RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes

Universidad
Nacional
de Quilmes

Guillade, Andrea Cecilia

Control biológico de hormigas cortadoras de hoja (FORMICIDAE: ATTINI) mediante parasitoides (DIPTERA: PHORIDAE)

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:
Guillade, A. C. (2017). Control biológico de hormigas cortadoras de hoja (FORMICIDAE: ATTINI) mediante parasitoides (DIPTERA: PHORIDAE). (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/412

Puede encontrar éste y otros documentos en: https://ridaa.unq.edu.ar

Universidad Nacional de Quilmes
Roque Sáenz Peña 352 // Bernal
Buenos Aires // Argentina
t.: (+41 11) 4365 7100
f.: (+54 11) 4365 7101
info@unq.edu.ar

Guillade, Andrea C., Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto,
julio de 2013, 353 pp. ,
http://ridaa.unq.edu.ar,
Universidad Nacional de Quilmes, Secretaría de Posgrado,
Doctorado en Ciencias Básicas y Aplicadas

Control biológico de hormigas cortadoras de hoja (FORMICIDAE: ATTINI) mediante parasitoides (DIPTERA: PHORIDAE)

TESIS DOCTORAL

Andrea C. Guillade

andreaguillade@gmail.com

Resumen

Las hormigas cortadoras de hojas de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* son consideradas unas de las principales plagas en el Neotrópico, debido a que, para suministrar sustrato al hongo mutualista del cual se alimentan, cosechan grandes cantidades de material vegetal de un amplio número de plantas. Aunque su impacto sobre distintos cultivos se ha inferido en numerosas ocasiones, muchas de estas estimaciones sufren de imprecisiones, principalmente debido a la falta de datos tomados a campo a largo plazo, por lo que resultan poco confiables. Aún así, las hormigas son objeto de todo tipo de mecanismos de control, entre los cuales se destaca el control químico por medio de plaguicidas inespecíficos, tales como clorpirifós y fipronil, los más ampliamente utilizados en Argentina. Estos agroquímicos no han sido probados en ensayos de campo a largo plazo, por lo que no se conoce su efectividad real, particularmente teniendo en cuenta que las colonias de hormigas cortadoras son sumamente longevas y cuentan con miles a millones de obreras. Por otra parte, no se ha evaluado el impacto que el uso de estos plaguicidas tiene sobre los enemigos naturales de las hormigas, las moscas parasitoides de la familia Phoridae, de particular interés en esta tesis.

El primer capítulo de esta tesis se aboca a responder dos cuestiones centrales al problema de las hormigas cortadoras como plagas agrícolas: estimar el consumo de *Atta vollenweideri*, considerada plaga ganadera, en pastizales utilizados para pastoreo vacuno, y el impacto de dicho consumo sobre la producción ganadera. Para ésto, realicé experimentos de exclusión en un pastizal natural de la provincia de Santa Fe, calculando producción primaria y consumo por parte de hormigas solas, y en situación de competencia con vacas. Encontré evidencias de competencia entre hormigas y ganado, aunque en situaciones de escasa producción el ganado resultó mejor competidor que las hormigas; además, establecí un nivel de daño económico (NDE) de 0,25 nidos por hectárea para *A. vollenweideri,* el primer NDE calculado para una especie de hormiga cortadora.

En el segundo capítulo de la tesis exploré la efectividad de los dos plaguicidas más comúnmente utilizados en el control de hormigas cortadoras, así como su impacto sobre los parasitoides específicos de éstas. Para ello realicé ensayos en tres niveles: a campo durante un año sobre colonias de *A. vollenweideri,* en laboratorio sobre hormigas obreras colectadas a campo de caminos de forrajeo, y en laboratorio sobre pupas de fóridos. En los ensayos de campo, el clorpirifós resultó inefectivo a largo plazo, mientras que el fipronil produjo mortalidad casi completa de todas las colonias tras un único tratamiento. El ensayo sobre hormigas en laboratorio demostró una mayor efectividad inmediata del clorpirifós, mientras que el fipronil fue efectivo al cabo de un número mayor de días, lo cual explicaría su mayor efectividad sobre la colonia completa ya que, al permitir que las hormigas expuestas al plaguicida vivan más tiempo, ésto daría oportunidad de que ocurra transferencia horizontal del plaguicida entre congéneres de la colonia. El ensayo sobre pupas reveló un fuerte impacto negativo sobre los fóridos, produciendo una gran mortalidad pupal y reduciendo significativamente la longevidad de los adultos que consiguieron eclosionar.

Como mencioné más arriba, varias especies de moscas de la familia Phoridae son parasitoides obligados de hormigas cortadoras, cumpliendo parte de su ciclo vital dentro del cuerpo de éstas. Investigaciones recientes describieron una gran cantidad de especies nuevas de fóridos de cortadoras en nuestro país. Por lo tanto, otro objetivo de mi tesis fue conocer en detalle el ciclo de vida de las especies de fóridos más abundantes sobre *Atta vollenweideri* y *Acromyrmex lundii* como especies hospedadoras modelo, las mejores condiciones para criarlas en laboratorio, y finalmente, evaluar su capacidad para afectar el

funcionamiento de colonias completas en el campo.
El tercer capítulo de la tesis contiene la descripción de los ciclos de vida. Para tal fin, colecté obreras de caminos de forrajeo de *A. vollenweideri* y de *A. lundii*, y las mantuve en el laboratorio a 25° ± 1°C y 80 ± 5% HR, separando las hormigas parasitadas y obteniendo los tiempos de desarrollo larval, pupal y total, la longevidad de los adultos, la supervivencia pupal, la tasa de parasitismo natural, la relación macho: hembra y el tamaño de los parasitoides para *Apocephalus setitarsus, Eibesfeldtphora trilobata, Myrmosicarius brandaoi, Myrmosicarius gonzalezae* (parasitoides de *A. vollenweideri*), *Apocephalus neivai* y *Myrmosicarius catharinensis* (parasitoides de *A. lundii*), así como el tamaño de hospedador preferido por todas las especies menos las del género *Apocephalus*, quienes presentan pupas libres.
En el cuarto capítulo, exploré las mejores condiciones para criar fóridos en el laboratorio, colectando hormigas de los dos hospedadores modelo, y manteniéndolas bajo cinco diferentes combinaciones de temperatura y humedad relativa. Exploré por primera vez la posibilidad de criar fóridos a bajas humedades, ya que muchos de estos parasitoides se encuentran en zonas fitogeográficas áridas. Encontré que la mejor combinación para todas las especies estudiadas fue la de 24°C y 80% HR, ya que fue la que permitió obtener la mayor cantidad de pupas, así como la mayor supervivencia pupal, combinando estos dos factores en un Índice de Eficiencia de Cría. Encontré también que la longevidad de los adultos se prolonga significativamente a 20°C y 80% HR, lo cual resulta de interés práctico para conservar fóridos adultos con el propósito de sincronizar liberaciones en el campo.
Finalmente, en el quinto capítulo me ocupé de evaluar el efecto que una de las especies de fóridos, *Eibesfeldtphora trilobata*, a diferentes densidades, ejerce sobre la tasa de consumo de material vegetal de colonias completas de *Atta vollenweideri* en el campo. Con tal fin, aislé caminos de forrajeo de nidos de esta hormiga en el campo, utilizando túneles construidos para este fin, y liberando en ellos 1 ó 4 fóridos, mientras que caminos aislados y sin fóridos actuaron como control. Tomé muestras de las hormigas que regresaban cargadas al nido antes de comenzar el experimento, cada 30 minutos durante la siguiente hora y media, y finalmente 30 minutos después de retirar los fóridos. Encontré que, a ambas densidades, la presencia de fóridos disminuyó significativamente el tráfico de hormigas en los caminos, el transporte de material vegetal, y el tamaño promedio de las obreras, de modo que las obreras de tamaño adecuado para ser parasitadas por *E. trilobata* se volvieron más escasas en presencia de este parasitoide. Si bien no hallé diferencias significativas entre los resultados obtenidos a una densidad de 1 y 4 fóridos, sí registré un efecto más prolongado sobre los caminos con 4 fóridos.
En conclusión, los datos obtenidos a partir de esta tesis doctoral aportan información vital para poder diagramar programas de control biológico para hormigas cortadoras, tales como un nivel de daño económico, numerosas características de los ciclos vitales de las especies más abundantes en dos zonas fitogeográficas de gran importancia para la producción agrícola del país (Pampeana y Chaco seco), y las condiciones más apropiadas que optimizarían una cría masiva. Por otro lado, presenté evidencias acerca de la incompatibilidad de los plaguicidas más utilizados para programas de manejo integrado que incluyan dípteros parasitoides, y demostré la eficacia de *Eibesfeldtphora trilobata* como disruptora de la tasa de forrajeo de *Atta vollenweideri*. El efecto negativo en el ingreso de material vegetal, obtenido con un solo fórido por sendero, pone en evidencia resultados prometedores respecto de la introducción aumentativa de estos parasitoides en sitios donde estas hormigas revisten carácter de plagas.

Abstract

Leafcutter ants in the genera *Atta* and *Acromyrmex* are regarded amongst the main pests in the Neotropics because, in order to grow the mutualist fungus on which they feed, they harvest great amounts of plant material from a wide variety of plants. Although their impact on different crops has been inferred on numerous occasions, many of these estimations are riddled with imprecisions, mainly due to a lack of long term field data, thus being rather unreliable. Nonetheless, ants are subjected to all kinds of control mechanisms, among which the most popular is chemical control through inespecific agrochemicals such as chlorpyrifos and fipronil, the most widely used in Argentina. These agrochemicals have not been tested in long term field assays, and thus we do not know their true efficacy, particularly considering that leafcutter ant colonies are very long lived and include thousands to millions of workers. On the other hand, there are no evaluations of the impact that these substances have on natural enemies of ants, specifically the parasitoid flies in the Phoridae family, the main focus of this thesis.
The first chapter in this dissertation focuses on answering two central questions about the issue of leafcutter ants as pests: to estimate the consumption of *Atta vollenweideri*, regarded as a pest to cattle rearing, in pastures used for grazing by cows, and the impact that this consumption has on cattle production. For this purpose, I conducted exclusion experiments in a natural pasture in Santa Fe province, calculating primary productivity and consumption by ants alone and in a situation of competition with cattle. I found evidence of competition between ants and cattle, although in situations of low productivity cattle seemed to win the competition. I established an economic injury level (EIL) of 0.25 nests per hectare for *Atta vollenweideri*, the first EIL to ever be calculated for a leafcutter ant species.
In the second chapter of the dissertation I explored the effectiveness of the two pesticides most

commonly used against leafcutter ants, as well as their impact on their specific parasitoids. For this purpose I carried out assays in three levels: in the field for a year on *A. vollenweideri* whole colonies, in the laboratory on *A. vollenweideri* worker ants collected from foraging trails, and in the laboratory on phorid pupae. In the field assays, chlorpyrifos was ineffective in the long term, whereas fipronil produced almost complete mortality of all colonies after only one application. The assay on ants in the laboratory showed that chlorpyrifos produced almost immediate mortality to all treated ants, whereas fipronil was effective after more days, which would explain its greatest effectiveness on whole colonies since, by allowing exposed ants to live longer, they would be able to come in contact with unexposed nestmates, allowing the horizontal transfer of the pesticide between them. The assay on pupae revealed that both pesticides have a great deleterious effect on phorids, producing high pupal mortality and significantly reducing the longevity of those adults who were able to emerge.

As I mentioned above, several species of flies in the family Phoridae are obligatory parasitoids of leafcutter ants, completing part of their life cycle within the body of their hosts. Recent research has described a great amount of new species of leafcutter phorids in our country. Therefore, another objective of my thesis was to obtain detailed knowledge of the life cycle of the most abundant phorid species on *Atta vollenweideri* and *Acromyrmex lundii* as model host species, as well as the best conditions to rear them in the laboratory, and finally, to assess their ability to affect the performance of whole ant colonies in the field.

The third chapter in the dissertation describes the life cycles of several phorid species. For this end, I collected workers from foraging trails of *A. vollenweideri* and *A. lundii*, and then kept them in the laboratory at 25° ± 1°C and 80 ± 5% RH, separating the parasitized ants and calculating the larval, pupal and total developmental times of the parasitoids, the longevity of the adults, the pupal survivorship, the natural parasitism rates, the male:female ratio and the size of *Apocephalus setitarsus, Eibesfeldtphora trilobata, Myrmosicarius brandaoi, M. gonzalezae* (parasitoids of *A. vollenweideri*), *Apocephalus neivai* and *Myrmosicarius catharinensis* (parasitoides de *A. lundii*), as well as the preferred host size for all the species with the exception of those in the genus *Apocephalus*, which have free-living pupae.

In the fourth chapter I assessed the most adequate conditions to rear phorids in the laboratory, collecting ants from both model host species, and keeping them under five different combinations of temperature and relative humidity. I explored for the first time the possibility of rearing phorids at low humidity, since many of these species are native of arid phytogeographic regions. I found that the best combination of rearing conditions for all the species tested was 24°C and 80% RH, since that was the regime that allowed me to obtain the greatest number of pupae, as well as the highest pupal survivorship, two traits that I combined to calculate a rearing efficiency index (REI). I also found that adult longevity is significantly lengthened at 20°C and 80% RH, which is of great practical significance to conserve adult phorids with the purpose of synchronizing field releases.

Finally, in the fifth chapter I assessed the effect of one phorid species, *Eibesfeldtphora trilobata*, at different densities, on the plant material consumption rate of whole *Atta vollenweideri* colonies in the field. For that end, I isolated foraging trails of this ant in the field, using tunnels built for this purpose, and releasing within them either 1 or 4 phorids, whereas other isolated trails without phorids acted as controls. I took samples of the ants returning to the nest before the beginning of the experiment, every 30 minutes after releasing the phorids for the next hour and a half, and finally a last sample 30 minutes after removing the phorids from the tunnels. I found that, at both densities, the presence of phorids significantly decreased ant traffic on the trails, transport of plant material and the average size of workers, so that those ants in the range of sizes preferred by *E. trilobata* for parasitism became scarcer when this phorid was present. Although I did not find significant differences between the results obtained at both phorid densities (1 and 4 per trail), I did record a more extended lag effect on the trails with 4 phorids.

In conclusion, the data obtained in this thesis provide vital information to design biological control programs for leafcutter ants, such as the tools to calculate economic injury levels, numerous characteristics of the life cycles of the most abundant phorid species in two phytogeographic regions of great significance for the agricultural production of the country (Pampeana and Dry Chaco), and the most appropriate conditions to optimize a massive rearing of these parasitoids. On the other hand, I found strong evidence for the incompatibility of the most widely used synthetic pesticides with integrated pest management programs including dipteran parasitoids, and I proved the effectiveness of *Eibesfeldtphora trilobata* as a disruptor of the foraging rate in *Atta vollenweideri*. The negative effect on the transport of plant material, obtained with one phorid per trail, is highly promising for the augmentative introduction of these parasitoids to sites where these ants are actually pests.

Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto, Universidad Nacional de Quilmes

CONTROL BIOLÓGICO DE HORMIGAS CORTADORAS DE HOJA (FORMICIDAE: ATTINI) MEDIANTE PARASITOIDES (DIPTERA: PHORIDAE)

Andrea C. Guillade

Directora: Dra. Patricia J. Folgarait

Tesis para obtener el título de Doctor en Ciencias Básicas y Aplicadas
Universidad Nacional de Quilmes

JULIO 2013

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen.....7

Abstract.....11

Agradecimientos.....15

Capítulo 1 – Introducción

Plagas y control biológico.....17

Las hormigas cortadoras de hojas y su rol en los agro-ecosistemas.....19

La organización de la colonia.....21

Importancia de las hormigas cortadoras en los ecosistemas.....25

Mecanismos de control disponibles para hormigas cortadoras.....25

Enemigos naturales de hormigas cortadoras.....27

Antecedentes en el control biológico de hormigas de fuego:

El sistema *Solenopsis – Pseudacteon*.....27

Fóridos parasitoides de hormigas cortadoras.....29

Objetivo General y Objetivos Específicos de la Tesis.....33

Capítulo 2 – Competencia entre la hormiga cortadora *Atta vollenweideri* y el ganado doméstico (Artiodactyla: Bovidae) en pasturas

Introducción.....35

Materiales y métodos.....38

Sitio de estudio.....38

Producción mensual de pasto en presencia y ausencia de herbívoros.....38

Impacto de la actividad de hormigas en la disponibilidad de pastura para el ganado.....40

Nivel de daño económico.....41

Análisis estadísticos.....42

Resultados.....42

Producción mensual de pasto en presencia y ausencia de herbívoros.....42

Impacto de la actividad de hormigas en la disponibilidad de pastura para el ganado....45
Nivel de daño económico....47
Discusión....47

Capítulo 3 – Los enemigos naturales de *Atta vollenweideri* son afectados negativamente por los plaguicidas sintéticos clorpirifós y fipronil
Introducción....55
Materiales y métodos....57
Escala de nido....57
Escala de hormigas....59
Escala de pupas de fóridos....60
Resultados....61
Escala de nido....61
Escala de hormigas....64
Escala de pupas de fóridos....66
Discusión....67

Capítulo 4 – Ciclos de vida y tasas de parasitismo de fóridos de hormigas cortadoras
Introducción....71
Materiales y métodos....74
Resultados....75
Parasitoides de *Atta vollenweideri*....78
Parasitoides de *Acromyrmex lundii*....84
Discusión....87

Capítulo 5 – Condiciones óptimas para la cría de parasitoides de *Atta vollenweideri* y *Acromyrmex lundii*
Introducción....93
Materiales y métodos....95
Condiciones de cría....97
Análisis estadísticos....97

Resultados.....98
Parasitoides de *Atta vollenweideri*.....98
Parasitoides de *Acromyrmex lundii*.....102
Discusión.....105

Capítulo 6 – Efecto de la densidad de fóridos sobre el forrajeo de *Atta vollenweideri* (Hymenoptera: Formicidae) en el campo
Introducción.....111
Materiales y métodos.....113
Sitio de muestreo y unidad experimental.....113
Experimentos.....114
Análisis estadísticos.....116
Resultados.....116
Discusión.....120

Capítulo 7 – Conclusiones generales y perspectivas futuras
Conclusiones generales.....127
Perspectivas futuras.....134

Bibliografía.....139

Anexos.....157
Anexo 1 – Datos no incluidos en los capítulos de la tesis.....159
A- Breve descripción del sitio de muestreo Tierra Buena.....159
B- Tamaños de hospedador preferidos por *Apocephalus setitarsus* y *A. neivai*.....162
C- Observaciones sobre ritmos circadianos y circanuales de especies de fóridos.....167
Ritmos circadianos de fóridos de *A. vollenweideri* y *A. lundii*.....167
Ritmos circanuales de fóridos de *A. vollenweideri*.....168
C- *Atta vollenweideri* como consumidora de pasto: ¿mito o realidad?.....170
D- ¿Existe en *Atta vollenweideri* una correlación entre el peso de material vegetal transportado y el tamaño de las obreras que lo acarrean?.....173

Anexo 2 – Análisis estadísticos.....177
Capítulo 2.....177
Capítulo 3.....205
Capítulo 4.....262
Capítulo 5.....305
Capítulo 6.....344

RESUMEN

Las hormigas cortadoras de hojas de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* son consideradas unas de las principales plagas en el Neotrópico, debido a que, para suministrar sustrato al hongo mutualista del cual se alimentan, cosechan grandes cantidades de material vegetal de un amplio número de plantas. Aunque su impacto sobre distintos cultivos se ha inferido en numerosas ocasiones, muchas de estas estimaciones sufren de imprecisiones, principalmente debido a la falta de datos tomados a campo a largo plazo, por lo que resultan poco confiables. Aún así, las hormigas son objeto de todo tipo de mecanismos de control, entre los cuales se destaca el control químico por medio de plaguicidas inespecíficos, tales como clorpirifós y fipronil, los más ampliamente utilizados en Argentina. Estos agroquímicos no han sido probados en ensayos de campo a largo plazo, por lo que no se conoce su efectividad real, particularmente teniendo en cuenta que las colonias de hormigas cortadoras son sumamente longevas y cuentan con miles a millones de obreras. Por otra parte, no se ha evaluado el impacto que el uso de estos plaguicidas tiene sobre los enemigos naturales de las hormigas, las moscas parasitoides de la familia Phoridae, de particular interés en esta tesis.

El primer capítulo de esta tesis se aboca a responder dos cuestiones centrales al problema de las hormigas cortadoras como plagas agrícolas: estimar el consumo de *Atta vollenweideri*, considerada plaga ganadera, en pastizales utilizados para pastoreo vacuno, y el impacto de dicho consumo sobre la producción ganadera. Para ésto, realicé experimentos de exclusión en un pastizal natural de la provincia de Santa Fe, calculando producción primaria y consumo por parte de hormigas solas, y en situación de competencia con vacas. Encontré evidencias de competencia entre hormigas y ganado, aunque en situaciones de escasa producción el ganado resultó mejor competidor que las hormigas; además, establecí un nivel de daño económico (NDE) de 0,25 nidos por hectárea para *A. vollenweideri*, el primer NDE calculado para una especie de hormiga cortadora.

En el segundo capítulo de la tesis exploré la efectividad de los dos plaguicidas más comúnmente utilizados en el control de hormigas cortadoras, así como su impacto sobre los parasitoides específicos de éstas. Para ello realicé ensayos en tres niveles: a campo durante un año sobre colonias de *A. vollenweideri*, en laboratorio sobre hormigas obreras colectadas a

campo de caminos de forrajeo, y en laboratorio sobre pupas de fóridos. En los ensayos de campo, el clorpirifós resultó inefectivo a largo plazo, mientras que el fipronil produjo mortalidad casi completa de todas las colonias tras un único tratamiento. El ensayo sobre hormigas en laboratorio demostró una mayor efectividad inmediata del clorpirifós, mientras que el fipronil fue efectivo al cabo de un número mayor de días, lo cual explicaría su mayor efectividad sobre la colonia completa ya que, al permitir que las hormigas expuestas al plaguicida vivan más tiempo, ésto daría oportunidad de que ocurra transferencia horizontal del plaguicida entre congéneres de la colonia. El ensayo sobre pupas reveló un fuerte impacto negativo sobre los fóridos, produciendo una gran mortalidad pupal y reduciendo significativamente la longevidad de los adultos que consiguieron eclosionar.

Como mencioné más arriba, varias especies de moscas de la familia Phoridae son parasitoides obligados de hormigas cortadoras, cumpliendo parte de su ciclo vital dentro del cuerpo de éstas. Investigaciones recientes describieron una gran cantidad de especies nuevas de fóridos de cortadoras en nuestro país. Por lo tanto, otro objetivo de mi tesis fue conocer en detalle el ciclo de vida de las especies de fóridos más abundantes sobre *Atta vollenweideri* y *Acromyrmex lundii* como especies hospedadoras modelo, las mejores condiciones para criarlas en laboratorio, y finalmente, evaluar su capacidad para afectar el funcionamiento de colonias completas en el campo.

El tercer capítulo de la tesis contiene la descripción de los ciclos de vida. Para tal fin, colecté obreras de caminos de forrajeo de *A. vollenweideri* y de *A. lundii*, y las mantuve en el laboratorio a 25° ± 1°C y 80 ± 5% HR, separando las hormigas parasitadas y obteniendo los tiempos de desarrollo larval, pupal y total, la longevidad de los adultos, la supervivencia pupal, la tasa de parasitismo natural, la relación macho: hembra y el tamaño de los parasitoides para *Apocephalus setitarsus, Eibesfeldtphora trilobata, Myrmosicarius brandaoi, Myrmosicarius gonzalezae* (parasitoides de *A. vollenweideri*), *Apocephalus neivai* y *Myrmosicarius catharinensis* (parasitoides de *A. lundii*), así como el tamaño de hospedador preferido por todas las especies menos las del género *Apocephalus*, quienes presentan pupas libres.

En el cuarto capítulo, exploré las mejores condiciones para criar fóridos en el laboratorio, colectando hormigas de los dos hospedadores modelo, y manteniéndolas bajo cinco diferentes combinaciones de temperatura y humedad relativa. Exploré por primera vez la posibilidad de criar fóridos a bajas humedades, ya que muchos de estos parasitoides se encuentran en zonas fitogeográficas áridas. Encontré que la mejor combinación para todas las especies estudiadas fue la de 24°C y 80% HR, ya que fue la que permitió obtener la mayor

cantidad de pupas, así como la mayor supervivencia pupal, combinando estos dos factores en un Índice de Eficiencia de Cría. Encontré también que la longevidad de los adultos se prolonga significativamente a 20°C y 80% HR, lo cual resulta de interés práctico para conservar fóridos adultos con el propósito de sincronizar liberaciones en el campo.

Finalmente, en el quinto capítulo me ocupé de evaluar el efecto que una de las especies de fóridos, *Eibesfeldtphora trilobata*, a diferentes densidades, ejerce sobre la tasa de consumo de material vegetal de colonias completas de *Atta vollenweideri* en el campo. Con tal fin, aislé caminos de forrajeo de nidos de esta hormiga en el campo, utilizando túneles construidos para este fin, y liberando en ellos 1 ó 4 fóridos, mientras que caminos aislados y sin fóridos actuaron como control. Tomé muestras de las hormigas que regresaban cargadas al nido antes de comenzar el experimento, cada 30 minutos durante la siguiente hora y media, y finalmente 30 minutos después de retirar los fóridos. Encontré que, a ambas densidades, la presencia de fóridos disminuyó significativamente el tráfico de hormigas en los caminos, el transporte de material vegetal, y el tamaño promedio de las obreras, de modo que las obreras de tamaño adecuado para ser parasitadas por *E. trilobata* se volvieron más escasas en presencia de este parasitoide. Si bien no hallé diferencias significativas entre los resultados obtenidos a una densidad de 1 y 4 fóridos, sí registré un efecto más prolongado sobre los caminos con 4 fóridos.

En conclusión, los datos obtenidos a partir de esta tesis doctoral aportan información vital para poder diagramar programas de control biológico para hormigas cortadoras, tales como un nivel de daño económico, numerosas características de los ciclos vitales de las especies más abundantes en dos zonas fitogeográficas de gran importancia para la producción agrícola del país (Pampeana y Chaco seco), y las condiciones más apropiadas que optimizarían una cría masiva. Por otro lado, presenté evidencias acerca de la incompatibilidad de los plaguicidas más utilizados para programas de manejo integrado que incluyan dípteros parasitoides, y demostré la eficacia de *Eibesfeldtphora trilobata* como disruptora de la tasa de forrajeo de *Atta vollenweideri*. El efecto negativo en el ingreso de material vegetal, obtenido con un solo fórido por sendero, pone en evidencia resultados prometedores respecto de la introducción aumentativa de estos parasitoides en sitios donde estas hormigas revisten carácter de plagas.

ABSTRACT

Leafcutter ants in the genera *Atta* and *Acromyrmex* are regarded amongst the main pests in the Neotropics because, in order to grow the mutualist fungus on which they feed, they harvest great amounts of plant material from a wide variety of plants. Although their impact on different crops has been inferred on numerous occasions, many of these estimations are riddled with imprecisions, mainly due to a lack of long term field data, thus being rather unreliable. Nonetheless, ants are subjected to all kinds of control mechanisms, among which the most popular is chemical control through inespecific agrochemicals such as chlorpyrifos and fipronil, the most widely used in Argentina. These agrochemicals have not been tested in long term field assays, and thus we do not know their true efficacy, particularly considering that leafcutter ant colonies are very long lived and include thousands to millions of workers. On the other hand, there are no evaluations of the impact that these substances have on natural enemies of ants, specifically the parasitoid flies in the Phoridae family, the main focus of this thesis.

The first chapter in this dissertation focuses on answering two central questions about the issue of leafcutter ants as pests: to estimate the consumption of *Atta vollenweideri*, regarded as a pest to cattle rearing, in pastures used for grazing by cows, and the impact that this consumption has on cattle production. For this purpose, I conducted exclusion experiments in a natural pasture in Santa Fe province, calculating primary productivity and consumption by ants alone and in a situation of competition with cattle. I found evidence of competition between ants and cattle, although in situations of low productivity cattle seemed to win the competition. I established an economic injury level (EIL) of 0.25 nests per hectare for *Atta vollenweideri*, the first EIL to ever be calculated for a leafcutter ant species.

In the second chapter of the dissertation I explored the effectiveness of the two pesticides most commonly used against leafcutter ants, as well as their impact on their specific parasitoids. For this purpose I carried out assays in three levels: in the field for a year on *A. vollenweideri* whole colonies, in the laboratory on *A. vollenweideri* worker ants collected from foraging trails, and in the laboratory on phorid pupae. In the field assays, chlorpyrifos was ineffective in the long term, whereas fipronil produced almost complete mortality of all colonies after only one application. The assay on ants in the laboratory

showed that chlorpyrifos produced almost immediate mortality to all treated ants, whereas fipronil was effective after more days, which would explain its greatest effectiveness on whole colonies since, by allowing exposed ants to live longer, they would be able to come in contact with unexposed nestmates, allowing the horizontal transfer of the pesticide between them. The assay on pupae revealed that both pesticides have a great deleterious effect on phorids, producing high pupal mortality and significantly reducing the longevity of those adults who were able to emerge.

As I mentioned above, several species of flies in the family Phoridae are obligatory parasitoids of leafcutter ants, completing part of their life cycle within the body of their hosts. Recent research has described a great amount of new species of leafcutter phorids in our country. Therefore, another objective of my thesis was to obtain detailed knowledge of the life cycle of the most abundant phorid species on *Atta vollenweideri* and *Acromyrmex lundii* as model host species, as well as the best conditions to rear them in the laboratory, and finally, to assess their ability to affect the performance of whole ant colonies in the field.

The third chapter in the dissertation describes the life cycles of several phorid species. For this end, I collected workers from foraging trails of *A. vollenweideri* and *A. lundii*, and then kept them in the laboratory at 25° ± 1°C and 80 ± 5% RH, separating the parasitized ants and calculating the larval, pupal and total developmental times of the parasitoids, the longevity of the adults, the pupal survivorship, the natural parasitism rates, the male:female ratio and the size of *Apocephalus setitarsus*, *Eibesfeldtphora trilobata*, *Myrmosicarius brandaoi*, *M. gonzalezae* (parasitoids of *A. vollenweideri*), *Apocephalus neivai* and *Myrmosicarius catharinensis* (parasitoides de *A. lundii*), as well as the preferred host size for all the species with the exception of those in the genus *Apocephalus*, which have free-living pupae.

In the fourth chapter I assessed the most adequate conditions to rear phorids in the laboratory, collecting ants from both model host species, and keeping them under five different combinations of temperature and relative humidity. I explored for the first time the possibility of rearing phorids at low humidity, since many of these species are native of arid phytogeographic regions. I found that the best combination of rearing conditions for all the species tested was 24°C and 80% RH, since that was the regime that allowed me to obtain the greatest number of pupae, as well as the highest pupal survivorship, two traits that I combined to calculate a rearing efficiency index (REI). I also found that adult longevity is significantly lengthened at 20°C and 80% RH, which is of great practical significance to conserve adult phorids with the purpose of synchronizing field releases.

Finally, in the fifth chapter I assessed the effect of one phorid species, *Eibesfeldtphora trilobata*, at different densities, on the plant material consumption rate of whole *Atta vollenweideri* colonies in the field. For that end, I isolated foraging trails of this ant in the field, using tunnels built for this purpose, and releasing within them either 1 or 4 phorids, whereas other isolated trails without phorids acted as controls. I took samples of the ants returning to the nest before the beginning of the experiment, every 30 minutes after releasing the phorids for the next hour and a half, and finally a last sample 30 minutes after removing the phorids from the tunnels. I found that, at both densities, the presence of phorids significantly decreased ant traffic on the trails, transport of plant material and the average size of workers, so that those ants in the range of sizes preferred by *E. trilobata* for parasitism became scarcer when this phorid was present. Although I did not find significant differences between the results obtained at both phorid densities (1 and 4 per trail), I did record a more extended lag effect on the trails with 4 phorids.

In conclusion, the data obtained in this thesis provide vital information to design biological control programs for leafcutter ants, such as the tools to calculate economic injury levels, numerous characteristics of the life cycles of the most abundant phorid species in two phytogeographic regions of great significance for the agricultural production of the country (Pampeana and Dry Chaco), and the most appropriate conditions to optimize a massive rearing of these parasitoids. On the other hand, I found strong evidence for the incompatibility of the most widely used synthetic pesticides with integrated pest management programs including dipteran parasitoids, and I proved the effectiveness of *Eibesfeldtphora trilobata* as a disruptor of the foraging rate in *Atta vollenweideri*. The negative effect on the transport of plant material, obtained with one phorid per trail, is highly promising for the augmentative introduction of these parasitoids to sites where these ants are actually pests.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis es el resultado de mucho trabajo, mucha paciencia y mucha constancia, tanto de mi parte como de mi directora. Quiero agradecerle a la Dra. Patricia Folgarait, en primer lugar, por haberme dado la posibilidad de hacer este trabajo, por alentarme, empujarme, criticarme y apoyarme siempre que fue necesario. Por todas las herramientas que me brindó y todo lo que aprendí en estos años trabajando con ella. Agradezco también a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, por mi beca inicial y al CONICET por mi beca doctoral tipo II; la ANPCyT, el CONICET y la Universidad Nacional de Quilmes financiaron este proyecto mediante los subsidios PICT N° 20924 y PICT-Start Up N° 1936, PIP N° 11420090100195 (2010-2012), y Programa Prioritario de Investigación – Interacciones Biológicas, de las macromoléculas a las comunidades (UNQ).

La familia Capovilla, en San Cristóbal, me permitió trabajar y alojarme en su campo; Lidia y Sergio me abrieron las puertas de su casa y la tranquera de Tierra Buena, y les estoy inmensamente agradecida, porque sin su cooperación habría sido muy difícil llevar adelante tanto trabajo de campo. La familia Juncos fue mi familia fuera de casa, y cuesta poner en palabras la generosidad y el cariño que me brindaron todos estos años. Teodoro, María Eva, Pablo, Angélica, Paulina y Lionel (desde la panza) fueron compañeros de charlas, de mates, y de muestreos. Los meses de trabajo en Santa Fe habrían sido muy largos sin ellos. El Ing. Agr. Rafael Pizzio me brindó su apoyo logístico en los ocasionales viajes a Mercedes, Corrientes. Agradezco también a todos aquellos que me ayudaron a lo largo de la tesis con trabajo de campo o de laboratorio: Marina Acosta, Diego Gómez, Carolina Ubeda, Yamila Obed, Mariana Ferrulli y Carolina Gomila, por ayudarme a alimentar colonias, medir hormigas, pesar hojas, y las mil tareas en las que colaboraron, con responsabilidad, entusiasmo y buena voluntad.

Mis compañeros de laboratorio, pasados y presentes, compartieron conmigo no sólo el tiempo de trabajo y los mates infaltables, sino también sus conocimientos, sus perspectivas y su experiencia. Todos ellos contribuyeron a enriquecer este trabajo, y por esto, además de la amistad que trabé con cada uno de ellos, les agradezco especialmente a Gloria Albioni Montenegro, Daniela Goffré, Mónica Chirino, Norma Gorosito, Ariel Marfetán, Gabriel Maceiras y Alejandra Habarta. Luciana Elizalde me ayudó muchísimo en mis primeros

encuentros con los fóridos, especialmente en los primeros tiempos, en que la taxonomía estaba en plena revisión; en todas nuestras interacciones me demostró su generosidad y su buena onda. Marco Sirchia me orientó con varios análisis estadísticos, y le agradezco su buena voluntad, paciencia y capacidad didáctica.

Mis viejos, mis hermanas y hermano, mi abuela, todos fueron un puntal enorme, apoyándome de todas las formas posibles, comprendiendo mis ausencias, mis ansiedades (especialmente en estos tiempos de escritura), mis tiempos locos y el tendal de papers por toda la casa. Gracias por el amor y el aliento, por haber priorizado siempre mi educación, y por sostenerme incondicionalmente.

Mis amilas del alma (sí, con ele!), Christina, Diana, Andre, Nali, Sarita, todas mujeres maravillosas, por tanta banca y contención, tanto amor, tantos buenos consejos. Ellas me acompañaron desde siempre, son mis amigas incondicionales, y un regalo de Dios. Por estar ahí en todas las crisis, y festejar todos los logros, muchas, muchísimas gracias.

Finalmente, a Jesus, mi Señor y Salvador, por haber puesto en mí tanto el querer como el hacer, por su buena voluntad.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

"Los seres humanos necesitamos de los insectos para sobrevivir, pero los insectos no nos necesitan. Si toda la humanidad desapareciera mañana, es muy improbable que se extinguiera alguna especie de insectos, con la excepción de tres formas de piojos… pero si los insectos se desvanecieran, los ambientes terrestres pronto colapsarían en el caos."

