones y las colonias son más flexibles de lo pensado, y varían su estructura, dinámica y composición de acuerdo con las circunstancias ambientales, colonias vecinas y demás factores (Bourke y Franks 1995). Por ejemplo, en la hormiga de fuego importada (*Solenopsis invicta*) las poblaciones en su tierra nativa (Brasil) son monogínicas, pero las poblaciones en EEUU, donde son invasoras, son mono o poligínicas (Taber 2000). Las formas de fundación de un nido se esquematizan en la figura 3. De donde se puede resumir que después de la cópula la reina o reinas siguen ciertos comportamientos para la fundación de la colonia.

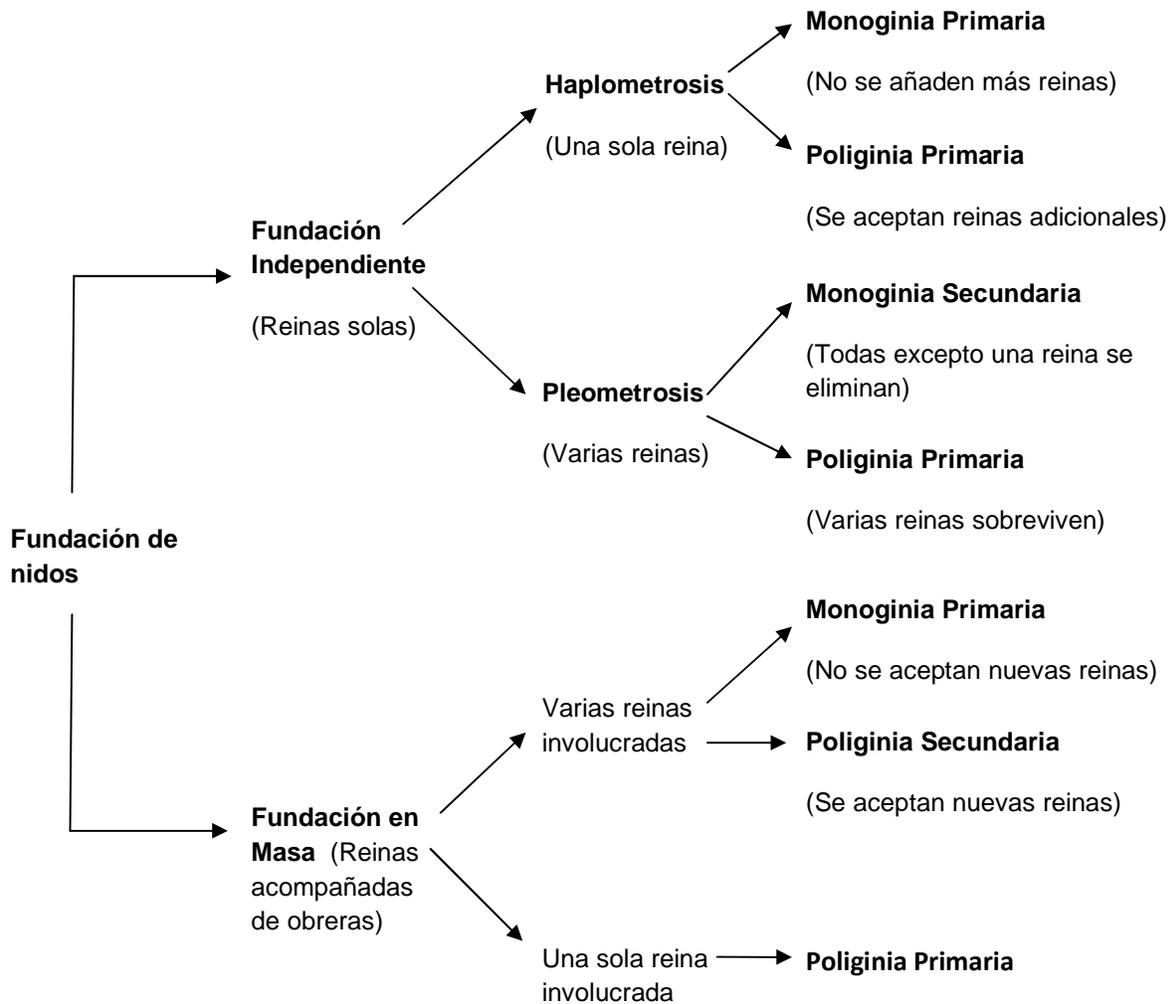


Fig 3.- Formas de fundación de nidos en hormigas (Tomado de Hölldobler y Wilson 1990).

2.4 Características morfológicas del género *Atta* (diferencias con los



otros géneros)

El género *Atta* son hormigas altamente polimórficas, con el cuerpo cubierto de espinas y tubérculos. El mesosoma presenta tres pares de espinas y el pecíolo y primer segmento del gáster no poseen tubérculos como en *Acromyrmex*.

Para la identificación del género *Atta* en México, se ponen las principales características que las diferencian en la clase obrera, específicamente en los soldados.

<i>Atta mexicana</i>	<i>Atta texana</i>	<i>Atta cephalotes</i>
<ul style="list-style-type: none">Lóbulos occipitales y primer segmento del gáster sin vellos y brillante. La parte trasera del occipital es poco profunda y la esquina entre ambos lados forma un ángulo mayor a los 90°. El ancho de la cabeza mide 4.6 mm	<ul style="list-style-type: none">Espinas más grandes que las del epinoto, presentes en un mesosoma puntiagudo. Espinas en el epinoto horizontal. El ancho de la cabeza mide 4.1 mm. Lóbulos occipitales y primer segmento del gáster con vellos. La parte trasera del occipital es profundo y los lados forman un ángulo menos a 90°.	<ul style="list-style-type: none">Ambos lados del área frontal tiene vello abundante; su cabeza es brillante o pálida y su ancho mide 5-6 mm.
<ul style="list-style-type: none">La cabeza no tiene abundante vello. Su cuerpo es opaco y con una falsa pubescencia. El tórax es delgado y velludo. Estigmas en ambos lados de los sobresalientes peciolos, visibles desde atrás.		



(Borgmeier T., 1959)

Formación y Estructura del nido del género *Atta*

Aproximadamente a los 3 años de haber sido iniciado el hormiguero, se dice que está maduro, y es cuando la reina coloca huevos que contienen machos y hembras aladas y su tamaño será mayor que el de las demás castas. Cuando las condiciones ambientales son propicias (sin sol y sin lluvia), emergen de sus hormigueros y tanto hembras como machos empiezan a caminar sobre el suelo buscando un lugar adecuado para iniciar el vuelo. Cuando encuentran un lugar propicio, las hembras alzan el vuelo y los machos las siguen, las hembras pueden ser fecundadas hasta por 8 machos, por lo que ella acumula el esperma en la espermateca (una bolsa que tiene en su abdomen) y así asegura la fecundación por los próximos 10 años a 20 años. Cuando el esperma se agota, los huevos solo originan machos y el hormiguero “muere”.

Cuando la reina llega al suelo después del vuelo nupcial, se arranca las alas con movimientos fuertes o con las mandíbulas. Después se entierra entre 20 a 30 cm, y empieza a formar una pequeña cámara, en donde inicia el cultivo del hongo con una muestra de éste, que obtuvo del hormiguero de donde proviene. Aproximadamente a los 3 meses empiezan a salir las primeras exploradoras, y aunque al principio el crecimiento de la colonia es lento, este se acelera a partir del segundo año.

El tamaño del hormiguero puede variar según la especie. El género *Atta* son hormigas excelentes excavadoras. Sus hormigueros llegan a ser muy grandes y pueden extenderse a más de 100 metros cuadrados y con una profundidad de más de 5 metros. La entrada principal llega a tener 9 cm de ancho (Wheat, 1981). Los nidos son perennes y pueden durar más de 50 años (Zayas, 1982).

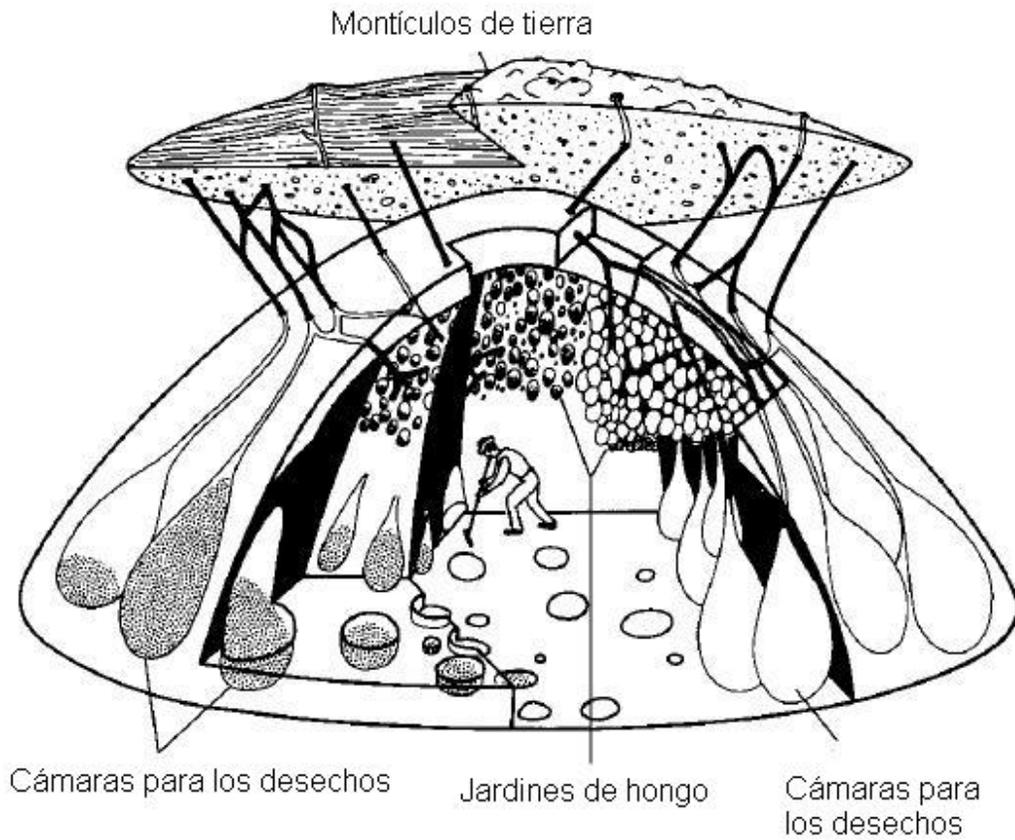


Fig. 4.- Ejemplo comparativo del tamaño de un nido ya maduro de Atta vollenweideri. Esquema tomado de Jonkman 1980.