E. O. Wilson, 2006.

Plagas y Control Biológico

La constante explosión demográfica ha confrontado a la humanidad con numerosos problemas, principalmente el hambre, por un lado, y la amenaza de la contaminación ambiental global, por el otro. Es imperativo que, lo que sea que hagamos para aliviar uno de estos problemas, no empeore al otro. En esta frase, DeBach y Rosen (1991) resumen el gran dilema de la producción agrícola y el control de plagas a nivel mundial. En la lucha por conseguir mejores rendimientos económicos de las cosechas, la humanidad recurrió durante las últimas ocho décadas al uso masivo y global de plaguicidas sintéticos, compuestos que surgieron en su momento como la solución más promisoria al problema de las plagas agrícolas. Sin embargo, años de experiencias negativas y evaluaciones de impacto ambiental y salud humana (Pimentel et al. 1992, Edwards 1993, Goldman y Koduru 2000, Coronado et al. 2011) fueron demostrando que los plaguicidas no eran la panacea que prometían ser (Bale et al. 2008). Entre las consecuencias no deseadas del control químico, estos autores destacan la resistencia de plagas, el alza en el costo de producción agropecuaria, la bioacumulación a través de las cadenas tróficas, la pérdida de biodiversidad, la contaminación ambiental y los riesgos para la salud humana.

Las políticas económicas prevalentes en América Latina durante las décadas del '80 y '90 favorecieron la producción y exportación de cultivos comerciales, principalmente monocultivos a gran escala, con la caña de azúcar, el algodón, maíz, soja, arroz, cítricos y

tomate como los principales destinatarios de aplicaciones de plaguicidas (Altieri y Nicholls 1999). Latinoamérica debe importar la mayoría de los productos químicos que utiliza para el control de plagas, los cuales compra a países industrializados. Se ha dado en muchas ocasiones la situación de que un plaguicida que ha sido prohibido en los países desarrollados, continúa produciéndose y exportándose a los países en vías de desarrollo (DeBach y Rosen 1991).

Pero, en paralelo con el auge de los plaguicidas sintéticos, surgió desde fines del siglo XIX un marcado interés en la comunidad científica por el control biológico, con experiencias sumamente alentadoras en las primeras décadas del siglo XX (Van Lenteren 2012). El control biológico se basa en la regulación de poblaciones plaga por medio de sus enemigos naturales (DeBach y Rosen 1991). La forma en que el control se ejerce sobre las poblaciones plaga varía, y existe una gran diversidad de términos, muchas veces confusos o contradictorios (Bale et al. 2008). Por ejemplo, el término "control biológico aumentativo" se ha utilizado para referirse a liberaciones inundativas de enemigos naturales importados para una plaga con el fin de que actúen en forma similar a un plaguicida sintético (Bale et al. 2008), pero también como una manera de aumentar, mediante crías masivas y liberaciones a campo, poblaciones de enemigos naturales nativos (Luck et al. 1999). Pero más allá de los problemas de terminología, se han reportado numerosos casos exitosos de manejo de plagas mediante control biológico (DeBach y Rosen 1991). Según estos autores, el grado de éxito de los programas de control biológico parece correlacionarse directamente con el esfuerzo de investigación. Un programa viable de control biológico depende de una gran cantidad de estudios preliminares para obtener un conocimiento cabal de la biología y ecología del complejo plaga-enemigos naturales, así como los ambientes en los que interactúan. Esta investigación toma, en promedio (10 años) el mismo tiempo que la industria agroquímica necesita desde la formulación de una nueva molécula hasta su lanzamiento al mercado como un plaguicida nuevo (Bale et al. 2008).

En términos generales, al aplicar métodos de control biológico, el hombre explota los mecanismos ecológicos de regulación de poblaciones, reduciendo a las plagas de manera tal de que tanto ellas como sus enemigos naturales permanezcan en el ambiente (DeBach y Rosen 1991, Bale et al. 2008). A pesar de las grandes ventajas que el control biológico tiene sobre el químico, incluyendo la especificidad, la alta tasa de éxito, el menor costo de desarrollo, la capacidad de no generar resistencia, y la inocuidad ambiental (Bale et al. 2008), se lo aplica en una reducida proporción de las tierras cultivadas a nivel mundial (Van Lenteren 2012). Entre los varios factores que llevan a esto se puede citar la presión que

ejercen las industrias agroquímicas (DeBach y Rosen 1991), que explotan la creencia ampliamente diseminada entre los productores agropecuarios de que es imposible cultivar sin usar agroquímicos (Van Lenteren 2012). Sin embargo, el creciente nivel de concientización en los consumidores, y las nuevas regulaciones impuestas por organismos internacionales al uso de plaguicidas, tales como GLOBALGAP, EUREPGAP y el Forest Stewardship Council, entre otros, están mejorando las condiciones para buacar la sanidad agropecuaria y forestal con prácticas sustentables y ambientalmente seguras.

Las hormigas cortadoras de hojas y su rol en los agro-ecosistemas

Las hormigas cortadoras de hojas de la tribu Attini (Hymenoptera: Formicidae) son un grupo monofilético que ha desarrollado una estrategia de alimentación sumamente particular. Estas hormigas se alimentan de unas estructuras especiales llamadas gongilidios, producidas por unos hongos que ellas cultivan. Así, se estableció una simbiosis obligada con un género de hongo basidiomicete, *Leucoagaricus* spp, al que los géneros *Atta* Forel y *Acromyrmex* Mayr le brindan pedazos cortados de vegetación fresca como sustrato para su crecimiento. Esta estrategia, desarrollada entre 8 y 12 millones de años atrás (Schultz y Brady 2008), les ha permitido evitar las defensas naturales de la mayoría de las plantas, y alimentarse de una gran variedad de hospedadores, gracias a la batería enzimática de sus aliados (Hölldobler y Wilson 1990). Esta es una de las razones por las que las attinas superiores se han convertido en los herbívoros más exitosos del Neotrópico (Cherret 1986, Hölldobler y Wilson 1990), ocupando un nicho equivalente al de los grandes mamíferos herbívoros del Paleotrópico (Bucher 1987, Hölldobler y Wilson 1990, McNaughton et al. 1993), y consumiendo más material vegetal que cualquier otro grupo animal en Centro y Sudamérica (Hölldobler y Wilson 1990).

Muchas especies de estas hormigas prefieren los paisajes abiertos y los bosques secundarios (Folgarait et al. 1996, Farji-Brener 2003), por lo cual se han beneficiado con la llegada de la civilización europea, ya que los inmigrantes derribaron grandes extensiones de bosque nativo para establecer cultivos. El paulatino desmonte de selvas y bosques nativos de las últimas décadas ciertamente ha empeorado la situación. Estas hormigas prefieren hojas jóvenes (Rockwood 1976, Mundim et al. 2009), con bajas concentraciones de lignina y compuestos secundarios (Howard 1987, Farji-Brener 2003), y altas concentraciones de nitrógeno y fósforo foliar (Mundim et al. 2009), ya que estos compuestos favorecen el crecimiento del hongo simbionte (Hölldobler y Wilson 1990). Los fertilizantes utilizados

normalmente en sistemas de cultivo aumentan notablemente la concentración de dichos elementos en las plantas, lo que los vuelve especialmente atractivos para las hormigas (Montoya-Lerma et al. 2012). En consecuencia, ambos géneros son considerados plagas para una gran variedad de cultivos, incluyendo hortícolas, frutales, café, cacao, caña de azúcar, mandioca y maíz (Cherret y Peregrine 1976, Cherret 1986). En una encuesta conducida en 22 países americanos, Cherret y Peregrine (1976) reportaron que se consideran como plagas agrícolas de 47 cultivos y 15 especies forestales a 15 especies de *Atta* y 23 especies de *Acromyrmex*. La misma encuesta reveló que, para Argentina, las hormigas cortadoras eran consideradas entre las 20 peores plagas para la agricultura y la ganadería, mientras que para el sector forestal estaban entre las 5 peores plagas. Existen en la literatura numerosas estimaciones de la importancia económica y las pérdidas atribuidas a las hormigas cortadoras. Vilela (1986) observó que las hormigas cortadoras representaban el 75% del costo y tiempo implicado en el control de plagas en América Latina, mientras que Lima (1992) estimó que las pérdidas producidas a la producción agrícola rondarían los U$S1000 millones en toda Latinoamérica.

Varias especies de hormigas, entre ellas *Acromyrmex landolti, Atta capiragua, A. vollenweideri*, son consideradas cortadoras de pasto (Robinson y Fowler 1982, ver también Anexo 1.D), y como tales, competidoras del ganado vacuno (Cherret 1986, Fowler y Saes 1986). A través de la competencia con el ganado y la consecuente reducción de la capacidad de carga de las pasturas, se han estimado las pérdidas al sector ganadero en U$S 70 millones anuales para la región de San Pablo (Brasil) (Amante 1972). Robinson y Fowler (1982) encontraron en el Chaco paraguayo densidades de *Acromyrmex landolti fracticornis* de hasta 5850 nidos/hectárea, con un consumo de pasto de hasta 4770 kg/ha/año, que sumado al consumo de pasto por *Atta capiragua* y *Atta vollenweideri*, equivalía al consumo anual de pasto por cabeza de ganado.

El sector forestal también se ve afectado por estos insectos, en particular las plantaciones jóvenes de eucaliptos y pinos (Boaretto y Forti 1997, Zanetti et al. 2000, Cantarelli et al. 2008, Ramos et al. 2008). Boaretto y Forti (1997) citan 15 especies de hormigas cortadoras que atacan plantaciones de *Eucalyptus* en Brasil. La acción de la saliva de las hormigas deforma las hojas de los plantines de esta especie (Vaccaro y Mousques 1997), y tres defoliaciones sucesivas son suficientes para matarlos (Cherret 1986). Este último autor estimó que *Atta* sp. a una densidad de 4 nidos/ha produce la pérdida del 14% de la producción anual de madera. En forma similar, Hernández y Jaffé (1995) concluyeron que *Atta laevigata* a una densidad de 30 hormigueros/ha producen hasta un 50% de pérdida de

producción de madera por hectárea en plantaciones de *Pinus caribaea* de menos de 10 años. Cantarelli et al. (2008) encontraron una reducción significativa del desarrollo de las plantas de *Pinus taeda* al ser atacadas por hormigas cortadoras durante los primeros 24 meses de vida, resultados similares a los encontrados por Nickele et al. (2012). Se ha estimado que *Atta texana* produce en plantaciones de *Pinus taeda* en EEUU pérdidas del orden de los U$S 2,3 millones anuales entre costos de control y de reposición de plantines (Cameron y Riggs 1985).

Si bien muchas de estas cifras son estimaciones, y en muchos casos los métodos que llevaron a su cálculo no están debidamente explicitads, o son cuestionables, permiten de todos modos comenzar a dimensionar el impacto de estos insectos sobre los sistemas de producción humanos, y la necesidad de desarrollar mecanismos adecuados de evaluación de daño, así como de control.

La organización de la colonia

El enorme éxito evolutivo de las hormigas cortadoras es el producto de las numerosas conductas de estos insectos sociales en el cuidado de sus hongueras, también llamadas cultivos o jardines, tales como el aislamiento físico de los jardines y su constante monitoreo y "desmalezamiento", la producción de sustancias defensivas, así como las múltiples simbiosis establecidas con bacterias productoras de antibióticos (Currie et al. 2003a), lo cual reduce la exposición de sus jardines a microbios potencialmente parásitos, y evita el establecimiento de infecciones en las hogueras (Little et al. 2003). Las glándulas metapleurales, estructuras exclusivas de las hormigas (Hölldobler y Engel-Siegel 1984) secretan sustancias que inhiben el crecimiento de hongos y bacterias (Bot et al. 2002); las hormigas activamente aplican las secreciones de estas glángulas para atender a sus hongueras, el sustreato que les aportan, las reinas e incluso otras obreras, en presencia de agentes infecciosos (Fernánde-Marín et al. 2006). Por otro lado, numerosas bacterias cuticulares de las hormigas, tales como *Pseudonocardia* spp. y *Streptomyces* spp., secretan antibióticos que ayudan a las hormigas a proteger a sus jardínes del hongo patógeno *Escovopsis* spp (Haeder et al. 2009, Cafaro et al. 2011), si bien se ha propuesto que estos antibióticos no son específicos, y podrían estar vinculados a proteger la salud de las obreras más que de sus jardines (Sen et al. 2009). Finalmente, las hormigas utilizan el saco infrabucal, una estructura filtradora ubicada en su cavidad oral, para colectar residuos y esporas patogénicas de *Escovopsis*, las cuales luego se

depositan en los basureros (Little et al. 2003). Otros mecanismos complementarios de defensa incluyen las secreciones de las glándulas mandibulares y los fluidos fecales, los cuales pueden inhibir la germinación de esporas de varios microhongos que suelen estar presentes en los jardines (Rodrigues et al. 2008).

Por otro lado, las attinas superiores son moderada a altamente polimórficas (Hölldobler y Wilson 1990), y las hormigas de distintos tamaños y edades cumplen tareas diferentes en la colonia. La principal división se da entre la casta reproductora (reina y machos alados) y la casta no reproductora (obreras). Dentro de esta última, existe una importante variación de tamaños, en la cual las hormigas de tamaño mediano a grande están abocadas al corte y transporte de material vegetal a la colonia (forrajeras). Las hormigas medianas a pequeñas procesan el material vegetal para abonar el jardín (jardineras), mientras que las hormigas mínimas monitorean la honguera, eliminando hifas y esporas de hongos ajenos al jardín. En el otro extremo, las hormigas mayores suelen especializarse en la defensa de la colonia (soldados) (Hölldobler y Wilson).

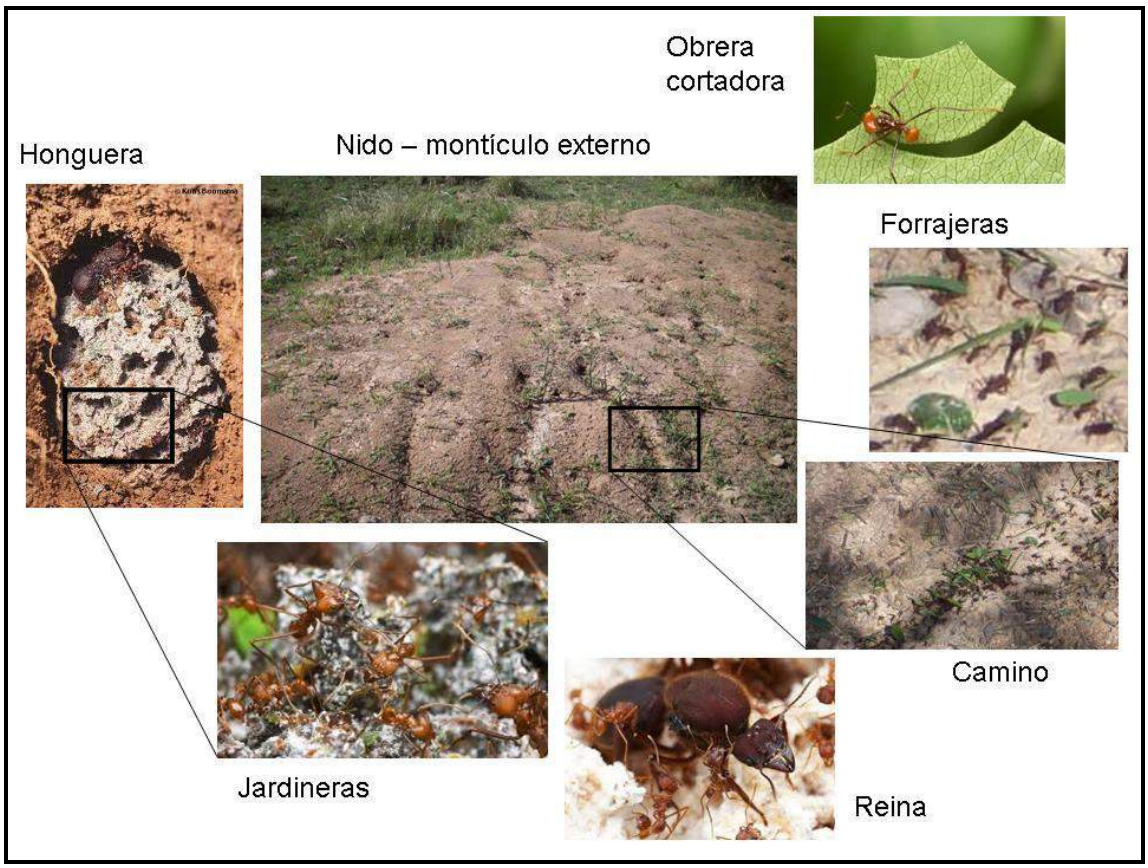


Figura 1.1: Las distintas tareas desempeñadas por los distintos miembros de una colonia adulta de *Atta vollenweideri*.

Finalmente, un grupo de obreras de menor tamaño que las forrajeras se encargan exclusivamente de retirar los desperdicios generados por la muerte de sectores más viejos del jardín, así como cadáveres de hormigas muertas y residuos varios, y depositarlos en los basureros (Hart y Ratnieks 2002, Ballari et al. 2007). La división de trabajo entre las obreras no sólo se corresponde con su tamaño sino también con su edad (Souza et al. 2011), ya que las obreras más jóvenes cumplen tareas dentro de los nidos, pasando a desarrollar tareas fuera del nido al avanzar su edad. Por otro lado, las tareas más riesgosas para la salud de las obreras son desempeñadas por obreras más viejas, particularmente el manejo de los desperdicios y su traslado a los basureros (Bot et al. 2001). Esta división es de vital importancia para la salud de la honguera, y por lo tanto, de la colonia, al punto de que las obreras que trabajan en los basureros no pueden ingresar a la colonia a través de entradas usadas por las forrajeras (Ballari et al. 2007).

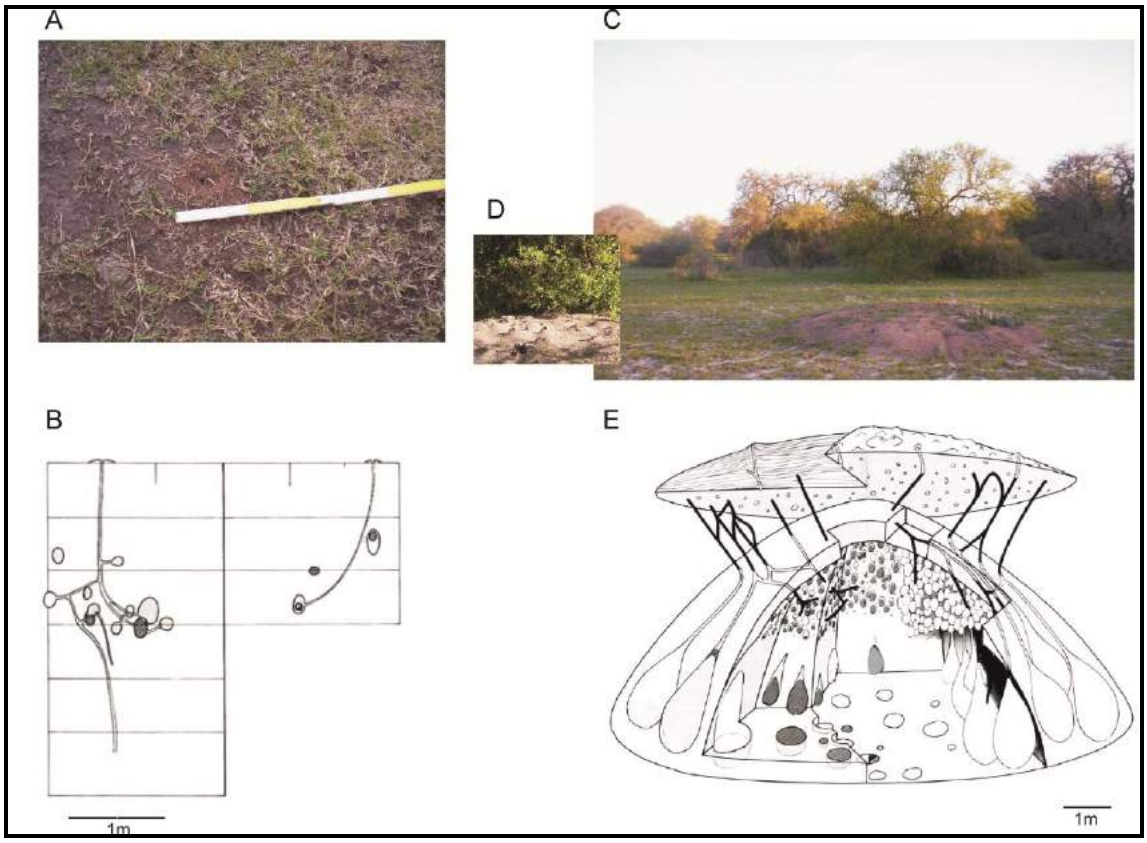


Figura 1.2: Arquitectura de un nido de *Atta vollenweideri*. A- Nido recientemente fundado. B- Esquema de la arquitectura de un nido jóven (tomado de Jonkman 1976). C- Nido adulto (más de 5 años). D- En épocas de lluvias, las bocas son cubiertas con torretas (observación personal). E- Esquema de la arquitectura de un nido adulto (modificado de Jonkman 1976). Las cámaras superiores, más pequeñas, contienen hongueras, mientras que las más profundas, de forma ovalada y mayor tamaño, son cámaras basurero.

Estas divisiones en castas morfológicas, reproductivas y etarias pueden observarse en ambos géneros de attinas superiores, si bien en *Acromyrmex* el polimorfismo es menos marcado que en *Atta* (Hölldobler y Wilson 1990, Forti et al. 2011). La arquitectura de los nidos varía también entre ambos géneros, ya que los nidos de *Atta* suelen alcanzar dimensiones muy superiores a las de los nidos de *Acromyrmex*. Así, un nido de *Atta vollenweideri* maduro puede tener un montículo superficial de 5 a 8 m de diámetro y 70 cm a 1m de altura, y alcanzar una profundidad de 8 metros, con miles de cámaras de hongo y cientos de cámaras internas para basura (Figura 1.2 A-D).

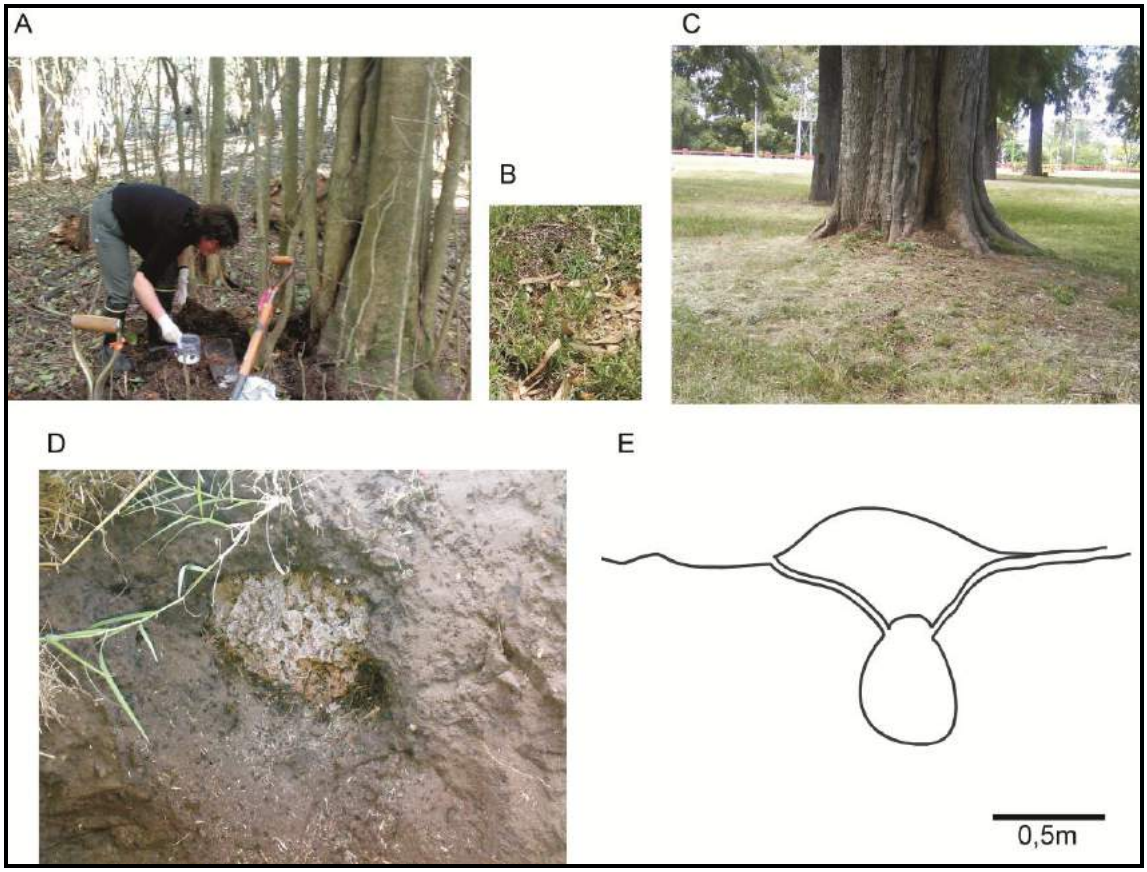


Figura 1.3: Arquitectura de un nido de *Acromyrmex lundii*. A- Excavación de un nido construido entre las raíces de un árbol. B- boca de entrada. C. Vista externa de un nido construido entre raíces. D- Cámara principal, conteniendo la honguera. E- Esquema de la arquitectura de un nido. La salida esquematizada a la derecha representa un túnel subterráneo, con la boca de entrada a medio metro de distancia del montículo.

Por su parte, *Acromyrmex lundii* puede construir nidos con montículo superficial, típicamente recostados contra el tronco de un árbol, o con un montículo poco distinguible, de tierra suelta, marcado por las bocas de salida de la colonia. El tramo proximal de los caminos puede ser subterráneo, con las bocas de salida abriéndose a 1 o 2 m de distancia del nido. Los

basureros pueden ser externos, pero más frecuentemente se trata de cámaras internas (Figura 1.3 A-D).

Importancia de las hormigas cortadoras en los ecosistemas

Pese a la gran importancia económica que se atribuye a estas hormigas, se han publicado pocos intentos de cuantificar su impacto sobre distintos agroecosistemas (Fowler y Robinson 1975, Robinson y Fowler 1982, Jonkman 1980), debido a las dificultades inherentes de manipular sus poblaciones, y a lo impredecible de los ataques de hormigas en distintos agro-ecosistemas. No todas las especies de hormigas cortadoras son plagas, pero los seres humanos las perciben como tales, y las controlan en forma preventiva e indiscriminada. Sin embargo las hormigas cumplen roles de gran importancia ecológica en los ecosistemas. Se las ha considerado ingenieras de los ecosistemas (Folgarait 1998, Meyer et al. 2011) debido a sus efectos positivos sobre numerosas características del suelo, como aireación, permeabilidad (Cammeraat y Risch 2008) y ciclado de nutrientes (Sousa-Souto et al. 2012). Por otro lado, estos insectos están involucrados en procesos tan importantes como dispersión de semillas (Leal et al. 2011), alteraciones de la canopia y la incidencia de luz en los estratos bajos de la vegetación en bosques y selvas (Meyer et al. 2011), y cambios en la composición vegetal que pueden tener impacto a escala de paisaje, e incluso efectos en la sucesión (Jonkman 1976, Hölldobler y Wilson 1990, Farji-Brener y Silva 1995, Farji-Brener 2003, Mountinho et al. 2003, Sousa-Souto et al. 2007, Montoya-Lerma et al. 2012). Por lo tanto, es necesario diseñar estrategias de control que regulen el nivel poblacional de estos insectos, sin eliminarlos del ecosistema.

Mecanismos de control disponibles para hormigas cortadoras

Existe una amplia gama de mecanismos de control que se emplean contra las hormigas cortadoras (Della Lucia 1993, Boaretto y Forti 1997). A pequeña escala, algunos métodos de control aplicables incluyen la excavación de hormigueros recién fundados para extraer a la hormiga reina, el uso de barreras físicas en torno a plantines, tales como anillos de lana, materiales pegajosos o trampas conteniendo líquidos o aceites (Montoya-Lerma et al. 2012). Estos métodos, si bien son seguros ambientalmente, implican gran esfuerzo de aplicación, y no resultan prácticos a gran escala. Por otro lado, los métodos de control químico son de fácil

aplicación en grandes extensiones, y su costo suele ser bajo a moderado. El mírex, un órgano-clorado, se utilizó ampliamente para el control de hormigas cortadoras hasta su prohibición, al ser considerado por la OMS como uno de los 12 contaminantes orgánicos persistencia por su gran permanencia en el ambiente y su gran capacidad de bioacumulación. El mírex fue entonces reemplazado por varios plaguicidas más modernos, como el órgano-fosforado clorpirifós, y la sulfluramida. Estos dos compuestos se utilizan aún hoy debido a su bajo costo, si bien son pocos los estudios que se han ocupado de evaluar su efectividad a largo plazo. Sin embargo, se han reportado casos de desarrollo de resistencia al clorpirifós (Rodríguez et al. 2010, Rust and Reierson 1991, Nyrop and Hassney 2006, Ouyang et al. 2010) y la sulfluramida (Schal 1992); y se ha vinculado el clorpirifós a numerosos problemas de salud humana (Eskenazi et al. 1999, Lee et al. 2004, Rauh et al. 2006, 2011), mientras que se sospecha que la sulfluramida puede deprimir la producción de inmunoglobulina M en ratones (Penden-Adams et al. 2007). La agencia de protección ambiental de EEUU considera al clorpirifós como potencialmente carcinogénico, con los trabajadores rurales como el mayor grupo de riesgo. Por otro lado, este mismo organismo prohibió en el año 2008 la producción de sulfluramida, debido a las preocupaciones generadas en cuanto a contaminación ambiental por este producto y sus derivados (Bossi et al. 2005), al igual que los riesgos que representan para la salud humana (Environmental Protection Agency 2008). Por tanto, los establecimientos que deseen certificar sus productos ante organismos internacionales que regulan y auditan las buenas prácticas agrícolas tienen prohibido el uso de ambos productos. El plaguicida más moderno utilizado en el control de hormigas cortadoras es actualmente el fipronil, un fenil pirazol de amplio espectro (Gunasekara et al. 2007) que actúa a nivel de los canales clorados regulados por GABA (ácido gama-amino butírico), lo cual altera el flujo normal de iones clorados en el sistema nervioso, provocando intensa excitación, parálisis, y finalmente la muerte (Tingle et al. 2003). Si bien se lo considera más efectivo que el clorpirifós, en los últimos años se ha demostrado que afecta a numerosos organismos no-blanco, entre ellos polinizadores y enemigos naturales de varios insectos plaga (Medina et al. 2007, Adán et al. 2011, Tingle et al. 2003, Grout et al. 1997, Williams et al. 2003, Gunasekara et al. 2007, Vidau et al. 2011). El Forest Stewardship Council lo incluyó en una lista de agroquímicos prohibidos para el uso en plantaciones forestales para establecimientos que certifiquen sus productos para exportación (FSC 2007, 2012), lo cual representa un grave obstáculo para el sector forestal, debido a la falta de alternativas viables de control.

Enemigos naturales de las hormigas cortadoras

Antecedentes en el control biológico de hormigas de fuego: El sistema *Solenopsis – Pseudacteon*

En la naturaleza, las hormigas cortadoras, como cualquier otra especie, cuentan con una serie de enemigos naturales, tales como parasitoides, depredadores (vertebrados e invertebrados) y patógenos (Montoya-Lerma et al. 2012). Entre ellos, las moscas de la familia Phoridae (Diptera) han recibido particular atención gracias a los alentadores resultados obtenidos con el uso de *Pseudacteon* spp., un género en esta familia, para el control de las hormigas de fuego en Estados Unidos, las primeras hormigas en el mundo en las que se intentó formal y sistemáticamente el control biológico.

Solenopsis invicta Buren y *S. richteri* Forel fueron accidentalmente introducidas en el sur de EEUU entre principios y mediados del siglo XX (Callcott y Collins 1996), llegando a invadir varios estados del sudeste y sudoeste hacia la década del ’90 (Jouvenaz 1990, Callcott y Collins 1996). Al reconocerse el fracaso rotundo de intentar controlar a estas hormigas por medio de plaguicidas, con enormes pérdidas económicas (Davidson y Stone 1989), se comenzó a buscar métodos alternativos de control. Porter et al. (1997), en una minuciosa comparación entre el ambiente nativo de *S. invicta* y *S. richteri* y el nuevo rango de distribución, concluyeron que la principal causa del éxito de estas dos especies de hormigas en su nuevo ambiente era el escape de sus enemigos naturales, entre ellos, las moscas parasitoides del género *Pseudacteon* spp. Las hembras de estas moscas buscan activamente a sus hospedadores, insertando en su cuerpo un huevo mediante su ovipositor, una proyección esclerotizada de los últimos segmentos abdominales (Disney 1994), el cual tiene un papel preponderante en la taxonomía de esta familia (Disney 1996, Disney et al. 2006, 2008, 2009, Brown et al. 2010). La larva se desarrolla dentro del cuerpo del hospedador, alimentándose principalmente de los tejidos musculares. Al momento de empupar, la larva secreta una enzima u hormona que disuelve el tejido intertegumental (Porter 1998), resultando en la decapitación del hospedador, lo que les ha valido el mote a estos fóridos de “moscas decapitadotas”. La pupa permanece protegida dentro de la cabeza de la hormiga, asomando solamente por fuera de ésta los primeros tres segmentos esclerotizados, en los cuales pueden verse claramente los cuernos respiratorios (Porter 1998). Tras la eclosión, los adultos están listos para aparearse y comenzar a poner huevos luego de unas pocas horas. Se sabe muy poco sobre la vida de los fóridos adultos, más allá de que viven unos pocos días.

A la vez que fueron dilucidados algunos aspectos generales de su biología y ecología (Porter 1998, Folgarait y Gilbert 1999, Morrison 2000, Morrison et al. 2000, Wuellner et al. 2002, Folgarait et al. 2003, 2007) se realizaron esfuerzos para determinar las mejores condiciones para criar a estos parasitoides en forma masiva en el laboratorio (Folgarait et al. 2002a, 2002b, Vogt et al. 2003, Chen et al. 2005, Folgarait et al. 2006, Thead y Streett 2006). Jouvenaz (1981) había concluido que, debido a sus bajas tasas de parasitismo, era dudoso el valor de estos parasitoides como agentes de control. Sin embargo, Feener y Brown (1992) demostraron que la presencia de estos fóridos era suficiente para detener por completo el forrajeo en colonias de *S. geminata*, una observación que confirmaran Orr et al. (1997) para *S. invicta*, y Folgarait y Gilbert (1999) para *S. richteri*. Se demostró luego que la interferencia en el forrajeo de las especies invasoras *S. invicta* y *S. richteri* por sus parasitoides específicos interfería en las interacciones competitivas, favoreciendo a las especies nativas (Mehdiabadi y Gilbert 2002, Mehdiabadi et al. 2004, Mottern et al. 2004). Estos efectos indirectos de la acción de los parasitoides actúan disminuyendo la tasa de forrajeo (Folgarait y Gilbert 1999, Morrison 1999), la proporción de hormigas abocadas al forrajeo (Mehdiabadi et al. 2004) y ejerciendo un impacto a nivel de colonia que se refleja en la menor proporción de hormigas de tamaño grande que nacen en colonias expuestas a parasitismo, lo cual afecta la alimentación de la colonia, ya que las hormigas de mayor tamaño son las más aptas para el forrajeo (Mehdiabadi y Gilbert 2002). Tras aproximadamente 10 años de la primera liberación a campo y las subsiguientes en diferentes estados (Graham et al. 2003, Porter et al. 2004, Gilbert et al. 2008, Porter 2010, Porter et al. 2011), se ha podido comprobar el establecimiento y dispersión de *P. tricuspis* (Lebrun et al. 2008) y de *P. nocens* (Plowes et al. 2012) en Texas, además de *P. obtusus* en Texas (Plowes et al. 2011), *P. curvatus* y *P. tricuspis* en los estados de Texas, Louisiana, Mississippi, Alabama, Georgia, Florida, South Carolina, North Carolina y Arkansas, con *P. curvatus* ampliando su distribución a Oklahoma y Tennessee (revisado en Callcott et al. 2011). Si bien las experiencias de liberaciones y establecimiento de diferentes especies son variables, los éxitos y fracasos estuviero en la mayoría de los casos relacionados por condiciones ambientales buenas o extremas (sequías o lluvias anormales) (Gilbert et al. 2008, Morrison 2012, Plowes et al. 2012). Hoy en día las poblaciones se siguen dispersando rápidamente y no se requieren nuevas liberaciones; se espera comenzar a observar algún efecto regulador sobre la plaga (Folgarait comunicación personal).