Estructura del Nido



El hormiguero de las arrieras está conformado por individuos morfológicamente diferentes y su tamaño está relacionado con la función que cada uno cumple:

- Reina: Solo hay una por hormiguero y es el individuo de mayor tamaño, su función es poner los huevos que darán origen a otros individuos.
 - Obreras: Son la mayor parte de los individuos de la colonia, su función es la de proveer alimentos y cuidado al hormiguero. Son hembras estériles y de acuerdo a su tamaño y función se distinguen en exploradoras, cortadoras, cargadoras, escoteras, jardineras y soldados.
 - Exploradoras: Son las encargadas de detectar el material vegetal que debe ser cortado y transportado a la colonia. Poseen un mecanismo químico para dejar huella y guiar a las otras.
 - Cortadoras: Se encargan de cortar fragmentos de hojas y transportarlos hasta el hormiguero.
 - Cargadoras: Extraen la tierra de sobra para formar los túneles.
 - Escoteras: Son hormigas pequeñas que se suben a las hojas cuando son transportadas al nido, y en el camino se encargan de limpiarla.
 - Jardineras: Hormigas muy pequeñas que mastican las hojas llevadas al nido, cultivan el hongo y lo cuidan.
 - Soldados: Son hembras de gran tamaño relativo que defienden el hormiguero para lo cual tienen más desarrolladas sus mandíbulas y cabezas en comparación a otros miembros de la colonia. Se encuentran en las entradas del nido y en las salas en donde se almacenan las hojas para que crezca el hongo.
 - Nodrizas: Hormigas que se encargan de alimentar y cuidar a la reina y a las larvas, trasladan los huevos y pupas en el hormiguero. Estas hormigas jamás abandonan el hormiguero
-
-

- Hormigas aladas temporales: Durante periodos cortos del año, la reina produce huevos que darán origen a hembras fértiles aladas y machos, los cuales se encargaran de perpetuar la especie al formar nuevos hormigueros. La proporción de sexo es en promedio 6 machos por cada hembra.

2.5 Distribución en México de las especies *Atta*

En México se encuentran 3 especies del género *Atta*: *Atta texana*, *Atta mexicana* y *Atta cephalotes*. Dichas especies se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

Atta texana

Atta texana (Buckley) se encuentra distribuida en Estados Unidos en las regiones de Texas y Louisiana. En México (ver fig. 4), se le ha encontrado en Veracruz y Tamaulipas, en donde fue colectada en Matamoros (R. L. McGarr) y en el estado de Veracruz, se colectó en la ciudad de Veracruz (N. L. II. Kraus); 2 millas al sur de Mocambo (D. H. Janzen) y en Tecolutla (Sin datos de colector).



Fig. 4.- Mapa de México con la distribución de *Atta*



Atta mexicana

Atta mexicana (F. Sm): En Estados Unidos se le ha colectado únicamente en Arizona (Byars, 1949). En México (ver fig. 5), la especie es común y se encuentra en muchos estados, se le ha colectado en: Jalisco: Guadalajara (J. F. McClendon); a 73 millas al sureste de Guadalajara (H. A. Scullen); a 10 millas al sur de Guadalajara (H. A. Scullen); a 16 millas al sur de Encarnación en una altitud de 6600 pies (W. S. Creighton). En Durango (todas las colectas por W. S. Creighton): al sur de Durango en una altitud de 6800 pies; a 7 millas al este de Durango a 6200 pies de altitud; a 25 millas al sur de Durango en una altitud de 6300 pies; a 10 millas al sur de Durango a 6800 pies de altitud; a 7 millas al este de Durango, 6200 pies de altitud; en Rio Mexquita, Nombre de Dios, a 5900 pies de altitud. En Hidalgo (todas las colectas hechas por W. S. Creighton): en Chapuhualcan a 2600 y 3500 pies de altitud; a 7 millas al este de Jacala a 5200 pies de altitud. En Sonora: a 10 millas al sur de Sonoyta a 1400 pies de altitud (W. S. Creighton); cerca de La Casita, a 3500 pies de altitud (L. F. Byars); cerca de Magdalena a 2460 pies de altitud (L. F. Byars). En San Luis Potosi (todas las colectas hechas por W. S. Creighton): En Tamazunchale, a 600 pies de altitud; en Tamuin a 200 pies de altitud; a 2 millas al este de Xilita a 1700 pies de altitud. En Nuevo León: El Pastor (Montemorelos) a 2200 pies de altitud (W. S. Creighton); Linares (Phil Ran). En Querétaro: En la ciudad de Querétaro (W. M. Wheeler); a 27 millas al este de Querétaro a 6200 pies de altitud (W. S. Creighton). En Tamaulipas: a 16 millas al oeste de Altamira a 500 pies de altitud (W. S.

Creighton); en ciudad Victoria (V. E. Shelford); en Llera (V. E. Shelford; en Santander Jiminez (V. E. Shelford); en Tampico (Locke). En Aguascalientes: a 19 millas al norte de la ciudad de Aguascalientes a 6300 pies de altitud (W. S. Creighton). En Guanajuato: en Irapuato (C. Il. T. Townsend); a 5 millas al norte de Irapuato a 6900 pies de altitud (W. S. Creighton). En Nayarit: en Escuinapa (J. Il. Battey); en Tepic (G. Eisen y F. Il. Vaslit). En Morelos: en Cuernavaca (W. M. Wheeler), (I. A. Madariaga), (N. L. Il. Kraus). En Veracruz: en la capital de Jalapa (A.L. Herrera); en San Rafael (T. Pergande Collection); en Tuxpan (“American cónsul”); en Campo Cotaxtla, a 22 millas al oeste de Veracruz (D. H. Janzen). En el Distrito Federal y la ciudad de México (C. Hibinger). Esta hormiga ha sido colectada en todos los estados de la República Mexicana a excepción de las penínsulas (com. pers. Juan A. Rodríguez Garza). En el mapa se colocó un símbolo representando que la hormiga está presente aunque no esté documentada su colecta.



Fig. 5.- Mapa de México con la distribución de *Atta mexicana* (F. Sm). Se sabe que se encuentra aunque no existe el registro publicado.

Atta cephalotes

Atta cephalotes (L.), es una especie poco presente en México, (ver. Fig. 6), ya que solo ha sido colectada en Oaxaca, Tuxtepec (Dampf) y en Veracruz en la ciudad de Córdoba (Dampf) y en Pueblo Nuevo (E. O. Wilson). Com. Pers. Juan Antonio Rodríguez Garza esta hormiga ha sido vista en el estado de Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (com. pers. Juan A. Rodríguez Garza). En el mapa se señalan con un simbolo dichos estados en donde esta presente.



Fig. 6.- Mapa de México con la distribución de *Atta cephalotes*



2.6 Status taxonómico del género *Atta*

Las hormigas se encuentran dentro del grupo exitoso de los artrópodos, siendo este el grupo con mayor número de organismos en el planeta. A continuación se ubica el grupo al que pertenecen:

Dominio: Eukaryota

Reino: Animalia.

Subreino: Metazoa

Filo: Arthropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Infraclase: Neoptera

Superorden: Endopterygota

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Superfamilia: Vespoidea



Familia: Formicidae

Subfamilia: Myrmicinae

Tribu: *Attini*

Género: *Atta*

(Clasificación Fabricius, 1805)



3. Beneficios y Perjuicios causados por el género *Atta*

Las hormigas participan muy activamente en detrimento o beneficio de diferentes organismos (Hoelldobler y Wilson, 1990, Andersen y Sparling, 1997, Agosti et al., 2000) tales como las plantas (Beattie, Dostal, et al. 2005) en la remoción de diferentes tipos de sustratos (Gabet, et. al 2003) y en la acumulación de un tipo específico de nutriente en ciertos puntos del ambiente que propicia el crecimiento de determinadas especies (Douglas, 1994; Kleinfeldt, 1978; Seidel et al 1990), por lo que no es de sorprender que un sitio que fue habitado por una colonia de hormigas sea el único lugar para que se desarrolle algún tipo de planta (Kleinfeldt, 1978). En forma natural las hormigas se alimentan de un sinfín de recursos, participando de esta manera muy activamente en el flujo de nutrientes (Carroll y Janzen, 1973; Trager, 1998). Así existen hormigas altamente especializadas que únicamente se alimentan de cierto grupo de insectos muy diminutos que viven entre la hojarasca (colémbolos principalmente), otros grupos de hormigas como las dacetinas o basicerotinas son depredadores que regulan las densidades de sus presas. Las hormigas son uno de los grupos más importantes de invertebrados pequeños, existen hormigas defoliadoras que llegan a consumir más hojas que los mamíferos de pastoreo. Algunas especies son importantes dispersoras de semillas. En zonas desérticas son los principales consumidores de semillas. Las hormigas airean el suelo tanto como las lombrices de tierra.

El efecto negativo aparece cuando la sobrepoblación de hormigas se convierte en plaga, por su agresividad en algunas especies, y no hacen más que proteger un territorio que nosotros consideramos nuestro. Ejemplos: Las hormigas carpinteras prefieren la madera de las casas y máximo si el ambiente es húmedo. Existen hormigas oportunistas que pueden invadir cocinas, despensas y áreas de comida para animales.



3.1 Afectaciones directas

Las hormigas arrieras talan la vegetación herbácea, pueden destruir y secar árboles. Prefieren los vegetales tiernos, que cortan destruyendo parte de los tejidos del meristemo de crecimiento, la planta para reconstruirlos demora un tiempo prolongado, siendo imposible medir el daño ocasionado. Cuando las hormigas cortan continuamente un vegetal, lo intoxican y se seca, dando lugar a la proliferación de malezas. Los pastos tiernos al ser cortados continuamente no pueden producir semilla llevando a la degradación del campo de pastoreo. Esto último es difícil de percibir y generalmente pasa desapercibido

3.1.1 Plantas afectadas por el género *Atta*

La hormiga arriera suele preferir las plantas cítricas, y entre las plantas que se ven más afectadas están: El peinémomo (*Apeiba aspera*), el árbol del pan (*Artocarpus altilis*), el borojo (*Boroja patinoi*), la papaya (*Carica papaya*), el cedro (*Cedrela odorata*), el limón y la naranja (*Citrus* sp.), el algodoncillo (*Croton killipianus*), el heliotropo (*Hedychium coronarium*), guamos (*Inga* spp.), Musáceas (*Musa* sp.), el marañón (*Zyzygium malaccensis*) y el maíz (*Zea mays*), (Escobar, R. et al. 2002).

Rockwood (1976) realizó un estudio sobre qué plantas tienen hojas maduras que les sean atractivas a *Atta* sp. en base a la cantidad de proteínas que poseen: *Dioclea guianensis*, *Lysiloma sabicú*, *Albizzia lebbek*, *Bursera gummifera*, *Annona trinitensis*, *Guazuma ulmifolia*, *Spondias mombin* y *Cordia alliodiodora*.

3.1.2 Cultivos afectados por hormigas del género *Atta*

Las hormigas arrieras prefieren cortar las hojas tiernas de las plantas que las hojas maduras (Rockwood, 1976); esto se debe a que con la edad, las hojas pierden nutrientes y agua, e incrementan el contenido de otras sustancias como taninos, látex, resinas y gomas (Southwood, 1971). Por consiguiente, los cultivos



son más vulnerables cuando las plantas empiezan a desarrollarse, aunque hay excepciones como en los cultivos de una variedad de papaya mejorada en el que, a pesar de que es atacada y prácticamente totalmente defoliada en las primeras semanas de crecimiento, la planta se logra recuperar por si misma (Arango, 1997).

Las hormigas arrieras son consideradas como una de las plagas de mayor importancia en la agricultura de la región neotropical (Cherret, 1976). Entre los cultivos que son más afectados se encuentran: La yuca (Belloti, 1983), la palma aceitera (*Elaeis guineensis* y *Elaeis oleífera*) y el Eucalypto (Quebracho 2007) el cacao, el café, el maíz, el algodón, los pinos, varias especies de leguminosas y cítricos (Cherret 1986).

En las plantaciones de *Pinus caribea* por ejemplo, se ha establecido que en poblaciones mayores a los 30 nidos de *Atta* sp. Por hectárea, en plantaciones de menos de 10 años de edad, el volumen de producción de madera puede reducirse en más de un 50% (Fernández y Jaffé 1995).

3.1.3 Afectación por extracción de tierra (tanto a árboles como a construcciones)

Varias especies del genero *Atta* son consideradas como plagas por pérdida de follaje en America del Sur (Della Lucia 2003; Fowler et. al. 1990) sin embargo el estimativo económico de sus daños, especialmente en sistemas productivos no está disponible (Della Lucia, 2003) ya que la hormiga arriera ataca tanto plantas forestales como ornamentales y de cultivo. En Brasil, Vasconcelos (1989) encontró que la hormiga arriera causa un daño enorme a plántulas entre 3 a 9 meses de edad y obstaculiza la regeneración natural de las áreas verdes. Aunque las hormigas cortadoras de hojas son especies ampliamente polífagas, muestran preferencias por algunas especies de plantas (Vasconcelos y Floler 1990; Hubbell y Wiemer 1983). En áreas urbanas además de invadir las zonas verdes, causando gran defoliación de la vegetación (Chacón de Ulloa, 2003) ocasionan la desestabilización y el hundimiento de cimientos de las construcciones. En bahía,



Brasil, se reparan entre 300 a 500 edificios al año atribuidos al colapso de nidos de hormiga (Cherret 1986).

3.2 Cantidades de consumo y de remoción de sustrato tanto vegetal como mineral

La hormiga arriera construye sus nidos subterráneos y transportan hacia la superficie cantidades de suelo. Esta extracción de tierra tiene dos efectos antagonicos: por un lado contrarresta el desarrollo de horizontes discretos en el suelo, deteniendo procesos locales de intemperización (Wiken et. al. 1976) y por el otro, su acumulación en la superficie puede llevar a la formación de nuevos estratos de perfil edáfico en el largo plazo (Eldridge y Pickard 1994). Un nido maduro de *Atta vollenweideri* llega a extraer hasta 300 toneladas de tierra por hectárea cuadrada al año (*sic*) en las sabanas de Argentina (Bucher y Zuccardi 1967). En cuanto a su consumo, la cantidad de alimento consumida es 25 veces mayor que la biomasa que producen (Petal 1998). Se han registrado consumos de hojas de 201.3 kg por colonia al año (Robinson y Fowler 1982), y de 90 kg para *Atta vollenweideri* en Paraguay (Jonkman 1979). En una sabana en Brasil, *Atta capiguara* consumió entre 256 y 639 kg de gramíneas por colonia al año (Amante, 1976 a, b).

3.3 Beneficios originados por *Atta*

Dentro de la macrofauna de invertebrados del suelo, tanto de ecosistemas naturales como de agrosistemas, las hormigas ocupan siempre el primer o segundo lugar en la abundancia total (Fragoso y Lavelle 1992, Brown et. al. 2001). Entre los beneficios que origina el género *Atta* en un ecosistema, se encuentran:

- Al construir sus nidos aumentan la porosidad y la infiltración del agua que sobrepasan los 2 metros (Davidson y Morton 1981, Nkem et. al. 2000).
 - Las secreciones mucosas que las hormigas agregan a las partículas del
-



suelo y que actúan como cementantes, aumentan la consistencia de los agregados al suelo, lo que influye en la disponibilidad del agua y los nutrientes, y en la actividad bacteriana (Whitford et. al. 1986, Eldridge y Pickard 1994).

- Al ser abandonados los nidos, comienza la redistribución de los nutrientes mediante la erosión por viento y lluvia, proceso que se lleva a cabo en unos meses (Wiken et. al. 1976, Petal 1978), tiempo mucho menor que el necesario para la desintegración de los termiteros, cuya erosión y regreso de nutrientes puede tardar décadas (Lee y Wood 1971).
 - Los cambios químicos que se dan en el suelo de los nidos de las hormigas resultan, principalmente, de la acumulación de materia orgánica y de los procesos de descomposición. Se considera que los montículos tienen condiciones físicas más favorables para mineralización de la materia orgánica que para la humificación, como resultado de su estructura más porosa y más expuesta a los factores climáticos que el resto del ambiente (Petal y Kuninska 1994).
 - Existe un mayor crecimiento de las raíces superficiales de los árboles que crecen sobre los desperdicios de *Atta colombica* (Haines 1978).
 - Los nidos de *Atta vollenweideri* en pastizales de Paraguay desempeñan un importante papel como aceleradores de la sucesión vegetal (Bruhl et. al. 1998).
 - Debido a su actividad defoliadora, puede alterar la cantidad de luz que llega al suelo (Barone y Coley 2002) y la cantidad de reciclaje de nutrientes (Farji-Brener 1992; Barone y Coley 2002).
-
-



3.3.1 Aireación y nutrimentos del suelo

La remoción de tierra es uno de los efectos notables causados por la aparición de nidos de la hormiga arriera. Esta remoción tiene efectos positivos, por ejemplo, algunos árboles crecen preferiblemente en nidos abandonados de la hormiga arriera (Hölldobler y Wilson 1990), debido a que la hormiga al excavar, promueve cambios favorables en las condiciones nutritivas del suelo, como el incremento en N, P, K, Ca, Na, humedad y materia orgánica (Farji-Brener y Silva 1995).

3.3.2 Flora y Fauna asociada

Atta sp. es considerada como una especie territorial y polífaga que tiene una gran influencia en la estructura, composición y dinámica de los bosques (Kost et. al. 2005; Farji-Brener y Silva, 1995). Del nido, posee un territorio de aproximadamente unos 60 m de radio, sin embargo, cuando los nidos son de 5 años o más, las obreras pueden recorrer hasta 300 metros hasta la fuente de alimento (Kost et. al. 2005). Las hormigas arrieras tienen relaciones directas o indirectas con muchos organismos dentro de los ecosistemas. Por ejemplo, en un trabajo realizado en una zona árida en el centro de México, se registró la entomofauna dependiente de los detritos de *Atta mexicana*, todas pertenecientes a la subfamilia Scarabaeinae de la familia Scarabaeidae (Rojas 1989). Entre las especies encontradas están: *Ataechus granigerum* y *Liatongus monstrosus*.



4. Manejo y Control de las hormigas arrieras.

Los desechos de la hormiga arriera *Atta mexicana*, son un recurso potencial para la fertilización orgánica en áreas hortícolas minifundistas semiáridas. En Santa María del Río, San Luis Potosí, se utiliza este material como abono para hortalizas, por lo que se hizo un estudio para conocer la distribución y abundancia de las colonias así como el valor nutrimental de sus desechos y su forma de utilización (Javier Fortanelli y María Servin, Desechos de hormiga arriera, 2001). El desecho de la hormiga destaca por su elevado contenido de nitrógeno y pH ácido (5.8); sin embargo, su contenido de fósforo es bajo. Este abono se emplea principalmente en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) y jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), en dosis de 300 a 600 gr por planta antes de la siembra. Afortunadamente *Atta mexicana* deposita sus desechos fuera del nido (Haines, 1978; Deloya 1988).

En las pilas de desecho se deposita, en conjunto, la materia orgánica de la colonia; es decir, hacia el vertedero fluye la mayoría de los nutrientes que se mueven en el sistema.

Se analizaron 38 muestras, en las que se obtuvieron los valores medios de su valor nutrimental, los resultados fueron los siguientes:

Elemento	Valor expresado en porcentaje
N	2.15 ± 0.54
P	0.21 ± 0.06
K	2.15 ± 0.54
Ca	1.42 ± 0.28
Mg	0.25 ± 0.17

El pH fue de 5.8 ± 0.46 y el contenido de carbono orgánico fue de $29.8\% \pm 5.51$. Estos valores nos indican que los desechos de *Atta mexicana* son



superiores a los estiércoles convencionales utilizados en la región en cuanto al contenido de N (2.15% contra 1.66% del sirle y 1.38% del estiércol de bovino).

Importancia de la familia Formicidae en planes de manejo.

En planes de Manejo, un inventario de hormigas de un área determinada puede proporcionar los datos de su distribución y además puede documentar la presencia de otra especie rara, amenazada o importante ecológicamente (Agosti, 2000). La abundancia y riqueza específica de hormigas en un hábitat puede indicar la salud del ecosistema e indicar la presencia de otros organismos (algunas hormigas tienen interacciones obligadas con otros organismos), también como su rango de tolerancia varía de especie a especie, las hormigas pueden ser usadas como indicadores de cambios en el hábitat o de restauraciones exitosas. Muchas hormigas están adaptadas para vivir en hábitats perturbados por el hombre y otras en hábitats conservados, y como las hormigas viven generalmente en colonias estacionarias y no cambian su hábitat, son ideales para monitoreos, pues pueden ser muestreadas usando el mismo método varias veces y proporcionan información sobre la estructura de la vegetación, la abundancia de presas, la calidad del suelo y la densidad de los predadores (Agosti, 2000).

Además son importantes porque:

- Están dentro de los grupos de invertebrados más diversos teniendo mayor abundancia en áreas tropicales (Hölldobler y Wilson).
 - Constituyen arriba del 15% del total de la biomasa animal en un bosque central en el Amazonas (Fittkau and Klinge 1973).
 - De las 750,000 especies de insectos descritas, alrededor de 9500 son hormigas (Arnett 1985).
 - En 20m² de hojarasca y troncos en descomposición en Malasia, 104 especies de hormigas representando 41 géneros fueron colectados (Agosti
-



et al. 1994).