Fóridos parasitoides de hormigas cortadoras

Existen varios géneros de fóridos que atacan a hormigas cortadoras en Latinoamérica (Montoya-Lerma et al. 2012). Entre ellos, *Apocephalus, Eibesfeldtphora, Myrmosicarius* y *Neodohrniphora* han recibido gran atención entre la última década del siglo XX y la primera del siglo XXI (Folgarait 2013). Varios estudios se dedicaron a describir aspectos del ciclo de vida y el comportamiento de varias especies, como *N. curvinervis* (Feener y Brown 1993), *N. declinata* (Tonhasca 1996), *A. attophilus* (Erthal y Tonhasca 2000, Bragança et al. 2003, Bragança y Medeiros 2006), *M. grandicornis* (Tonhasca et al. 2001, Bragança et al. 2003), *N. bragancai* (Bragança et al. 2003), *N. erthali* (Bragança y Medeiros 2006), *A. vicosae* (Bragança y Medeiros 2006), *N. tonhascai* (Bragança et al. 2007) y *N. elongata* (Bragança et al. 2009), todas especies que atacan a diferentes especies de *Atta* en Brasil. A partir de estos trabajos fue posible detectar que, si bien los rasgos principales del ciclo vital son semejantes a los descriptos para *Pseudacteon* spp., los fóridos de hormigas cortadoras presentan algunas características distintivas para cada género. Todas las especies de *Neodohrniphora* estudiadas (ahora en su mayoría en el género *Eibesfeldtphora*, Disney et al. 2009) buscan activamente a sus hopedadores en los caminos de forrajeo, especialmente en los tramos proximales (más cercanos al nido) (Tonhasca 1996, Bragança et al. 2003, 2009), *M. grandicornis* ataca preferentemente en las entradas al nido (Tonhasca et al. 2001) mientras que *A. attophilus* y *A. vicosae* atacan a las hormigas en los sitios de corte (Erthal y Tonhasca 2000, Bragança y Medeiros 2006).

La parte del cuerpo del hospedador preferida para atacar también varía, ya que la mayoría de las especies nombradas insertan el huevo en la articulación de la cabeza y la mandíbula, pero *N. curvinervis* y *N. elongata* utilizan el foramen magnum, mientras que *N. bragancai* y *N. erthali* insertan el huevo a través del ano. El tamaño de hormiga preferida para oviponer también varía: *Eibesfeldtphora* y *Apocephalus* buscan a hospedadores significativamente mayores que el promedio de obreras en el camino (Tonhasca 1996, Feener y Brown 1993, Erthal y Tonhasca 2000, Bragança et al. 2006, 2009), mientras que *M. grandicornis* ataca a obreras de tamaño similar a la media de las obreras en el camino (Tonhasca et al. 2001).

Los porcentajes de parasitismo natural reportados para Brasil son comúnmente bajos, entre 1,2 y 2,5%, pero la variedad de metodologías para calcularlos dificulta las comparaciones. Otra variación interesante entre géneros es el tipo de pupario (Figura 1.4): en las hormigas parasitadas por *Eibesfeldtphora* spp. y *Neodohrniphora* spp. los primeros tres

segmentos esclerotizados de la pupa, con sus cuernos respiratorios, asoman entre las mandíbulas de la hormiga, con el resto de la pupa ocupando buena parte de la cápsula cefálica (Tonhasca 1996, Elizalde y Folgarait 2011, Guillade y Folgarait 2011). Por su parte, las larvas de *Apocephalus* spp. abandonan el cuerpo de su hospedador a través de la boca cuando están próximas a empupar, y las pupas son fusiformes, libres, con cuernos respiratorios en la porción antero-dorsal (Erthal y Tonhasca 2000). Finalmente, *M. grandicornis* permanece protegida debajo de los brazos tentoriales dentro de la cápsula cefálica, la cual pierde las antenas y las mandíbulas (Tonhasca et al. 2001). Los tiempos de desarrollo total también exhiben variaciones importantes, desde 17 días para *A. attophilus* hasta 35 días para *Eibesfeldtphora* (Tonhasca 1996, Elizalde y Folgarait 2011, Guillade y Folgarait 2011).

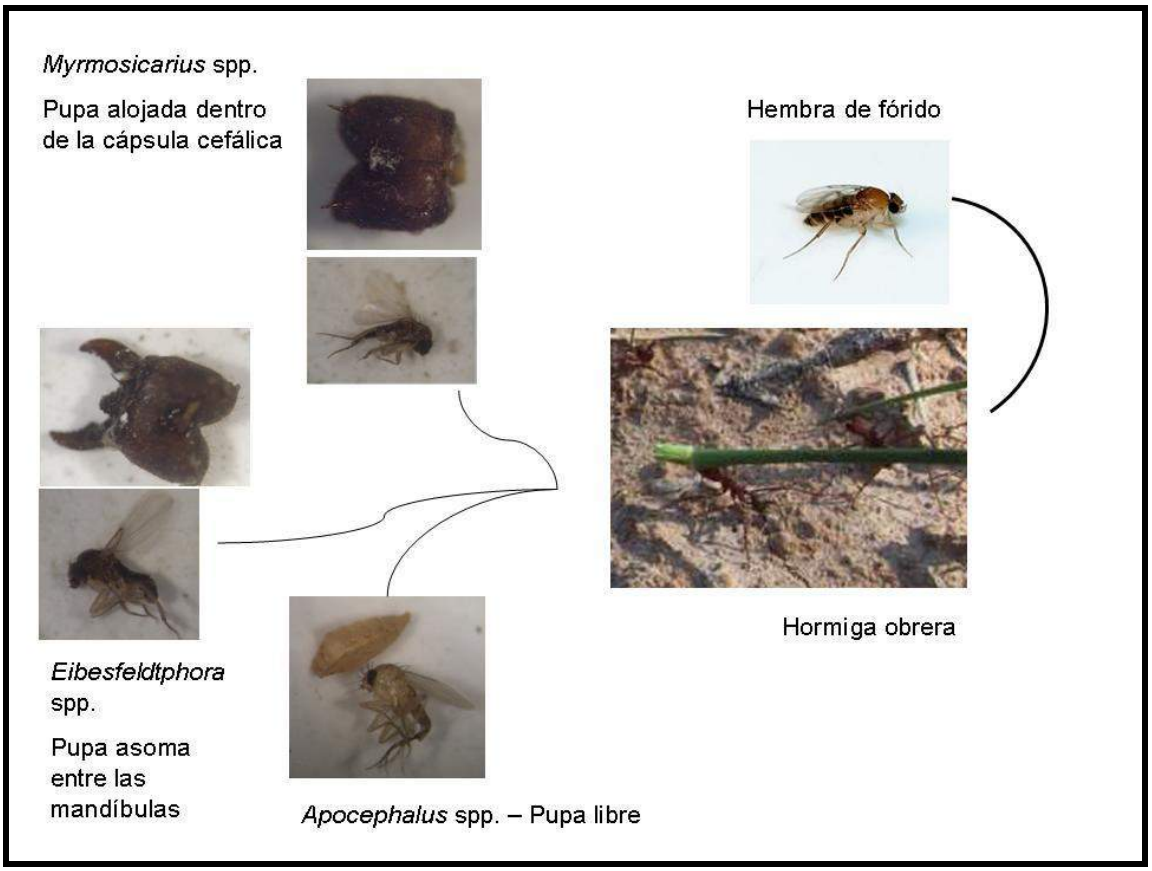


Figura 1.4: Esquema del ciclo de vida de los fóridos de cortadoras, y pupariación característica de los géneros más abundantes en las regiones fitogeográficas Pampeana y Chaco Seco.

El estudio de fóridos nativos de Argentina comenzó con un relevamiento exhaustivo de las especies presentes en el país, a lo largo de una transecta de 1800 km de extensión, desde el centro de Argentina hasta el oeste de Paraguay (Elizalde y Folgarait 2010). A consecuencia de la gran cantidad de información colectada se realizaron tres revisiones

sistemáticas de los géneros *Myrmosicarius* (Disney et al. 2006), *Neodohrniphora*, del cual el subgénero *Eibesfeldtphora* fue elevado a género, describiéndose en él dos nuevas especies, *E. cumsaltensis* y *E. trilobata* (Disney et al. 2009), y *Apocephalus* (Brown et al. 2010), más la descripción del nuevo género *Lucianaphora* (Disney et al. 2008). Esta investigación permitió además determinar que la diversidad del hospedador, y las variables ambientales en menor medida, son los principales factores que determinan la riqueza de especies de los fóridos que atacan a hormigas cortadoras (Elizalde y Folgarait 2010). Se determinó el método de recolección y muestreo más efectivo para estos parasitoides: el muestreo pasivo, mediante la recolección de hormigas parasitadas en los caminos de forrajeo (Elizalde y Folgarait 2011). Existe evidencia de que los fóridos que atacan a hormigas en el género *Atta* no atacan a hormigas del género *Acromyrmex*, y viceversa. Más aún, los fóridos que atacan a hormigas cortadoras no atacan a ninguna otra especie de hormigas, lo cual los constituye en dos gremios bien definidos (Elizalde y Folgarait 2011).

Así como se vio para numerosas especies del género *Pseudacteon*, los fóridos que atacan a hormigas cortadoras generan fuertes respuestas defensivas en sus hospedadores, desde el nivel individual al colonial (Elizalde y Folgarait 2012). Uno de los fenómenos más llamativos en las obreras de muchas especies es la presencia de hormigas "jinetes", obreras pequeñas que viajan sobre fragmentos de hojas transportadas por hormigas de mayor tamaño. Entre las varias explicaciones que se han propuesto para este comportamiento, la hipótesis de que cumplen funciones defensivas contra parasitoides (Feener y Moss 1990), así como contra infecciones fúngicas (Vieira-Neto et al. 2006) siguen en pie. Elizalde y Folgarait (2012) mostraron que las probabilidades de encontrar jinetes en los caminos es varias veces mayor en presencia de fóridos que en su ausencia. Se ha demostrado que la presencia de fóridos sobre caminos de forrajeo puede afectar el ritmo de forrajeo, los momentos de mayor actividad, y los tamaños de hormigas en los caminos (Orr 1992, Bragança et al. 1998). Estos efectos tienen una magnitud muy superior en la influencia sobre los hospedadores que la mortalidad directa causada por parasitismo (Hsieh y Perfecto 2012). Por otro lado, el hecho de que distintas especies utilicen diferentes tamaños de hospedador, los ataquen en distintos sitios y a través de distintas partes del cuerpo, parece indicar que los fóridos son capaces de repartir el recurso hospedador, lo que les permitiría actuar en conjunto en un ensamble de enemigos naturales (Folgarait 2013). Todas estas características los vuelven muy prometedores para programas de control biológico, pero para dirigirse eficazmente al problema de las hormigas cortadoras como plagas agrícolas y su control, es preciso completar la información existente sobre el sistema.

La escasez de trabajos que evalúen su impacto en los agro-ecosistemas, las contradicciones que suelen hallarse entre los resultados de distintos trabajos, y el hecho de que no se hayan establecido niveles de daño para ninguna especie de hormiga cortadora en ningún cultivo, no son casuales. Las secciones anteriores en este capítulo permiten vislumbrar la enorme complejidad de la organización de estos insectos sociales, de sus interacciones con otros organismos y con los ecosistemas de los que forman parte. Su organización en colonias, con miles a millones de individuos, sumamente longevas y capaces de responder exitosamente a numerosos factores de estress, les confieren grandes ventajas evolutivas, y al mismo tiempo dificultan su estudio en numerosos aspectos. Cualquier ensayo que intente cuantificar, por ejemplo, la efectividad de un agroquímico para su control, no puede realizarse sobre individuos aislados, ya que las colonias cuentan con estrategias comportamentales que les permiten sobrevivir al ataque por varias sustancias, aún cuando en un primer momento éstas puedan parecer efectivas. Asímismo, la longevidad de las colonias hace que los ensayos sobre hormigas cortadoras en el campo, y a nivel de colonias, deban hacerse a largo plazo. Del mismo modo, el impacto de sus enemigos naturales no puede medirse fácilmente a corto plazo, y requiere de consideraciones especiales, como se verá más adelante. Sin embargo, tanto mi directora como yo consideramos que el tema de las hormigas cortadoras como plagas agrícolas y el desarrollo de mecanismos de biológicos efectivos revisten gran importancia, y merecen ser abordados, a pesar de las dificultades.

La presente tesis doctoral se planteó con el objetivo de generar conocimiento sobre una de las principales hormigas plaga en nuestro país, *Atta vollenweideri*, la efectividad de los métodos de control existentes sobre ella, así como el efecto sobre sus enemigos naturales, y ampliar el conocimiento existente sobre las especies de fóridos más abundantes sobre *Atta vollenweideri*, así como sobre otra de las hormigas de importancia económica, *Acromyrmex lundii*

Objetivo general

Generar el conocimiento básico necesario sobre las especies de fóridos parasitoides de hormigas cortadoras de hojas, tomando como modelo a *Atta vollenweideri* y *Acromyrmex lundii*, para poder diseñar estrategias de control biológico de estas plagas

Objetivos específicos

1) Determinar cuantitativamente la herbivoría de *Atta vollenweideri* y su competencia con el ganado en pasturas de Santa Fe, y estimar el nivel de daño económico (NDE) de esta especies de hormiga en un sistema productivo ganadero.

2) Evaluar el efecto de la aplicación de plaguicidas sobre las colonias de hormigas y las poblaciones de parasitoides.

3) Desentrañar el ciclo de vida de los parasitoides más abundantes sobre *Atta vollenweideri* y *Acromyrmex lundii*.

4) Determinar las condiciones más adecuadas en cuanto a temperatura y humedad relativa para criar en el laboratorio a varias especies de parasitoides de *Atta vollenweideri* y *Acromyrmex lundii*, de modo de encontrar las condiciones que maximicen el rendimiento de parasitoides, con el objetivo de establecer protocolos de cría masiva.

5) Cuantificar en el campo, sobre colonias completas, el efecto de diferentes densidades de parasitoides sobre el ritmo de alimentación de *Atta vollenweideri*.

CAPÍTULO 2

COMPETENCIA ENTRE LA HORMIGA CORTADORA *Atta vollenweideri* Y EL GANADO DOMÉSTICO (ARTIODACTYLA: BOVIDAE) EN PASTURAS

Introducción

Las hormigas cortadoras (Formicidae: Attini) son consideradas los herbívoros más exitosos en el Neotrópico (Weber 1972, Hölldobler y Wilson 1990), y suplantan en buena parte a las poblaciones de grandes mamíferos herbívoros, los cuales son escasos en el Nuevo Mundo (Bucher 1987, Hölldobler y Wilson 1990, McNaughton et al. 1993). Las atinas superiores dependen exclusivamente de vegetación recién cortada como substrato para su jardín de hongos (Fowler 1983), y extraen más masa vegetal que ningún otro grupo animal (Hölldobler y Wilson 1990).

Las hormigas del género *Atta* Forel han sido consideradas plagas desde el siglo XIX (Cherret 1986); las colonias maduras contienen millones de obreras y cosechan numerosos kilos de vegetación por año. A causa de la capacidad de estas hormigas de evitar la mayoría de los mecanismos de defensa de las plantas, gracias a que dependen de sus hongueras como fuente de alimento, muchos de los cultivos plantados por el hombre en el Neotrópico son atacados por hormigas cortadoras (Cherret y Peregrine 1976, Della Lucia 1993, Boaretto y Forti 1997, Cantarelli et al. 2008, Montoya-Lerma et al. 2012).

Ciertas especies de *Atta*, incluyendo a *A. capiguara* Gonçalves y *A. vollenweideri* Forel, se especializan en cortar herbáceas monocotiledóneas, y se las ha responsabilizado por reducir la capacidad de carga de las pasturas (Robinson y Fowler 1982), ya que se ha estimado que diez nidos consumen tanto pasto al año como una vaca (Cherret 1986). Sin embargo, hay una importante controversia con respecto a estas estimaciones, ya que muchas de ellas se basan en medidas de corto plazo (Fowler y Robinson 1975, Cherret et al. 1986). En 1980, Jonkman calculó que el consumo de pasto por hormigas *A. vollenweideri* en el bajo Chaco paraguayo alcanzaba a 140kg de pasto (peso seco) por hectárea por año, lo cual representa solo el 5% de la producción primaria anual por hectárea en dicha región ecológica. De acuerdo con este autor, los cálculos previos de consumo de pasto por *A. vollenweideri* habían sobreestimado groseramente su herbivoría y, en consecuencia, su importancia como

plagas de pasturas ganaderas. Robinson y Fowler (1982), por otro lado, en un ensayo de un año de duración usando clausuras, reportaron que cada nido de *A. vollenweideri* consumió un promedio de 231,5kg de peso seco al año, y encontraron también indicios de competencia entre las hormigas y el ganado, aunque sus resultados en esta área no fueron concluyentes. Estos autores propusieron además varios factores que podrían sumar en forma indirecta al potencial de plaga de las hormigas, tales como pérdida de producción de pasto debida al espacio físico ocupado por nidos y caminos de forrajeo, y reducción de pastoreo del ganado en presencia de hormigas, debido a defensas físicas de las mismas. Fowler y Saes (1986) encontraron evidencia de fuerte competencia, con el ganado pastoreando más intensamente donde las hormigas no estaban presentes, principalmente debido a la defensa anatómica que representan las espinas torácicas de las hormigas. No existen otros estudios que hayan intentado estimar la competencia entre el ganado y las hormigas cortadoras de pasto, aunque varias publicaciones recientes han arrojado algo de luz sobre las interacciones entre una cortadora de dicotiledóneas, *Acromyrmex lobicornis* Emery, y el ganado doméstico en el desierto de Monte (Argentina). Tadey y Farji-Brener (2007) encontraron que el pastoreo de ganado en esta región ecológica redujo la riqueza y cobertura vegetal, afectando la dieta de las hormigas y reduciendo el contenido nutricional de sus basureros, los cuales han sido demostrados como valiosas fuentes de nutrientes en ambientes áridos (Cerda et al. 2012). Más aún, Cerda et al. (2012) probaron que la germinación de semillas de plantas nativas mejoraba por la acción de los basureros de parcelas poco pastoreadas en mayor proporción que por los basureros de hormigueros de parcelas intensamente pastoreadas.

Argentina es el 5° productor ganadero y el 7° país exportador de carne vacuna en el mundo, y la provincia de Santa Fe, que incluye parte de la región ecológica de Chaco seco, concentra el 27% de la producción nacional, con una densidad promedio de 0,93 vacas por hectárea (Chiossone 2006). Las hormigas *Atta vollenweideri*, al ser uno de los herbívoros nativos dominantes en esta región fitogeográfica (Bucher 1987), son consideradas plagas y competidoras del ganado debido a su consumo de pasto. Sus nidos se encuentran mayormente en suelos arcillosos, y se alimentan principalmente de monocotiledóneas nativas de alto valor forrajero para el ganado (Chiossone 2006), ocasionalmente cosechando hojas de *Prosopis* spp. (Jonkman 1976). Como se explicó previamente, no se han publicado hasta la fecha cuantificaciones confiables sobre el estatus de plaga de estas hormigas, su herbivoría o su competencia con el ganado, y no existen evaluaciones del nivel de daño económico (de aquí en más, NDE), para ninguna especie de hormigas cortadoras de hoja hasta la fecha para pasturas ganaderas, en esta y ninguna otra región. Esto se debe principalmente al gran

esfuerzo que requiere la recolección de datos a largo plazo (Hertz et al. 2007), lo cual es indispensable cuando se estudian colonias de insectos sociales, las cuales suelen ser muy longevas. El método recientemente desarrollado para estimar la herbivoría de hormigas cortadoras a través de conteos a largo plazo de la tasa de deposición en basureros (Hertz et al. 2007) no es adecuado para nidos con basureros subterráneos, como es el caso de *A. vollenweideri* (Jonkman 1976).

El NDE establece un punto en el sistema de producción agrícola en el cual el costo asociado al manejo de plagas iguala los beneficios obtenidos de su control, es decir, debajo del nivel poblacional representado por el NDE, tomar acciones contra la plaga no se justifica desde el punto de vista económico (Pedigo et al. 1986). Desafortunadamente, los NDE han sido a menudo el eslabón más débil entre los componentes del manejo de pasturas (Poston et al. 1983). Como consecuencia de ésto, los productores ganaderos utilizan sus propios criterios para decidir métodos de control y fechas de aplicación, dependiendo exclusivamente de agroquímicos u, ocasionalmente, métodos de control mecánico. Este tipo de acción ha resultado inefectiva para numerosos plaguicidas, y aún aquellos con mayores tasas de éxito han sido identificados como potencial o ciertamente peligrosos para la salud humana y el ambiente. Hay una creciente cantidad de evidencia sobre los efectos perjudiciales de estos plaguicidas sobre organismos no-blanco (Vidau et al. 1998, Al-Deeb et al. 2001, Medina et al. 2007, Bagnères et al. 2009, Chauzat et al. 2010, Adán et al. 2011), incluyendo a los enemigos naturales de las hormigas, las moscas de la familia Phoridae (ver Capítulo 3). Más aún, es sumamente probable que el control indiscriminado de hormigas cortadoras afecte negativamente al ambiente a través de la pérdida de los numerosos servicios ecológicos que brindan estos insectos, tales como el ciclado de nutrientes, bioturbación de suelos y descomposición de materia orgánica (Folgarait 1998, Bucher et al. 2004, Cerda et al. 2012, Montoya-Lerma et al. 2012).

El objetivo de este capítulo fue obtener una estimación adecuada del consumo de biomasa en pie por parte de las hormigas, como únicos herbívoros y también en una situación de competencia con el ganado, con el objeto de establecer un nivel de daño económico para *A. vollenweideri* en pasturas naturales. Este estudio provee datos sólidos que llenan el vacío de información cuantitativa de alta calidad, que evita que los productores puedan tomar decisiones racionales en su trato con estas hormigas.

Materiales y Métodos

Sitio de estudio

El estudio fue llevado adelante en pastizales naturales de un establecimiento ganadero en San Cristóbal, provincia de Santa Fe (30° 12’ S, 61° 09’ W), en la provincia fitogeográfica de Chaco en Argentina, en la cual el estrato herbáceo está principalmente compuesto por *Stypa* spp, *Bromus* spp, *Setaria* spp, *Botriochloa laguroides*, *Paspalum urbillei*, *P. dilatatum* y *Chloris* spp (Cabrera & Willink, 1973). El experimento se llevó adelante desde Septiembre de 2010 hasta Octubre de 2011,

Producción mensual de pasto en presencia y ausencia de herbívoros

El experimento se llevó adelante en tres lotes de pastoreo, cada uno con una densidad de ganado de una vaca por hectárea, conforme a lo que se acepta como la capacidad de carga en la zona de muestreo (Chiossone 2006). Cada lote tiene una superficie de al menos 25 has., y está separado de los otros por al menos 500 m. Seleccioné tres nidos de *A. vollenweideri* de similar altura (media: 0,52 m), diámetro (media: 5,63 m) y número de caminos activos (media: 10,8 caminos por nido), en cada uno de los lotes, y me aseguré de que no hubiera ningún otro nido de *A. vollenweideri* y otras especies de hormigas cortadoras dentro de un áreas de una hectárea en torno al nido, y de que ningún camino de forrajeo proveniente de otras áreas cruzara a los lotes bajo estudio. Por lo tanto, la densidad de nidos de *A. vollenweideri* fue de 1 nido por hectárea. Dentro de un radio de 50 m, con el nido en el centro, coloqué 6 sets de tres tipos distintos jaulas de exclusión de 25 x 25 x 20 cm (ancho, profundidad, altura) más un área abierta de pastoreo, marcada con estacas de metal, de la misma superficie (625 cm^2). Cada set se colocó en zonas donde las hormigas estaban cortando pasto activamente. La figura 2.1 muestra los tipos de jaulas; a continuación se detallan las exclusiones realizadas.

Exclusión 1, Sin Herbívoros (SH): las jaulas se construyeron con una malla metálica de poro fino (0,2mm) cerrando todos los lados y el techo, de modo de que ningún herbívoro pudiese ingresar para cortar el material vegetal dentro de ellas. La estructura fue de alambre de 5 mm de diámetro, construida de modo de que las jaulas pudieran enterrarse 5 cm. en el suelo.

Exclusión 2, Únicamente Hormigas (UH): estas jaulas se construyeron usando malla metálica hexagonal (diámetro de poro: 10 mm) cerrando todos los lados y el techo al igual que en el diseño descripto para las jaulas SH. Este tipo de malla permitió que las hormigas

ingresaran a la jaula de exclusión, pero evitó que las vacas consumieran el pasto que creció dentro de ellas. Realicé varias observaciones previas a los experimentos, con el objeto de asegurarme de que las hormigas pudieran ingresar en estas jaulas de exclusión y retirar de ellas material vegetal.

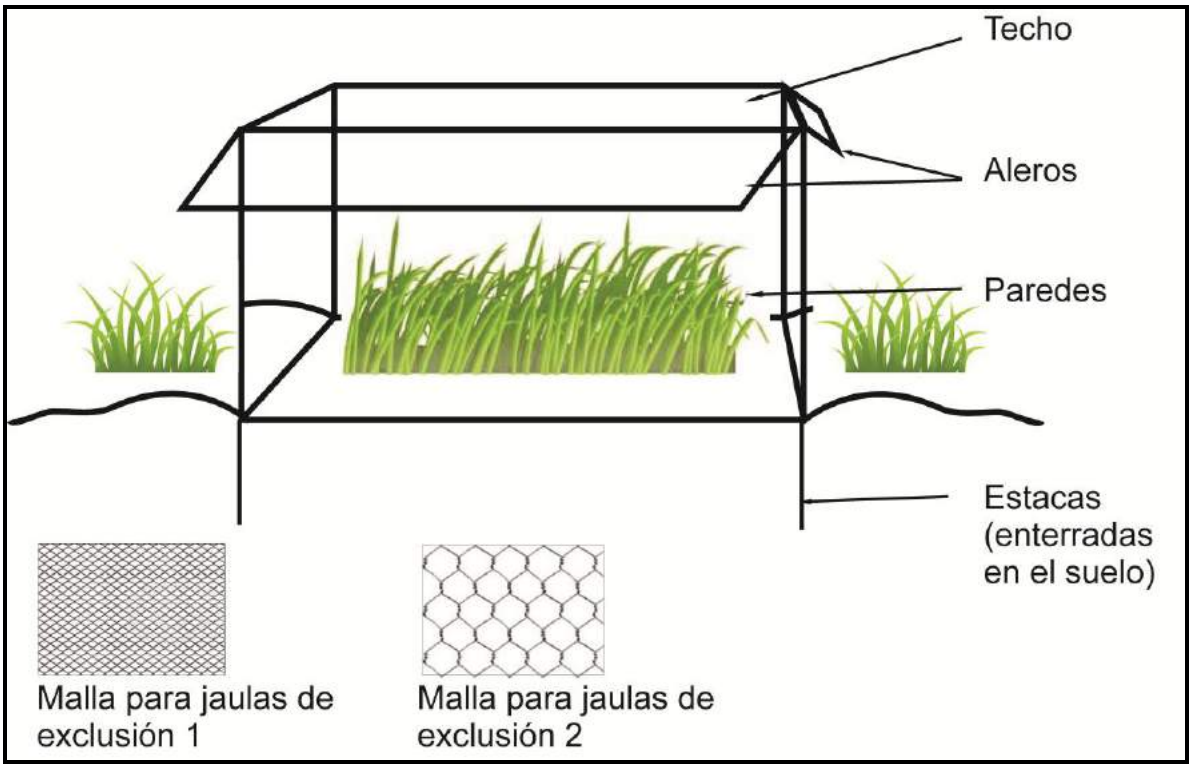


Figura 2.1: Diseño de las jaulas de exclusión empleadas en los experimentos.

Área de pastoreo, Hormigas más Ganado (H+G): cada una se delimitó marcando las cuatro esquinas de un cuadrado de 25 x 25 cm con estacas de metal, de modo de que tanto las hormigas como las vacas pudieran consumir el material vegetal dentro de estas áreas sin impedimentos.

Dentro de cada set, las jaulas y el área de pastoreo se colocaron con una distancia de 25 cm entre una y otra, de modo de minimizar el impacto de cualquier diferencia posible en microhábitat entre jaulas.

Por cada set coloqué dos jaulas SH: de una de ellas corté el pasto en cada fecha de muestreo, y la caja permaneció en el mismo lugar a lo largo de todos los muestreos. La otra fue movida a un punto diferente (siempre a una distancia de entre 25 y 50 cm de la otra jaula SH) luego de cortar el material vegetal en cada fecha de muestreo. Esta segunda jaula me permitió evaluar si había algún efecto en la productividad vegetal a causa de los cortes repetidos de plantas en el mismo sitio (primera jaula), comparado con cortes (simulando

pastoreo) en diferentes puntos a lo largo del año (segunda jaula). Tanto las jaulas SH como la jaula UH fueron cubiertas con ramas espinosas para mantener alejado al ganado, mientras que el área H+G permaneció fácilmente accesible a ambos herbívoros.

Desafortunadamente, debido a limitaciones económicas no me fue posible cercar parcelas, encerrar una vaca en cada una y eliminar todos los nidos de hormigas cortadoras en ellas para evaluar el consumo de ganado por lote. El consumo de ganado se pudo calcular entonces como la diferencia entre el material vegetal de las jaulas UH y las H+G.

Visité mensualmente cada set de jaulas entre octubre de 2010 y octubre de 2011, con la excepción de enero y julio de 2011, En cada fecha de muestreo, destapé las áreas cubiertas por las jaulas y corté toda la vegetación dentro hasta una altura de 1cm por encima del suelo. Sequé el material vegetal cortado en estufa a 60°C y lo pesé usando una balanza digital de precisión Acculab V200 (0,01gr error). Luego convertí estos datos a peso seco por hectárea de modo de simplificar las comparaciones con otros resultados publicados.

Impacto de la actividad de las hormigas en la disponibilidad de pastura para el ganado.

Con el objetivo de determinar si la presencia de hormigas a una densidad de un nido por hectárea afectó la capacidad de las pasturas de sustentar ganado a una densidad de una vaca por hectárea, calculé la producción mínima de pasto por hectárea en dos situaciones diferentes de pastoreo. La situación de pastoreo 1 (SP1) es la que se encuentra representada en el establecimiento Tierra Buena, una estancia ganadera típica con un nivel bajo de organización, en el cual las vacas y los toros se mantienen juntos dentro del rodeo durante todo el año, de modo que nacen nuevos terneros en todas las estaciones. Los terneros se mantienen junto con el resto del rodeo luego del destete, el cual se logra insertando un anillo plástico en la nariz del ternero para impedirle alcanzar la ubre de la madre. Para poder estimar la producción de pasto mensual necesaria para sostener un rodeo de este tipo, promedié los requerimientos dietarios de ganado de todos los grupos etarios (Carrillo 1993); todas las edades están representadas en igual proporción en todos los meses en esta situación de pastoreo, ya que los terneros que alcanzan el peso deseado son vendidos cada mes, por lo que los requerimientos del rodeo se mantienen constantes a lo largo del año. Por otro lado, la situación de pastoreo 2 (SP2) se encuentra en establecimientos con un mayor nivel de organización en el manejo, en los cuales los toros se mantienen separados del rodeo hasta el momento de la reproducción, que tiene lugar de octubre a diciembre (Carrillo 1993). La preñez se extiende de enero a julio, cuando comienzan los partos. La parición ocurre entre julio y septiembre, seguida por el período de lactancia. Luego del destete en febrero, los

terneros jóvenes comienzan a ganar peso y las vacas paridas se recuperan de la lactancia hasta la siguiente reproducción. Este ciclo se completa en dos años, de modo que el ganado de distintas edades se encuentra en diferentes proporciones a lo largo del año. Por lo tanto, en enero y febrero el rodeo consiste principalmente en vacas preñadas, vacas lactantes y terneros jóvenes (entre el destete y el año y medio de edad); de marzo a septiembre comprende vacas que se encuentran recuperando peso luego de la lactancia, terneros destetados y terneros jóvenes; finalmente, entre octubre y diciembre el rodeo está compuesto de toros, vacas preñadas, vacas lactantes y terneros jóvenes. Calculé entonces los requerimientos de producción vegetal para cada uno de estos períodos, para una parcela típica de pastoreo en la cual los toros son introducidos sólo durante la época reproductiva. Calculé también una tercer situación en la cual los terneros destetados y los terneros jóvenes son mantenidos separados del rodeo, pero la diferencia entre la cantidad de pasto requerida en esta situación y la situación dos fue mínima, por lo cual la SP2 puede aplicarse a estos dos últimos sistemas. El consumo de pasto bajo las dos situaciones de pastoreo, SP1 y SP2, fueron comparadas con la producción medida en cada parcela, con y sin hormigas, a lo largo del año.

Nivel de daño económico

El NDE, definido como la densidad de nidos por hectárea que provocan una pérdida de producción igual al costo de control (Peterson y Hunt 2003) se calculó usando la fórmula:

$$NDE = C/VD'K \quad \text{(Pedigo et al. 1986)}$$

Donde C es el costo de control por unidad de producción (U$S/ha), calculado como el costo de insecticida por hectárea más el costo de aplicación. Calculamos el NDE usando fipronil, ya que este el el plaguicida más efectivo para controlar a *A. vollenweideri* (ver capítulo plaguicidas). La dosis se calculó a partir de los resultados obtenidos en dicho capítulo, y el valor de mercado del plaguicida se obtuvo en línea (Bayer Crop Science 2013). V es el valor de mercado del producto final, en este caso el valor del ternero (U$S/kg) en el mercado de Liniers, el cual es el principal mercado ganadero del país (Mercado de Liniers, 2013). D' es el daño producido por las hormigas, en términos de pérdida de producción (kg de ternero) por nido. Para su cálculo, usé el porcentaje promedio de la producción primaria de pasto consumida por un nido. Considerando que, en promedio, un ternero consume 15kg de pasto seco para engordar 1kg (Carrillo 1993), calculé entonces la reducción en kg de ternero

que resultaría de la pérdida de pasto generada por el consumo por parte de las hormigas. Finalmente, K es la efectividad porcentual del control ejercido por el plaguicida usado.

Análisis estadísticos

Hubo diferencias significativas entre las parcelas para todos los tratamientos, por lo que los datos no pudieron ser analizados en conjunto. Por lo tanto, los análisis se realizaron en forma separada para cada parcela. Los datos no se ajustaron a la distribución normal ni cumplieron con el supuesto de homocedácea, aún después de aplicar transformaciones, por lo cual no pude analizarlos mediante una ANOVA de medidas repetidas en el tiempo. Realicé entonces una ANOVA no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar más de dos variables por cada fecha de muestreo, mientras que para comparaciones entre dos variables usé el test de Mann-Whitney, ajustando el nivel de significación mediante la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples (Sokal y Rohlf 1995). Analicé los datos usando el paquete Statistix para Windows 2,0 (Analytical Software 1998).

Resultados

Producción mensual de pasto en presencia y ausencia de herbívoros

No encontré diferencias significativas entre la producción primaria de las jaulas SH que fueron movidas luego de cortar el pasto y las que permanecieron en el mismo lugar a lo largo del año, para ninguno de los lotes y ninguna de las fechas de muestreo ($P > 0,05$). Por lo tanto, como la productividad no fue afectada por los sucesivos cortes, utilicé los datos de las jaulas SH que no fueron movidas para todos los análisis posteriores.

Lote 1

La producción total para este lote en las jaulas SH fue de 5200 kg peso seco/hectárea/año. La producción en las jaulas UH sumó 3373 kg peso seco/hectárea/año, lo cual, por un lado, significa que las hormigas solas consumieron 1827 kg peso seco/colonia/año y, por otro, que 3373 kg peso seco/hectárea/año quedarían disponibles para consumo del ganado. La producción en las jaulas H+G fue de 2552 kg peso seco/hectárea/año, lo cual indica que la combinación de hormigas y ganado consumió 2648 kg peso seco/hectárea/año; por lo tanto, considerando a las jaulas UH y H+G, el consumo por parte del ganado en presencia de hormigas debería haber sido de 821 kg peso

seco/hectárea/año. Encontramos que la producción en las jaulas SH fue significativamente mayor que en las jaulas con acceso a ambos herbívoros (H+G) en 5 de los meses muestreados: en Octubre 2010 (H = 8,92, *P* = 0,011), Marzo 2011 (H = 9,08, *P* = 0,0032), Mayo 2011 (H = 7,96, *P* = 0,0087), Agosto 2011 (H = 8,14, *P* = 0,0075), Septiembre 2011 (H = 10,52, *P* = 0,0052) y Octubre 2011 (H = 10,15, *P* = 0,0011). En Febrero 2011 (H = 8,14, *P* = 0,017), Marzo 2011 (H = 9,08, *P* = 0,010), Agosto 2011 (H = 8,14, *P* = 0,0075) y Octubre 2011 (H = 10,15, *P* = 0,0062) la producción fue significativamente mayor en las jaulas SH que en las jaulas UH y H+G. En el resto de las fechas de muestreo, (Noviembre y Diciembre 2010, Abril y Junio 2011) no encontré diferencias significativas entre tratamientos, luego de ajustar los valores de *P* mediante la corrección de Bonferroni (Figura 2.2A).

Lote 2

La producción total en este lote en las jaulas SH fue de 5185 kg peso seco/hectárea/año. La producción en las jaulas UH alcanzó los 3574 kg peso seco/hectárea/año, lo cual significa que las hormigas consumieron 1611 kg peso seco/colonia/año. La producción en las jaulas H+G fue de 2851 kg peso seco/hectárea/año, lo cual indica que la combinación de hormigas y ganado consumió 2334 kg peso seco/hectárea/año; el consumo del ganado solo, calculado como la diferencia entre el consumo por las hormigas solas y por ambos herbívoros, puede entonces estimarse en 723 kg peso seco/hectárea/año.