- Un sólo árbol en el bosque tropical de Perú contuvo 26 géneros y 43 especies de hormigas (Wilson 1987).
- En 18 km² del sur semiárido de Australia, 248 especies de 32 géneros de hormigas fueron documentados (Andersen and Clay 1996).
- Hay una pequeña variación en la abundancia de las hormigas entre las épocas de sequía y lluvia. (Adis et al. 1987).
- En Inglaterra, las hormigas mueven más tierra que las lombrices de tierra (Lyford 1963).
- Las hormigas cortadoras de hojas son los herbívoros dominantes de los bosques tropicales: El volumen de suelo ocupado por un solo nido de 6 años de *Atta sexdens* pesa aproximadamente 40,000 kg y esta colonia joven se estima que puede reunir 5892 kg de hojas (Wilson 1971).
- Se estima que las semillas del 35% de todas las plantas herbáceas son dispersadas por hormigas (Beattie 1985).

Control

La hormiga arriera como insecto plaga está sujeto a diversos tipos de control, pues afecta directamente a las plantaciones de diferentes frutales y hortalizas, entre los mejor conocidos se encuentran los siguientes:

Químico: El método más generalizado para el combate de esta plaga ha sido exclusivamente con productos químicos, que tienen como desventaja la alta toxicidad que obviamente daña o destruye los enemigos naturales, además de seleccionar genotipos resistentes a estos compuestos (Cherret, 1996). Este trabajo no pretende profundizar sobre estos productos, ya que son muchos, sin embargo todos ellos se basan en ciertas sustancias químicas que actúan sobre los organismos. se deben identificar 4 grupos toxicológicos principales:



1. Organoclorados (O-C): Son insecticidas de origen sintético de compuestos aryl, carbocíclicos o heterocíclicos que actúan por medio de la ingestión y el contacto, soportan la luz solar, la humedad, el calor y el aire, además son poco solubles en agua y solubles en grasas. Son considerados como neurotóxicos para el hombre y demás vertebrados. Se acumula en el tejido graso de los animales causando efectos a largo plazo. Tardan mucho tiempo en degradarse.

Ejemplos (ordenados de mayor a menor toxicidad): Endrín > aldrín > endosulfán > dieldrín > toxafén > lindano > hexaclorobenceno > DDT > heptaclor > kepone > terpenos policlorados > clordano > dicofol > clorobencilato > Mirex > metoxiclor.

El principio activo de estos insecticidas puede ser absorbido fácilmente por el hombre y otros vertebrados, por medio de la piel (al contacto), por medio de la digestión (cuando se ingiere un producto contaminado) y por la respiración (cuando se inhala el tóxico). Actualmente se tiene prohibido su uso en muchos países.

Ejemplos de productos organoclorados en México: DDT, gamexane, aldrin, dieldrin, heptacloro y octacloro

2. Organofosforados: Son insecticidas derivados del Fósforo, su absorción es por la piel, inhalación e ingestión. Entre los síntomas que produce son náuseas, debilidad, dolor torácico y pulmonar, y puede llegar a causar la muerte por insuficiencia cardíaca o respiratoria. Son los insecticidas usados con mayor frecuencia en el mundo. Se clasifican en 4 categorías de acuerdo a su toxicidad siendo la que causa menor daño al ambiente la categoría 4, y de mayor daño la categoría 1.

Compuestos más utilizados en insecticidas: Clorpirifos, dimetoato, fention, isofenfos, malation, metamidofos, monocrotofos y paration.

Ejemplos de productos usados en México: Compas 480, Diazinon dragon



25E, Fitoterra 20E, Foley 50E, Granudin 4%, Malathion 1000E

3. Carbonatados: Son derivados del ácido carbónico, su actividad puede ser incrementada por la adición de otros compuestos como el piperonyl que tiene efecto sinérgico.

Compuestos más utilizados en insecticidas: Aldicarb, carbofurán, metomil, propoxur y carbarilo.

Ejemplos: Reidar 5G, baygón, servin, temik y el zactram.

4. Piretroides: Son sustancias químicas manufacturadas de estructura muy similar a las piretrinas, aunque son mas tóxicos y se degradan más lento.

Compuestos de piretroides: Resmetrina, bioresmetrina, aletrina, deltametrina, cipermetrina, permetrina y fenvalerato.

Ejemplos de Insecticidas piretroides usados en México: Combat 20, Permit.

De igual manera, los productos pueden ser de uso adherente, que es cuando el tóxico queda adherido a una superficie durante un periodo y de uso emulsificante que es cuando el químico puede mezclarse con otra sustancia y así ser distribuida homogéneamente.

El problema de la contaminación por plaguicidas es cada vez mayor por su enorme cantidad de productos y por la resistencia que generan algunas especies al tóxico, lo que conlleva a usar más cantidad del mismo. La flora y fauna es afectada cada vez más por que se destruye la diversidad natural del medio en el que se usa.

Al utilizar plaguicidas para controlar se tiene que tener en cuenta:

1. Matan muchos más organismos de otras especies en comparación a la especie que se quiere combatir.
 2. Después de varias aplicaciones la población que se combate se hace más resistente, lo que conlleva a usar mayores cantidades del producto lo que
-



incrementa sus efectos contaminantes en el medio.

3. Matan a los enemigos naturales de la plaga, lo que genera un desequilibrio en el ecosistema.
4. Los plaguicidas más eficientes generalmente no se degradan en el medio ambiente de manera rápida, por lo que permanecen por largos periodos y sus efectos son a largo plazo.
5. No pueden ser metabolizados y se almacenan en el tejido adiposo de otros organismos produciendo lo que se conoce como bioacumulación.

Insecticidas naturales

Debido al daño que se le ha causado al ambiente, se ha desarrollado una alternativa natural para el control de insectos plaga, los llamados insecticidas botánicos o biológicos, los cuales buscan reemplazar a los pesticidas sintéticos ya que no dañan al medio ambiente y son eficientes. De esta manera se han obtenido compuestos que son usados para el control de plagas:

- Estructura molecular de Rotenona, obtenida de las flores de piretro (*Chrysanthemum cinaerifolium*).
- Estructura molecular de Piretrina, obtenida del tabaco (*Nicotiana tabacum*).
- Estructura molecular de la Nicotina, obtenida de *Anabis aphylla* L.
- Estructura molecular de la Rianodina, obtenida del árbol Neem (*Azadirachta indica*).
- Estructura molecular de Azadiractina, obtenida de la planta Paraiso (*Melia azedarach*).

Ejemplos de Insecticidas naturales para el control de hormigas.

- Frijolón (*Canavalia ensiformis*). Principio activo: canavalina. Controla las



hormigas y actúa con funguicida.

- Menta (*Mentha spicata*). Principios activos: mentol, felandreno, menteno. Se utiliza para controlar hormigas.
- Poleo (*Mentha pulegium*). Las hojas trituradas y secas se aplican en polvo sobre la superficie. Controla garrapatas y hormigas.

En el departamento del Chocó, Colombia, se realizó un estudio para controlar a las hormigas *Atta cephalotes* y *Atta colombica* basándose con cebos hechos de plantas y hongos que sean agresivos al hongo que cultivan, y de esta manera, disminuir las poblaciones de hormigas. Los cebos fueron preparados con melaza, salvado de maíz y jugo de naranja. Obtuvieron como resultado que los cebos a base de las plantas *Clibadium asperum* y *Tithonia diversifolia* influyeron significativamente en la actividad de forrajeo de las hormigas a partir de la primera semana de aplicación; y los cebos de los hongos *Metarhizium anisopliae* (Metsh). Sorokin, *Beauveria bassiana* (Bals) Bullí, *Trichoderma harzianum* revueltos con hojas secas de *Ricinus communis* y *Ipomoea batata* lograron un control del 66% de las hormigas en un periodo de 13 semanas (Madrigal et. al. 1997).



5. Especies Introducidas.

Al considerar los aspectos básicos del manejo del recurso deberán contemplarse las interacciones que pudiera haber con especies introducidas, esto es sumamente importante debido a que cada especie ocupa un nicho ecológico en su ambiente y esto se ve afectado directamente cuando se introduce una especie que es ajena al ecosistema. Una especie introducida es aquella que es capaz de propagarse sin la asistencia directa del ser humano o que se sostiene por sí misma, en hábitats naturales o seminaturales, donde produce cambios significativos en términos de composición, estructura o procesos del ecosistema. El transporte, el comercio, el turismo y la migración humana creciente en un mundo globalizado han multiplicado de manera exponencial el tipo y cantidad de especies transportadas y el rango geográfico que pueden alcanzar.

Los especialistas (Aprile 1997, Bonino y Christie 1997, Chébez 1994, Cronk y Fuller 1995, Lever 1994, Navas 1987) coinciden en señalar que son muchos los problemas que originan las especies introducidas:

- Empobrecimiento de la biodiversidad de un lugar (por reemplazo de sistemas naturales multiespecíficos por otros donde unas pocas invasoras son dominantes).
 - Alteración hidrológica.
 - Alteración de la química del suelo.
 - Alteración de algunos procesos geomorfológicos como la erosión.
 - Alteración del régimen del fuego (muchas especies son generadoras de materia combustible).
 - Introducción de enfermedades nuevas o propagación de las ya existentes.
 - Usurpación de nichos ecológicos, hábitats o recursos (alimento, refugio, territorio, etc.), utilizados por especies autóctonas.
 - Competencia, depredación, desplazamiento, expulsión, exclusión o
-



extinción de especies autóctonas.

- Contaminación genética por hibridación entre especies o subespecies.
- Desvalorización de las especies autóctonas y pérdida de identidad cultural-natural.

Asimismo es importante señalar que las áreas más vulnerables a especies introducidas son las Islas, los centros de endemismos, las áreas con alta diversidad de especies y las áreas con presencia de especies amenazadas.

5.1 La introducción de hormigas a otros ecosistemas.

Las hormigas introducidas llegan a alterar seriamente un ecosistema. Por ejemplo, la “hormiga argentina” *Linepithema humile*, es ahora común en hábitats templados del mundo (Bond y Slingsby 1984; McGlynn 1999). En África del Sur, la comunidad de plantas del “Fynbos” es extraordinariamente diversa. Muchas plantas de esta comunidad dependen de las hormigas nativas para dispersar sus semillas, pero debido a la invasión de la hormiga *L. humile* ésta va desplazando a las especies nativas de hormigas y la dispersión de semillas se dificulta. En América del Norte la hormiga de fuego, *Solenopsis invicta*, ha ocupado mucho del suroccidente de EEUU. En Texas llega a ocupar el 99% del total de hormigas, desplazando a las demás especies, mientras que en Brasil de donde es nativa, la hormiga de fuego coexiste con hasta 48 especies de hormigas.