Encontré diferencias significativas entre los tratamientos SH y H+G solo en el muestreo de Abril 2011 (H = 9,30, *P* = 0,0095), en el cual la productividad fue significativamente más alta en el tratamiento SH; en todas las demás fechas de muestreo las diferencias entre tratamientos no fueron significativas, usando la corrección de Bonferroni (*P* > 0,016) (Figura 2.2B). Hubo marcadas diferencias entre jaulas dentro de cada tratamiento, lo cual probablemente impidió encontrar diferencias estadísticas.

Lote 3

La producción total para este lote en las jaulas SH fue de 4104 kg peso seco/hectárea/año. La producción en las jaulas UH fue de 3822 kg peso seco/hectárea/año, por lo que las hormigas consumieron 222 kg peso seco/colonia/año. La producción en las jaulas H+G alcanzó los 3110 kg peso seco/hectárea/año, lo cual indica que la combinación de hormigas y ganado consumió 994kg peso seco/hectárea/año; el consumo de ganado en este lote puede entonces estimarse en 772 kg peso seco/hectárea/año.

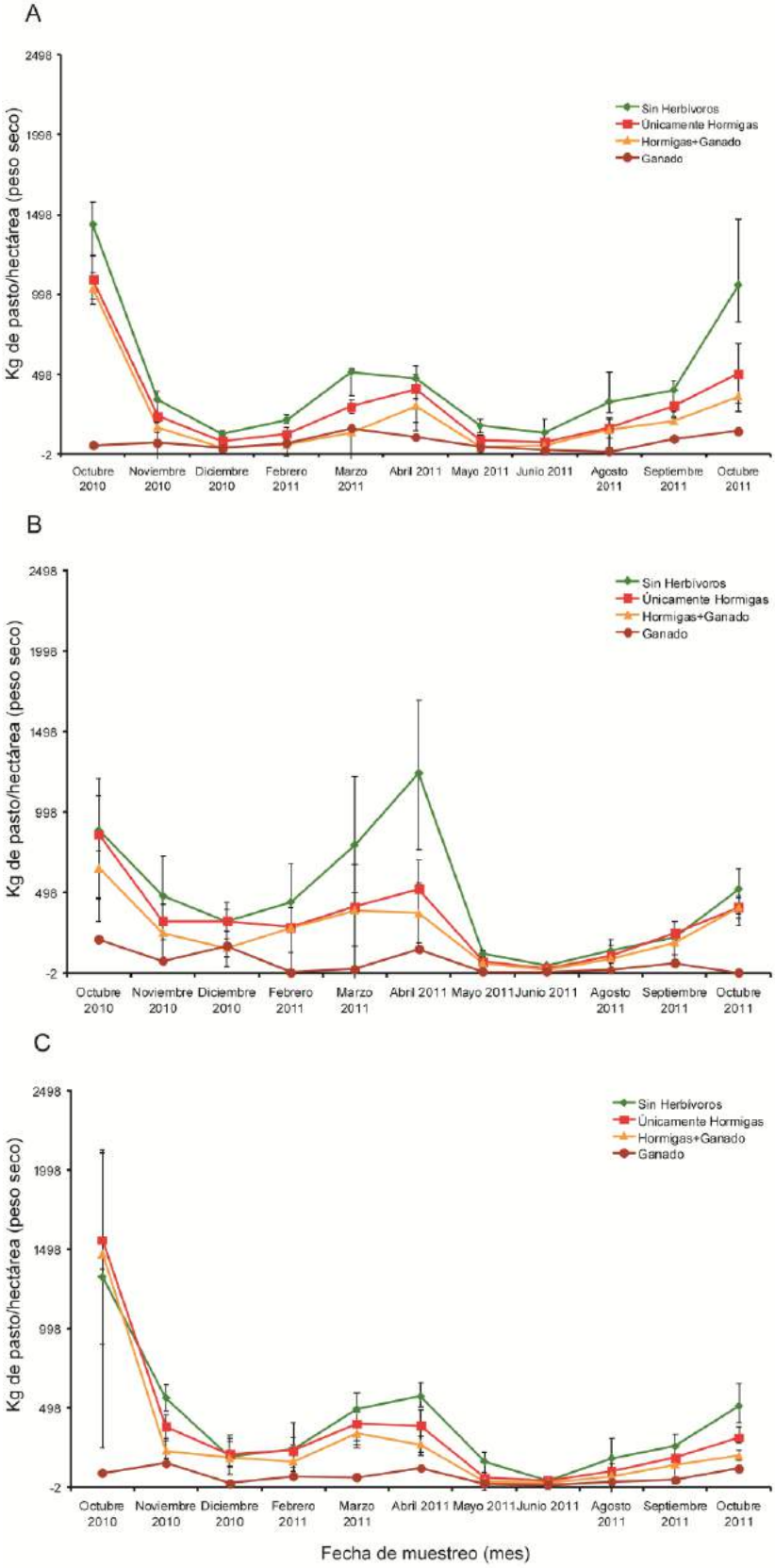


Figura 2.2: Producción de pasto (mediana, 1° y 3° cuartiles) en ausencia de herbívoros (SH), en presencia de hormigas solas (UH) y de hormigas junto a vacas (H+V), más productividad estimada en presencia de vacas solas. A) Lote 1; B) Lote 2; C) Lote 3.

En este lote, la productividad en el tratamiento SH fue significativamente mayor que en el tratamiento H+G solamente en los muestreos de Noviembre 2010 (H = 7,61, *P* = 0,011) y Abril 2011 (H = 6,77, *P* = 0,012). En Octubre 2011 encontramos que la productividad fue significativamente mayor en el tratamiento SH que en el tratamiento H+G (U = 34, *P* = 0,0043), así como que la productividad en el tratamiento UH sobrepasó significativamente a la del tratamiento H+G (U = 33, *P* = 0,0076). Para todas las demás fechas de muestreo las diferencias entre tratamientos no fueron significativas (Figura 2.2C).

Impacto de la actividad de las hormigas en la disponibilidad de pastura para el ganado

El consumo anual por parte del ganado se calculó en 3003 kg peso seco/hectárea/año para SP1 y 2976 kg peso seco/hectárea/año para SP2.

Lote 1

La productividad en este lote excedió el mínimo requerido por ambas situaciones de manejo del pastoreo en la primavera (Octubre 2010, Septiembre 2011 y Octubre 2011) y el otoño (Marzo y Abril 2011), pero estuvo debajo del mínimo en verano (Diciembre 2010, Febrero 2011) e invierno (Mayo y Junio 2011); hubo fechas de muestreo en las que la productividad igualó a los requerimientos mínimos (Noviembre 2010, Agosto 2011). En las únicas fechas de muestreo en las que la productividad se vio reducida significativamente por la presencia de hormigas (Marzo y Octubre 2011), igualmente estuvo por encima de los requerimientos mínimos para ambas situaciones de manejo (Figura 2.3A).

Lote 2

Este lote exhibió una tendencia similar, con un pico marcado de productividad en primavera (Octubre y Noviembre 2010, Octubre 2011) y otro entre fines de verano y el otoño (Febrero a Abril 2011), cuando sobrepasó los requerimientos mínimos para ambas situaciones de manejo. Luego cayó entre fines de otoño y el invierno (Mayo a Agosto 2011); la productividad estuvo en el mismo nivel que los requerimientos mínimos en Diciembre 2010 y Septiembre 2011, En la única fecha de muestreo en que la productividad en las jaulas SH fue significativamente mayor que en las jaulas UH (Mayo 2011), ambos valores estuvieron por debajo del requerimiento mínimo para las dos situaciones de manejo (Figura 2.3B).

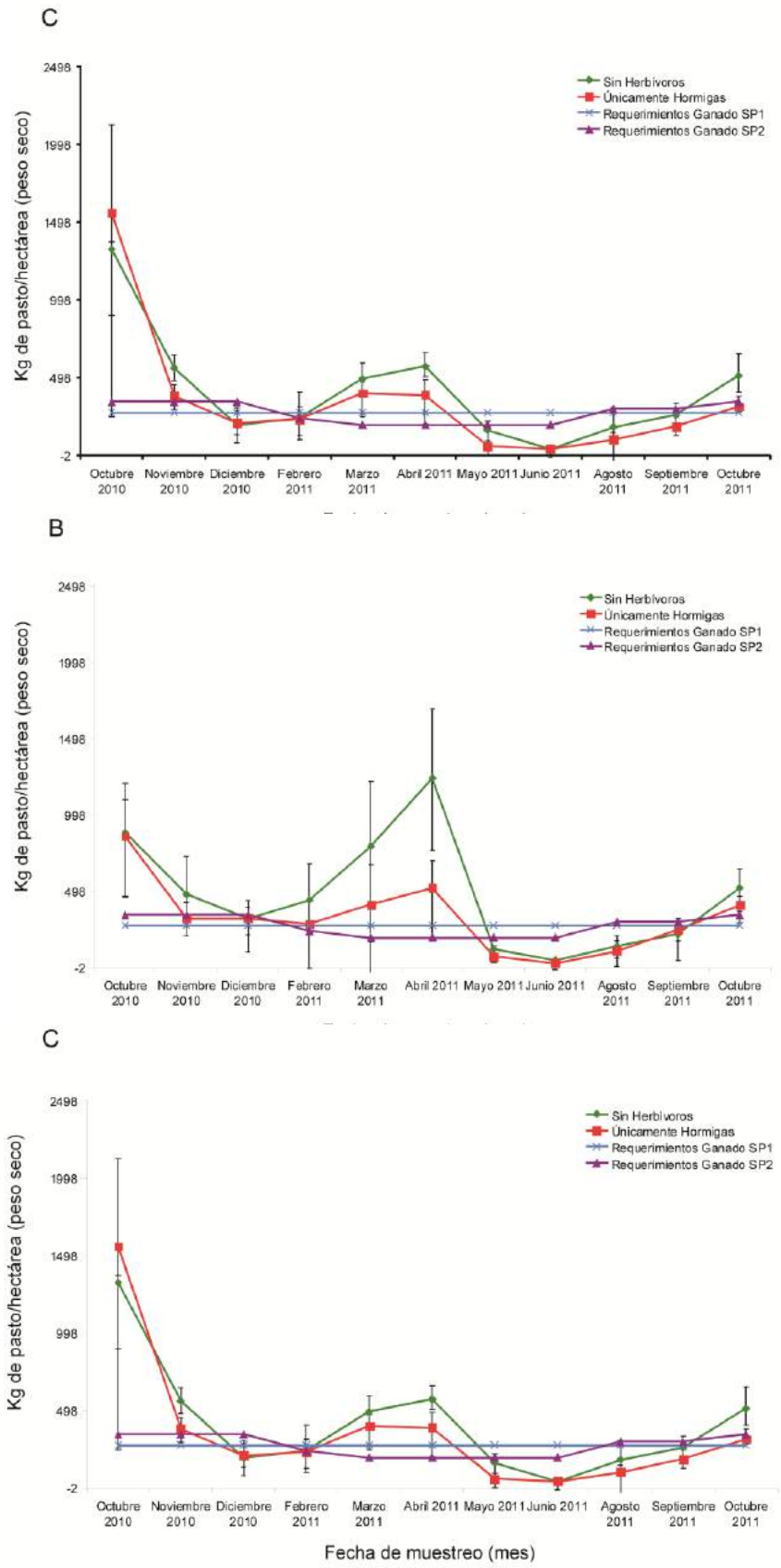


Figura 2.3: Productividad de pasto sin herbívoros (SH) y en presencia sólo de hormigas (UH), comparado con los requerimientos dietarios del rodeo a una densidad de una vaca por hectárea, bajo dos situaciones de manejo (SP1 y SP2). A) Lote 1; B) Lote 2; C) Lote 3.

Lote 3

La productividad mostró en este lote un pico en Octubre 2010 y luego otro entre Marzo y Abril 2011; la producción estuvo por encima de los requerimientos mínimos de ambas situaciones de manejo solo en estas instancias, mientras que cayó debajo de estos niveles en Diciembre 2010, Mayo 2011, Junio 2011, Agosto 2011 y Septiembre 2011, En Febrero 2011 la productividad fue igual a los requerimientos mínimos; en Mayo 2011 la productividad fue igual a los requerimientos mínimos en las jaulas SH, mientras que en las jaulas UH la producción primaria estuvo por debajo de los requerimientos mínimos para ambas situaciones de manejo (Figura 2.3C).

Nivel de daño económico

Considerando que el valor de mercado del fipronil es de U$S 1500/lt, que 20 cc son suficientes para controlar un nido de *A. vollenweideri*, y que la densidad de hormigas fue de 1 nido/ha, estimé el costo del plaguicida en U$S 30/ha. Agregué a este valor el costo de las horas hombre y equipo necesarios para la aplicación (U$S 24), considerando la posibilidad de tener que repetir el tratamiento luego de seis meses. Así, C = U$S 54/ha. El valor de mercado (V) del producto final fue de U$S 2,5/kg. D' fue calculado considerando que, de los resultados obtenidos en los ensayos de este estudio, las hormigas consumen un promedio de 1439kg peso seco de pasto en un año.

Dado que un ternero engorda un kg por cada 15kg de peso seco de pasto que consume, la pérdida de 1439 kg de pasto debido al consumo de las hormigas resultaría en una pérdida de 95,92 kg ternero/nido en un año. Finalmente, consideré el valor de K 0,9, ya que mis estudios sobre plaguicidas mostraron que la efectividad del fipronil es del 90% (ver capítulo 3). Entonces, NDE = 0,27 nidos/ha.

Discusión

Los resultados presentados brindan por primera vez una estimación del nivel de daño económico para hormigas cortadoras en pasturas ganaderas, así como valiosa información sobre la productividad de pasturas naturales en la región fitogeográfica del Chaco, la herbivoría de hormigas, y la competencia entre hormigas y ganado.

La principal razón por la que las hormigas cortadoras son consideradas plagas de la ganadería reside en asumir que los nidos reducen la capacidad de carga para el rodeo. Mis comparaciones con estimaciones de los requerimientos del rodeo bajo diferentes situaciones de manejo del pastoreo muestran que esta preocupación no se justifica a una densidad de un nido por hectárea y una capacidad de carga de una vaca por hectárea, la cual es la densidad promedio de ganado para esta región (Chiossone 2006). Encontré para los tres lotes que la productividad de la pastura cubre los requerimientos del ganado bajo ambas estrategias de manejo en primavera (Septiembre a Noviembre) y otoño (Marzo a Mayo), mientras que en verano (Diciembre a Febrero) e invierno (Junio a Agosto) la producción cae por debajo de estos niveles mínimos (Figura 2.3). En el lote 1, la producción en presencia de hormigas fue significativamente menor que en ausencia de todos los herbívoros en Marzo y en Octubre 2011; en ambas instancias, la producción permaneció por encima de los requerimientos mínimos del rodeo, incluso en jaulas con acceso a ambos herbívoros. En el lote 2, por otro lado, la producción tanto con hormigas como sin herbívoros cayó por debajo de los requerimientos mínimos del ganado entre Mayo y Septiembre de 2011, de manera que en este caso la productividad en estos meses (independientemente de la presencia de hormigas) habría sido insuficiente, y el ganado habría necesitado que se le suministrara forraje para satisfacer sus necesidades dietarias. Finalmente, en el lote 3, la productividad con hormigas fue significativamente menor que en ausencia de herbívoros en Noviembre 2010 y Octubre 2011 (aunque estuvo por encima de los requerimientos mínimos en ambas situaciones de pastoreo) y en Mayo 2011, cuando tanto la productividad con hormigas como sin herbívoros cayeron por debajo de las necesidades mínimas del rodeo.

Aunque los datos de los lotes en nuestro estudio tuvieron que ser analizados por separado, encontré tendencias similares en cuanto a picos y valles de producción a lo largo del año. Notablemente, la producción en las jaulas con acceso a hormigas fue significativamente menor que en las jaulas sin acceso a herbívoros sólo en forma ocasional, mientras que la producción en presencia de ambos herbívoros fue significativamente menor en cinco fechas de muestreo para el lote 1, tres fechas de muestreo para el lote 3, y solamente una fecha para el lote 2. Mis resultados de este último lote exhiben un alto grado de variabilidad. Si bien pueden existir factores relacionados al micro-hábitat que influyan tanto sobre la productividad como sobre la herbivoría en este lote, no son fácilmente identificables, y no pudieron ser previstos *a priori*. La producción en presencia de ambos herbívoros rara vez fue significativamente menor que la producción en jaulas con acceso solamente a hormigas; tales instancias ocurrieron en épocas de alta productividad: principios de primavera y otoño en el

lote 1 y primavera en el lote 3, y la misma tendencia se evidenció en el lote 2. Cuando estimé cómo habría sido la producción si solamente el ganado hubiera estado pastoreando, pude observar que el ganado aparentemente habría consumido menos en presencia de hormigas que lo que potencialmente tendría disponible, dado que el rendimiento de los lotes sería suficiente para sostener a hormigas y vacas en las densidades discutidas; esto evidencia una fuerte interacción de competencia entre ambos herbívoros. Desafortunadamente, mi diseño me impide discriminar con certeza cuál herbívoro resultó más afectado por la interacción, ya que no cuento con una medida independiente de consumo por ganado solo. Fowler y Saes (1986) determinaron que la presencia física de hormigas en las pasturas disuade al ganado de pastorear, lo cual de acuerdo a estos autores es consecuencia de las defensas físicas de las hormigas, tales como las espinas torácicas. Sin embargo, Tadey y Farji-Brener (2007) reportaron evidencias de que la competencia afecta negativamente a las hormigas (ver más abajo). Las hormigas han sido consideradas competidoras del ganado por el recurso pasto (Robinson y Fowler 1982, Fowler y Saes 1986), y mi estudio demuestra que, a una densidad de un nido por hectárea, esta competencia aparentemente afectaría a las hormigas más negativamente que al ganado. Esto fue particularmente evidente en el lote 3, en el cual el rendimiento de la pastura fue 22% menor que en los otros dos lotes: esta reducción en la productividad se tradujo en una reducción del 87% en el consumo de pasto por parte de las hormigas, mientras que el consumo de ganado, en una situación de potencial competencia con hormigas, se habría reducido en sólo el 25%, alcanzando igualmente a satisfacer las necesidades dietarias mínimas bajo ambas situaciones de pastoreo (3003 kg/vaca/año y 2976 kg/vaca/año, respectivamente). Así, cuando la producción de pasto se convirtió en un factor limitante, las hormigas fueron aparentemente desplazadas en la competencia con el ganado, presumiblemente hacia fuentes de alimento menos apetecibles. Los efectos negativos de tal interacción fueron previamente reportados por Tadey y Farji-Brener (2007) para *Acromyrmex lobicornis*, una especie de hormiga que habita en simpatría con *A. vollenweideri* en mi sitio de estudio. Estos autores señalaron que el pastoreo por parte del ganado redujo la riqueza y cobertura vegetal, afectando a su vez la dieta de las hormigas, lo cual se evidenció por la reducción en la calidad nutritiva del contenido de sus basureros. Estos basureros actúan como focos de nutrientes, y se los ha considerado importantes para la sucesión boscosa en el Chaco paraguayo (Jonkman 1976), además de ser fuente de fertilidad para suelos en otros ambientes de la Argentina (Farji-Brener y Ghermandi 2008). En un estudio en pasturas de la región central de Argentina, Cagnolo et al. (2002) encontraron un impacto significativo del pastoreo por parte del ganado sobre la abundancia, riqueza, diversidad y biomasa de insectos en áreas

intensamente pastoreadas. Introducir un nuevo factor de estrés tal como lo es la aplicación innecesaria de tratamientos químicos sobre hormigueros sería perjudicial no solo para las hormigas tratadas, sino para muchos otros taxones de invertebrados que ya están siendo afectados por el tipo de explotación de la tierra, con consecuencias muy difíciles de anticipar.

La herbivoría de *A. vollenweideri* en mi sitio de estudio fue mucho mayor que la que se reportara para el Chaco paraguayo, con la excepción del lote 3, pero las diferencias en cuanto a condiciones climáticas, vegetación y composición del suelo entre esa región y la provincia fitogeográfica del Chaco seco en Argentina hacen que estas diferencias sean cuestionables. Hertz et al. (2007) demostraron cómo la herbivoría por *Atta colombica* puede variar en bosques húmedos tropicales dependiendo del área de estudio y el método de estimación, lo cual puede llevar a sobreestimar considerablemente su consumo de material vegetal.

En los tres lotes la producción primaria anual fue tal que, aun con las hormigas forrajeando, el exceso de producción durante los meses de elevada productividad fue suficiente para que las hormigas acumularan reservas de alimento para los meses menos productivos. Hay dos picos pronunciados en la productividad durante la primavera y el otoño (Figura 2.2), en los cuales las hormigas probablemente cosechen gran parte de este exceso en producción, aunque dejando suficiente para que el ganado se alimente. Esta reserva de material vegetal, almacenada en cámaras subterráneas para luego ser procesada en los jardines de hongo, es lo que probablemente sostiene a la colonia durante los meses de baja productividad. El ganado, por su parte, necesita que se le suministre forraje suplementario. Los productores deberían ser conscientes de que pueden cosechar el exceso de producción de primavera y otoño, almacenándolo en forma de forraje para el verano e invierno, pero deberían hacer ciertas consideraciones, ya que las hormigas podrían volcar su atención a lotes vecinos, si en ellos se están cultivando plantaciones apetecibles.

Otro de los mecanismos por los cuales se propone que las hormigas actúan como plagas de pasturas ganaderas es la pérdida de productividad que ocurre como consecuencia del espacio físico que ocupan los nidos y sus muchos caminos de forrajeo (Fowler y Saes 1986). El tamaño de las colonias maduras de *A. vollenweideri* medidas en el ensayo de campo que conduje en el año 2009 (ver capítulo plaguicidas) fue de 5,39 m de diámetro en promedio, y el número promedio de caminos de nido (activos e inactivos) fue de 18. Considerando que un camino de forrajeo tiene una extensión promedio de 150 m (Röschard y Roces 2003) y que su ancho disminuye continuamente a menudo que se ramifica, desde un ancho promedio de 14,5cm cerca de la entrada al nido, hasta 1,5cm cerca del área de corte (observación personal),

estimé que la superficie total que ocupan todos los caminos de un nido es de 21,6 m^2. Si a ésto se agregan los 24,54 m^2 que cubre la colonia, la superficie total ocupada por un nido de *A. vollenweideri* es de 46,14 m^2, es decir, menos de 0,005 ha. Dado que la producción promedio anual en la pastura estudiada es de 5283,2 kg pasto seco/año (como la suma de la producción en las jaulas SH a lo largo del año, promediada para los tres lotes, y luego calculada para una superficie de una hectárea), la pérdida de producción a causa de la superficie de suelo ocupada por una colonia es de 26,41 kg pasto seco/año, lo que representa apenas el 0,49% del rendimiento anual total.

Los parámetros económicos y biológicos usados para estimar niveles de daño económico, a causa de su naturaleza dinámica (Pedigo et al. 1986), están inherentemente sujetos a una gran variabilidad (Peterson y Hunt 2003). Al comparar el NDE que calculé con los datos que obtuve a partir de los resultados del experimento de exclusión, considero que la fórmula puede estar sobreestimando el efecto de *A. vollenweideri* en las pasturas, es decir, que el nivel de tolerancia de estas pasturas a la actividad de *A. vollenweideri* es mayor que un nido por cada cuatro hectáreas, por varias razones. En primer lugar, el costo de control es relativamente bajo ya que, aunque realicé los cálculos con un plaguicida caro, éste es altamente efectivo a bajas concentraciones, y usualmente ejerce control completo de una colonia adulta tras una aplicación, ocasionalmente dos. En segundo lugar, el numerador de la ecuación debería, idealmente, contener el costo ecológico del control, un término que estima el costo que el uso del plaguicida en cuestión le representa al ambiente (Higley y Wintersteen 1992). Desafortunadamente, no cuento con los datos necesarios para estimar el costo de control, aunque en este caso es un término sumamente relevante para la ecuación, ya que eliminar de la pastura a las hormigas, junto con otros organismos no blancos, como consecuencia del uso de plaguicidas, acarreará sin dudas la pérdida de numerosos servicios ecológicos, como expongo más adelante. Finalmente, la asunción de una relación lineal entre el pasto consumido por un ternero y el peso ganado, aún siendo necesaria para los fines de calcular el NDE, es una simplificación que probablemente lleve a sobreestimar el valor de la producción primaria en la pastura, ya que el peso que ganan los terneros también depende de varios suplementos dietarios durante la cría (Carrillo 1993). En la situación actual, la información que se requiere para una versión más conservadora de la fórmula para el cálculo del NDE, tal como unidad de daño por plaga (Peterson y Hunt 2003) no se encuentra disponible para hormigas cortadoras en pasturas, y obtenerla por extrapolaciones a partir de datos tomados para otras especies o cultivos puede llevar a resultados poco confiables. Estos argumentos ilustran la necesidad de investigar extensivamente el impacto de la actividad de

las hormigas en varios agro-ecosistemas, y de desarrollar una fórmula para calcular NDE que tome en cuenta las particularidades de tratar con insectos sociales de colonias sumamente longevas y mayormente sésiles, con patrones de crecimiento poblacional y dispersión muy peculiares (Hölldobler y Wilson 1990, Parr y Gibb 2010). Aún así, considero que a una densidad de un nido por cada cuatro hectáreas, tomando el resultado de mi cálculo de NDE, la actividad de estas hormigas no afectaría la cría de ganado, y ayudaría a conservar los efectos benéficos de estos insectos en las pasturas (Folgarait 1998, Montoya-Lerma et al. 2012).

Mis resultados demuestran que la presencia de un nido de *A. vollenweideri* por hectárea no altera la capacidad de la pastura de sustentar una vaca por hectárea, bajo dos situaciones diferentes de manejo. En trabajos futuros se debería investigar si podría tolerarse una densidad mayor, ya que el consumo por parte de más de una colonia probablemente sea menor que la suma de sus consumos individuales, dado que la competencia intraespecífica ha sido ampliamente reportada para otras hormigas (Parr y Gibb 2010).

Finalmente, los servicios ecológicos que las hormigas brindan han sido discutidos en numerosas ocasiones (Folgarait 1998, Cammeraat y Risch 2008, Cerda et al. 2012, Montoya-Lerma et al. 2012) pero nunca medidos. Losey y Vaughan (2006) estimaron el valor económico de varios servicios ecológicos brindados por insectos, particularmente en pasturas. Estos autores calcularon que la acción de los escarabajos estercoleros en la aceleración del entierro de heces de ganado ahorra 0,38 billones de dólares en pérdidas anuales. Aunque su trabajo se enfoca principalmente en escarabajos estercoleros, se pueden extrapolar varios puntos de interés. Como fauna del suelo, los escarabajos estercoleros son susceptibles a los mismos agroquímicos usados en el control de hormigas cortadoras, tales como clorpirifós y fipronil, los cuales, como se ha demostrado, causan daño a numerosos organismos no blanco (Williams et al. 2003, Grossman y Upton 2006, Medina et al. 2007, Adán et al. 2011, Asaro y Creighton 2011. En el Capítulo 3 demostraré la escasa efectividad de uno de estos agroquímicos en el control de hormigas cortadoras, así como el efecto negativo de estos agroquímicos sobre los enemigos naturales de las hormigas cortadoras, las moscas de la familia Phoridae. Hay un creciente número de trabajos que muestra la acción perjudicial del fipronil sobre organismos no blanco, entre los cuales se destacan las abejas (Chauzat et al. 2006, Bernal et al. 2010, Vidau et al. 2011), aunque es probable que también afecte a otros polinizadores. Por estas razones, la pérdida de servicios prestados por los insectos a causa del control indiscriminado de hormigas cortadoras incluiría descomposición de heces en la pastura, polinización y control de plagas. De hecho, en Tierra Buena, como consecuencia de la prolongada sequía del año 2008-2009 se comenzaron a controlar la mayor parte de los lotes

con plaguicidas, por presumir que las hormigas dejarían sin alimento a las vacas. En este caso el costo ecológico sería probablemente mayor, dado que la sequía misma ya afectaba negativamente a los insectos. Hubiera sido más recomendable, quizás, dar suplementos dietarios al ganado.

En conclusión, mis resultados refuerzan el concepto de que las estimaciones de herbivoría y potencialidad como plaga de una especie pueden ser confiables solamente para la región en la que se realizan (Fowler y Saes 1986). Las estrategias de manejo de pasturas deben incluir evaluaciones locales de productividad de la pastura en presencia de los herbívoros existentes, así como también en su ausencia mediante el uso de experimentos de exclusión. Esto cumplirá con el doble propósito de evaluar la rotación de ganado entre lotes, y determinar si existe verdaderamente la necesidad de incurrir en el costo de controlar organismos que, a pesar de percepciones prejuiciosas, no son necesariamente plagas.

CAPÍTULO 3

LOS ENEMIGOS NATURALES DE *Atta vollenweideri* SON AFECTADOS NEGATIVAMENTE POR LOS PLAGUICIDAS SINTÉTICOS CLORPIRIFÓS Y FIPRONIL

Introducción

Las hormigas cortadoras de los géneros *Atta* F (Hymenoptera: Formicidae) se encuentran entre las plagas agrícolas más importantes de Sudamérica (Cherret 1986, Hölldobler y Wilson 1990). En Argentina, *Atta vollenweideri* es una plaga importante de varias cosechas, al igual que en el sector forestal (Cherret 1986), y también causa pérdidas económicas al sector ganadero al reducir la capacidad de carga de las pasturas (Vaccaro y Mousqués 1997). Sin embargo, existe una notable falta de evaluaciones sistemáticas de dichas pérdidas (ver Capítulo 2).

El método más usual de control de hormigas cortadoras es la aplicación de plaguicidas, principalmente clorpirifós y fipronil (Vaccaro y Mousqués 1997, Della Lucia 1993, Link 1993, Boaretto y Forti 1997, De Coll 1998, Filho y Dorval 2003, Zaneti et al. 2003), aunque no hay disponibles estudios a largo plazo de la efectividad de estos agroquímicos. Más aún, pocos estudios han evaluado los efectos que estos plaguicidas pueden tener en los insectos benéficos de agro-ecosistemas (Smith y Lockwood 2003, Medina et al. 2007, Adán et al. 2007). El clorpirifós, un organofosforados que actúa como inhibidor de la colinesterasa, es un plaguicida no específico, cuya eficacia contra varias plagas ha venido decreciendo (Rodríguez et al. 2010); se han reportado numerosos casos de resistencia a este agroquímico (Rodríguez et al. 2010, Rust and Reierson 1991, Nyrop y Hassney 2006, Ouyang et al. 2010). Por otro lado, la creciente evidencia de sus efectos adversos sobre la salud humana ha llevado a sustituir al clorpirifós por plaguicidas más modernos (Eskenazi et al. 1999, Lee et al. 2004, Rauh et al. 2006, 2011), destacándose entre ellos el fipronil, aunque los productores de pequeña y mediana escala aún usan clorpirifós en su intento por mantener las poblaciones de hormigas cortadoras bajo control, debido a su precio accesible.

El fipronil es un fenil-pirazol que bloquea los canales de cloro mediados por $GABA_A$, lo cual lleva a una excesiva estimulación neuronal y eventualmente la muerte del insecto blanco (Tingle et al. 2003). A pesar de la amplia popularidad de este plaguicida en Argentina

Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto, Universidad Nacional de Quilmes

(Cámara de Seguridad Agropecuaria y Forestal 2012), no se dispone de estudios a largo plazo de su efectividad contra hormigas cortadoras, y no se ha llevado a cabo ningún estudio de su efecto sobre poblaciones de enemigos naturales de las hormigas. Sin embargo, se ha demostrado que el fipronil es altamente tóxico para otros organismos no-blanco y/o benéficos (Medina et al. 2007, Adán et al. 2011, Tingle et al. 2003, Grout et al. 1997, Williams et al. 2003, Gunasekara et al. 2007, Vidau et al. 2011), y varios estudios han ligado este pesticida a problemas de salud humana (Hurley et al. 1998, Hodgson y Rose 2007, Sidiropoulou et al. 2011).

Una de las alternativas a los plaguicidas propuestas para el control de poblaciones de hormigas cortadoras es el control biológico por medio de enemigos naturales. Hasta el momento, solo se han probado entomopatógenos y micopatógenos generalistas, ya que están disponibles en el mercado (por ejemplo, Attacebo o TrichoD-WP), aunque las únicas publicaciones disponibles se refieren a pruebas *in-vitro* en el laboratorio (Da Silva y Diehl-Fleig 1988, Diehl-Fleig et al. 1993, Silva et al. 2006, Lemus et al. 2008) y un ensayo de campo en colonias completas (López y Orduz 2003). Sin embargo, las moscas parasitoides de los géneros *Apocephalus*, *Eibesfeldtphora* y *Myrmosicarius* (Diptera: Phoridae) pueden ser considerados buenos candidatos para control biológico (Guillade y Folgarait 2011) debido a los efectos negativos que ejercen sobre sus hospedadores (Orr 1992, Feener y Brown 1993, Tonhasca 1996, Bragança et al. 1998, Erthal y Tonhasca 2000, Tonhasca et al. 2001, Elizalde y Folgarait 2010, Guillade y Folgarait 2011). Las hembras de estos dípteros usan sus ovipositores para insertar un huevo en el cuerpo de hormigas obreras ocupadas en diferentes tareas; a medida que avanza el desarrollo, la larva se alimenta de los tejidos de su hospedador, eventualmente matándolo en el momento de pupar (Disney 1994). El destino de estas pupas en el ambiente no está claro aún, pero una de las posibilidades es que sean llevadas a los basureros entre los cadáveres de hormigas (al menos en hormigas que tienen basureros externos). Así, es posible que las pupas sean afectadas por la aplicación de plaguicidas, particularmente aquellos con una elevada capacidad de transferencia horizontal, como es el caso del fipronil (Wiltz et al. 2009, Soeprono y Rust 2004). En forma similar, la aplicación de plaguicidas puede afectar a hormigas forrajeras que han sido parasitadas pero aún están vivas. Es sumamente necesario conocer en profundidad el efecto de los plaguicidas, no solo sobre las plagas blanco, pero también sobre insectos no-blanco, y especialmente benéficos, tales como las moscas de la familia Phoridae, para poder establecer la estrategia más adecuada a la hora de intentar controlar poblaciones de hormigas cortadoras.

Mi objetivo principal en este capítulo fue determinar la eficacia de la aplicación de plaguicidas sintéticos para el control de hormigas cortadoras sobre estas plagas, así como sobre las poblaciones de sus enemigos naturales específicos, las moscas de la familia Phoridae. Para tal propósito, decidí evaluar la efectividad de los dos plaguicidas más comúnmente usados contra hormigas cortadoras, clorpirifós y fipronil, sobre estas plagas a nivel de colonias completas en el campo (escala de nido), y sobre obreras individuales (escala de hormigas). Por otro lado, y utilizando el mismo diseño experimental, evalué el efecto de estos plaguicidas sobre el desarrollo de los fóridos, tanto a escala de nido, hormiga y pupas de fórido. Más aún, me propuse identificar su efecto sobre rasgos clave de la historia natural de los fóridos, tales como tiempos de desarrollo, supervivencia pupal y longevidad de los adultos.

Materiales y métodos

Probé los dos plaguicidas usados más frecuentemente, clorpirifós y fipronil, sobre *Atta vollenweideri* y sus fóridos, organizando los experimentos de acuerdo a la escala a la cual los organismos serían afectados.

Escala de nido: aplicaciones a campo sobre hormigas obreras en caminos de forrajeo.

Este paso consistió en aplicar cada plaguicida a colonias completas (nidos), usando los métodos estándar empleados por los productores agropecuarios, tal como se describe abajo. Cada plaguicida se probó por separado en diferentes nidos.

Los ensayos con clorpirifós se realizaron entre febrero de 2009 y marzo de 2010. Elegí 20 nidos de dimensiones similares (diámetro = 5,39 ± 0,97 m, altura = 0,44 ± 0,13 m). Verifiqué que no existieran diferencias significativas entre nidos que se destinarían a control o tratamientos en cuanto a dimensiones (diámetro: F = 1,17, GL = 9, P = 0,41; altura: F = 2,82, GL = 9, P = 0,06), actividad de hormigas en cuanto a número de caminos activos = 10,31 ± 3,01 (F = 2,01, GL = 9, P = 0,15) y tráfico, medido como número de hormigas que pasaron por un punto fijo en el camino durante 5 minutos, contado en el camino que exhibió el tráfico más intenso en cada nido = 115 ± 34,12 hormigas por camino (F = 1,02, GL = 9, P = 0,49), así como el parasitismo por fóridos (2,83 ± 3,24% de hormigas parasitadas, F = 2,27, GL = 9, P = 0,11). Los nidos fueron asignados a uno de dos grupos, control o tratamiento, con una distancia mínima de 150m entre nidos del mismo grupo. La distancia entre el grupo control y

el grupo tratamiento fue de al menos 200 m, de modo de asegurar que las aplicaciones de plaguicidas no afectaran a los nidos controles. Las aplicaciones se realizaron en días sin viento. Tras verificar que ningún camino de forrajeo de los nidos de un grupo cruzaran los del otro grupo, se aplicó un primer tratamiento con plaguicida (Hormifav ®) clorpirifós 2,5 mg/g polvo mojable (F.A.V. Esperanza, Santa Fe) a los diez nidos del grupo tratamiento usando un recipiente medidor, a una dosis de 17g por camino de forrajeo en todos los caminos de cada nido, ya que esta es la dosis sugerida en el membrete del producto, mientras que los otros 10 nidos permanecieron sin tratamiento (controles). Medí el número de caminos activos y el tráfico como número de hormigas pasando por un punto fijo del camino por minuto, contado en el camino con mayor tráfico en cada nido; tomé muestras (entre 300 y 400 obreras) de forrajeras cada tres meses de los nidos tratados y los controles. Se repitieron las aplicaciones del plaguicida en los nidos tratados luego de cada muestreo, siguiendo las prácticas estándar de aplicación usadas por los productores cuando emplean este plaguicida, ya que los nidos tratados continuaron presentando actividad de hormigas. Los fóridos se obtuvieron a partir de muestreo pasivo (Elizalde y Folgarait 2010), el cual consiste en colectar hormigas forrajeras de los caminos, a las que luego se alimentó con solución de sacarosa *ad libitum* hasta que murieran. Tras la muerte de las hormigas parasitadas, las pupas obtenidas fueron criadas en cámaras con condiciones ambientales controladas (24 ± 1°C, 80 ± 5 % RH, 12:12 L:O fotoperíodo) para determinar el porcentaje de parasitismo natural, además de los siguientes parámetros del ciclo vital de los fóridos: supervivencia pupal, tiempos de desarrollo, longevidad de los adultos, tamaño de las hormigas parasitadas (ancho de la cápsula cefálica debajo de los ojos) y el tamaño de los fóridos adultos (ancho del mesonoto).