Estas explosiones de poblaciones de hormigas plaga, con destrucción de comunidades nativas de artrópodos se pueden ver en *Wasmannia auropunctata* en las Islas Galápagos (Clark et al. 1982; Lubin 1984), *L. humile* en California (Erickson 1971; Ward 1987) y varias especies exóticas en Hawai (Fluker y Beardsley 1970).

Wasmannia auropunctata es una pequeña hormiga agresiva que está



considerada dentro de las 100 especies invasoras más peligrosas del mundo por el Programa Global de Especies Invasivas. En el valle del río Cauca, la deforestación de bosques y el monocultivo a gran escala han ocasionado una sustancial disminución de la biodiversidad y un desequilibrio ecológico, lo que dio por resultado el incremento poblacional de la hormiga de fuego, la cual se convirtió en una especie invasora de su propio territorio desplazando a otras especies de hormigas y artrópodos (Universidad del Valle). Cuando empiezan a colonizar mas territorio, se ve un cambio en el comportamiento de la hormiga, el cuál es que se dejan de atacar entre si y por lo mismo llegan a unir una sola fuerza para desplazar a otras especies.

La hormiga loca, (*Paratrechina fulva*), es un género cosmopolita con alrededor de 100 especies (Bolton 1995). A comienzos de la década de los 70's se introdujo la hormiga *Paratrechina fulva* (Mayr) en Colombia Central, para el control de ofidios venenosos que atacaban a los campesinos (Zenner y Martínez 1992) o de la hormiga cortadora de hojas (*Atta* spp. Zenner y Ruiz 1982). Aunque al principio la hormiga pudo lograr su tarea (Zenner y Martínez 1992), terminó afectando directa e indirectamente al hombre (Zenner 1990b). La hormiga terminó desplazando a las especies nativas de hormigas y otros grupos de artrópodos como ciempiés, arañas, alacranes, mariposas y diversas larvas de insectos.

Solenopsis germinata representa una amenaza a las comunidades nativas de insectos ya que reduce las poblaciones de huevos de mariposas y larvas y también es una especie que devasta a las especies nativas de hormigas (McGlynn 1999). También tiene efectos negativos en las plantas, pues excluye a las hormigas que dispersan semillas de la planta *Calathea ovandensis* y la defensa de la planta contra artrópodos herbívoros (Ness y Bronstein 2004).



5.2 Impacto General Causado por las Hormigas Introducidas a las Hormigas Nativas.

En general son 3 impactos directos que generan las hormigas introducidas a las hormigas nativas, afectando directamente sus relaciones Mutualistas, la competencia y al ecosistema.

5.2.1 Mutualismo

Las hormigas introducidas pueden alterar un ecosistema interfiriendo con sus relaciones mutualistas. Las relaciones mutualistas en las que intervienen las hormigas están representadas por el intercambio de servicios, como la protección o la dispersión de semillas en respuesta a los recursos nutritivos (provistos por la dispersión de hormigas y/o la tendencia hormiga-plantau hormiga-artrópodo). Si las hormigas invasoras son inferiores a las hormigas nativas pero son más competitivas entonces ambas especies se atacarán, especialmente si la relación es especializada u obligada (Ness and Bronstein, 2004).

Existen alrededor de 3000 especies de hormigas distribuidas en las plantas conocidas como mirmecócoras. Las plantas producen semillas que contienen un apéndice rico en lípidos, conocido como elaiosoma (arilo) el cuál es consumido por las hormigas y éstas dejan el resto de la semilla para después dispersarla y enterrarla. La planta se beneficia de la movilidad de las hormigas, quienes incrementan la dispersión de sus semillas y las entierran (lo que incrementa su acceso a nutrientes en el suelo y da protección a depredadores y el fuego). Las hormigas introducidas pueden competir con las hormigas nativas dispersoras, reduciendo los rangos de dispersión de las semillas. También pueden comerse el elaiosome sin dispersar o enterrar la semilla, o dispersar la semilla en pequeñas distancias de acuerdo a su tamaño o simplemente se comen toda la semilla (Ness y Bronstein 2004).

Los Trophobiontes incluyen especies de insectos mieleros, áfidos,



membrácidos e insectos escamosos que son comunes en Homóptera y Lepidóptera. Estos insectos producen exudados corporales ricos en carbohidratos y aminoácidos. Muchas hormigas cosechan estos exudados y dan protección a estos insectos de depredadores y parásitos. Incluso pueden transportar al insecto a un lugar más favorable en la planta. No obstante este acto de cosecha beneficia a estos insectos por que tienen protección de hongos y bacterias. Así como previenen que las plantas asociadas a los trophobiontes se infecten de moho. Hay hormigas que prefieren consumir la proteína del insecto a cosechar los exudados. La hormiga roja de fuego (*Solenopsis invicta*) es un claro ejemplo de una invasión de hormigas que prefieren una dieta rica en proteínas y que es más probable que afecte negativamente a los trophobiontes. Por otro lado hay muchos ejemplos de hormigas invasoras que matan o disuaden a los depredadores de trophobiontes, también las especies invasoras tienden a asociarse frecuentemente con insectos homóptera que no sean endémicos. Una gran densidad de homóptera con alimento en la planta, le causa un daño directo a la planta lo que conlleva a que sea más susceptible a cualquier agente patógeno presente en el ambiente. Por otra parte, el impacto negativo del incremento de la población de homóptera puede compensarse con cambios positivos, por ejemplo, una disminución en poblaciones de otras plagas más dañinas como insectos defoliadores. Este efecto ha provisto de pruebas para la racional introducción de algunas especies de hormigas invasoras, incluyendo la hormiga de fuego roja y la hormiga argentina (*Linepithema humile*), y éstas pueden usarse como agentes biológicos del control para otros artrópodos herbívoros (Holway et. al. 2002; Ness y Bronstein, 2004).

Muchas plantas ofrecen néctar fuera de sus flores para atraer artrópodos carnívoros incluyendo hormigas, las cuáles pueden reconocer el valor de la planta y depredan o atacan a los artrópodos herbívoros que estén en ella. Se han encontrado alrededor de 90 familias de hormigas protectoras de plantas, pero es dudoso que el acto de “proteger” a la planta este siempre motivado por el mutualismo. Es decir, una disminución de las poblaciones de artrópodos herbívoros se correlaciona con la presencia de hormigas invasoras



independientemente de la producción de néctar de la planta. Esta ventaja dada a la planta por las hormigas incluye el incremento en la producción de semillas o frutas, su crecimiento y la disminución de patógenos. Sin embargo, algunas especies de plantas pueden no recibir beneficios o incluso tener impactos negativos de las hormigas invasoras (Ness y Bronstein, 2004).

Un ejemplo perfecto mutualista se da en las selvas tropicales, la hormiga *Pseudomyrmex ferrugínea* (hormiga roja), vive en perfecta armonía con la planta *Acacia cornígera*, pues la hormiga se encarga de evitar que otras plantas crezcan sobre la acacia ya que necesita de mucha luz solar para su desarrollo; mientras que la acacia, le brinda protección en sus espinas huecas a las larvas de las hormigas y además produce un néctar que les sirve de alimento (Vázquez, 2007).

5.2.2 Competencia

El más dramático y extenso impacto directo ambiental reportado de hormigas invasoras es comúnmente el desplazamiento de hormigas nativas a causa de la gran ventaja competitiva que poseen. La abundancia local de algunas hormigas nativas puede ser reducida al 90%. En general las hormigas invasoras se distinguen por descubrir y explotar los recursos además de reclutar obreras. Esto puede lograrse teniendo un gran número de obreras o teniendo obreras activas durante el día y la noche. Aunque existen hormigas invasoras en las principales regiones biogeográficas, las especies nativas hipogeas, frío-tolerantes y calor tolerantes han logrado sobrevivir en determinados nichos desfavorables para las invasoras. Por ejemplo *Monomorium* spp. Pueden escapar a la presión competitiva impuesta por las hormigas nativas debido a su tolerancia de temperaturas cálidas y su habilidad de producir componentes tóxicos para su defensa (McGlynn 1999; Holway et. al 2002).



5.2.3 Ecosistemas

Cuando las especies de hormigas invasoras alcanzan grandes densidades y las especies locales de hormigas disminuyen, muchos aspectos en el ecosistema pueden ser alterados por el rol importante que cada especie juega en el ecosistema. Las hormigas actúan como depredadores, carroñeros, herbívoros, detritívoros y granívoros (consumidores de granos, semillas y nueces) y son presa de una variedad de depredadores especialistas que incluyen reptiles, mamíferos e insectos (Holway et. al. 2002).

Muchas hormigas son introducidas a veces fortuitamente en mayor número a las islas del pacífico que a cualquier otra región biogeográfica, incluyendo Australia, la región tropical y el neotropical. Las islas oceánicas son más vulnerables a las hormigas invasoras debido a que tienen pocas especies de hormigas nativas. Esto libera a las hormigas introducidas de las presiones de competencia. En Hawaii, donde hay una completa deficiencia de especies nativas de hormigas, las hormigas invasoras como *Hypoponera opaciceps* y *Solenopsis papuana* se han extendido previamente en hábitats de bosques vírgenes (McGlynn 1999; Holway et. al. 2002).



Conclusiones

La hormiga arriera es un recurso importante ecológicamente ya que son los principales herbívoros de los bosques tropicales. Lamentablemente se les conoce más como plagas debido a su actividad defoliadora que por los beneficios que están vierten en el ecosistema como la producción de nutrientes en el suelo y la aireación del mismo. Su capacidad de remoción de suelo en las selvas es una gran ventaja para muchas plantas y también al defoliar algunos árboles permiten que llegue más luz solar al suelo, lo que propicia un mejor crecimiento para otras plantas. Es importante señalar que la distribución de las especies de *Atta* en México no ha sido actualizada pues por ejemplo, *Atta cephalotes* se le encuentra en Oaxaca y Centroamérica, pero no hay datos de colecta en Chiapas, en donde debe estar presente. Resulta increíble que los nidos de *Atta* sean tan importantes en un ecosistema pues al aumentar su porosidad y la infiltración del agua, evitan la erosión y el estancamiento de ésta, más aún, el simple forrajeo en los árboles, influye en la cantidad de luz solar que llega al suelo así como el reciclaje de nutrientes.

Vale la pena mencionar que falta una difusión sobre su papel en los ecosistemas, pues la mayoría de la información se encuentra en diferentes idiomas (principalmente Alemán e Inglés) además de que no se encuentra fácilmente disponible.

Las hormigas son buenos bioindicadores, pues tienen alta fidelidad ecológica, son muy importantes dentro del ecosistema, son abundantes y fáciles de encontrar y su respuesta a perturbaciones es predecible, rápida, y analizable.