Los ensayos con fipronil fueron conducidos siguiendo el diseño experimental previamente descripto sobre un set diferente de 20 nidos, los cuales no presentaron diferencias significativas en cuanto a diámetro (5,46 ± 0,85 m; F = 1,97, GL = 9, P = 0,16), altura (0,49 ± 0,16 m; F = 1,04, GL = 9, P = 0,47), número de caminos activos (12,13 ± 2,14; F = 1,27, GL = 9, P = 0,36), tráfico de hormigas (112,33 ± 28,59 hormigas/nido; F = 1,40, GL = 9. P = 0,31) y parasitismo (12,62 ± 7,65 % de hormigas parasitadas; F = 1,38, GL = 9, P = 0,32). Los experimentos se realizaron entre mayo de 2010 y abril de 2011. Los nidos fueron asignados a dos grupos, control y tratamiento. Apliqué el plaguicida (Fipronil 20 g /100 cc Clap, Bayer CropScience ®) a una dosis de 100 ml por camino de forrajeo, en una dosis de 0,5 ml/l, usando una mochila pulverizadora. Los nidos control fueron rociados con 100 ml de agua destilada por camino de forrajeo, usando un rociador manual para evitar contaminación con residuos de plaguicida en la mochila.

Los datos acerca de caminos activos, tráfico de hormigas y porcentaje de parasitismo natural, tanto para los ensayos de clorpirifós como de fipronil, fueron analizados usando ANOVA de medidas repetidas con el software Statview para Windows 5.0 (SAS Institute 1998), ya que estaban normalmente distribuidos y cumplían el supuesto de homocedácea. Los datos acerca de los ciclos vitales de los fóridos no se ajustaron a la distribución normal, aún luego de ser transformados, por lo que fueron analizados mediante estadística no paramétrica, ANOVA no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar más de dos grupos, y tests de Mann-Whitney para comparaciones de a dos grupos; el valor de *P* para todos los contrastes fue ajustado mediante la corrección de Bonferroni. Usé el software Statistics para Windows 2.0 (Analytical Software 1998) para las pruebas no paramétricas.

Escala hormigas: aplicación en laboratorio de plaguicidas sobre obreras colectadas en caminos de forrajeo.

Esta etapa consistió en aplicar cada plaguicida directamente sobre hormigas colectadas en el mes de septiembre de 2011 sobre caminos de forrajeo de nidos que nunca fueron tratados con ningún plaguicida, con el objetivo de evaluar el efecto que cada agroquímico ejerce sobre hormigas individuales, así como sobre los parasitoides desarrollándose en ellas. Este ensayo era particularmente interesante para el fipronil, ya que su aplicación sobre nidos resultó en la inactividad casi completa de todas las colonias tras el primer tratamiento, y por lo tanto había sido imposible colectar hormigas forrajeras de los nidos tratados. Trabajé con 10 nidos diferentes, tomando de cada nido tres muestras de aproximadamente 300 hormigas cada una, las cuales mantuve en recipientes plásticos (28 x 14 x 8 cm, largo, ancho, alto) con una ventana cubierta con malla metálica de poro fino para permitir ventilación. Por cada nido, una de las tres muestras fue usada como control, a la segunda se le aplicó clorpirifós polvo mojable a una tasa de 34g/recipiente, y la tercer muestra fue tratada con 200 ml de fipronil (0,5 ml/l). Las tasas de aplicación fueron el doble de las de los ensayos a escala nido, ya que en esa instancia el plaguicida fue aplicado durante un minuto y el tráfico en esos nidos fue de aproximadamente 150 hormigas/minuto en promedio. Ya que las muestras para este ensayo contenían el doble de hormigas, dupliqué la tasa de aplicación, aunque manteniendo la misma dosis, para igualar el número de hormigas directamente expuestas al plaguicida durante la aplicación de campo. Todas las muestras fueron mantenidas en sus recipientes y alimentadas con solución de glucosa *ad libitum* hasta que todos los individuos murieran, para poder calcular curvas de mortalidad. Las hormigas muertas fueron retiradas de los recipientes cada

48 horas, contadas e inspeccionadas en busca de pupas de fóridos, las cuales a su vez fueron criadas como se describió más arriba. Calculé el porcentaje de hormigas parasitadas, la supervivencia pupal, los tiempos de desarrollo y la longevidad adulta, y medí el tamaño de las hormigas hospedadoras y los fóridos emergidos, tanto para el control como los dos tratamientos. Los tiempos de desarrollo fueron registrados con el objeto de determinar si la aplicación de plaguicidas los afectaba de alguna manera.

Obtuve las curvas de supervivencia usando la estimación no paramétrica de Kaplan-Meier, con tests de Mantel para determinar si existían diferencias significativas entre o dentro de colonias o tratamientos; estos análisis fueron llevados adelante con el paquete estadístico Systat 13 para Windows (SYSTAT Inc. 2009). El resto de los datos fue analizado mediante las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney, ya que los datos no presentaron distribución normal. Realicé ajustes de Bonferroni para mantener el nivel de alfa en 0,05 toda vez que hice contrastes múltiples (Sokal y Rohlf 1995).

Escala de pupas de fóridos: aplicación en laboratorio de plaguicidas sobre cabezas de hormigas conteniendo pupas.

Esta última etapa consistió en aplicar cada plaguicida directamente a cápsulas cefálicas de hormigas que contenían pupas de *E. trilobata*, obtenidas a través de muestreos pasivos durante noviembre de 2011 sobre nidos no tratados. Dividí las cabezas de hormigas al azar, comprobando que no existieran diferencias significativas en cuanto a tamaño de cabezas entre grupos (H = 1,16, P = 0,55), ya que se ha demostrado que existe una correlación significativa entre el tamaño de cabeza de las hormigas y el tamaño de los adultos que emergen de ellas (Guillade y Folgarait 2011). Traté 50 cabezas conteniendo pupas de *E. trilobata* con 5,5 g de clorpirifós polvo mojable, espolvoreándolo por medio de un tamiz, mientras que a otro grupo de 50 hormigas se les aplicó 30 ml de fipronil (0,5ml/l) mediante un rociador manual. En este caso, las cantidades de plaguicida aplicadas fueron la tercera parte de las cantidades usadas en los experimentos a nivel de nido, ya que cada muestra contenía un tercio del número de hormigas directamente expuestas durante aquel ensayo. Un tercer grupo de 50 pupas, rociadas solamente con agua destilada, sirvieron como control. Luego de aplicar los plaguicidas, las pupas fueron criadas con el fin de determinar supervivencia pupal, tiempos de desarrollo, longevidad de adultos, tamaño de hormigas hospedadoras y de fóridos emergidos, para el control y ambos tratamientos. Los ensayos se realizaron sólo sobre *E.*

trilobata ya que, debido a la severa sequía que afectó la zona de estudio, esta fue la única especie disponible en cantidades suficientes para los experimentos.

Debido a que los datos no se ajustaron a la distribución normal, utilicé pruebas no paramétricas con correcciones de Bonferroni, como describí para la escala anterior, usando el paquete Statistics para Windows 2.0.

Resultados

Escala de nido: aplicaciones a campo sobre hormigas obreras en caminos de forrajeo.

El tratamiento con clorpirifós redujo significativamente tanto el número de caminos activos por nido (tratamiento: F = 91,81, GL = 18, p < 0,0001; tiempo: F = 2,15, GL = 4, *P* = 0,08; interacción: F = 4,59, GL = 4, *P* = 0,0023) como el tráfico de hormigas en los caminos (tratamiento: F = 42,14, GL = 18, p < 0,0001; tiempo: F = 6,71, GL = 4, *P* = 0.0001; interacción: F = 6,39, GL = 4, *P* = 0,0002), aunque el plaguicida no consiguió ejercer un control completo sobre los nidos luego de un año de tratamientos repetidos (Figura 3.1A). El porcentaje de parasitismo natural también se redujo significativamente al compararlo con los nidos control (tratamiento: F = 17,39, GL = 18 *P* = 0,0006; tiempo: F = 1,15, GL = 4, *P* = 0,3371; interacción: F = 1,50, GL = 4 *P* = 0,2) al considerar juntas a las cuatro especies de fóridos presentes. De estas especies, sólo *Apocephalus setitarsus* pudo ser analizada estadísticamente por separado, ya que fue la única presente en números suficientes a lo largo de todo el ensayo para realizar análisis estadísticos. La supervivencia pupal para esta especie se redujo a medida que progresaba el ensayo a lo largo del año (tratamiento: F = 8,75, GL = 16, *P* = 0,0084; tiempo: F = 2,67, GL = 3, *P* = 0,0387; interacción: F = 0,41, GL = 3, *P* = 0,7978).

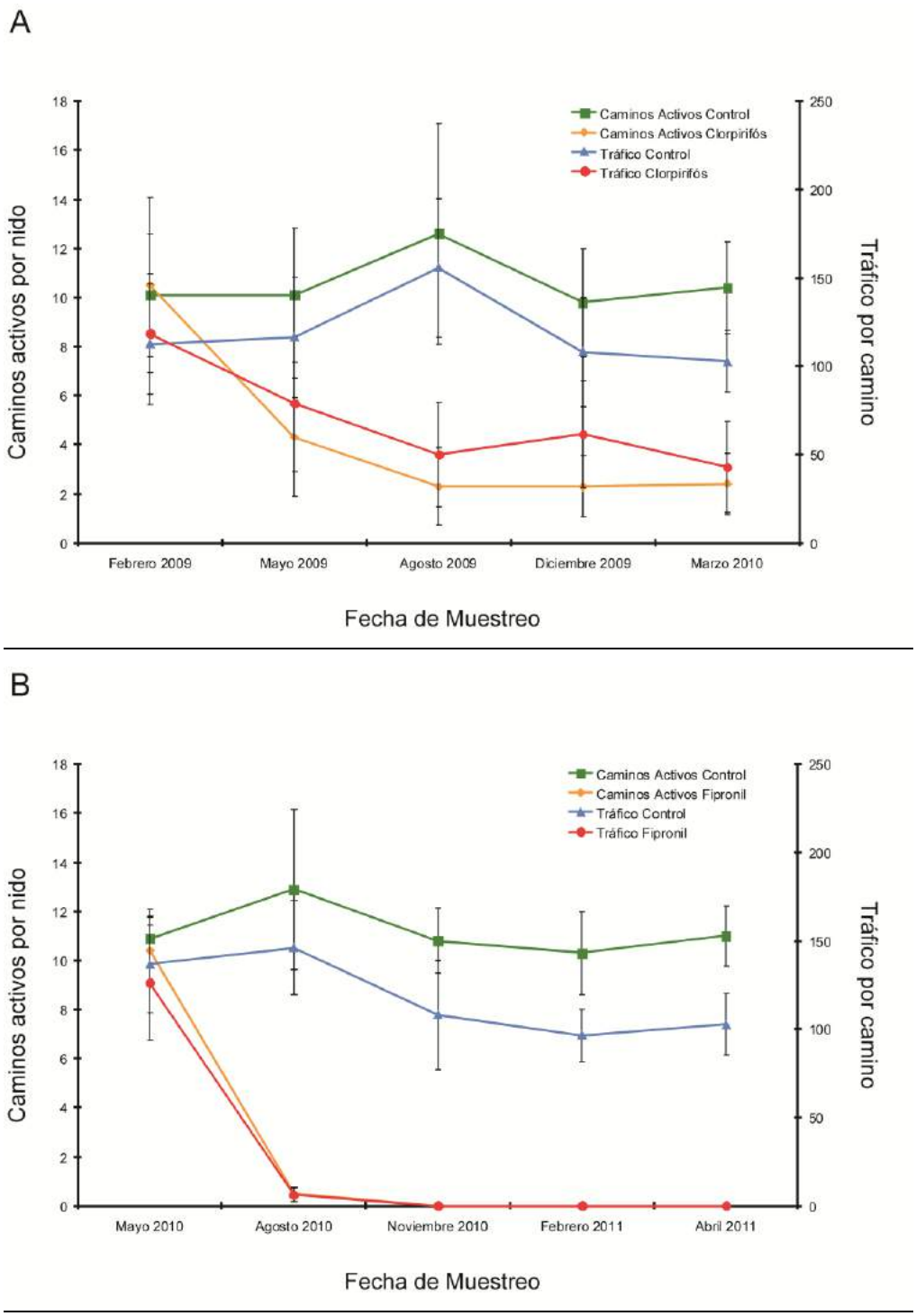


Figura 3.1: Efecto de los plaguicidas sobre las hormigas en experimentos a escala de nido. A) Número promedio con desvíos estándar de caminos activos en nidos y tráfico de hormigas (obreras por minuto) tratados con clorpirifós versus nidos control a lo largo de las fechas de muestreo. B) Número promedio con desvíos estándar de caminos activos en nidos y tráfico de hormigas (obreras por minuto) tratados con fipronil versus nidos control a lo largo de las fechas de muestreo.

	Tratamiento	Febrero 2009	Mayo 2009	Agosto 2009	Diciembre 2009	Marzo 2010
Supervivencia pupal (%)	Control	85 ± 32 *10*	89 ± 13 *10*	85 ± 22 *10*	88 ± 18 *10*	84 ± 18 *10*
	Clorpirifós	84 ± 13 *10*	57 ± 26 *10*	49 ± 33 *10*	47 ± 33 *10*	43 ± 31 *10*
Longevidad de adultos (días)	Control	3 (3 - 3) *23*	3 (2 - 4) *49*	3,5 (3 - 4) *24*	3 (3 - 4) *28*	3 (3 - 4) *19*
	Clorpirifós	3 (3 - 2) *28*	2 (2 - 3) *17*	2 (1 - 3) *6*	2 (1 - 3) *15*	1,5 (1 - 2) *8*
Tamaño de adultos (mm)	Control	0,48 (0,42 - 0,51) *23*	0,5 (0,48 - 0,52) *49*	0,48 (0,45 - 0,51) *24*	0,53 (0,51 - 0,54) *28*	0,51 (0,51 - 0,54) *19*
	Clorpirifós	0,49 (0,45 - 0,53) *28*	0,45 (0,40 -0,49) *17*	0,46 (0,42 - 0,48) *6*	0,45 (0,42 - 0,48) *15*	0,46 (0,42 - 0,48) *8*
Tiempo larval (días)	Control	11 (10 - 11,25) *26*	10 (9,50 - 11) *51*	11 (8 - 13) *29*	10 (9 - 12) *42*	10 (9,50 - 11) *25*
	Clorpirifós	10 (9 - 12) *32*	8 (8 - 10) *21*	13 (4 - 13,50) *9*	11 (9 - 12) *29*	10 (8 - 14) *11*
Tiempo pupal (días)	Control	10 (9 - 12) *23*	12 (11 - 13) *49*	11,5 (9 - 13) *24*	14 (12 - 16) *28*	10 (8 - 13) *19*
	Clorpirifós	11 (10 - 13) *28*	12 (11 - 13) *17*	10 (8 - 15) *6*	15 (12 - 18) *15*	12 (11 - 13) *8*
Tiempo total (días)	Control	21 (19 - 22) *23*	21 (19 - 22) *49*	21 (21 - 22) *24*	21,5 (20,25 - 22) *28*	19 (19 - 21) *19*
	Clorpirifós	21 (19,50 - 21) *28*	22 (20,50 – 23) *17*	21,5 (21 - 22,25) *6*	21 (20 - 23) *15*	21 (19 - 21,75) *8*

Tabla 3.1: Supervivencia pupal, longevidad de adultos, tamaño de adultos y tiempos de desarrollo de *Apocephalus setitarsus* de nidos control vs. clorpirifós en ensayos a escala de nido. Los resultados se muestran como medias con desvíos estándar para supervivencia pupal, y medianas con 1° y 3° cuartiles para las demás medidas. El tamaño muestral para cada período de muestra se muestra en cursiva; para la supervivencia pupal este es el número de nidos a partir del cual se obtuvieron las pupas

Aunque la aplicación de plaguicida no afectó significativamente los tiempos de desarrollo o los tamaños de los adultos de esta especie (Tabla 3.1), tuvo un efecto negativo sobre la longevidad de los adultos (tratamiento: F = 61,46, GL = 20, p < 0,0001; tiempo: F = 0,211, GL = 4, *P* = 0,93; interacción: F = 0,231, GL = 4, *P* = 0,92). Por su lado, el fipronil provocó el cese complete de actividad en todos los nidos tratados luego de la primer aplicación (Figura 3.1B), al punto de que fue imposible colectar hormigas de caminos de forrajeo en los nidos tratados a partir de la segunda fecha de muestreo, mientras que la actividad en los caminos de nidos control solamente fluctuó en respuesta a patrones estacionales de variación.

Escala hormigas: aplicación en laboratorio de plaguicidas sobre obreras colectadas en caminos de forrajeo.

Los efectos de ambos plaguicidas sobre la supervivencia de las hormigas se muestran en la Figura 3.2. Encontramos una gran variabilidad entre colonias, tanto en el grupo control como en ambos tratamientos. Aún así, al comparar los tres tratamientos encontré diferencias significativas entre ambos plaguicidas y el control, con el clorpirifós siendo el plaguicida que mató más rápido a todas las hormigas (mediana: 2 días), mientras que las hormigas tratadas con fipronil tuvieron una supervivencia mediana de 4 días (χ^2 = 7.590,44, *P* = 0,000). Es importante destacar que las obreras de *A. vollenweideri* separadas de sus colonias tienden a vivir un promedio de 10-12 días, por lo que parte de la mortalidad observada en nuestro experimento se debe probablemente a la senescencia natural. Sin embargo, ambos plaguicidas provocaron un 100% de mortalidad significativamente antes que en las colonias control. Adicionalmente, un análisis colonia por colonia de los efectos de los tratamientos sobre la supervivencia reveló diferencias entre colonias para el control, el grupo tratado con clorpirifós y el tratado con fipronil (*P* > 0.05 en cada caso).

Aunque no recuperé hormigas parasitadas del tratamiento con clorpirifós, pude determinar que la aplicación de fipronil redujo el porcentaje de hormigas parasitadas a un tercio del porcentaje en las hormigas control (U = 72, *P* = 0,01) (Tabla 3.2). De las pupas recuperadas de las hormigas tratadas con fipronil, solo las de *Eibesfeldtphora trilobata* estuvieron en números suficientes para análisis estadísticos (Tabla 3.2). La supervivencia pupal para esta especie fue 50% menor cuando se la trató con (U = 67,50, *P* = 0,03). Los tiempos de desarrollo, tanto pupales (U = 47,50, *P* = 0,000) como totales (U = 36, *P* = 0,000), fueron más largos para fóridos provenientes del tratamiento con fipronil, y la longevidad adulta se redujo de 3,18 días para los fóridos del control a 0,54 días para los que emergieron de hormigas tratadas con este plaguicida (U = 1344, *P* = 0,000).

	Tratamiento	Supervivencia pupal (%)	Longevidad de adultos (días)	Tamaño de hospedadores (mm)	Tamaño de adultos (mm)	Tiempo larval (días)	Tiempo pupal (días)	Tiempo total (días)
Escala de Hormigas	Control	87 ± 16 *10*	3 (3 - 3,75) *112*	2,02 (1,92 - 2,16) *158*	0,54 (0,51 - 0,57) *112*	10 (9 - 10) *158*	22 (21 - 23) *112*	31,5 (31 - 32) *112*
	Fipronil	36 ± 21 *10*	0,5 (0,50 - 0,50) *12*	2,16 (2,07 - 2,28) *52*	0,54 (0,54 - 0,57) *12*	10 (9 - 10) *52*	27 (25 - 28) *12*	37 (34,25 - 38) *12*
Escala de Pupas de Fóridos	Control	88 ± 19 *12*	3 (3 - 4) *42*	2,41 (2,19 - 2,49) *50*	0,63 (0,57 - 0,69) *42*	6 (3 - 10) *50*	21 (19 - 22) *42*	26 (24,75 - 30,25) *42*
	Clorpirifós	41 ± 12 *12*	0,5 (0,50 - 1) *27*	2,19 (2,07 - 2,40) *50*	0,66 (0,60 - 0,81) *27*	5 (4 - 6) *50*	17 (17 - 24) *27*	23 (22 - 27) *27*
	Fipronil	43 ± 18 *12*	0,5 (0,50 - 1,25) *29*	2,19 (2,07 - 2,40) *50*	0,6 (0,58 - 0,63) *29*	7 (10 - 13) *50*	20 (15 - 21) *29*	29 (27 - 31,50) *29*

Tabla 3.2: Supervivencia pupal, longevidad de adultos, tamaño de hospedadores (ancho de la cabeza) y de fóridos adultos (ancho del mesonoto), y tiempos de desarrollo para *E. trilobata* en los experimentos a escalas de Hormigas[a] y de Pupas de Fóridos. Los resultados se muestran como medias con desvíos estándar para supervivencia pupal, y medianas con 1° y 3° cuartiles para las demás medidas. El tamaño muestral para cada período muestra en cursiva; para la supervivencia pupal este es el número de nidos a partir del cual se obtuvieron las pupas.

[a] No hay datos disponibles para clorpirifós, ya que no se recuperaron hormigas parasitadas de ese tratamiento.

Si bien no hubo diferencias significativas entre el tamaño de adultos emergidos de control vs. tratamiento (U = 466, *P* = 0,18), las pupas recuperadas de hormigas tratadas estuvieron alojadas en hormigas con cápsulas cefálicas ligera pero significativamente más grandes que aquellas del control (U = 2574,5, *P* = 0,0001).

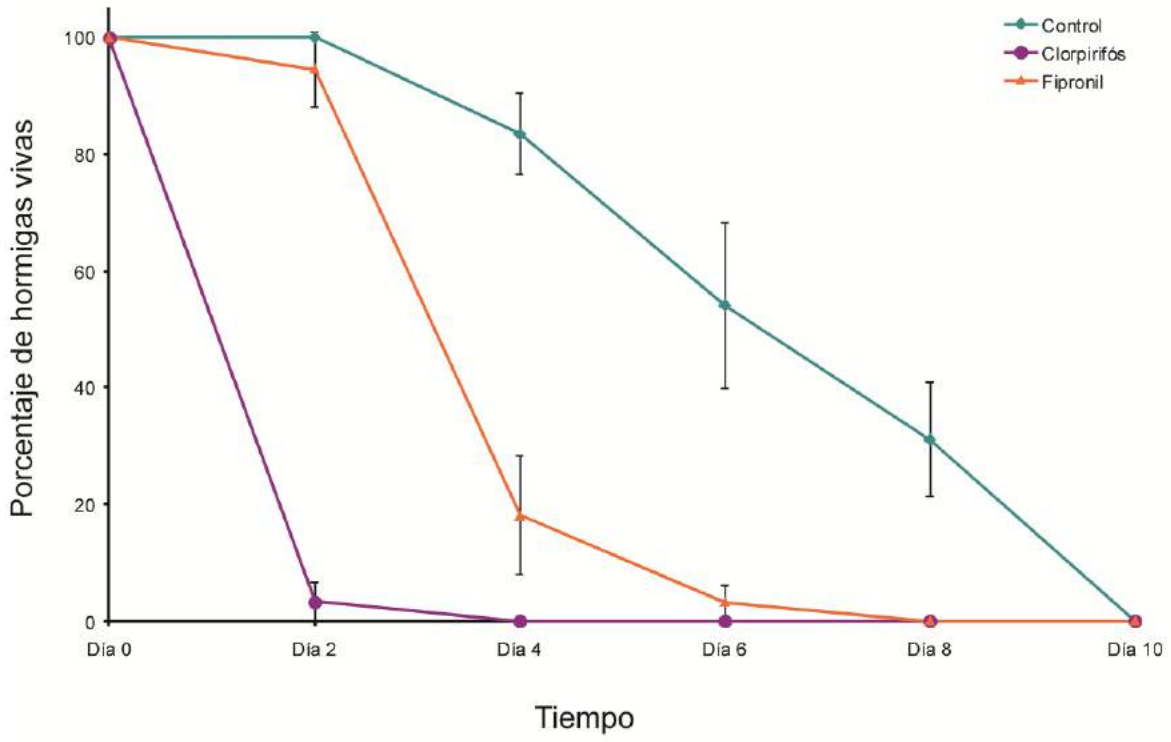


Figura 3.2: Efecto de los plaguicidas sobre la supervivencia de hormigas (mediana con 1° y 3° cuartiles) en experimentos a escala de hormigas.

<u>Escala de pupas de fóridos: aplicación en laboratorio de plaguicidas sobre cabezas de hormigas conteniendo pupas.</u>

La supervivencia pupal fue menor para pupas tratadas con fipronil (U = 120, *P* = 0,0061) y clorpirifós (U = 123, *P* = 0,0035) en comparación al control. Es más, la aplicación de plaguicidas resultó en una disminución significativa de la longevidad de adultos, de 3,21 días en controles, a 0,75 días en adultos provenientes del tratamiento con fipronil (U = 1218, *P* = 0,0000) y 0,66 días en el tratamiento clorpirifós (U = 1134, *P* = 0,0000).

El tratamiento con clorpirifós acortó tanto el tiempo larval como el pupal, resultando en un tiempo total significativamente más corto (U = 894, *P* = 0,0001). Específicamente, el

tiempo larval de *E. trilobata* fue significativamente más corto bajo el tratamiento con fipronil (U = 752,5, *P* = 0,0006) comparado con el control, pero aunque para las pupas tratadas con clorpirifós también fue más corto que en las provenientes del control, esta diferencia no fue significativa (U = 1577, *P* = 0,02). El tiempo pupal, por otro lado, fue significativamente más corto en ambos tratamientos en comparación al control (fipronil vs. control: U = 845, *P* = 0,0059; clorpirifós vs. control: U = 827, *P* = 0,014). Al considerar los tiempos totales de desarrollo, el tratamiento con fipronil no fue significativamente diferente del control (U = 448, *P* = 0,06), ya que el tiempo larval fue más largo pero el tiempo pupal más corto que en el control. No hallé diferencias significativas en el tamaño de los adultos emergidos de las pupas tratadas tanto con fipronil como con clorpirifós, en comparación con los emergidos del grupo control.

Discusión

Los ensayos a escala de nido mostraron que el clorpirifós, si bien disminuyó significativamente la actividad de las hormigas, no pudo controlar efectivamente las colonias de *A. vollenweideri*, ya que los nidos tratados continuaron presentando caminos activos. El fipronil, por otro lado, detuvo completamente la actividad en los nidos por al menos un año en todos los nidos tratados luego de la primer aplicación. Por el contrario, los tratamientos sobre hormigas obreras colectadas en caminos de forrajeo mostraron que la aplicación de clorpirifós resultó en la mortalidad completa de las hormigas tratadas dentro de las primeras 24 horas, mientras que las obreras tratadas con fipronil vivieron entre 48 y 72 horas luego del tratamiento. Aunque puede haber habido alguna sobreestimación de la mortalidad inducida por los agroquímicos, ya que la aplicación en recipientes no permitió a las hormigas escapar al plaguicida, considero que este resultado es válido debido a que mis observaciones de campo mostraron que las hormigas directamente rociadas con plaguicidas mueren minutos después de entrar en contacto con estas substancias, lo cual se traduce en grandes números de hormigas muertas en los caminos de forrajeo y las entradas al nido. Varios estudios en termitas (Ibrahim et al. 2003, Bagnères et al. 2009), hormigas argentinas (Soeprono y Rust 2004) y *Tapinoma* sp. (Ulloa-Chacón y Jaramillo 2003) demostraron que existe una significativa transferencia horizontal de hormigas tratadas a no tratadas en ensayos de fipronil, lo cual indicaría que, aunque la aplicación de fipronil no resulta en la muerte inmediata de todas las hormigas tratadas, la alta tasa de transferencia entre compañeras de nido asegura la

eventual muerte de la colonia. El clorpirifós, por su parte, mató efectivamente a todas las hormigas directamente expuestas, pero evidentemente no pudo alcanzar a la mayoría de las hormigas de la colonia, por lo que redujo el número de obreras en los caminos de forrajeo, pero no detuvo por completo su actividad.

Los efectos que ambos plaguicidas tuvieron sobre los fóridos fueron realmente negativos. Durante el año en que se llevaron adelante los ensayos de campo con clorpirifós, sólo una especie, *A. setitarsus*, pudo ser criada en números suficientes para realizar análisis estadísticos, y las moscas obtenidas a partir de hormigas colectadas en caminos de forrajeo de nidos tratados tuvieron una mortalidad pupal mucho más alta y una longevidad de adultos mucho menor que aquellas obtenidas de nidos control. Los resultados de los ensayos de escala hormiga indican que la supervivencia larval de *E. trilobata* es aún más afectada, ya que en esta instancia no obtuve ninguna pupa en los ensayos de clorpirifós, pero sí en los controles. Vale destacar que estos parasitoides muestran una marcada estacionalidad en su abundancia en el campo, y esa abundancia suele cambiar siguiendo cambios ambientales en temperatura, humedad y precipitación (Elizalde 2010). Durante los dos años de este estudio, *E. trilobata* tuvo un porcentaje de parasitismo natural bajo durante el 2009, pero la población mostró un pico de abundancia en otoño-invierno de 2010 (marzo a julio) y continuó siendo alta durante la primavera-verano (septiembre 2010-marzo 2011). *A. setitarsus*, por otro lado, fue más abundante en otoño de 2009, cuando *E. trilobata* era más escasa, pero la población comenzó a disminuir en otoño de 2010 (marzo) y mostró abundancias muy bajas entre invierno y primavera de 2010 (mayo-octubre). Esta población tuvo una leve recuperación en el verano 2010-2011 (diciembre 2010-marzo 2011), y luego volvió a caer en otoño de 2011 (abril). Esta fue la razón por la cual fue necesario cambiar de especie focal del ensayo de escala nido del 2009 a los ensayos de escala hormiga y pupa en 2010 y 2011. Afortunadamente, nuestros resultados de los grupos control mostraron resultados similares en los parámetros de desarrollo a los previamente reportados para la misma área para las dos especies de parasitoides (Guillade y Folgarait 2011), indicando que el efecto negativo detectado sobre los fóridos se debió a la acción de los plaguicidas, y no a cambios en actividades circanuales.

Tanto en los ensayos de escala hormiga como pupa, el clorpirifós redujo significativamente la supervivencia pupal y la longevidad de adultos en *E. trilobata*, dos características del ciclo de vida claves para la supervivencia de una población de fóridos, ya que una reducción en la longevidad de los adultos significa una importante reducción en las oportunidades de reproducción, especialmente en organismos naturalmente poco longevos. En otras palabras, el clorpirifós fue de hecho mucho más perjudicial para los enemigos naturales

que para su blanco, la hormiga cortadora *A. vollenweideri*. Dado que el ciclo de vida de estos parasitoides es relativamente corto, la aplicación repetida de este órgano-fosforado puede llevar a la extinción local de poblaciones de fóridos, ya que la alta vida media del agroquímico y su gran potencial de dispersión aseguran su presencia en el ambiente por hasta un año y medio después del primer tratamiento (Baskaran et al. 1999). A los costos ambientales de usar clorpirifós debemos agregar los costos a la salud humana. El clorpirifós ha sido considerado responsable de mayor incidencia de cáncer, particularmente en trabajadores rurales dedicados a la aplicación de plaguicidas (Lee et al. 2004), y ha sido ligado a varios desórdenes motrices y mentales en niños (Rauh et al. 2006, 2011). Este órgano-fosforado se disipa lentamente en el suelo, con una vida media de 116 a 1576 días, y se lo ha detectado en tejido adiposo y otros tejidos de ganado vacuno (Ivey et al. 1978) y ovino (Ivey y Palmer 1981). También ha sido ligado a disminuciones en la tasa de descomposición de materia orgánica (De Silva et al. 2010), lo que sugiere que la aplicación continua puede llevar a empobrecer la calidad de suelo de las pasturas, lo cual a su vez llevaría a los productores ganaderos a suministrar suplementos dietarios al ganado, aumentando así los costos de producción. Se han reportado numerosos casos de resistencia a este plaguicida en varios organismos, tales como cucarachas (Rust y Reierson 1991), mosquitos (Liu et al. 2005), chinches (Archer et al. 1994), cochinilla citrícola (Ouyang et al. 2010) y polilla del manzano (Rodríguez et al. 2010), entre otros. El elevado riesgo ambiental y en salud humana que representa el uso de este plaguicida, junto con su baja efectividad contra hormigas cortadoras y sus efectos perjudiciales sobre sus enemigos naturales, deberían ser argumentos suficientes para cesar las aplicaciones de clorpirifós al intentar controlar a *Atta vollenweideri*.

El fipronil fue extremadamente efectivo contra las hormigas, pero también altamente perjudicial para *E. trilobata.* El plaguicida redujo la supervivencia larval y pupal, y también disminuyó la longevidad adulta, tanto en los ensayos de escala hormiga como los de escala pupa. Tal como discutí para los ensayos de clorpirifós, es altamente probable que el fipronil afecte a las poblaciones de enemigos naturales al reducir las chances de los adultos de reproducirse, así como al disminuir la abundancia de hospedadores disponibles. Ya que los fóridos tienen porcentajes de parasitismo relativamente bajos (Guillade y Folgarait 2011), lo cual puede inferirse como una población pequeña en la naturaleza, una reducción aún mayor de su presencia en el agro-ecosistema probablemente tenga consecuencias fatales para sus poblaciones si son tratadas con este agroquímico. El fipronil ha sido detectado en polen almacenado en Francia y España (Chauzat et al. 2006, Bernal et al. 2010), y se sospecha que

ha aumentado la mortalidad en abejas (Vidau et al. 2011); se ha demostrado también que afecta los procesos de memoria olfativa en abejas (El Hassani et al. 2005). Este plaguicida ha demostrado ser perjudicial para una gran variedad de enemigos naturales tales como los depredadores *Euseius addoensis* y *E. citri* (Grout et al. 1997) y *Orius insidias* (Al-Deeb et al. 2001), el parasitoides *Anaphes iole* (Williams et al. 2003) y los endoparsitoides *Hyposoter didymator* (Medina et al. 2007) y *Psyttalia concolor* (Adán et al. 2011). Se ha planteado una grave preocupación respecto de sus efectos sobre la salud humana y el ambiente (Tingle et al. 2003, Das et al. 2006), y ha sido prohibida su aplicación en la producción forestal (Forest Stewardship Council 2012a, 2012b). La larga vida media en suelos, tanto del compuesto parental (111-350 días) como de su altamente tóxico producto secundario, el fipronil-desulfinil (1479-7159 días) (Gunasekara et al. 2007), sumado a su alto potencial de transferencia horizontal y al elevado número de organismos no-blanco afectados, me lleva a proponer que los costos ambientales de depender de este plaguicida para el control de hormigas cortadoras bien puede exceder los beneficios. Las aplicaciones repetidas de este plaguicida probablemente lleven a una gran pérdida de biodiversidad, que afectará no sólo a invertebrados sino también a vertebrados, sin mencionar los muchos servicios al ecosistema, que son intangibles hasta que desaparecen y no queda nada que hacer para recuperarlos. Por otro lado, las hormigas cortadoras han sido consideradas ingenieras de los ecosistemas debido a su rol en el ciclado de nutrientes, la descomposición de materia orgánica, la estructuración de suelos y la bioturbación (Folgarait 1998). Los efectos negativos resultantes de eliminarlas de los ecosistemas deben ser tenidos en cuenta al hacer evaluaciones de costo/beneficio referentes a su control.