Los desechos de la hormiga arriera son ricos en nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio y un pH no mayor a 6 por lo que contiene mayor cantidad de nutrientes que el abono bovino y caprino. Por estas características los desechos que genera la hormiga arriera deben utilizarse como una fuente natural de abono para los cultivos.



Por último mencionar que en los métodos de control no se ha valorado completamente la biología de la hormiga y del hongo que cultivan, pues si quizás sea más factible atacar al hongo que a la misma hormiga, debido a que si el hongo es exterminado, el nido estará destinado a su desaparición.



Bibliografía

Adams, E. S. 1994. Territory defense by the ant *Azteca trigona*: Maintenance of an arboreal ant mosaic. *Oecologia* 97:202-208.

Adams, E. y W. Tschinkel. 1995. Density-dependent competition in fire ants: Effects on colony survivorship and size variation. *Journal of Animal Ecology* 64:315-324.

Adis, J., J. W. de Morais, and H. Guimaraes de Mesquita. 1987. Vertical Distribution and abundance of arthropods in the soil of a Neotropical secondary forest during the rainy season, *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 22:189-197.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). 2003. *Reseña Toxicológica de las Piretrinas y los Piretroides* (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

Agosti, D. J. D. Majer, L. E. Alonso y Ted R Schultz. (2000). *Ants Standard Methods for Measuring And Monitoring Biodiversity*. United States of America. Editorial Smithsonian, Washington, D.C., 000 pp.

Agosti, D., M. Maryati, and C. Y. C. Arthur. 1994. Has the diversity of tropical ant fauna been underestimated? An indication from leaf litter studies in a West Malaysian lowland rain forest. *Tropical Biodiversity* 2:270-275.

All about ants (2008, Mayo). Disponible en:
<http://www.infowest.com/life/aants.htm>

Amante, E. 1976 a. Sauva tira boi da pastagem. *Coopertia*. 23 (207): 38-40.

Amante, E. 1976 b. A formiga Sauva *Atta capiguara*, praga das pastagens. *O Biologico*, 33(6): 113-120.



Andersen Alan (1997). Using ants as bioindicators: multiscale issues in ant community ecology. (Versión electrónica) recuperada el 28 de mayo de 2008. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol1/iss1/art8/>

Andersen, A. N. 1992. The rainforest ant fauna of the northern Kimberley region of Western Australia (Hymenoptera: Formicidae). Journal of the Australian Entomological Society 31:187-192.

Andersen, A. N., and E. Clay. 1996. The ant fauna of Danggali Conservation park in semi-arid South Australia: A Comparison with Wyperfield (Vic.) and Cape Arid (W. A.) National Parks. Australian Journal of Entomology 35:289-295.

Ants (2008, Mayo). Disponible en: <http://www.ivyhall.district96.k12.il.us/4th/KKhp/1insects/ant.html>

Aprile, G.. 1997. Las especies introducidas. Apuntes de la exposición en las IV Jornadas de Fauna Silvestre y Ambientes Naturales. Ecofauna y Colegio Méd.Vet.Prov. Córdoba: 3pp. Inf.Inéd.

Arango, L. 1997. Catira 1, variedad mejorada de papaya para los Llanos Orientales. En: V Congreso Sociedad Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos. Memorias. Santa Marta, Colombia

Arango, Laura. El cultivo de la Papaya en los llanos orientales. Disponible en versión electrónica en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20Integrado%20de%20Cultivo%20de%20papaya%20en%20los%20Llanos%20Orientales.pdf

Arnett, R. H., Jr. 1985. American Insects. Van Nostrand Reinhold. New York.

Barone, J. A.; Coley, P. D. 2002. Herbivorismo y las defensas de las plantas. 465-492. En Guariguata, M. R.; Kattan, G.H. (eds). 2002. Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. 1ª. Edición, Ediciones LUR. Cartago, Costa Rica. 692 p.



Beattie, A. J. 1985. The Evolucionary Ecology of Ant-Plant Mutualisms. Cambridge University Press, New York.

Belloti, A., J. Reyes, O. Vargas, B. Arias y J. Guerrero. 1983. Descripción de las plagas que atacan la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y características de sus daños. CIAT Cali, Colombia. Serie 04SC-04.02. 51p.

Bonino, N. & M. Christie. 1997. Taller sobre especies exóticas en la Patagonia. Resúmenes: 9 páginas. GTZ-INTA. Bariloche.

Bourke, A.F.G. y N.R. Franks. 1995. Social Evolution in Ants. Princeton University Press, NY.

Brian, M. V. y A. D. Brian. 1951. Isolation and ant populations in the west of Scotland. Transactions of the Royal Entomological Society of London 102:303-330.

Brown, B. V. 1993. Taxonomy and preliminary phylogeny of the parasitic genus *Apocephalus*, subgenus *Mesophora* (Diptera: Phoridae). Systematic Entomology 18:191-230.

Brown, B. V. y D. H. Feener. 1991a. Behavior and host location cues of *Apocephalus paraponerae* (Diptera: Phoridae), a parasitoid of the giant tropical ant, *Paraponera clavata* (Hymenoptera: Formicidae). Biotropica 23:182- 187.

Brown, B. V. y D. H. Feener. 1991b. Life history parameters and description of the larva of *Apocephalus paraponerae* (Diptera: Phoridae), a parasitoid of the giant tropical ant, *Paraponera clavata* (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Natural History 25:221-231.

Brown, G., C., Fragoso, I. Barois, P. Rojas, J.C. Patrón, J. Bueno, A.G. Moreno, P. Lavelle y V. Ordaz. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) Número especial 1: 79.110.



Brown, W. L. Jr. 1973. A comparison of the Hylean and Congo West African rain forest ant faunas, pp.161-185 in: B. J. Meggers, E. S. Ayensu y W. D. Duckworth, eds., Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: A comparative review Smithsonian Institution Press, Washington D.C.

Bruhl, C., G., Gunsalam y E. Linsenmair. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 14: 285-297

Bruneau, de Miré P. 1969. Une formi utilisée au Cameroun dans la lutte contre les mirides du cacaoyer: *Wasmannia auropunctata* Roger. *Café Cacao Thé* 13: 209-212.

Bucher, E.H. & R.B. Zuccardi. 1967. Significación de los hormigueros de *Atta volleweideri* Forel como alteradores del suelo en la Provincia de Tucuman. *Acta Zool. Lilloana.*, 23: 83-96

Byars, L. F. 1949. The Mexican leaf-cutting ant in the United States. *Jour. Econ. Ent.* 42 (3): 545.

Chacón de Ulloa, P. 2003. Hormigas urbanas, p. 351-359. En: Fernández, F. (ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 398 p.

Chang, V. & A. K. Ota. 1990. Ant Control in Hawaiian Drip Irrigation Systems. In *Applied Myrmecology*. R. K. Vander Meer, K. Jaffe, & A. Cedeno, Ed. Westview Press: San Francisco.

Chébez, J. C. 1994. *Los Que Se Van, Especies Argentinas en Peligro*. 604 páginas. Editorial Albatros. Buenos Aires.

Cherret, J. M. 1986. History of the leaf-cutting ant problem, p. 10-17. En: Lofgren, C. S., Vander Meer, R. K. (eds.). *Fire ants and leaf-cutting ants. Biology and management*. Westview Press, Boulder y Londres. 435 p



Cherret, J. y D. Peregrine. 1976. A review of the status of leaf-cutting ant and their control. *Ann. of App. Biol.*, 84:124-128.

Cherrett, J.M. 1986. *The control of injurious animals*. London. 210 p.

Cherrett, J.M., Powell, R.J. y Stradling, D. J. (1989). The mutualism between leafcutting ants and their fungus. In *insect-fungus interactions* (ed. N. Wilding, N. M. Collins, P. M. Hammond, and J. F. Weeber), pp. 93-120. Academic Press, London.

Clark, D. B., C. Guayasamín, O. Pazmiño, C. Donoso y Y. Páez de Villacís. 1982. The tramp ant *Wasmannia auropunctata*: Autecology and effects on ant diversity and distribution on Santa Cruz Island. *Galápagos Biotropica* 14:196-207.

Colecta de insectos (2008, Mayo). Disponible en:
<http://www.insectos.cl/colecta/colecta02.php>

Cronk, Q.C.B. & J.L.Fuller. 1995. *Biological Invasions*: 244 págs. Chapman & Hall, London.

Cushman, J. H., J. H. Lawton y B. F. J. Manly. 1993. Latitudinal patterns in European ants assemblages: Variation in species richness and body size. *Oecologia* 95:30-37.

Davidson, D. W. 1978. Size variability in the worker caste of a social insect (*Veromessor pergandei* Mayr) as a function of the competitive environment. *American Naturalist* 112:253-532.

Davidson, D. W., J. T. Longino y R. R. Snelling. 1988. Pruning of host ant neighbors by ants: An experimental approach. *Ecology* 69:801-808.

Davidson, D.W. & S.R. Morton. 1981. Competition for dispersal in ant-dispersed plants. *Science*, 213: 1259-1261.



Della Lucia, T. M. C. 2003. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. p. 337-349. En: Fernández, F. (ed). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 398 p.

Deloya, C. 1988. Coleópteros lamelicornios asociados a depósitos de detritos de *Atta mexicana* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) en el sur del Estado de Morelos, México. Folia Entomológica Mexicana 75: 77-91.

Deslippe, R. J. y R. Savolainen. 1994. Role of food supply in structuring a population of Formica ants. Journal of Animal Ecology 63:756-764.

Eldridge, D.J. & J. Pickard. 1994. Effects of ants on sandy soils in semi-arid Eastern Australia: II. Relocation of nest entrances and consequences for bioturbation. Austr. Jour. Soil Res., 32: 323-333.

Elmes, G. W. 1991. Ant colonies and environmental disturbance, pp.15-32 in: P. S. y A. Meadows, eds., Environmental Impact of Burrowing Animals and Animal Burrows. Clarendon Press, Oxford.

Erickson, J. M. 1971. The displacement of native ant species by the introduced Argentine ant *Iridomyrmex humilis* Mayr. Psyche 78:257-266.

Escobar, R. *et al.* 2002 . Hormigas cortadoras de la Tribu *Attini* en sistemas productivos del Departamento del Chocó. Revista institucional N° 15 Universidad Tecnológica del Chocó. Quibdó. P.35-41.

Farji-Brener, A. 1992. Modificaciones al suelo realizadas por hormigas cortadoras de hojas (Formicidae, *Attini*): una revisión de efectos sobre la vegetación. Asociación Argentina de Ecología. Ecología Austral 2: 87-94.