En conclusión, los resultados de este capítulo muestran que el uso de tanto clorpirifós como fipronil es incompatible con programas de control biológico que utilicen fóridos como agentes de control, debido a las altas tasas de mortalidad tanto en el estado larval como el pupal, y a la reducción de la longevidad adulta que estos agroquímicos producen sobre *A. setitarsus* y *E. trilobata*. De hecho, sugiero a partir de todas las implicancias discutidas arriba que ambos plaguicidas son incompatibles para cualquier programa o estrategia de manejo integrado de plagas. Es por lo tanto necesario profundizar el conocimiento sobre la biolgía y ecología de otros agentes de control, tal como son los parasitoides de la familia Phoridae. En el próximo capítulo de esta tesis describiré los ciclos de vida de las especies de fóridos más abundantes sobre dos de las especies de hormigas cortadoras de mayor impacto en Argentina.

CAPÍTULO 4

CICLOS DE VIDA Y TASAS DE PARASITISMO DE FÓRIDOS DE HORMIGAS CORTADORAS

Introducción

Las hormigas cortadoras de los género *Atta* F. y *Acromyrmex* Mayr (Formicidae: Attini) son un grupo monofilético (Schultz y Brady 2008), el cual adquirió la habilidad de cortar y procesar trozos de hojas de plantas vivas (Hölldobler y Wilson 1990, Della Lucia 1993, Schultz y Brady 2008), usando el material vegetal colectado como sustrato nutricional para sus cultivares fúngicos (Hölldobler y Wilson 1990, Chapela y otros 1994). Las hormigas del género *Atta* son consideradas los "herbívoros" más importantes del Neotrópico, ya que extraen más vegetación que ningún otro grupo animal (Cherret 1986, Hölldobler y Wilson 1990). Pocas cosechas plantadas por el hombre escapan por completo a los ataques de hormigas cortadoras (Cherret 1986). Las hormigas cortadoras afectan plantaciones varias, forestaciones, pasturas e invernaderos, pudiendo incluso reducir la capacidad de carga de pasturas ganaderas a través de la competencia con el ganado, y contribuyen además a la erosión del suelo (Vaccaro y Mousques 1997). Sin embargo, las hormigas cortadoras pueden también ser consideradas ingenieras de ecosistemas debido a su importante rol en el ciclado de nutrientes, desarrollo vegetal y fertilización del suelo (Folgarait 1998). Así, los esfuerzos de control deberían enfocarse en mantener sus niveles poblacionales por debajo de niveles de daño económico, en lugar de intentar eliminarlas completamente de los agro-ecosistemas.

El uso de agroquímicos sintéticos es el método de control más ampliamente aceptado entre los productores (Cherret 1986, De Coll 1998, Pimentel y otros 1991). Como plagas de ecosistemas y forestaciones, las hormigas han sido tradicionalmente controladas mediante el uso intensivo de plaguicidas, muchos de los cuales son altamente tóxicos y contaminantes (Cherret 1986). Es más, los plaguicidas sintéticos son mayormente inespecíficos, a menudo afectando especies benéficas junto con las plagas que apuntan controlar (Capítulo 3 de esta tesis). Los riesgos que estos plaguicidas representan para la salud humana y el ambiente

(Pimentel y otros 1991) y la gran cantidad de casos documentados de resistencia en plagas (Mallet 1989, Georghiou 1990) han llevado a incrementar los esfuerzos para regular poblaciones plaga a través de métodos de control biológico (Altieri y otros 1997, Vail y otros 2001). Por otro lado, la mayor concientización en la sociedad en cuanto al potencial contaminante y los riesgos sanitarios que conllevan el uso de plaguicidas (Marrone 2007) han llevado a un significativo aumento en el consumo de productos orgánicos (Sahota 2008). Considerando la superficie orgánica de cultivos y pasturas, Argentina es el tercer productor en el mundo, con más de 4 millones de hectáreas implantadas, y la superficie cultivada ha crecido constantemente durante la última década (Willer 2008, SENASA 2008). Este mercado en crecimiento demanda el desarrollo de métodos de control de plagas específicos y compatibles con las prácticas agrícolas de la producción orgánica. En este respecto, las moscas parasitoides de la familia Phoridae han sido propuestas como candidatos promisorios para la regulación biológica de poblaciones de hormigas cortadoras de hojas. (Feener y Moss 1990, Tonhasca 1996, Elizalde 2009, Folgarait 2013). Estas moscas pueden encontrarse en los rangos de distribución nativos de sus hospedadores, donde algunos de estos han alcanzado el estado de plaga.

Históricamente, el control de plagas mediante enemigos naturales se ha enfocado primariamente en la introducción de especies exóticas para controlar plagas invasoras. Actualmente se suele relevar la fauna originaria para encontrar enemigos naturales nativos de una especie invasora en su rango de distribución nativa (Goolsby y otros 2002, Smith y otros 2007), así como en su ambiente exótico (Aguiar-Menezes y otros 2001, Chen y Welter 2002, García y Corseuil 2004, Rutledge y otros 2004, Bellotti y otros 2005). El razonamiento detrás de la búsqueda de enemigos naturales en el rango nativo de la plaga es que una especie invasora alcanza el estado de plaga en un ambiente colonizado gracias a que escapa de sus enemigos naturales. En estos casos, la especie invasora rara vez es plaga en su rango nativo de distribución (Goolsby y otros 2002, Smith y otros 2007). Tal fue el caso de las hormigas de fuego (*Solenopsis* spp.) que invadieron el sudeste de los Estados Unidos (Porter 1998).

Las hormigas cortadoras, por su parte, son plagas de agroecosistemas debido a varios factores. Décadas de control químico han diezmado las poblaciones de enemigos naturales, pero han tenido muy poco efecto sobre las hormigas; los monocultivos extensivos y la eliminación de la flora nativa han empeorado la situación. Creemos que un enfoque de control biológico del tipo aumentativo, junto con el uso de otros reguladores poblacionales de las hormigas, los cuales se encuentran actualmente bajo investigación, deberían ayudar a

restablecer el balance a la situación de las hormigas cortadoras en agroecosistemas, y proveer un medio de control que sería ulteriormente auto-sustentable y ambientalmente saludable, siendo de este modo deseable para los productores, en particular aquellos interesados en adherir a los programas de certificación internacional que siguen las normas de buenas prácticas agrícolas (GAP – Good Agricultural Practices).

No se sabe mucho en la actualidad acerca de la forma en que los fóridos afectan a las hormigas cortadoras en su desempeño como herbívoros (Bragança y otros 1998, Tonhasca y otros 2001, pero ver Capítulo 2 de esta tesis). Sin embargo, y en términos relativos, se dispone de una gran cantidad de información taxonómica (Brown 1997, Brown y otros 2010, Disney y otros 2006, 2009). También se ha generado recientemente conocimiento sobre intereacciones hospedador-parasitoide (Feener y Moss 1990, Tonhasca y otros 2001, Elizalde 2009, Elizalde y Folgarait 2011, 2012). Aún así, para desarrollar programas de control biológico, se necesita un extensivo esfuerzo de investigación sobre el agente o conjunto de agentes de control propuestos.

De acuerdo a Folgarait (2013), seis géneros de moscas parasitoides de la familia Phoridae atacan a hormigas de los géneros *Atta* y *Acromyrmex*. Adicionalmente, un séptimo género nuevo, con una sola especie, *Lucianaphora folgaraitae* Disney, ha sido descripto en Argentina (Disney y otros 2009). Los géneros más ampliamente estudiados hasta el momento son *Apocephalus* Coquillet (Feener y Moss 1990, Erthal y Tonhasca 2000), *Neodohrniphora* Malloch (Orr 1992, Feener y Brown 1993, Tonhasca 1996, Bragança y otros 2003, Gazal e Silva y otros 2007, 2008), y *Myrmosicarius* Borgmeier (Tonhasca y otros 2001, Disney y otros 2006). *Eibesfeldtphora* Disney (Disney y otros 2009) ha sido recientemente elevado del nivel de sub-género dentro del género *Neodohrniphora* al nivel de género, con lo que *Eibesfeldtphora* y *Neodohrniphora* quedaron al mismo nivel taxonómico (Disney y otros 2009).

El presente capítulo provee información sobre la duración de los ciclos de vida de *Apocephalus setitarsus* Brown, *Myrmosicarius brandaoi* Disney, *Myrmosicarius gonzalezae* Disney, y *Eibesfeldtphora trilobata* Disney, parasitoides específicos de *Atta*, estudiados sobre *Atta vollenweideri*, así como de *Apocephalus neivai* y *Myrmosicarius catharinensis*, parasitoides específicos de *Acromyrmex* criados sobre *A. lundii*. Se discutirá además las tasas de parasitismo natural de las especies mencionadas, así como los tamaños de las moscas adultas y de las hormigas hospedadoras preferidas para parasitar. Esta información es

necesaria para diseñas protocolos de cría para estos parasitoides, de modo de poder probarlos como potenciales agentes de control biológico de hormigas cortadoras de hojas en Argentina.

Materiales y métodos

Colecté hormigas obreras de caminos de forrajeo de 34 nidos de *Atta vollenweideri* en un establecimiento ganadero con aproximadamente 400 hectáreas de monte nativo, situado en la provincia de Santa Fe, Argentina. Este sitio de muestreo está situado en la provincia fitogeográfica del Chaco Seco (Cabrera 1994) y, si bien se explota el establecimiento para actividad ganadera, ya que la vegetación nativa no ha sido alterada y los nidos de hormigas no habían sido tratados con plaguicidas químicos, hemos decidido considerarlo como un sitio relativamente no disturbado. Por otro lado, colecté obreras en caminos de 30 nidos de *Acromyrmex lundii* en las localidades de Hudson, Parque Pereyra Iraola, Villa Elisa, Manuel B. Gonnet y La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina, las cuales se encuentran situadas en la provincia fitogeográfica Pampeana (Cabrera 1994). Se trata de sitios en zonas urbanas parquizadas, en las que no se aplica plaguicidas químicos.

Para *Atta*, los muestreos de verano (Febrero 2008 y Febrero 2009) se tomaron desde el amanecer hasta las 11 am, momento en que las obreras de *Atta* cesaban su actividad de acarreo, y se retomó a las 6 pm, cuando las obreras retomaron su actividad, hasta pasado el anochecer (9 pm). Los muestreos de otoño (Mayo 2009) y primavera (Noviembre 2009) se llevaron a cabo desde las 10 am, cuando las obreras comenzaban a forrajear, hasta las 5 pm, cuando concluían el forrajeo. En invierno (Julio-Agosto 2008) muestreé entre las 11 am y las 4 pm. Los muestreos de *Acromyrmex* se realizaron en primavera de los años 2010 y 2011. Se tomaron muestras de al menos 10 nidos en cada fecha de colecta. Las hormigas se identificaron de acuerdo a Boneto, Kusnezov y Della Lucia (1993).

Las hormigas colectadas fueron mantenidas en un cuarto de cría a 25 ± 1°C, 70 ± 5% HR y un fotoperíodo de 12:12 luz:oscuridad; fueron alimentadas con solución azucarada *ad-libitum*. Las hormigas muertas fueron separadas diariamente e inspeccionadas en busca de pupas, las cuales fueron traspasadas a recipientes plásticos con base de yeso, en forma individual. Luego de la emergencia, se alimentó a las moscas adultas con solución azucarada y se las mantuvo en heladera a 10°C hasta su muerte.

Las moscas fueron identificadas hasta el nivel de especie usando una lupa binocular (Nikon SMZ800, Japón), siguiendo las claves de Disney et al. 2006, 2009, Brown 1997

Brown et al. 2000. Siempre que la cabeza de la hormiga fue utilizada para proteger a la pupa, como es el caso para *Myrmosicarius catharinensis*, parasitoide de *A. lundii*, o *Myrmosicarius brandaoi*, *M. gonzalezae* y *Eibesfeldtphora trilobata*, parasitoides de *A. vollenweideri*, medí el ancho de la cápsula cefálica a la altura de debajo de los ojos usando un micrómetro ocular (Ver Anexo 1.B para tamaños de hospedador de *Apocephalus* spp.). Asimismo, determiné el tamaño de las moscas adultas midiendo el ancho del mesonoto. Registré las fechas de recolección, muerte de hormiga, aparición de la pupa, emergencia de la mosca adulta y muerte de la mosca adulta. Para cada especie de mosca y fecha de muestreo, se calculó el porcentaje de parasitismo natural como el cociente entre el número de pupas obtenidas y el número de hormigas colectadas por cada nido, incluyendo aquellos nidos de los cuales no se obtuvo ninguna pupa. Por otro lado, se calculó la supervivencia pupal como el cociente entre adultos emergidos por pupa obtenida por cada nido muestreado del cual se obtuvieron pupas.

Como los datos no se ajustaron a la distribución normal, utilicé análisis estadísticos no paramétricos. Todas las comparaciones se ajustaron por el método de Bonferroni para mantener el nivel de alfa en 0,05 (Sokal y Rohlf 1995). Todos los análisis estadísticos se llevaron adelante usando los paquetes estadísticos Statistix para Windows 2.0 (Analytical Software 1998) y Statview para Windows 5.0 (SAS Institute 1998).

Resultados

Los parasitoides emergidos a partir de obreras de *Atta vollenweideri* pertenecieron a las especies *Apocephalus setitarsus*, *Eibesfeldtphora trilobata*, *Myrmosicarius brandaoi* y *Myrmosicarius gonzalezae* (Figura 4.1). Los parasitoides obtenidos de *Acromyrmex lundii* pertenecieron a las especies *Apocephalus neivai* y *Myrmosicarius catharinensis* (Figura 4.2).

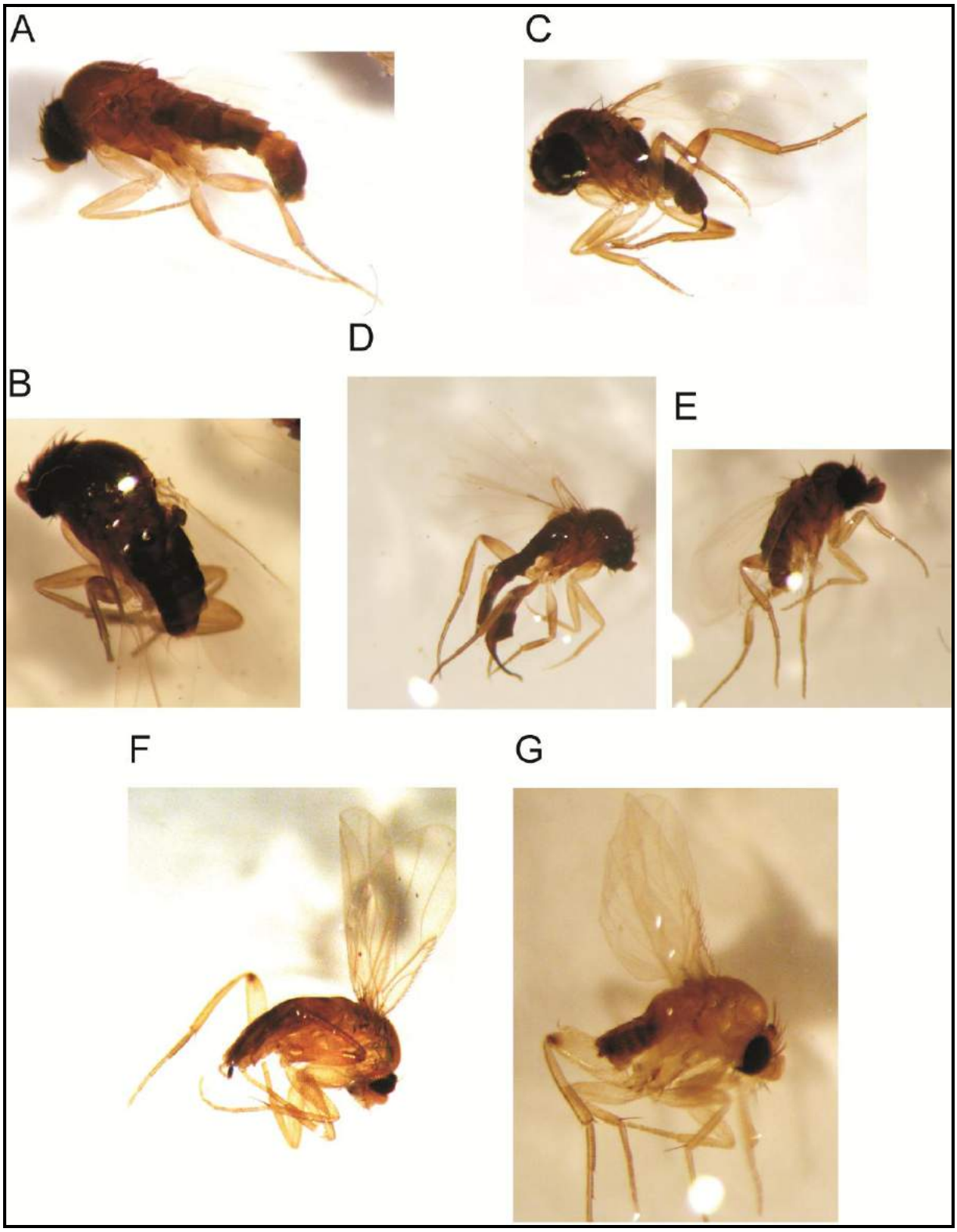


Figura 4.1: Fóridos colectados sobre *Atta vollenweideri.* A: hembra de *Eibesfeldphora trilobata*. B: macho de *Eibesfeldtphora* sp. C: hembra de *Myrmosicarius gonzalezae*. D: hembra de *Myrmosicarius brandaoi*. E: macho de *Myrmosicarius* sp. F: hembra de *Apocephalus setitarsus*. G: macho de *Apocephalus* sp.

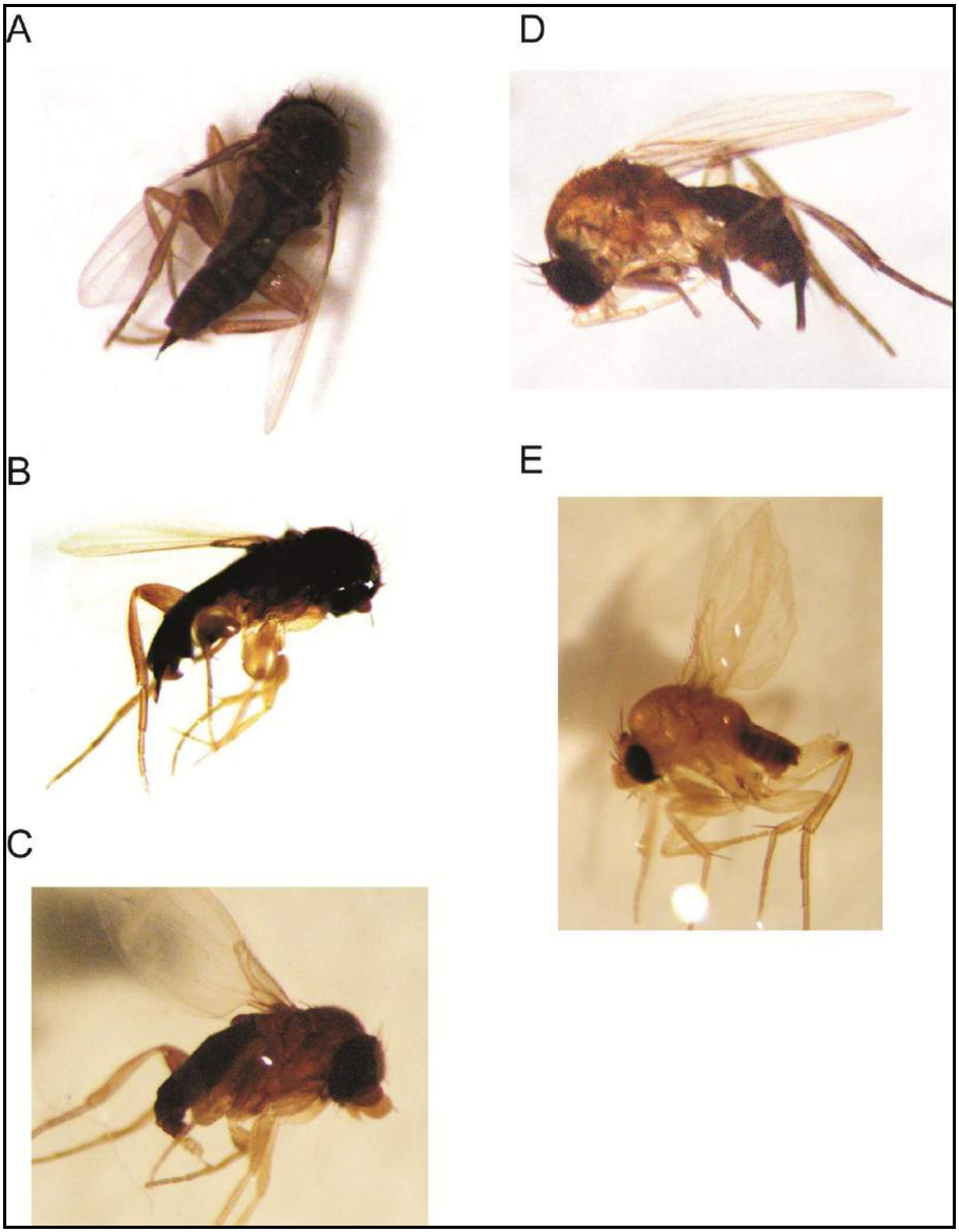


Figura 4.2: Fóridos colectados sobre *Acromyrmex lundii*. A: vista dorsal, y B: vista lateral de hembra de *Myrmosicarius catharinensis*. C: macho de *Myrmosicarius* sp. D: hembra de *Apocephalus neivai*. E: macho de *Apocephalus* sp.

Parasitoides de *Atta vollenweideri*

E. trilobata, *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* utilizaron las cabezas de hormigas para proteger las pupas, mientras que *A. setitarsus* presentó una pupa libre, de color marrón dorado y forma de huso, con cuernos respiratorios en la porción ántero-dorsal (Figura 4.3).

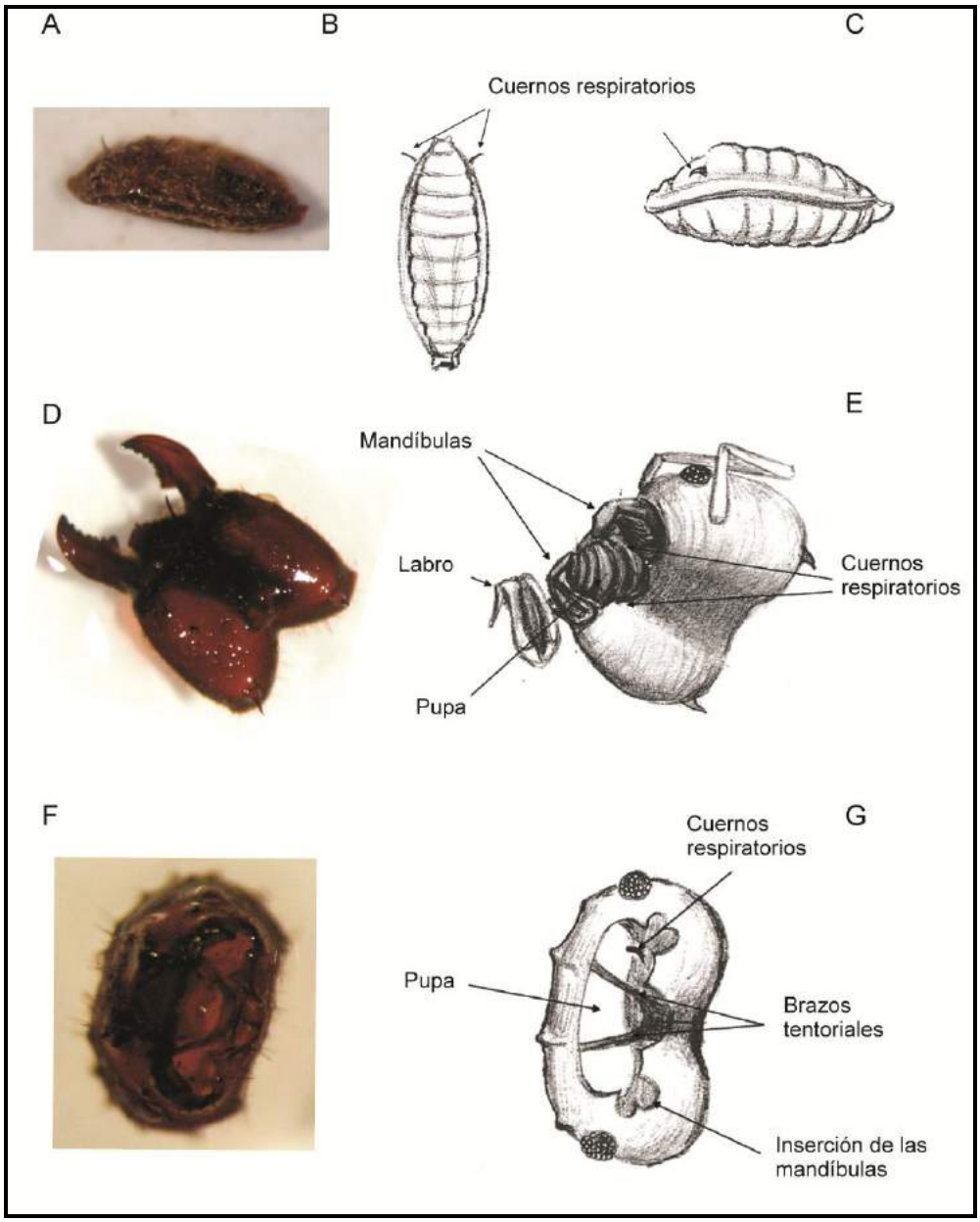


Figura 4.1. (A, B y C) Pupa de *Apocephalus setitarsus* (parasitoide de *Atta vollenweideri*) y *A. neivai* (parasitoide de *Acromyrmex lundii*), fotografía, vistas ventral y lateral. (D y E) Pupa de *Eibesfeldtphora trilobata*, (parasitoide de *A. vollenweideri*), asomando entre las mandíbulas de la hormiga (fotografía y esquema de cabeza de hormiga en vista ventral); el labro ha sido empujado al asomar la pupa. (F y G) Pupa de *Myrmosicarius brandaoi*, *M. gonzalezae* (parasitoides de *A. vollenweideri*) y *M. catharinensis* (parasitoide de *A. lundii*), vista dentro de la cápsula cefálica de la hormiga (fotografía y esquema); la pupa puede verse bajo los brazos tentoriales, al igual que uno de sus cuernos respiratorios.

En el caso de *E. trilobata*, los primeros segmentos esclerotizados de la pupa, o pupario, se pueden ver claramente asomando fuera de la cabeza de la hormiga, entre las mandíbulas, las cuales permanecen ligeramente unidas a la cabeza, y los cuernos respiratorios son evidentes en el pupario. Las cabezas usadas para proteger la pupa en *M. brandaoi* y *M. gonzalezae*, por otro lado, pierden las antenas y mandíbulas, probablemente por efecto de actividad enzimática y hormonal por parte de la mosca, tal como fuera sugerido para las pupas de *Pseudacteon* (Porter 1998). Las pupas quedan alojadas en la parte posterior de la cabeza, debajo de los brazos tentoriales, con el extremo anterior orientado hacia el lado izquierdo de la cápsula cefálica; los cuernos respiratorios pueden verse claramente. Al menos en *E. trilobata*, *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* registré una sola pupa por hospedador. Como no coloqué cada hormiga muerta en un recipiente individual, no pude obtener datos sobre el número de parasitoides por hospedador o el tamaño de hospedador parasitado por *A. setitarsus*.

Los tiempos de desarrollo y tamaños de moscas adultas de *A. setitarsus*, *E. trilobata*, *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* se muestran en la Tabla 4.1. Hubo diferencias significativas entre los tiempos de desarrollo larval de las cuatro especies estudiadas ($H = 128,51$, $P < 0,0001$), con *M. gonzalezae* y *A. setitarsus* presentando tiempos de desarrollo más cortos que *E. trilobata* y *M. brandaoi* ($P < 0.0001$). Los tiempos de desarrollo pupales también difirieron significativamente ($H = 98,03$, $P < 0.0001$): *A. setitarsus* presentó el tiempo de desarrollo más corto, y *E. trilobata* y *M. brandaoi* los más largos, mientras que el tiempo pupal de *M. gonzalezae* resultó intermedio entre los dos grupos anteriores ($P < 0.0001$). Concomitantemente, el tiempo de desarrollo total fue significativamente diferente entre las cuatro especies ($H = 184,04$, $P < 0.0001$), con *A. setitarsus* y *M. gonzalezae* desarrollándose significativamente más rápido que *M. brandaoi* y *E. trilobata* ($P < 0.0001$). La longevidad de los adultos varió significativamente entre las cuatro especies ($H = 47,82$, $P < 0,0001$), ya que los adultos de *E. trilobata* vivieron más que los de *M. gonzalezae*, mientras que la longevidad de los adultos de *M. brandaoi* y *A. setitarsus* presentaron valores intermedios con respecto a las otras dos especies.

No encontré diferencias significativas al comparar tiempos de desarrollo y longevidad de adultos entre machos y hembras dentro de ninguna de las cuatro especies ($P < 0,008$ para cada comparación), con excepción de *A. setitarsus*, para quién las hembras resultaron significativamente más longevas que los machos ($U = 3,02$, $P < 0,0025$).

Especie	Tiempo larval	Tiempo pupal	Tiempo total	Longevidad de adultos	Tamaño del hospedador	Tamaño de la mosca adulta
A. setitarsus	10 (8 - 11)b[#] *147*	11,5 (10 - 13)b *128*	21 (19 – 22)b *128*	3 (2 - 3)bc *126*		0,48 (0,45 - 0,51)b *126*
E. trilobata	12 (11 - 14)a *231*	18 (13 - 22)a *173*	31 (34 – 27)a *173*	4 (2 - 9)a *172*	2,28 (2,1 - 2,46)a *231*	0,57 (0,54 - 0,6)a *172*
M. brandaoi	13 (11 - 16)a *68*	14 (11 - 17)a *53*	28 (24,5 - 31)a *53*	4 (3 – 4,5)ab *53*	1,8 (1,59 - 2,01)b *68*	0,42 (0,39 - 0,45)c *53*
M. gonzalezae	8 (8 - 8,5)b *14*	13 (12 - 13,25)ab *14*	21 (20 – 22)b *14*	2 (1,75 - 3)c *14*	1,84 (1,73 - 2,17)b *14*	0,42 (0,405 - 0,45)bc *14*

Tabla 4.1: Tiempos de desarrollo a 24°C (días), longevidad de adultos a 10°C (días), tamaño de hospedadores (ancho de la cápsula cefálica debajo de los ojos, mm) y de moscas adultas (ancho del mesonoto, mm) para las cuatro especies obtenidas a partir de *Atta vollenweideri*. Para cada medida se muestran la mediana (1° – 3° cuartiles) y el tamaño de muestra (en cursiva). Como *A. setitarsus* presenta pupas libres, no hay datos sobre el tamaño de hospedador para esta especie.
[#]Los valores seguidos de la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellos, $P > 0,05$

Hubo diferencias significativas entre el tamaño de las cabezas de hormigas parasitadas por *E. trilobata* en comparación con las atacadas por *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* (H = 73,58, P < 0,0001), ya que *E. trilobata* parasitó hormigas significativamente más grandes que *M. brandaoi* (P < 0,0001) y *M. gonzalezae* (P < 0,0001). También hallé diferencias significativas en los tamaños de moscas adultas (H = 130,17, P < 0,0001). Los adultos de *E. trilobata* fueron mayores que los de *M. brandaoi*, *M. gonzalezae* y *A. setitarsus* (P < 0,0001 para cada contraste. Sin embargo, no hubo diferencias entre los adultos de *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* (P = 0,9085), o entre *M. gonzalezae* y *A. setitarsus* (P = 0,0248), aunque este último resultado puede haber estado influenciado por el bajo número de adultos de *M. gonzalezae* obtenidos.

No hallé diferencias significativas entre los tamaños de cabezas de las cuales emergieron machos o hembras para ninguna de las especies estudiadas (P > 0,008 para cada comparación). De igual manera, no se observaron diferencias significativas en los tamaños de machos y hembras de ninguna especie, en cuanto al ancho del mesonoto (P > 0,008 para cada comparación).

Los adultos viables de *E. trilobata* emergieron de hormigas hospedadoras significativamente más grandes (U = 2,45, P = 0,0142) que aquellas que alojaron pupas inviables, lo que aparentemente establece un umbral de tamaño de 2,3 mm de ancho de cápsula cefálica, debajo del cual los hospedadores no son aptos para el desarrollo de esta especie. No hubo diferencias significativas entre los tamaños de hormigas parasitadas de las cuales emergieron moscas adultas, y los tamaños de hormigas parasitadas por pupas inviables de *M. brandaoi* (U = 1,25, P = 0,2085) o *M. gonzalezae* (U = 1,41, P = 0,1583). En el caso de *A. setitarsus*, estas comparaciones no pudieron establecerse porque las hormigas parasitadas no fueron mantenidas individualmente, y las pupas de esta especie de fórido son libres.

Encontré una correlación significativa entre el tamaño de los adultos y el tiempo total de desarrollo solo para *M. brandaoi* (Rho = 0,380, z = 2,768, P = 0,0056); *A. setitarsus*, *E. trilobata* y *M. gonzalezae* no presentaron correlaciones significativas (Figura 4.4). Más aún, sólo pude establecer correlaciones significativas entre el tamaño de la hormiga parasitada y del fórido adulto para *E. trilobata*, (Rho = 0,527, z = 6,663, P < 0,0001) y *M. brandaoi* (Rho = 0,38, z = 2,786, P = 0,0056), pero no para *A. setitarsus* o *M. gonzalezae* (Figura 4.5). El sexo de las moscas adultas no influyó en ninguna de estas correlaciones.

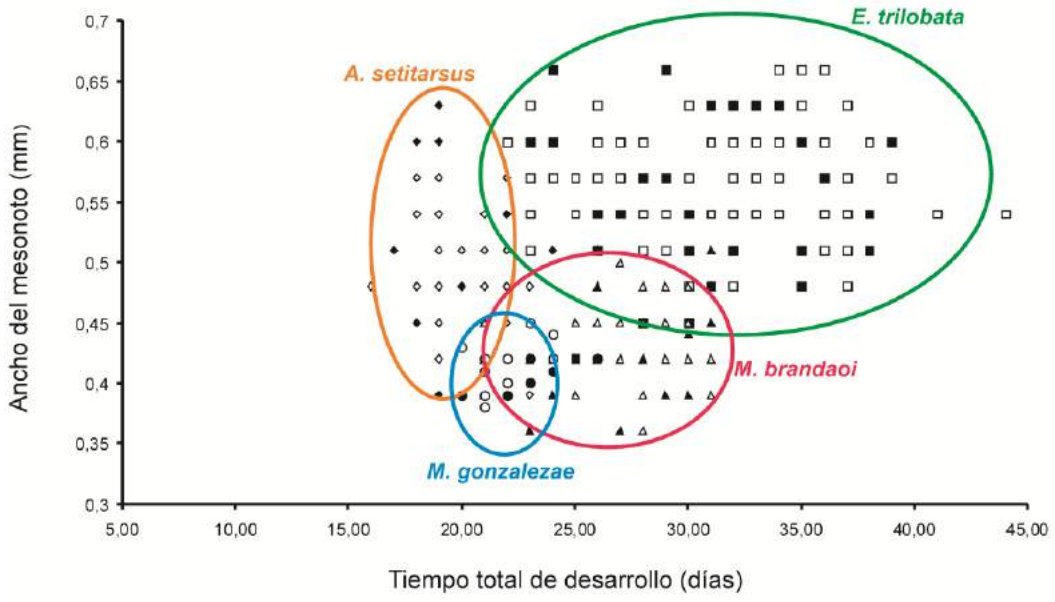


Figura 4.4: Tamaño de adultos y tiempo total de desarrollo para *A. setitarsus*, *E. trilobata*, *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* a 26°C. Los símbolos rellenos representan hembras, los vacíos indican machos.

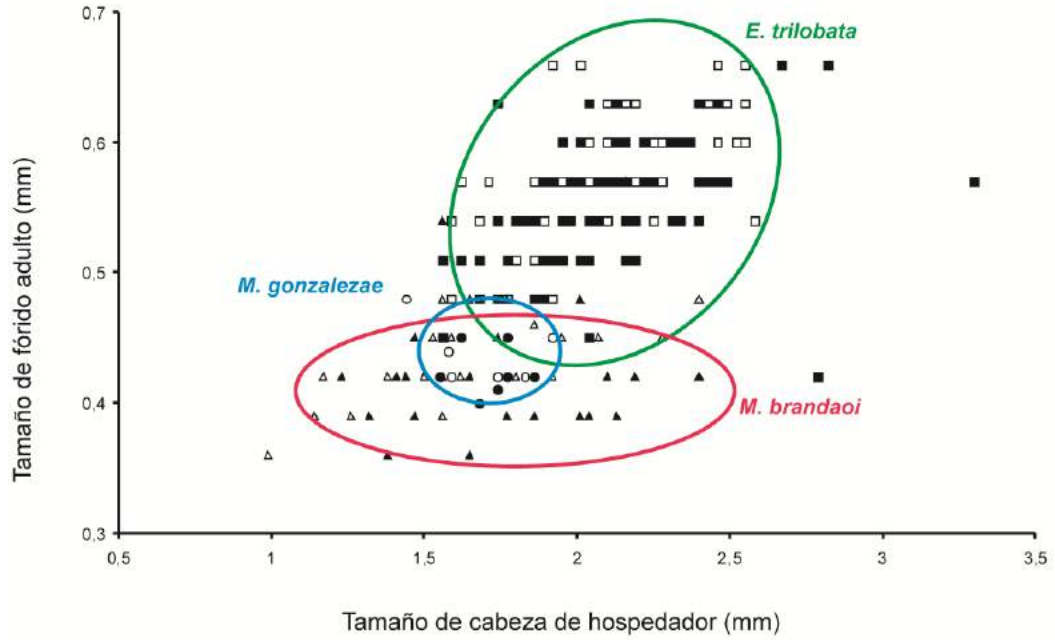


Figura 4.5: Tamaños de cabeza de hormigas a partir de los cuales emergieron fóridos, y tamaños de fóridos adultos (ancho del mesonoto). Los símbolos rellenos representan hembras, los vacíos indican machos.

La supervivencia pupal mostró una mediana de 1 (0,83-1; 28) (1°-3° cuartiles; N) para *A. setitarsus*, 0,83 (0,53-1; 19) para *M. brandaoi*, 1 (1-1; 12) para *M. gonzalezae* y 0,75 (0,58-

1; 31) para *E. trilobata*; los valores difirieron significativamente entre las especies (H = 12,3201, P = 0,0064), pero el único contraste responsable de esta diferencia fue entre *A. setitarsus* y *E. trilobata* (U = 2,081, P = 0,0051). La relación macho:hembra no difirió significativamente de 1:1, de acuerdo a la prueba binomial, para *A. setitarsus* (41, 90, 0,05) = 1, *M. brandaoi* (30, 57, 0,05) = 1, *M. gonzalezae* (7, 17, 0,05) = 1 y *E. trilobata* (76, 157, 0,05) = 1.

El porcentaje promedio de parasitismo natural varió para cada especie a lo largo de las estaciones (Figura 4.6). *A. setitarsus* exhibió una caída de Febrero (verano) a Agosto (invierno) de 2008, subiendo nuevamente en Febrero de 2009 hasta alcanzar valores similares a los del verano anterior; luego tendió a caer nuevamente en Noviembre (primavera) de 2009. La abundancia de *E. trilobata* tuvo un pico en Agosto de 2008, comparado con su valor más bajo en Mayo (otoño) de 2009. *M. brandaoi* sufrió una caída permanente tras la severa sequía del otoño-invierno de 2008. Por otro lado, *M. gonzalezae* fue registrada por primera vez a densidades muy bajas en el muestreo de Mayo de 2009, y permaneció en valores similares en Noviembre de 2009. Esto coincidió con un aumento en las precipitaciones que marcó el fin de la sequía, lo que indicaría que tanto *M. brandaoi* como *M. gonzalezae* son más sensibles que los otros dos géneros a la falta de precipitación, si bien *M. brandaoi* parece haber exhibido mayor tolerancia a la sequía que *M. gonzalezae*, ya que la primera estuvo presente en varios muestreos del año 2008, mientras que la segunda sólo comenzó a registrarse al aumentar las precipitaciones.

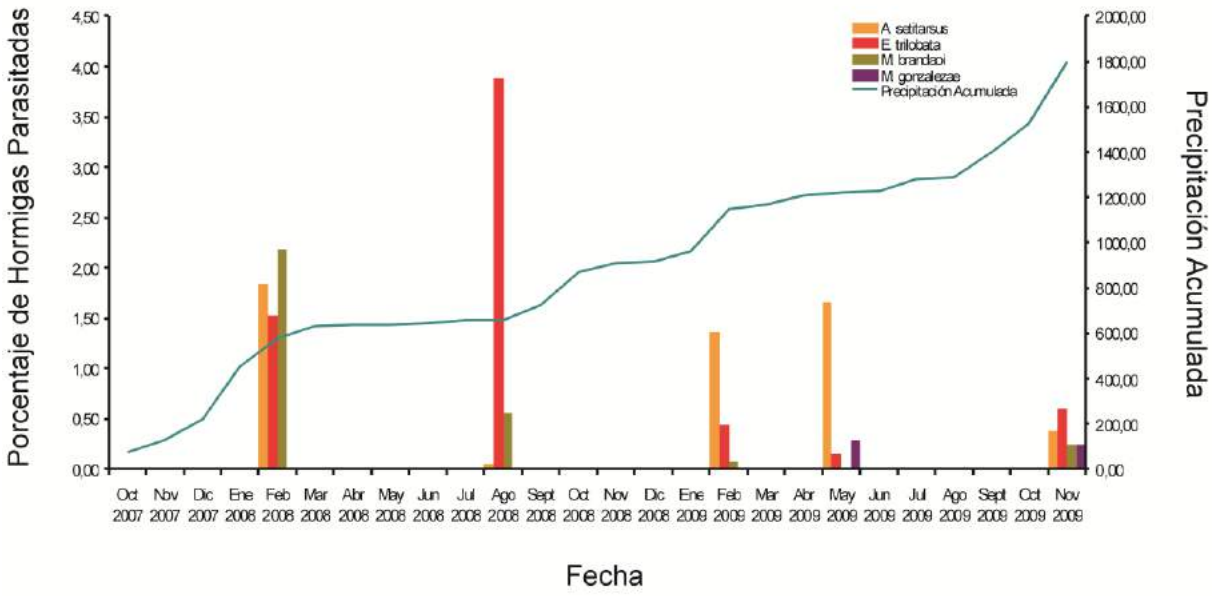


Figura 4.6: Parasitismo natural sobre *Atta vollenweideri* y precipitaciones acumuladas desde Octubre de 2007 hata Noviembre de 2009 en Tierra Buena, San Cristóbal, provincia de Santa Fe.

Parasitoides de *Acromyrmex lundii*

M. catharinensis utilizó las cabezas de hormigas para proteger las pupas, de forma similar a la descripta para *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* sobre *Atta*, mientras que *A. neivai* exhibió una pupa libre, de color amarillo claro y forma de huso, con cuernos respiratorios en la porción ántero-dorsal (Figura 4.1).

Los tiempos de desarrollo y tamaños de moscas adultas de *A. neivai* y *M. catharinensis* se muestran en la Tabla 4.2. No encontré diferencias significativas al comparar tiempos de desarrollo y longevidad de adultos entre machos y hembras dentro de ninguna de las dos especies obtenidas ($P < 0,05$ para cada comparación), por lo cual junté machos y hembras de cada especie para las siguientes comparaciones. Hallé diferencias significativas entre los tiempos larvales ($U = 856$, $P = 0,028$) y totales ($U = 636$, $P = 0,023$) de ambas especies, mientras que la diferencia entre tiempos pupales fue sólo marginalmente significativa ($U = 674$, $P = 0,053$). Los adultos de ambas especies difirieron significativamente en cuanto a tamaño ($U = 517$, $P = 0,000$) y longevidad ($U = 314$, $P = 0,000$).

No hallé diferencias significativas entre los tamaños de cabezas de las cuales emergieron machos o hembras en *M. catharinensis* ($P < 0,05$ para cada comparación). De igual manera, no se observaron diferencias significativas en los tamaños de machos y hembras de *A. neivai* o *M. catharinensis*, en cuanto al ancho del mesonoto ($P > 0,008$ para cada comparación).

No hubo diferencias significativas entre los tamaños de hormigas parasitadas de las cuales emergieron moscas adultas, y los tamaños de hormigas que presentaron pupas inviables de *M. catharinensis* ($U = 2,32$, $P = 0,128$). En el caso de *A. neivai*, estas comparaciones no pudieron establecerse porque las hormigas parasitadas no fueron mantenidas individualmente, y las pupas de esta especie de fórido son libres.

No encontré una correlación significativa entre el tamaño de los adultos y el tiempo total de desarrollo para *M. catharinensis* o *A. neivai*. Tampoco hubo correlación entre el tamaño de la hormiga parasitada y del fórido adulto para *M. catharinensis*.

La supervivencia pupal mostró una mediana de 1 (0,44-1; 26) (1°-3° cuartiles; N) para *A. neivai*, y 0,82 (0,5-1; 25) para *M. catharinensis*; los valores no difirieron significativamente entre ambas especies ($U = 235$, $P = 0,63$). La relación macho:hembra no difirió

significativamente de 1:1, de acuerdo a la prueba binomial, para *A. neivai* (hembras = 32, N = 60, *P* = 0,05) = 1 o *M. catharinensis* (hembras = 28, N = 49, *P* = 0,05) = 1.

Los porcentajes de parasitismo natural fueron similares para ambas especies, 1,63 para *A. neivai* y 1.52 para *M. catharinensis*, y no hubo diferencias significativas entre ambos valores (*P* < 0,5).

Especie	Tiempo larval	Tiempo pupal	Tiempo total	Longevidad de adultos	Tamaño del hospedador	Tamaño de la mosca adulta
A. neivai	10,81 (8 – 14,25)a[#] *74*	12 (9,25 – 19) *74*	27 (25 – 29)a *58*	3 (2 - 3)a *58*		0,51 (0,46 - 0,52)b *58*
M. catharinensis	12 (8 - 14)b *88*	17 (13 - 21) *88*	30 (26 – 33)b *67*	4 (3 - 5)b *67*	1,32 (1,23 - 1,56)a *88*	0,42 (0,39 - 0,45)a *67*

Tabla 4.2: Tiempos de desarrollo a 24°C (días), longevidad de adultos a 10°C (días), tamaño de hospedadores (ancho de la cápsula cefálica debajo de los ojos, mm) y de moscas adultas (ancho del mesonoto, mm) para las dos especies obtenidas a partir de *Acromyrmex lundii*. Para cada medida se muestran la mediana (1° – 3° cuartiles) y el tamaño de muestra (en cursiva). Como *A. neivai* presenta pupas libres, no hay datos sobre el tamaño de hospedador para esta especie.

Discusión

Varias características del ciclo de vida de las especies de fóridos estudiadas aquí sugieren que estos potenciales candidatos para el control biológico de hormigas cortadoras serían capaces de actuar juntos de manera complementaria, evitando la competencia interespecífica a través de la partición de nicho. Elizalde y Folgarait (2011) concluyeron que los fóridos de hormigas cotadoras de hojas constituyen un gremio bien definido, ya que explotan en formas similares a un hospedador común (Mills 1994). Restringiendo más la definición de gremio, estas autoras sugirieron que los fóridos que atacan a *Atta* constituyen un gremio separado de aquel constituido por fóridos parasitoides de *Acromyrmex*. Hochberg (2000) considera como un gremio a un conjunto de parasitoides que potencialmente entran en competencia por el mismo recurso recurso hospedador, aunque la competencia puede ser evitada. En el caso de los gremios de parasitoides de *Atta* y de *Acromyrmex*, existen varios mecanismos por los cuales sus integrantes evitan, o al menos disminuyen, la competencia interespecífica.

En primer lugar, cada especie de parasitoides sobre *A. vollenweideri* atacó a hormigas dentro de un rango específico de tamaños. Los adultos de *E. trilobata* fueron de mayor tamaño y parasitaron hormigas en promedio más grandes que *M. brandaoi* y *M. gonzalezae*. Más aún, mis resultados acerca de la relación entre el tamaño de hospedador y supervivencia pupal indican que *E. trilobata* requiere un tamaño mínimo de cabeza de hospedador (al menos un ancho de 2,3 mm) para completar exitosamente su desarrollo. Ni *M. brandaoi* ni *M. gonzalezae* exhibieron tal limitante, pero observaciones de microscopio muestran que estas pupas ocupan aproximadamente un tercio del volumen de la cabeza del hospedador, mientras que *E. trilobata* ocupa un volumen mayor. Siendo este el caso, *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* pueden explotar hospedadores de menor tamaño. En particular, *M. gonzalezae* (la mosca más pequeña) parece especializarse en un rango de tamaño de hospedadores particularmente pequeños, superponiéndose con las otras especies. Un bajo grado de superposición entre los tamaños de hospedadores explotados por cada género de moscas parasitoides permitirá reducir la competencia intra-gremio, si integran un ensamble de agentes de control biológico (Mills 1994). Para ser efectivo, tal ensamble de parasitoides debería incluir especies pequeñas y grandes, tales como *Myrmosicarius* spp. y *E. trilobata*, ya que su acción combinada debería forzar a las colonias de *Atta* a depender, para su alimentación, de los individuos más pequeños y menos efectivos de la casta forrajera (Orr 1992), los cuales son demasiado pequeños para ser parasitados. En cuanto a los parasitoides de *A. lundii*, este tipo de comparaciones no puede

establecerse entre las dos especies de fóridos obtenidas, ya que sólo fue posible conocer el tamaño de hospedador de *M. catharinensis*. Sin embargo, resulta interesante que, según Elizalde y Folgarait (2011), quienes hallaron un rango de tamaños de hospedador similar al nuestro para esta especie, reportaron también que dicho rango comprende los tamaños de hospedador más frecuentemente presentes en los caminos de forrajeo, por lo cual el impacto de estos parasitoides sobre la actividad de la colonia debería ser muy importante (ver Capítulo 6).

En segundo lugar, las cuatro especies que parasitaron a *A. volenweideri* exhibieron tiempos totales de desarrollo y sitios de pupariación diferentes, incluyendo partes de la cápsula cefálica, lo cual disminuye la competencia por hormigas hospedadoras y asegura un suministro continuo de fóridos en el campo. En mi estudio, *M. gonzalezae* y *E. trilobata* mostraron una correlación positiva entre el tamaño de los adultos y el tiempo total de desarrollo, mientras que los adultos de la especie más pequeña, *M. brandaoi*, mostraron tiempos de desarrollo más largos que los que habría esperado, de acuerdo con el tamaño de sus adultos. En forma similar, *A. setitarsus* presentó adultos más grandes que *M. gonzalezae*, si bien el tiempo total de desarrollo no difirió significativamente entre estas dos especies. Similares consideraciones son válidas para los fóridos de *A. lundii*, ya que *A. neivai* presentó adultos de mayor tamaño que los de *M. catharinensis*. En cuanto al modo de pupariación, *A. neivai* presentó pupas libres, mientras que *M. catharinensis* utilizó la cápsula cefálica de su hospedador para proteger su pupario. Aquí también, las diferencias entre tiempos de desarrollo de ambas especies parecen apuntar a que estos tiempos son intrínsecos de cada especie. Ya que las condiciones de cría fueron las mismas para todas las especies, las diferencias mencionadas parecen indicar que existen tiempos de desarrollo intrínsecos para cada especie. Por ejemplo, sería sumamente ventajoso para *A. setitarsus*, una especie de pupa libre, tener un tiempo de desarrollo pupal corto en comparación con los tiempos de desarrollo pupales de aquellas especies que usan la cabeza del hospedador para proteger sus pupas. Estas diferencias intrínsecas en los tiempos de desarrollo serían provechosas en un programa de liberación a campo, ya que asegurarían que la emergencia no sea sincrónica entre especies, reduciendo así la competencia interespecífica.

En tercer lugar, el hecho de que una especie no necesite hospedadores de diferentes tamaños para producir diferentes sexos, como ocurre con varias especies de parasitoides de otras hormigas (Porter 1998), permite una proporción más equitativa de machos y hembras en el campo. De hecho, los resultados obtenidos en este estudio para todas las especies criadas

sobre ambos hospedadores muestran relaciones macho:hembra muy próximos a 1:1, los cuales son raros, al menos para la mayoría de los parasitoides de hormigas estudiados del género *Pseudacteon*, pero comunes en géneros como *Megaselia* (Disney 1994). Sin embargo, Elizalde (2011) reportó relaciones macho:hembra similares a las presentadas aquí, a pesar de haber criado parasitoides de hormigas cortadoras a temperaturas diferentes de las del presente trabajo. Mayor investigación en esta área permitiría establecer la relación macho:hembra más adecuada para apareamientos de laboratorio y cría masiva.

Cuarto, estos parasitoides atacan hormigas en diferentes micro-hábitats. Numerosas observaciones de campo (Elizalde y Folgarait 2012, Guillade datos sin publicar) sugieren que las especies de fóridos segregan su área de búsqueda de hospedadores en torno a nidos de *Atta vollenweideri*, con *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* volando principalmente sobre y dentro de las bocas de entrada, y *E. trilobata* sobrevolando los caminos de forrajeo, una observación notablemente similar a la que reportaran Tonhasca et al. (2001) para *M. grandicornis* y *Neodohrniphora* spp. Por otro lado, *A. setitarsus* ataca hormigas solamente en las áreas de corte (Elizalde y Folgarait 2012), reduciendo aún más la competencia potencial por hospedadores en términos de microhábitat. Si bien las hormigas que trabajan en sitios de corte deben en algún momento circular por los caminos de forrajeo y pasar por las bocas de entrada, es probable que el tiempo que pasan en estos microhábitats sea mucho menor que el que pasan en los sitios de corte, ya que una vez ahí, se dedican a cortar trozos de hojas y arrojarlos al suelo, donde las forrajeras los recogen para llevarlos al nido (Roschard y Roces 2003a). Por otro lado, de acuerdo a Mathis y Philpott (2012), es altamente probable que los fóridos sean capaces, al menos hasta cierto punto, y utilizando claves visuales, de discriminar entre hospedadores parasitados y no parasitados. Estas características asegurarían que estas especies de fóridos trabajen en forma complementaria de ser liberadas en conjunto como parte de un programa de control biológico.

Resulta sumamente llamativo que ninguna de las especies de fóridos criadas a partir de *A. vollenweideri* se obtuviera a partir de *A. lundii*, y viceversa. Este resultado apoya la propuesta de Elizalde y Folgarait (2011) de que los parasitoides que atacan a *Atta* constituyen un gremio separado de aquellos que atacan a *Acromyrmex*, lo cual tiene gran importancia desde el punto de vista aplicado (Folgarait 2013), ya que es en general una característica deseable de los agentes de control biológico el que sean especialistas de la especie plaga a controlar (DeBach y Rosen 1991).

Quinto, si bien los niveles de parasitismo natural que encontré son menores que los reportados por Elizalde y Folgarait (2012) para el mismo sitio de estudio, tanto sobre *A. vollenweideri* como sobre *A. lundii*, la severa sequía que afectó a la provincia de Santa Fe durante el año 2008 y parte del 2009 probablemente tuvo una gran influencia en la abundancia de los fóridos en mis muestreos. Las tasas relativamente bajas de parasitismo natural que encontré fueron probablemente el resultado de estas condiciones extremas, ya que Folgarait et al. (2003) encontraron que las variables climáticas como temperatura media y falta de precipitación afectan la fenología de varias especies de *Pseudacteon*. De hecho, Elizalde y Folgarait (2010) muestran que después del hospedador, las variables climáticas explican la riqueza de parasitoides. Aún así, es interesante notar que, aunque a niveles de abundancia más bajos, las especies que estudié siguieron los mismos patrones circanuales descriptos por Elizalde y Folgarait (2012), con *E. trilobata* siendo más abundante en invierno, y *A. setitarsus*, *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* hallándose en mayor abundancia en otoño y verano. A pesar de su baja abundancia, todas las especies criadas en este estudio han demostrado una notable plasticidad fisiológica y la capacidad de tolerar condiciones climáticas extremadamente desfavorables, lo cual es un rasgo sumamente deseable para agentes de control biológico. Más aún, su segregación temporal, con diferentes especies exhibiendo mayores abundancias en diferentes estaciones, serviría un doble propósito en un programa de liberación a campo: por un lado, reducir la competencia interespecífica, y por otro, asegurar la disponibilidad de parasitoides a lo largo del año, incluso cuando las condiciones climáticas no son nada ideales.

Adicionalmente, la elevada supervivencia pupal encontrada en este estudio, en comparación con las reportadas para fóridos específicos de hormigas de fuego (Folgarait comunicación personal) hacen a los fóridos de hormigas cortadoras sumamente prometedores para un programa de cría masiva.

Todas las características discutidas sugieren que las cuatro especies obtenidas a partir de *A. vollenweideri* particionan su recurso hospedador, el cual, a pesar de ser altamente abundante, es la única especie de *Atta* en mi sitio de estudio sobre la cual estos parasitoides pueden desarrollarse en el campo (Elizalde y Folgarait 2011). La misma observación es válida para los parasitoides criados a partir de *A. lundii*. Desde una perspectiva de control biológico, los rasgos discutidos pueden verse como complementarios entre las cuatro especies. Por lo tanto, un programa de control biológico de tipo aumentativo podría beneficiarse de esta complementariedad y producir un efecto realmente sinérgico en el control de *Atta*

vollenweideri y de *A. lundii* mediante la liberación de grandes cantidades de estos parasitoides. Para poder cumplir tal objetivo, se necesitarían enormes cantidades de parasitoides específicos de cada especie de hormiga. La experiencia de cría masiva y liberación, por más de una década, de fóridos para el control de la hormiga de fuego en el sudeste de Estados Unidos, con el establecimiento y expansión de varias especies de fóridos (Vázquez et al. 2006, Callcot et al. 2010, Porter 2010, Plowes et al. 2012), es un ejemplo de la viabilidad de obtener un suministro continuo de fóridos parasitoides en cantidades lo suficientemente grandes para realizar numerosas liberaciones a campo, y lograr poblaciones autosustentables. En el próximo capítulo presento los resultados de explorar diferentes condiciones de cría, en búsqueda de establecer protocolos para la cría masiva de parasitoides de hormigas cortadoras de hojas.

CAPÍTULO 5

CONDICIONES ÓPTIMAS PARA LA CRÍA DE PARASITOIDES DE *Atta vollenweideri* Y *Acromyrmex lundii*

Introducción

Las hormigas cortadoras de la tribu Attini cosechan material vegetal fresco de una amplia variedad de plantas (Cherret 1986) y son los herbívoros más abundantes del Neotrópico (Weber 1972, Hölldobler y Wilson 1980). Ambos géneros de esta tribu, *Atta* Fabricius y *Acromyrmex* Mayr, han sido considerados entre las plagas más dañinas para una gran variedad de cultivos, así como para el sector forestal y el ganadero (Cherret 1986).

El control químico de estos insectos sociales, aunque es el método de control de plagas más popularmente empleado (Della Lucia 1993, Boaretto y Forti 1997), ha demostrado ser inefectivo a largo plazo, y la creciente evidencia sobre la resistencia de varias plagas (Ouyant et al. 2010, Rodríguez et al. 2010), así como los efectos no deseados sobre organismos no-blanco (Vidau et al. 1998, Al-Deeb et al. 2001, Medina et al. 2007, Bagnères et al. 2009, Chauzat et al. 2010, Adán et al. 2011, Capítulo 3 de esta tesis) han llevado a que las organizaciones de protección ambiental prohíban a varios agroquímicos, mientras que se restringe el uso de otros para varios usos, notablemente en el sector forestal (Forest Stewardship Council 2007). A medida que las opciones de control químico se volvieron cada vez más limitadas, los investigadores concentraron su atención sobre otros potenciales agentes de control.

Después de estudiar intensivamente varios aspectos clave de su biología y ecología, fue posible criar y liberar masivamente a varias especies del género *Pseudacteon*, las cuales atacan a hormigas de fuego del género *Solenopsis* (Cónsoli et al. 2001, Folgarait et al. 2002a y 2002b, 2005, 2006, Vogt et al. 2003, Vázquez et al. 2006, Callcot et al. 2010, Porter 2010, Plowes et al. 2012). Se estableció que la mayoría de las especies necesitaban alta humedad (80% o más) para desarrollarse exitosamente en el laboratorio, y que debajo de este límite la cría resultaba difícil, si no imposible (Folgarait sin publicar). La temperatura de cría para este género también necesita ser elevada, ya que la mayoría de las especies se desarrollan bien a

temperaturas entre los 28°C y 29°C (Folgarait et al. 2002a, 2002b, 2005, 2006, Vogt et al. 2003). Una vez que se determinaron las mejores condiciones de cría, estos parasitoides fueron exitosamente introducidos y establecidos en los Estados Unidos para controlar a las hormigas de fuego *Solenopsis invicta* y *Solenopsis richteri* (Vazquez et al. 2006, Porter 2010, Plowes et al. 2012). Los resultados obtenidos fueron favorables (Henne et al. 2007, Porter 2010), y alentaron a los investigadores a estudiar a los fóridos que atacan a especies de hormigas cortadoras. Varias especies de la familia Phoridae han sido consideradas desde entonces como candidatos viables para el control biológico de estas hormigas (Guillade y Folgarait 2011, Elizalde y Folgarait 2011) debido a numerosos rasgos de interés (Folgarait 2013).

Varias especies de los géneros *Apocéphalus, Eibesfeldtphora, Myrmosicarius* y *Neodohrniphora* son altamente específicas de las hormigas cortadoras, habiendo incluso evidencias que indican que los parasitoides de *Atta* spp. no atacarían a *Acromyrmex* spp, y viceversa (Elizalde y Folgarait 2010). Estas moscas se desarrollan dentro del cuerpo de sus hospedadores, consumiendo los tejidos vivos y eventualmente matándolas al alcanzar el momento de empupar, causando por lo tanto mortalidad directa (Erthal y Tonhasca 2000, Tonhasca et al. 2001, Guillade y Folgarait 2011). Las partes del cuerpo preferidas para oviponer y empupar varían con cada especie de fórido (cabeza, tórax, abdomen), así como el tamaño del hospedador (Feener y Brown 1993, Tonhasca 1996, Bragança et al. 2009, Guillade y Folgarait 2011) y el sitio en el cual las hormigas son atacadas (entradas al nido, caminos de forrajeo, sitios de corte (Erthal y Tonhasca 2000, Bragança et al. 2003, Elizalde y Folgarait 2011), lo cual permite que diferentes especies de moscas tengan efectos complementarios, aumentando las tasas de parasitismo totales en una situación de programa de control biológico (Folgarait 2013). Finalmente, los fóridos interfieren con el funcionamiento normal de la colonia de hormigas al provocar respuestas tanto a nivel individual como de colonia de sus hospedadores (Elizalde y Folgarait 2012), entre las cuales se encuentra el que las obreras abandonen sus cargas y regresen al nido, así como que se den cambios en el tamaño de las obreras abocadas a forrajear (ver Capítulo 6), con el fin de evitar que se encuentren en los caminos los tamaños de hospedador preferidos por los fóridos (Orr 1992, Feener y Brown 1993, Tonhasca et al. 2001, Guillade y Folgarait 2012). Los rasgos discutidos, además de otros varios, los hacen candidatos ideales para programas de control biológico (Folgarait 2013).

Hasta el momento se conocen varios aspectos clave de la biología, ecología y comportamiento de varias especies de fóridos que atacan a hormigas cortadoras (Tonhasca 1996, Tonhasca et al. 2001, Bragança et al. 2003, Guillade y Folgarait 2011, Elizalde y

Folgarait 2011, 2012), y se ha revisado la taxonomía de varios géneros (Disney et al. 2006, 2009, Brown et al. 2010). Sin embargo, ningún estudio hasta la fecha ha evaluado la eficacia comparativa de diferentes combinaciones de temperatura y humedad para criar a estos parasitoides. La humedad en particular siempre se ha establecido en valores muy altos para propósitos de cría, pero muchas de estas especies se encuentran en regiones geográficas donde la humedad relativa anual es considerablemente más baja que la que se mantiene artificialmente en el laboratorio. En varias instancias en que me fue necesario criar fóridos en el campo, sin la posibilidad de mantener condiciones constantes de temperatura y humedad, encontré que estos parasitoides fueron capaces de completar su desarrollo bajo condiciones menos que ideales, y fueron relativamente tolerantes a humedades bajas y temperaturas fluctuantes. Esto habla de un cierto grado de plasticidad fisiológica, y lleva a cuestionarse si las condiciones generalmente aceptadas como óptimas par ala cría de fóridos son necesariamente las mejores para fóridos de hormigas cortadoras. Para poder realizar crías masivas de estas moscas para liberaciones a campo en el marco de programas de control biológico, es indispensable contar con el conocimiento suficiente para alcanzar una eficiencia de cría óptima. Esto implica conocer las mejores condiciones de temperatura y humedad en cuanto a varios aspectos clave de sus ciclos vitales, tales como la duración de las distintas etapas del desarrollo y sus supervivencias, así como las condiciones que permitan manipular y sincronizar la eclosión de adultos para programas de liberación masiva (Thead y Streett 2006). Este capítulo presenta información al respecto para *Apocephalus setitarsus, Eibesfeldtphora trilobata* y *Myrmosicarius brandaoi*, parasitoides de *Atta vollenweideri*, así como *Apocephalus neivai* y *Myrmosicarius catharinensis*, parasitoides de *Acromyrmex lundii*.

Materiales y métodos

Obtuve las moscas para estos ensayos mediante muestreo pasivo (Elizalde y Folgarait 2011), el cual consistió en colectar hormigas obreras en caminos de forrajeo de 18 nidos de *Atta vollenweideri* en San Cristóbal, provincia de Santa Fe (región fitogeográfica del Chaco, Cabrera 1994), así como de 18 nidos de *Acromyrmex lundii* en Villa Elisa, Parque Pereyra Iraola, Manuel B. Gonnet y La Plata, provincia de Buenos Aires (región fitogeográfica pampeana, Cabrera 1994), durante las primaveras de 2010 y 2011. En cada nido (unidad

muestreal) recogí 1500 hormigas, las cuales dividí al azar en 5 sets de 300 hormigas cada uno, uno por cada régimen de cría (ver más adelante).

Las muestras de hormigas fueron llevadas al laboratorio, donde cada set se pasó a un recipiente plástico y se les dio agua y solución azucarada *ad libitum*. Estos recipientes se colocaron bajo diferentes regímenes de temperatura y humedad, y fueron inspeccionados periódicamente, retirando las hormigas muertas. Éstas fueron transferidas a recipientes menores con una base de yeso, y se las revisó en busca de pupas de fóridos, las cuales fueron entonces trasladadas individualmente a recipientes más pequeños, cubiertos con voile hasta el momento de la eclosión de los adultos. Inmediatamente después de emerger, los adultos fueron trasladados a tubos de ensayo plásticos especialmente modificados, con una ventilación de voile en un extremo, y una tapa adaptada para proveer a la mosca solución azucarada *ad libitum*. Llevé registro de la fecha de colecta de las hormigas, fecha de muerte de las mismas, fecha de aparición de pupas de fóridos, fecha de eclosión y fecha de muerte de los fóridos. Luego de su muerte, inspeccioné a los fóridos bajo una lupa binocular Nikon SMZ800 (Tokyo, Japón) para determinar la especie, el género y el tamaño (ancho del mesonoto). Medí también el tamaño de la cabeza de cada hormiga de la que emergió cada fórido (ancho de la cabeza debajo de los ojos) para *Myrmosicarius brandaoi*, *M. catharinensis* y *Eibesfeldtphora trilobata*; no pude medir el tamaño de hospedadores de *Apocephalus setitarsus* y *A. neivai* ya que ambas especies presentan pupas de vida libre (ver Anexo 1.1B).

La identificación taxonómica de los fóridos se realizó siguiendo las claves de Disney (1996), Brown (1997), Disney et al. (2006, 2009) y Brown et al. (2010). Identifiqué las especies de hormigas de acuerdo a las claves de Bonetto (1959), Gonçalves (1961) y Kusnezov (1978). Dado que durante los muestreos asigné las hormigas aleatoriamente a cualquiera de los cinco sets que luego serían mantenidos bajo diferentes regímenes de cría, el porcentaje de pupas obtenidas podría verse como un indicador de supervivencia larval, si se asumiera que cada set de hormigas traía del campo la misma proporción de hormigas parasitadas. Aún así, elegí usar el término “porcentaje de pupas obtenidas”, ya que tal asunción sólo podría haberse conformado diseccionando cada una de las hormigas colectadas en busca de larvas de fóridos. Calculé el porcentaje de pupas obtenidas para cada especie y tratamiento en cada set de 300 hormigas, mientras que la supervivencia pupal fue determinada para cada especie bajo cada régimen de cría como el cociente entre pupas obtenidas y adultos emergidos de cada set. Multipliqué luego el porcentaje de pupas obtenidas por la supervivencia pupal, para cada especie bajo cada régimen de cría, calculando así un Índice de

Eficiencia de Cría (IEC), con el objeto de determinar el mejor régimen de cría para cada especie estudiada (un mayor valor de IEC indica una mayor eficiencia).

Condiciones de cría

Las hormigas colectadas de cada nido de cada especie fueron separadas en 5 sets de 300 individuos cada uno. Cada set se mantuvo desde el principio hasta el final del experimento en una cámara de cría con condiciones ambientales controladas y un fotoperíodo de 12:12 L:O, bajo uno de los siguientes regímenes de temperatura y humedad: 20HA: 20 ± 1°C y 80 ± 10% humedad relativa; 24HA: 24 ± 1°C y 80 ± 10% humedad relativa; 24HB: 24 ± 1°C y 30 ± 10 % humedad relativa; 28HA: 28 ± 1°C y 80 ± 10% humedad relativa, y 28HB, 28 ± 1°C y 30 ± 10% humedad relativa. Si bien habría sido deseable probar la cría a baja temperatura y baja humedad, nuestra cámara de cría no fue capaz de sostener humedad relativa baja al establecerla en 30%, lo cual resultó en un grado inaceptable de fluctuación de esta variable.

Análisis estadísticos

Transformé los datos de modo de que se ajustaran a la distribución normal. Para los tiempos de desarrollo y el tamaño de las hormigas hospedadoras y las moscas adultas usé la transformación logarítmica natural, mientras que para los porcentajes de pupas obtenidas y la supervivencia pupal apliqué raíz cuadrada. Conduje tests de t para comparar entre machos y hembras para cada rasgo del ciclo de vida estudiado. Al no hallar diferencias significativas entre machos y hembras para ninguna especie en ninguna de las variables medidas ($P > 0,05$ para cada contraste), junté para cada especie los datos de ambos géneros. Luego realicé ANOVAs para cada variable dependiente por separado, usando el software Statistix para Windows 2.0 (Analytical Software 1998). A continuación realicé contrastes *a posteriori* de Bonferroni, manteniendo el nivel de significación en 0,05. Apliqué correlaciones de Pearson entre el tamaño de los adultos y el tiempo total de desarrollo, así como entre el tamaño de los adultos y su longevidad, para cada especie bajo cada régimen de cría, usando el software Statistix para Windows 2.0.

Resultados

Parasitoides de *Atta vollenweideri*

Los tiempos de desarrollo y tamaños de *A. setitarsus, E. trilobata* y *M. brandaoi* bajo los cinco regímenes de cría probados se muestran en la Figura 5.1. El tiempo larval se alargó en el tratamiento 20HA para las tres especies, mientras que el tiempo más corto se registró siempre en el tratamiento 28HA (*A. setitarsus* F = 160.76; GL = 4,124; P = 0.0000; *E. trilobata* F = 450.94; GL = 4, 332; P = 0.0000; *M. brandaoi* F = 123.46; GL = 4, 131; P = 0.0000). Sin embargo, los únicos contrastes que exhibieron diferencias significativas fueron entre los tratamientos 24HA y 24HB para *E. trilobata*, y entre 28HA y 28HB para las tres especies ($P < 0.05$ cada contraste).

El tiempo pupal varió para todas las especies bajo los distintos regímenes (*A. setitarsus* F = 4.24; GL = 4, 67; P = 0.0042; *E. trilobata* F = 10.18; GL = 4, 238; P = 0.0000; *M. brandaoi* F = 16.68; GL = 4, 88; P = 0.0000). De acuerdo a los contrastes *a posteriori*, el tiempo más largo se registró a 20HA para todas las especies menos *A. setitarsus* ($P < 0.05$). El tiempo más corto se registró a 28HA, aunque no encontré diferencias significativas entre este tratamiento y el de 24HA excepto para *M. brandaoi* ($P < 0.05$). Aunque el tiempo pupal fue más corto a mayor humedad (dentro de la misma temperatura), esta diferencia sólo fue significativa para *A. setitarsus* ($P < 0.05$).

El tiempo de desarrollo total varió entre tratamientos para todas las especies (*A. setitarsus* F = 11.39; GL = 4, 67; P = 0.0000; *E. trilobata* F = 156.42; GL = 4, 238; P = 0.0000; *M. brandaoi* F = 74.46; GL = 4, 88; P = 0.0000). Los contrastes *a posteriori* revelaron que, para todas las especies, el tiempo más corto se obtuvo bajo el tratamiento 28HA ($P < 0.05$). Los tiempos a 20HA, 24HA y 24HB no fueron significativamente diferentes para *A. setitarsus*. Para *E. trilobata* los tiempos más cortos se registraron a 20HA y 24HA, el más largo a 28HA, y los tratamientos 24HB y 28HB resultaron en valores intermedios ($P < 0.05$). Para *M. brandaoi*, el tiempo más corto se obtuvo a 20HA, seguido por 24°C (sin diferencias significativas entre HA y HB), 28HB y finalmente 28HA ($P < 0.05$).