Farji-Brener, A. G.; Silva, J. F. 1995. Leaf-cutting ants and forest groves in a tropical parkland savanna of Venezuela: facilitated succession?. *Journal of Tropical Ecology* 11:651–669



Feener, D. H. Jr. 1981. Competition between ant species: Outcome controlled by parasitic flies. *Science* 214:815- 817.

Feener, D. H. Jr., L. F. Jacobs y J. O. Schmidt. 1996. Specialized parasitoid attracted to a pheromone of ants. *Animal Behavior* 51:61-66.

Fernandez (2003). Introducción a las hormigas de la región neotropical. (versión electrónica) recuperada el 28 de mayo de 2008. Disponible en: http://antbase.org/databases/publications_files/publications_20239.htm

Fernández, J. V.; Jaffé, K. 1995. Dano economico causado por populacoes de formigas *Atta laevigata* (F. Smith) em plantacoes de *Pinus caribaea* Mor. E elementos para o manejo da praga. *Annais da Sociedade Entomológica do Brasil* 24: 287- 289. Colombia. 171 p.

Fittkau, E. J. y H. Klinge. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica* 5:2-14.

Fluker, S. S. y J. W. Beardsley. 1970. Sympatric associations of three ants: *Iridomyrmex humilis*, *Pheidole megacephala*, and *Anoplolepis longiceps* in Hawaii. *Annals of the Entomological Society of America* 63:1290-1296.

Fragoso, C. y P. Lavelle. 1992. Earthworm communities of tropical rain forest. *Soil Biology and Biochemistry* 24: 1397-1408.

Franks, N. R. y W. H. Bossert. 1983. The influence of swarm raiding army ants on the patchiness and diversity of a tropical leaf-litter ant community, pp.151-163 in: S. L. Sutton, T. C. Whitmore y A. C. Chadwick, eds., *Tropical Rain Forest: Ecology and Management* Blackwell, Oxford.

Goldstein, E. L. 1975. Island biogeography of ants. *Evolution* 29:750-762.

Gotelli, N. J. 1993. Ant lion zones: Causes of high-density predator aggregations. *Ecology* 74:226-237.



Haines, B.L. 1978. Element and energy flows through colonies of leaf-cutting ant, *Atta colombica*, in Panama. *Biotropica* 10: 270-277.

Heinze, J. y B. Hölldobler. 1994. Ants in the cold. *Memorabilia Zoologica* 48:99-108.

Hölldobler, B (1990). *The ants*. Bleknap, press, Cambridge, Massachusetts.

Hölldobler, B. 1983. Territorial behavior in the green ant (*Oecophylla smaragdina*). *Biotropica* 15:241-250.

Hölldobler, B. y E. O. Wilson. 1990. *The Ants* Harvard University Press, Cambridge, 732 pp.

Hölldobler, B. y C. J. Lumsden. 1980. Territorial strategies in ants. *Science* 210:732-739.

Holway, D.A., Lach, L., Suarez, A.V., Tsutsui, N.D. and Case, T.J. 2002. The Causes and Consequences of Ant Invasions, *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33: 181-233.

Hormigas (2008, Mayo). Disponible en: <http://hormigas.anipedia.net/>

ISSG, compilation of email correspondence with Simon O'Connor, Jean-Yves Meyer and Eric Loeve in November 2005

Janzen, Daniel H. 1999. *Historia Natural de Costa Rica*. "Zompopas. *Atta cephalotes* (Formicidae). Disponible en: http://www.acguanacaste.ac.cr/bosque_seco_virtual/bs_web_page/paginas_de_especies/atta_cephalotes.html

Jonkman, J. 1979. Population dynamics of leaf-cutting ant nests in a paraguayan pasture. *Z. Angew. Ent.* 88: 27-43

Kaspari, M. 1996a. Litter ant patchiness at the 1 m² scale: Disturbance dynamics in three Neotropical forests. *Oecologia* 107:265-273.

Kaspari, M. 1996b. Testing resource-based models of patchiness in four Neotropical litter ant assemblages. *Oikos* 76:443-454.



Kaspari, M. y E. L. Vargo. 1995. Colony size as a buffer against seasonality: Bergmann's rule in social insects. *American Naturalists* 145:610-632.

Kaspari, M. y M. Byrne. 1995. Caste allocation in litter Pheidole. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 37:255-263.

Kaspari, M., L. Alonso y S. O'Donnel. 2000a. Three energy variables predict ant abundance at a geographic scale. *Proceedings of the Royal Society B* 267:485-490.

Kistner, D. H. 1982. The Social Insects' Bestiary, pp.1-244 in: H. R. Hermann, ed., *Social Insects Vol 3*. Academic Press, New York.

Kost, Ch.; Gama de Oliveira, E.; Knoch, T.A.; Wirth, R. 2005. Spatio-temporal permanence and plasticity of foraging trails in young and mature leaf-cutting ant colonies *Atta* sp. *Journal of Tropical Ecology* 21: 677-688

Lawton, J. 1994. What do species do in ecosystems? *Oikos* 71:364-374.

Lever, C. 1994. *Naturalized Animals: the ecology of successfully introduced species*: 354 págs. T & AD Poyser Natural History.

Levings, S. 1983. Seasonal, annual and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: Some causes of patchy species distribution. *Ecological Monographs* 53:435-455.

Lubin, Y. D. 1984. Changes in the native ant fauna of the Galápagos Islands following invasion by the little red fire ant, *Wasmannia auropunctata*. *Biological Journal of the Linnean Society* 21:229-242.

Lyford, W. H., 1963. Importance of ants to brown podzolic soil genesis in New England, *Havard Forest Papers* 7.



Madrigal, C. A.; Yepes, R. F. C.; Acevedo, D. P. 1997. Evaluación de tres hongos y dos especies vegetales para el control de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (HYM: Formicidae). En: Memorias Seminario Aconteceres Entomológicos. Medellín. Colombia. Editora Jurídica. p. 9-19

Martin, M. M., Carman, R. M., y MacConnell, J. G. (1969). Nutrients derived from the fungus cultured by the fungus-growing ant *Atta colombica tonsipes*. Annals of the Entomological Society of America, 62, 11 - 13.

McGlynn, T. P. 1999. The worldwide transfer of ants: geographical distribution and ecological invasions. Journal of Biogeography 26:535-548.

Michener, C.D. 1974. The Social Behavior of the Bees. Harvard University Press, Cambridge.

Morton, S. R. and D. W. Davidson. 1988. Comparative structure of harvester ants communities in arid Australia and North America. Ecological Monographs 58:19-38.

Munger, J. C. 1992. Reproductive potential of colonies of desert harvester ants (*Pogonomyrmex desertorum*): effects of predation and food. Oecologia 90:276-282.

Navas, J. 1987. Los vertebrados exóticos introducidos en la Argentina.

Ness, J.H and Bronstein, J.L. 2004. The Effects of Invasive Ants on Prospective ant Mutualists, *Biological Invasions* 6: 445-461.

O'Neill, K.M. 2001. Solitary Wasps: Behavior and Natural History. Cornell University Press, Ithaca, 406 pp.

Paine, R. 1968. A note on trophic complexity and community stability. American Naturalist 102:91-93.



Petal, J. 1978. The role of ants in ecosystems. Pp. 293-325. In: M.V. Brian (ed.). Production Ecology of Ants and Termites. Cambridge University Press. London. 409 pp

Petal, J. y A. Kusinska. 1994. Fractional composition of organic matter in the soil of anthills and of the environment of meadows. *Pedobiologia* 38: 493-501.

Porter, S. D. y M. A. Bowers. 1981. Emigration of an *Atta* colony. *Biotropica* 12:232.

Porter, S. D., H. G. Fowler, S. Campiolo y M. A. Pesquero. 1995a. Host specificity of several Pseudacteon (Diptera: Phoridae) parasites of fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in South America. *Florida Entomologist* 78:70-75.

Porter, S. D., R. K. Vander Meer, M. A. Pesquero, S. Campiolo y H. G. Fowler. 1995c. *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae) fire ant reactions to attacks of pseudacteon flies (Diptera: Phoridae) in southeastern Brazil. *Annals of the Entomological Society of America* 88:570-575.

Quebracho.2007. *Revista de Ciencias Forestales*, diciembre, numero 014 Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina, pp. 84-89. Disponible en versión electrónica en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/481/48101409.pdf>

Rettenmeyer, C. W. 1962. The diversity of arthropods found with Neotropical army ants and observations on the behavior of representative species. *Proceedings of the North Central Branch*

Robinson, S. y Fowler, R. 1982. Foraging and pest potencial of paraguayan grass-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) to the cattle industry. *Z. Angew Ent.* 93: 42-54.

Rockwood, L. L. 1976. Plant selection and foraging patterns in two species of leadcutting ants (*Atta*). *Ecology*, 57 48-61

Rodríguez G. Juan A. 2009. Universidad de Quintana Roo.



Rojas, P. 1989. Entomofauna asociada a los detritos de *Atta mexicana* (Hym. Formicidae) en una zona árida del centro de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 33: 1-51.

Romanski, A. 2001. *Introduced Species Summary Project: Little Fire Ant (Wasmannia auropunctata)*. En http://www.columbia.edu/itc/cerc/danoff-burg/invasion_bio/inv_spp_summ/Wasmannia_auropunctata.htm#Establishment. Recuperado el 23 de junio de 2009.

Roque-Albelo, L. and Causton, C. 1999. El Niño and Introduced Insects in the Galápagos Islands: Different Dispersal Strategies, Similar Effects, *Noticias de Galápagos* (60).

Ryti, R. T. y T. J. Case. 1988a. Field experiments on desert ants: Testing for competition between colonies. *Ecology* 69:1993-2003.

Savolainen, R. 1990. Colony succes of the submissive ant *Formica fusca* within territories of the dominant *Formica polyctena*. *Ecological Entomology* 15:79-85.

Savolainen, R. y K. Vepsäläinen. 1988. A competition hierarchy among boreal ants: Impact on resource partitioning and community structure. *Oikos* 15:135- 155.

Schildknecht, H. y Koob, K. (1971). Myrmicacin, the first insect herbicide. *Angewandte Chemie, International Edition in English*, 10, 124 - 5.

Silva, G., A. Lagunes, J. C. Rodríguez y D. Rodríguez.. Insecticidas vegetales; Una vieja-nueva alternativa en el control de plagas. *Revista Manejo Integrado de Plagas (CATIE)*. 2002

Southwood, T. R. E. 1971. The insect/plant relationship: an evolutionary perspective. *Symposium of the Royal Entomological Society of London*, 6, 3-30.



Stork, N. E. y T. M. Blackburn. 1993. Abundance, body size and biomass of arthropods in tropical forest. *Oikos* 67:483-489.

Taber, S.W. 2000. *Fire Ants*. Texas A&M University Press, College Station.

Thomas Borgmeier, T. 1959. Revision der gattung *Atta* Fabricius (Hymenoptera, Formicidae), *Studia Ent.* 2 (1- 4): 321 - 390.

Topoff, H. 1990. Slave making in ants. *American Scientist* 78:520-528.

Tschinkel, W. R. 1992. Brood raiding and the population dynamics of founding and incipient colonies of the fire ant, *Solenopsis invicta*. *Ecological Entomology* 17:179- 188.

Tschinkel. W. R. y D. F. Howard. 1978. Queen replacement in orphaned colonies of the fire ant, *Solenopsis invicta*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 3:297-310.

Vaccaro, N. y Mouses J. Hormigas cortadoras (Géneros *Atta* y *Acromyrmex*) y Tacurues entre ríos en XII Jornadas Forestales entre Ríos. Disponible en versión electrónica en: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/biblos/pdf/1997/69%20I%20a%20vaccaro%20sin%20dib%2097.pdf>
Recuperado el 10-oct-2008

Vasconcelos, H. L.; Fowler, H. G. 1990. Foraging and fungal substrate selection by leaf-cutting ants. p. 410-419. En: Vander Meer, R. K.; Jaffé, K.; Cedeno, A. (eds.). *Applied Myrmecology--a world perspective*. Westview Press, Boulder Colorado, Estados Unidos. 741 p.

Vázquez, Ma. Magdalena G. 2007. La acacia y su ejército defensor en Por el suelo y sin Zapatos. Tomo 1. Pp. 18



Ward, P. S. 1987. Distribution of the introduced argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) in natural habitats of the Lowe Sacramento Valley and its effects on the indigenous ant fauna. *Hilgardia* 55:1-16.

Weber, N. A. (1972). Gardening ants: the *Attinies*. *Memories of the American Philosophical Society*, 92, 1- 146.

Wetterer, J. K., Walsh, P. D. and White, L. J. T. 1999. *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae), a highly destructive tramp ant, in wildlife refuges of Gabon, West Africa. *African Entomology* 7: 292-294.

Wheat, G. C. (1981). El mundo de las hormigas. Cómo viven, trabajan y se comunican las unas con las otras en la colonia. Editorial Novaro, México. 54 pp.

Whitford, W.G., D. Schaefer, & Wisdom. 1986. Soil movement by desert ants. *Southwest. Nat.*, 31: 273-274

Wiken, E.B., K. Broersma, L.M. Lavkulich & L. Farstad. 1976. Biosynthetic alteration in a British Columbia soil by ants (*Formica fusca* Linne). *Soil Sci. Soc. Amer. Jour.*, 40:422-426

Willis, E. O. 1983. A study of ant-following birds of northeastern. Brazil *Research Reports of the National Geographic Society* 15:745-748.

Willis, E. O. y Y. Oniki. 1978. Birds and army ants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 9:243-263.

Wilson, E. O. 1958. Patchy distributions of ants species in New Guinea rain forests. *Psyche* 65:26-38. Levings, S. y J. F. A. Traniello. 1981. Territoriality, nest dispersion, and community structure in ants. *Psyche* 88:265-319.

Wilson, E. O. 1961. The nature of the taxon cycle in the Melanesian ant fauna. *American Naturalist* 95:169-193.



Wilson, E. O. 1971. The insect societies, 548 pp. Harvard University Press (Belknap), Cambridge.

Wilson, E. O. 1984. Tropical species parasites in the ant genus *Pheidole*, with an analysis of the anatomical parasitic syndrome (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Sociaux* 31:316-334.

Wilson, E. O. 1987. The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon forest: A first assessment. *Biotropica* 19:245-251.

Yanoviak, S. P. y M. Kaspari. 2000. Community structure and the habitat templet: ants in the tropical forest canopy and litter. *Oikos* 89:259-266.

Zayas Muñoz, F. de (1982). Entomofauna cubana Tomo VIII. Editorial Científico-Técnica, La Habana, 113 pp.

Zenner, I. 1990b. Management of the "hormiga loca" *Paratrechina (Nylanderia) fulva* (Mayr) in Colombia. Pp. 701-707 en R. K. Vander Meer, K. Jaffé y A. Cedeño (eds) Applied Myrmecology: A World perspective. Westview Press, Boulder, Colorado.

Zenner, I.; Martínez, O. 1992. Impacto ecológico de la hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Mayr), en el municipio de Cimatarrá (Santander) *Revista Colombiana de Entomología* 15(1): 14-22.

Zenner, I.; Ruiz, N. 1982. Uso de cebos contra la hormiga loca *Nylanderia fulva* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Colombiana de Entomología* 8 (1-2): 24-31.



Glosario de Términos Utilizados.

Admisión de reinas: Cuando una colonia admite o adopta nuevas reinas.

Articulación: Área donde se juntan 2 secciones del cuerpo de una hormiga. Usualmente es móvil. Ejemplo: el área entre el pecíolo y el post-pecíolo.

Bottom up: Es cuando la diversidad de una comunidad es regulada por las poblaciones que están en la base de la cadena trófica, los productores primarios.

Casta: Cualquier conjunto de individuos de un tipo particular de morfología o edad, o ambos, que realizan labores especializadas en la colonia. Más estrictamente, cualquier conjunto de organismos en una colonia dada que se distinguen morfológicamente y se especializan en comportamiento (Hölldobler y Wilson).

Clípeo: Esclerito situado entre la frente y el labro. Es en este esclerito donde se articulan las mandíbulas.

Cosmopolita: En términos biológicos, se le denomina a la especie que se puede encontrar en cualquier parte del mundo.

Detritos: Son residuos, generalmente sólidos, que provienen de la descomposición de fuentes orgánicas y minerales.

Diploide: Organismo con dos complementos de cromosomas (2n).

Elaiosoma: Estructura aceitosa que contienen algunas semillas y que atrae a las hormigas para su dispersión secundaria

Epinoto: Término arcaico utilizado por los mimercólogos para designar el primer segmento abdominal. Actualmente se tiende a usar propodeo porque es el término universal utilizado en la morfología de los himenópteros.



Ergatoide: Hembra reproductora permanente sin alas

Estridulación: Producción de sonidos mediante la fricción de dos partes del cuerpo. Parece ser una forma de comunicación que actúa cuando la química no funciona. (Las obreras de ciertas especies cuando quedan enterradas emiten sonidos detectables por las compañeras, las cuales las liberan).

Fundación claustral: Fundación de una colonia por una o varias reinas, las cuales se valen únicamente de sus propias reservas en su cuerpo, sin búsqueda de alimento por fuera del nido.

Fundación dependiente: Cuando la creación de una nueva colonia depende de las obreras, como en la fundación por brote, o adopción de reinas.

Fundación en masa: Creación de una nueva colonia por una o varias reinas asistidas por un grupo de obreras. Si son pocas obreras se trata de fundación por brote, si son muchas se trata de fundación por fisión.

Fundación por “brote”: Fundación de una colonia por parte de una (o varias) reina(s) que abandonan el nido madre en compañía de un séquito de obreras.

Fundación por fisión: Fundación de una colonia por parte de una (o varias) reina(s) que abandonan el nido madre en compañía de un gran grupo de obreras (común en hormigas legionarias).

Gamergate: Obrera que se ha apareado y puede reemplazar a la reina.

Haploide: Organismo con un complemento de cromosomas (n).

Haplometrosis: Fundación de colonia por una sola reina.

Macraner: Macho grande.

Macrogyne: Reina grande, alada (común en colonias monogínicas).

Micraner: Macho pequeño.



Microgyne: Reina pequeña (en algunas colonias poligínicas).

Mirmecología: El estudio de las hormigas.

Monódoma: Colonia que ocupa un nido.

Monoginia: Colonia funcional con varias reinas presentes, pero donde sólo una realmente monopoliza la puesta de huevos.

Monoginia: Estado de una colonia donde sólo hay una reina operativa.

Multicolonias: Colonias mutuamente excluyentes y hostiles en un sitio dado.

Nativas: En biogeografía, una especie nativa, especie indígena o autóctona, es una especie que pertenece a una región o ecosistema determinados. Su presencia en esa región es el resultado de fenómenos naturales sin intervención humana.

Obrera: Hembra generalmente infértil, o fértil pero inhabilitada para reproducirse, de una colonia.

Ocelo: Ojo simple cuya función básicamente consiste en medir la intensidad luminosa y en ningún caso puede llegar a formar imágenes.

Ofidios: Son reptiles de cuerpo alargado sin miembros locomotores. Comúnmente se les llama serpientes o víboras.

Ojo compuesto: Ojo formado por numerosas unidades ópticas denominadas omatidios.

Oligoginia: Colonia con unas pocas reinas fértiles que muestran algún grado de hostilidad entre ellas.

Omatidio: Unidad del ojo compuesto.

Palpo: Proceso segmentado presente en la maxila y el labio.



Partenogénesis: Hembras que producen progenie sin concurso del macho. Los machos que nacen del huevo no fertilizados (haploides) comprenden la partenogénesis arrenótoca. La partenogénesis que produce hembras se llama telítoca.

Pecíolo (Petiole): Segundo segmento abdominal y usualmente separado del primer y tercer segmento abdominal por una constricción.

Perennes: Hace alusión a una cosa duradera o eterna.

Pleometrosis: Fundación de una colonia por más de una reina.

Polídoma: Colonia que ocupa varios nidos.

Polífaga: Es cuando una especie basa su alimentación consumiendo varias especies o recursos.

Poliginia primaria: Aquella que es producto de fundación por asociación de reinas.

Poliginia secundaria: Aquella que es producto de una colonia monogínica que secundariamente adopta nuevas reinas.

Poliginia: Estado de una colonia donde hay varias reinas fértiles y poniendo huevos.

Reina: Hembra reproductora en una colonia.

Selección parental: Cuando la propagación de unos genes se afecta por la influencia que sus poseedores puedan tener en sus parientes, quienes también llevan esos genes.

Sexuada: Se refiere a aquellos organismos que para reproducirse necesitan de otro organismo de su misma especie y que tenga diferente cromosoma. En la especie humana está el cromosoma Masculino y el cromosoma Femenino.



Sirle: Excremento de ganado lanar y cabrío que se acumula en lugares de sesteo y se emplea para abonar la tierra.

Soldado: Obrera con atributos morfológicos y/o de comportamiento dirigidos principalmente a la defensa del nido.

Standing Crop: Es el tamaño mínimo de individuos que puede tener una población para sobrevivir.

Supercolonia: Población unicolonial.

Top down: Es cuando la diversidad de una comunidad es regulada por las poblaciones que están en la cima de la cadena trófica, los consumidores.

Unicolonialidad: Colonias en un sitio dado, cuyos nidos no poseen límites y cuyos miembros no son hostiles entre si.

Zángano: Denominación que recibe el macho.