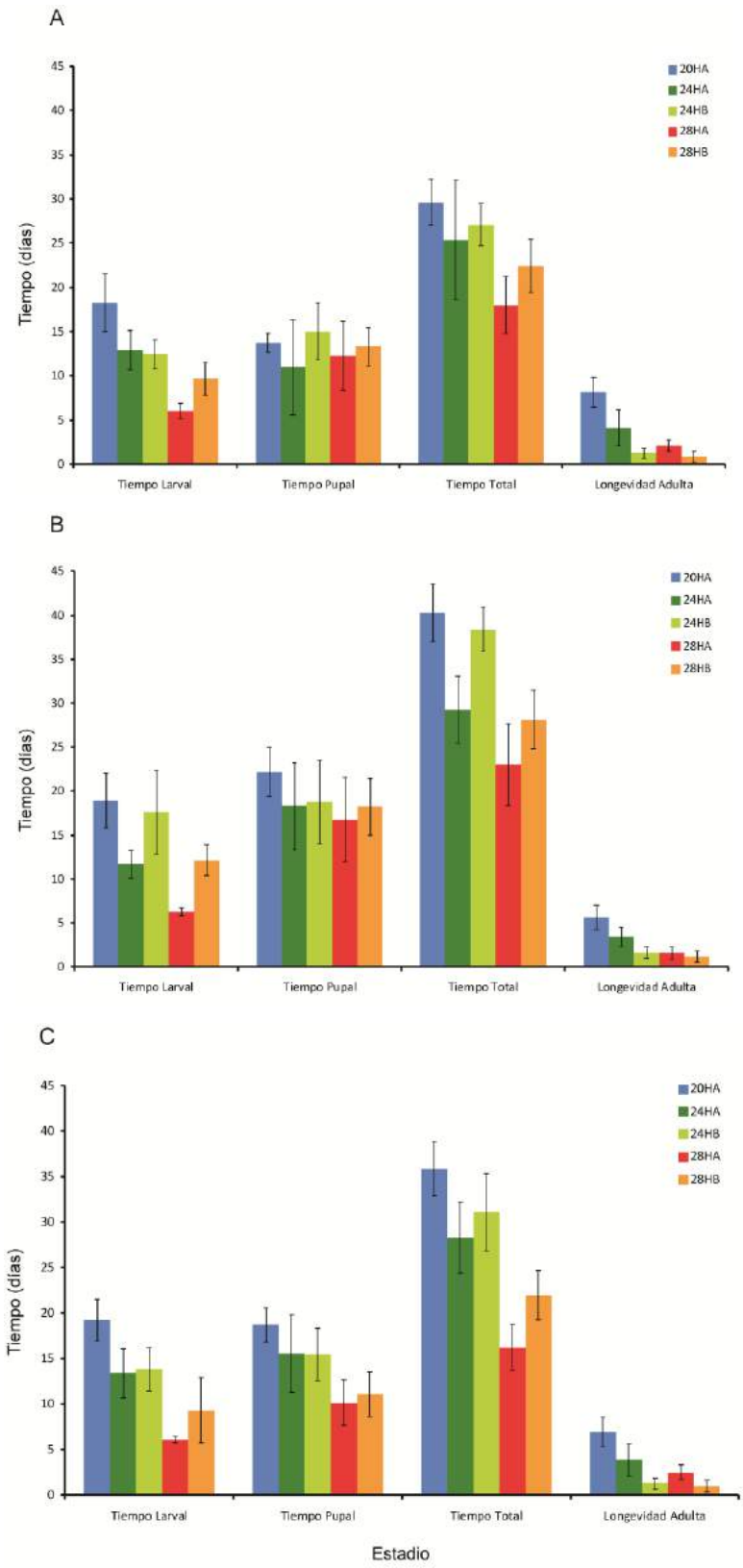


Figura 5.1: Tiempos de desarrollo y longevidad de adultos (media y desvíos estándar) de parasiotides de *Atta vollenweideri* bajo los cinco regímenes de cría. A: *Apocephalus setitarsus.* B: *Eibesfeldtphora trilobata*. C: *Myrmosicarius brandaoi.*

La longevidad de los adultos fue siempre mayor a 20HA (*A. setitarsus F* = 11.46; GL = 4, 66; *P* = 0,0000; *E. trilobata F* = 82.79; GL = 4, 237; *P* = 0,0000; *M. brandaoi F* = 31.44; GL = 4, 95; *P* = 0,0000). Tanto las mayores temperaturas como las humedades más bajas disminuyeron significativamente la longevidad. Los contrastes *a posteriori* mostraron diferencias significativas (*P* < 0,05 en todos los casos) para cada temperatura entre humedad alta y baja para *A. setitarsus* (24ºC), *E. trilobata* (24ºC) y *M. brandaoi* (24ºC y 28ºC).

Para cada especie de parasitoide, el tamaño de los adultos no varió significativamente entre tratamientos. El tamaño de los hospedadores no varió entre tratamientos para *M. brandaoi.* Sin embargo, encontré que las hormigas hospedadoras de *E. trilobata* fueron mayores en el tratamiento 24ºC (tanto 24HA como 24HB) (*F* = 13.72; GL = 4, 332; *P* = 0,0000). A pesar de esta diferencia, el tamaño de los adultos emergidos no varió entre tratamientos.

El porcentaje de pupas obtenidas fue significativamente mayor a 24HA para todas las especies (*A. setitarsus F* = 10,28; GL = 4, 85; *P* = 0,0000; *E. trilobata F* = 4.81; GL = 4, 85; *P* = 0,0016; *M. brandaoi F* = 9,05; GL = 4, 85; *P* = 0,0000) (Figura 5.2A). Al analizar la supervivencia pupal (Figura 5.2B), encontré que la mayor supervivencia se obtuvo a 24HA y la menor a 28HB (*A. setitarsus F* = 8.9; GL = 4, 40; *P* = 0,0000; *E. trilobata F* = 10,12; GL = 4, 44; *P* = 0,0000), mientras que las diferencias entre los demás tratamientos no fueron significativas. Resulta interesante que para *M. brandaoi* la mayor supervivencia se obtuvo a 24HA y la menor a 20HA (*F* = 3,45; GL = 4, 39; *P* = 0,0165), mientras que las diferencias entre los demás tratamientos no fueron significativas.

Los índices de eficiencia de cría (IEC) para las tres especies bajo los cinco regímenes de cría se muestran en la Tabla 5.1. Aunque los IECs más altos se obtuvieron a 24HA para todas las especies, *E. trilobata* también exhibió una buena eficiencia de cría a 28HA.

Encontré una correlación positiva entre el tamaño de los adultos y el tiempo total de desarrollo sólo para *M. brandaoi* a 24HA (r = 0,49; *P* = 0,003). El tamaño de los adultos y la longevidad, por otro lado, se correlacionaron positivamente sólo para *A. setitarsus* a 24HB (r = 0.51; *P* = 0.03). Ninguna otra correlación fue estadísticamente significativa (*P* > 0.05).

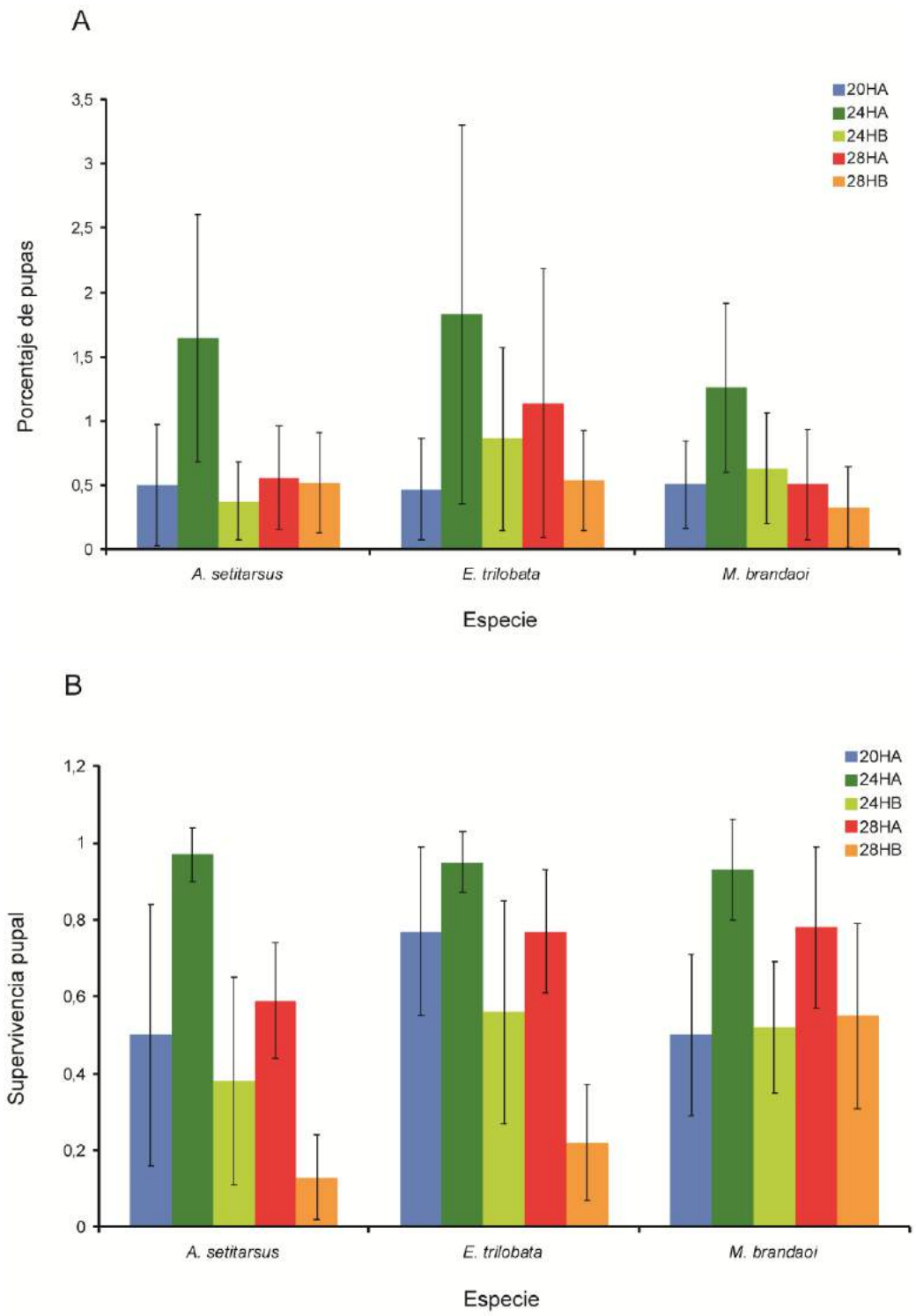


Figura 5.2: Porcentaje de pupas obtenidas (A) y supervivencia pupal (B) para *A. setitarsus*, *E. trilobata* y *M. brandaoi*, parasitoides de *Atta vollenweideri*, bajo cinco regímenes de cría diferentes.

	Parasitoides de *Atta vollenweideri*			Parasitoides de *Acromyrmex lundii*	
Tratamiento	*A. setitarsus*	*E. trilobata*	*M. brandaoi*	*A. neivai*	*M. catharinensis*
20HH	0,25	0,36	0,17	0,53	0,27
24HH	1,59	1,4	1,17	1,11	0,95
24LH	0,14	0,48	0,32	0,09	0,21
28HH	0,33	0,87	0,4	0,27	0,28
28LH	0,06	0,12	0,18	0,05	0,11

Tabla 5.1: Índices de Eficiencia de Cría (IEC), producto de multiplicar el parasitismo natural por la supervivencia pupal, para las tres especies de parasitoides que atacan a *Atta vollenweideri* y las dos especies que atacan a *Acromyrmex lundii*, bajo cinco regímenes de cría diferentes.

Parasitoides de *Acromyrmex lundii*

Los tiempos de desarrollo para *A. neivai* y *M. catharinensis* bajo los cinco regímenes de cría probados se muestran en la Figura 5.3. El tiempo larval varió significativamente para *A. neivai*, (F = 18.06; GL = 4, 123; P = 0.0000), siendo más largo a 20HA y 24HA y más corto bajo los demás tratamientos (P < 0.05). *M. catharinensis* también mostró variaciones significativas (F = 9.47; GL = 4, 157; P = 0.0000); los contrastes *a posteriori* revelaron que el tiempo más largo se registró a 20HA y el más corto a 28HB (P < 0.05), mientras que entre los demás tratamientos las diferencias no fueron significativas.

El tiempo pupal más corto para *A. neivai* se obtuvo a 24HA y 28HA y más largo a 20HA; los tratamientos de baja humedad no exhibieron diferencias significativas con estos extremos (F = 8.57; GL = 4, 95; P = 0.0000). Para *M. catharinensis* el mayor tiempo pupal se registró a 20HA y el menor a 28HA, mientras que los tiempos obtenidos bajo los demás tratamientos no mostraron diferencias con estos extremos (F = 8.6; GL = 4, 97; P = 0.0000).

El tiempo total de desarrollo para *A. neivai* fue más largo a 20HA y más corto a 28HA (F = 10.67; GL = 4, 95; P = 0.0000), con *M. catharinensis* exhibiendo el mismo patrón (F = 15.9; GL = 4, 97; P = 0.0000).

La longevidad de los adultos fue mayor a 20HA y menor a 28HB tanto para *A. neivai* (F = 36.18; GL = 4, 85; P = 0.0000) como para *M. catharinensis* (F = 44.62; GL = 4, 97; P = 0.0000), mientras que entre los tratamientos intermedios las diferencias no fueron significativas.

No encontré diferencias significativas en los tamaños de moscas adultas bajo ninguno de los tratamientos (Tabla 5.1), para *A. neivai* (F = 2.12; GL = 4, 68; P = 0.08), ni para *M.*

catharinensis (F = 0.04; GL = 4, 89; P = 0.99). Tampoco encontré diferencias significativas para el tamaño de las hormigas parasitadas por *M. catharinensis* (F = 12.32; GL = 4, 176; P = 0.086).

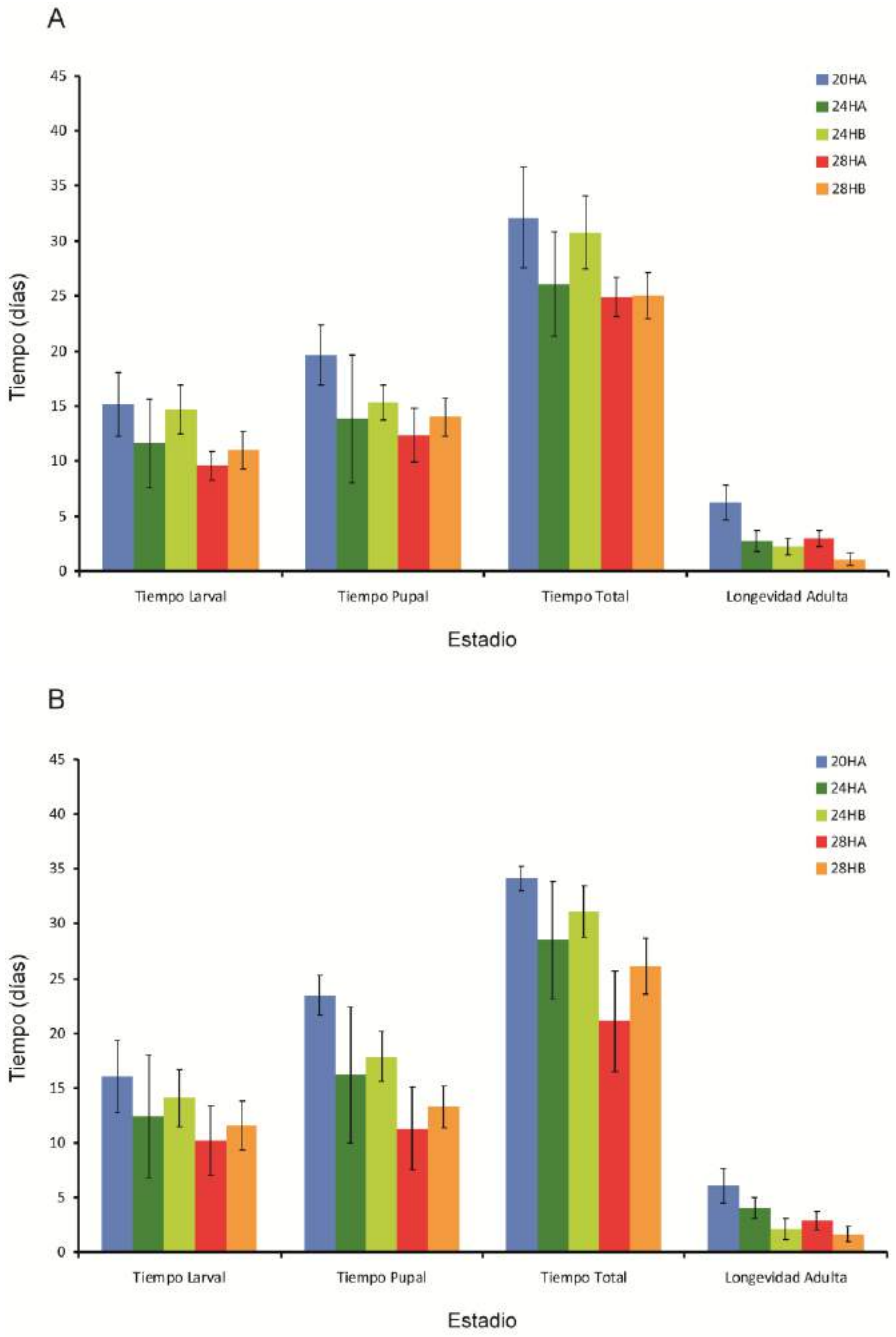


Figura 5.3: Tiempos de desarrollo y longevidad de adultos (media y desvíos estándar) de parasiotides de *Acromyrmex lundii* bajo los cinco regímenes de cría. A: *Apocephalus neivai.* B: *Myrmosicarius catharinensis.*

El porcentaje de pupas obtenidas fue mayor a 24HA y menor a 24HB y 28HB para *A. neivai* (F = 6.12; GL = 4, 62; P = 0.0004), mientras que para *M. catharinensis* el valor más

alto se registró a 24HA y el más bajo a 24HB, 28HA y 28HB (Figura 5.4A), con el tratamiento 20HA resultando en niveles intermedios de parasitismo, si bien las diferencias solo fueron significativas entre 24HA y 20HA (F = 4.49; GL = 4, 77; P = 0.0027).

La supervivencia pupal fue más alta a 24HA y más baja a 28HB (Figura 5.4B) tanto para *A. neivai* (F = 3.98; GL = 4, 56; P = 0.0066) como para *M. catharinensis* (F = 5.25; GL = 4, 77; P = 0.0009).

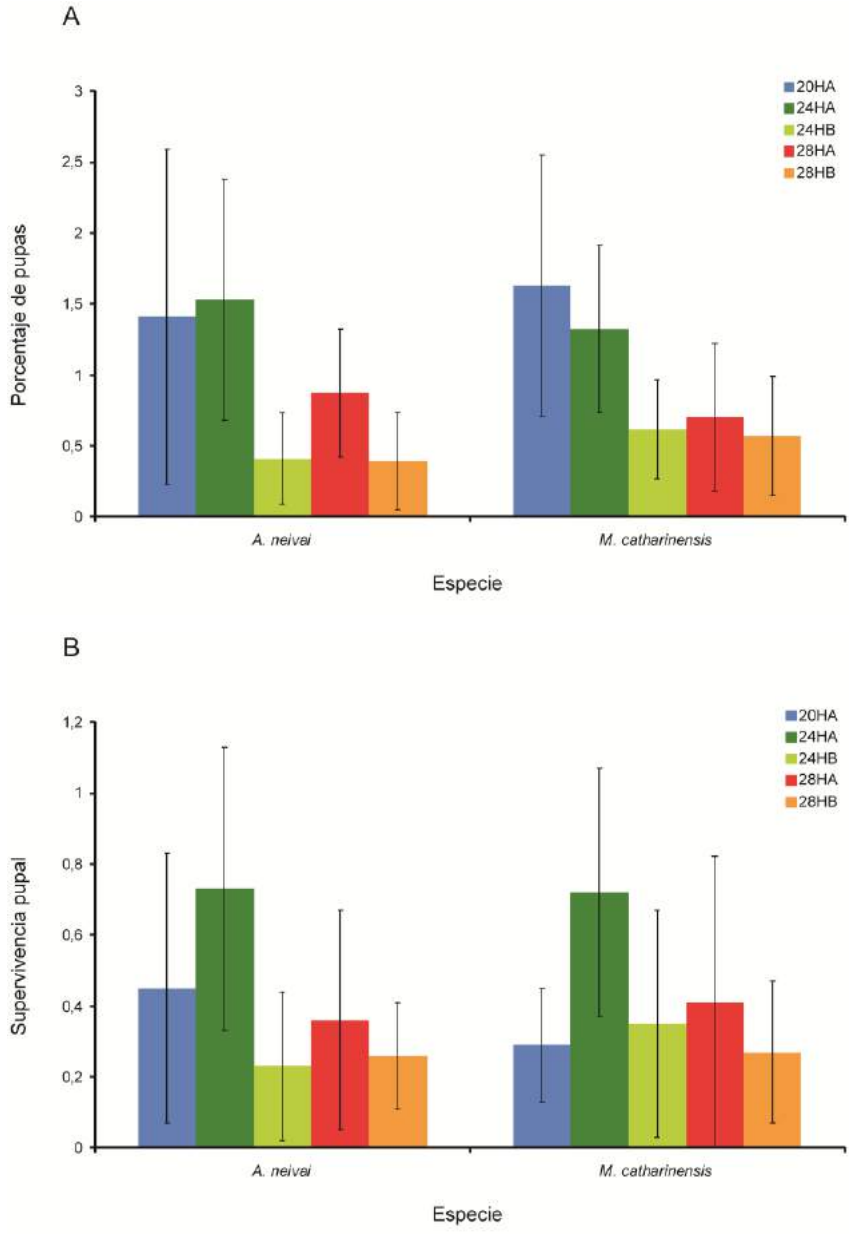


Figura 5.4: Porcentaje de pupas obtenidas (A) y supervivencia pupal (B) para *A. neivai* y *M. catharinensis*, parasitoides de *Acromyrmex lundii*, bajo cinco regímenes de cría diferentes.

Los IECs para ambas especies bajo los cinco tratamientos probados se muestran en la Tabla 5.1, donde puede verse que el régimen de cría 24HA es el más adecuado para *A. neivai* y *M. catharinensis*.

Encontré una correlación estadísticamente significativa entre el tamaño de los adultos y el tiempo total de desarrollo para *A. neivai* a 24HA (r = 0.61; *P* = 0.004), 24HB (r = 0.78; *P* = 0.01) y 28HA (r = 0.72; *P* = 0.003), mientras que para *M. catharinensis* estas dos variables no se correlacionaron significativamente bajo ninguno de los tratamientos. Ni *A. neivai* ni *M. catharinensis* exhibieron correlaciones significativas entre el tamaño de los adultos y su longevidad, bajo ninguno de los tratamientos.

Discusión

Los resultados obtenidos brindan información valiosa sobre aspectos clave de la historia de vida de fóridos de hormigas cortadoras, la cual es de gran importancia para diseñar técnicas de cría masiva para estos parasitoides. Aunque las moscas de las cinco especies estudiadas aquí pudieron completar su desarrollo bajo todos los regímenes de cría probados, el desempeño en términos de tiempos de desarrollo varió significativamente entre tratamientos, y lo mismo se observó para la longevidad de los adultos. Tanto el porcentaje de pupas obtenidas como la supervivencia pupal se vieron afectadas, lo cual resultó en variaciones de la eficiencia de cría.

Se han publicado pocos trabajos acerca de los ciclos vitales de fóridos de hormigas cortadoras obtenidos a temperaturas menores que 26,5°C y/o humedades menores a 75%, con la excepción de mi trabajo sobre ciclos de vida de fóridos de *Atta vollenweideri* (Guillade y Folgarait 2011), en el cual la temperatura de cría fue de 25±1°C, y sólo un estudio se ha publicado en el cual los fóridos de hormigas cortadoras fueron criados a 22°C (Elizalde y Folgarait 2011). Mis resultados difieren de los reportados por estas últimas autoras, particularmente en lo que se refiere a tiempos de desarrollo larval, los cuales fueron consistentemente más largos en mi estudio para todas las especies estudiadas. Estas diferencias parecen sugerir una gran sensibilidad de estas especies de fóridos a pequeños cambios en la temperatura o humedad. Por otro lado, el hecho de que las cinco especies estudiadas aquí pudieron completar exitosamente su desarrollo y sobrevivir al menos dos días como adultos es indicador de la gran plasticidad y tolerancia que exhiben a variaciones en las

condiciones ambientales, lo cual es un rasgo sumamente deseable en organismos que serán liberados al campo bajo situaciones ambientales cambiantes.

Es interesante que tanto los fóridos de *A. vollenweideri* de la provincia de Santa Fe como los de *A. lundii* de Buenos Aires exhibieron su mejor rendimiento en términos de eficiencia de cría en el tratamiento 24HA (Tabla 5.1); sin embargo, vale la pena tener en cuenta el caso de *M. catharinensis*, para la cual probablemente resulte más eficiente un tratamiento mixto, manteniendo a las hormigas recién colectadas a 20°C y 80% HR hasta la aparición de pupas, ya que bajo este régimen se obtuvieron más pupas que en los otros, y pasándolas luego a un régimen de 24°C y 80% HR, para maximizar la supervivencia pupal. Mis resultados muestran claramente que las cinco especies de fóridos se desarrollaron mejor bajo el último tratamiento, y las variaciones tanto en temperatura como en humedad casi siempre afectaron significativamente los parámetros del ciclo vital medidos. La eclosión de adultos en condiciones de baja humedad relativa, aunque esperada desde la perspectiva de los hábitats en que habitan estas especies, era dudosa, especialmente teniendo en cuenta que todas las especies de parasitoides de hormigas que se habían criado en laboratorio hasta la fecha habían sido mantenidas a elevados niveles de humedad (Erthal and Tonhasca 2000, Cónsoli et al. 2001, Folgarait et al. 2002a, 2002b, 2006; Tonhasca et al. 2001, Bragança et al. 2003, Vogt et al. 2003, Chen et al. 2005, Bragança and Medeiros 2006, Bragança et al. 2009, Elizalde and Folgarait 2011, Guillade and Folgarait 2011), y que los ensayos llevados adelante con varias especies de *Pseudacteon* a bajos niveles de humedad siempre habían fracasado (Folgarait comunicación personal).

Los fóridos de *Acromyrmex lundii* fueron criados a partir de hormigas colectadas en la provincia de Buenos Aires, donde la temperatura media anual es de 17,8°C y la humedad relativa promedio es de 74%. Por lo tanto, el tratamiento 20HA no debería ser una condición de cría extrema para estos parasitoides. Los parasitoides de *A. vollenweideri*, por otro lado, fueron colectados en la provincia de Santa Fe, donde la temperatura media anual es de 22,3°C y la humedad relativa promedio es de 65%. Así, para *A. setitarsus*, *E. trilobata* y *M. brandaoi*, el tratamiento 20HA representó un régimen relativamente más frío de lo que probablemente fue para *A. neivai* y *M. catharinensis*. Otro factor que podría explicar esta diferencia en la tolerancia a temperaturas bajas entre fóridos de *A. vollenweideri* y de *A. lundii* es la mayor amplitud en la distribución geográfica de los fóridos de *A. lundii*: mientras que los fóridos de *A. vollenweideri* se encuentran en las regiones fitogeográficas Chaqueña y del Espinal, *A. neivai* se encuentra en estas dos regiones y también en la Pampeana, mientras que *M. catharinensis* se distribuye en las regiones Chaqueña, del Espinal, Pampeana y Patagónica

(Elizalde comunicación personal). Para fóridos que deben completar su desarrollo bajo condiciones climáticas tan diversas como las que se encuentran en todas estas regiones fitogeográficas, probablemente no sería ventajoso desde el punto de vista evolutivo estar adaptadas a un régimen óptimo de temperatura y humedad, sino que les resultaría más beneficioso poder alcanzar una supervivencia razonablemente alta bajo un rango más amplio de condiciones ambientales. Una variabilidad genotípica grande en cuanto a tolerancia ambiental durante el desarrollo sería ventajosa para sus poblaciones, asegurando que suficientes cantidades de individuos alcancen el estado adulto, aún bajo condiciones climáticas adversas.

Henne y Johnson (2007) reportaron, en un experimento llevado adelante bajo condiciones de laboratorio en una disposición artificial de las colonias, que las obreras de *Solenopsis invicta* parasitadas por *P. tricuspis* permanecían dentro de túneles laterales en el nido, evitando forrajear, y que sólo abandonaban la colonia pocas horas antes de morir, un comportamiento que, según su hipótesis, sería dictado por el parasitoide de modo de mantenerse protegido de condiciones ambientales desfavorables. Estas hormigas parasitadas eran incapaces de morder debido al daño que los parasitoides habían infligido a sus músculos mandibulares. Si este fuera el caso para las hormigas cortadoras, sería posible colectar muy pocas obreras parasitadas en un muestreo pasivo, y morirían poco después de ser capturadas, ya que solo las obreras que se encuentren a pocas horas de morir abandonarían el nido. Encontré que el tiempo larval en mi ensayo fluctuó desde aproximadamente 5 días a 18 días, dependiendo del régimen de cría. Elizalde y Folgarait (2011) también registraron tiempos larvales extensos para varias especies de fóridos. Más aún, si bien el porcentaje de pupas obtenidas en mi experimento fue relativamente bajo, Elizalde y Folgarait (2011) reportaron tasas de parasitismo de hasta cerca del 30% para *E. trilobata* en el mismo sitio de estudio pero para años anteriores. Ya que tanto en mi experimento como en el de estas autoras las hormigas fueron recolectadas en caminos de forrajeo, esto parece contradecir la hipótesis de que las hormigas permanecen escondidas en el nido hasta pocas horas antes de su muerte.

Ya que las condiciones de cría claramente afectaron el desarrollo larval de las especies estudiadas, mis resultados sólo pueden ser comparados con los de otros estudios que examinaran tasas de parasitismo bajo condiciones de cría similares a alguna de las que yo probé. Elizalde y Folgarait (2011) reportaron tasas de parasitismo para *A. lundii* durante el año 2005 similares a las que yo encontré, considerando que en su trabajo las tasas de parasitismo por hospedador se presentaron como la suma de las tasas de parasitismo de cada especie de fórido para ese hospedador. Sin embargo, estas autoras reportaron niveles de

parasitismo mucho mayores para el año 2006. Lo opuesto se observa para los parasitoides de *Atta vollenweideri*, los cuales en su estudio fueron más abundantes en el 2005. La abundancia de los fóridos es marcadamente estacional (Elizalde y Folgarait 2011, Guillade y Folgarait 2011), y se ha demostrado que los factores climáticos también afectan su riqueza (Elizalde y Folgarait 2010). Mis muestreos se llevaron adelante un año después de una de las peores sequías que hayan afectado a nuestro país, cuando las poblaciones de fóridos apenas comenzaban a recuperarse luego de su caída en abundancia en los años 2008 y 2009. Ésto tuvo como consecuencia que los IECs fueran particularmente bajos, ya que relacionan el porcentaje de pupas obtenidas con la supervivencia pupal. Sin embargo, a partir de muestreos de años más favorables, como los de Elizalde y Folgarait (2011), se podrían obtener valores mucho más altos de este índice. Considerando las máximas tasas de parasitismo reportadas por estas autoras, el IEC para *A. setitarsus* a 24HA sería de 3,82, para *E. trilobata* bajo el mismo régimen sería de 28,5, y para *M. brandaoi* 13,95. En cuanto a los parasitoides de *A. lundii*, el IEC para *A. neivai* sería de 4,38 y para *M. catharinensis* 4,32.

Los fóridos de hormigas suelen tener una distribución agregada (Folgarait 2013), lo cual se traduce en una gran variabilidad espacial en las tasas de parasitismo natural. Así, en mi estudio muchos de los nidos muestreados no tuvieron hormigas parasitadas, mientras que en otros hubo hasta un 14% de hormigas parasitadas, y este grado de variabilidad era esperable dada la naturaleza de su distribución. Considerando a los parasitoides como posibles controladores biológicos, las liberaciones a campo podrían llevar a que la abundancia de parasitoides en los distintos nidos esté más uniformemente distribuida, y por lo tanto los IECs resultarían mayores. Merece la pena destacar la elevada supervivencia pupal que obtuve en este estudio para *A. setitarsus*, *E. trilobata* y *M. brandaoi* en el tratamiento 24HA, mucho mayor que la que Tonhasca et al. (2001) reportaron para *M. grandicornis* o la que reportaron Bragança et al. (2009) para *N. elongata*. Este es un rasgo sumamente deseable para cualquier organismo que se desee criar masivamente, ya que aseguraría que aproximadamente el 95% de los parasitoides en el laboratorio completarían exitosamente su desarrollo.

Si bien no tan alta como la de los fóridos de *A. vollenweideri*, la supervivencia pupal promedio de *A. neivai* y *M. catharinensis* fue también mayor a 24HA; aún así, la supervivencia para estas dos especies fue muy variable dentro de todos los tratamientos, lo cual sugiere que otros factores, más allá de la temperatura y la humedad, pueden estar afectando este rasgo del ciclo vital. Una posible hipótesis para explicar la menor supervivencia pupal en fóridos de *Acromyrmex* en comparación con los de *Atta* podría relacionarse a la presencia de Actinomicetes, en particular el simbionte *Pseudonocardia*

(Cafaro et al. 2011). La presencia de esta bacteria protege a las hormigas contra hongos patógenos (Currie et al. 2003b). Sin embargo, la existencia de estos simbiontes en *Atta* se ha vuelto objeto de una gran controversia, mientras que su presencia en *Acromyrmex* es indiscutida (Fernández-Marín et al. 2009). Si éste fuera verdaderamente el caso, puede discutirse que los antibióticos secretados por el mencionado actinomicete podría haber sido cooptado para afectar negativamente la coevolución con parasitoides específicos, lo cual llevaría entonces a un menor éxito de parasitismo en hormigas *Acromyrmex* que parecen estar siempre asociadas a *Pseudonocardia* y otros Actinomicetes (Sen et al. 2009). Obviamente, como en cualquier carrera armamentista, los parasitoides deberían haber evolucionado defensas contra los antibióticos producidos por *Pseudonocardia*, pero en cualquier caso, aún podrían seguir siendo menos eficientes en comparación con los fóridos de *Atta*, que no tienen que lidiar con este problema. En el futuro se debería estudiar el efecto de varios actores coevolutivos que pueden interactuar en forma compleja, si el objetivo es mejorar la supervivencia de estos parasitoides bajo condiciones de laboratorio, de modo de maximizar su eficiencia de cría.

El alto grado de sensibilidad que todas las especies evaluadas aquí exhibieron a variaciones de temperatura y de humedad podría explicar en parte la marcada estacionalidad de estos parasitoides en el campo (Guillade y Folgarait 2011, Elizalde y Folgarait 2012). Este es un factor a tener en cuenta al diseñar esquemas de liberación masiva de estos parasitoides, de modo de asegurar la supervivencia y el establecimiento de los organismos liberados. Los resultados de este capítulo resultarán muy valiosos a la hora de diseñar programas de cría masiva, ya que tal información es necesaria, por ejemplo, para sincronizar la eclosión de los adultos o para conservarlos hasta la fecha fijada para su liberación (Thead y Streett 2006). Se puede concluir que el tratamiento 24HA es el más adecuado para la cría de las especies de parasitoides estudiadas aquí, y que el tratamiento 20HA es recomendable para mantener a los adultos emergidos hasta el momento de liberarlos en el campo.

CAPÍTULO 6

EFECTO DE LA DENSIDAD DE FÓRIDOS SOBRE EL FORRAJEO DE *Atta vollenweideri* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EN EL CAMPO

Introducción

Las hormigas cortadoras del género *Atta* F (Formicidar: Attini) cortan material vegetal de una gran variedad de especies con el objeto de cultivar un hongo simbionte, el cual a su vez sirve de fuente alimenticia para la colonia (Weber 1972, Hölldobler y Wilson 1990). Esta relación les ha permitido a las hormigas evitar los mecanismos de defensa natural de la mayoría de las plantas (Cherret 1986), y es una de las razones por las que las hormigas cortadoras se han convertido en los herbívoros dominantes del Neotrópico (Hölldobler y Wilson 1990). Con la expansión de la agricultura intensiva y la implementación de los monocultivos, las hormigas se han convertido en plagas, y a través de los años se han realizado grandes esfuerzos para intentar eliminarlas de los agro-ecosistemas (Cherret 1986). El control químico ha resultado efectivo a corto plazo (Boaretto y Forti 1997, De Coll 1998, Filho y Dorval 2003, Zanetti et al. 2003), pero los plaguicidas actualmente utilizados, como el clorpirifós, han sido prohibidos en varios cultivos, mientras que otros como el fipronil están actualmente listados por el Forest Stewardship Council entre los compuestos que serán próximamente prohibidos para la producción forestal certificable (Forest Stewardship Council 2007, 2012). Más aún, los productores orgánicos simplemente no tienen la opción de controlar a las hormigas cortadoras utilizando plaguicidas sintéticos (Foguelman, 2003). Es por lo tanto indispensable para estos sectores de la producción desarrollar estrategias alternativas para el control de estas plagas.

Los parasitoides de la familia Phoridae (Diptera) han sido objeto de numerosas investigaciones durante las dos últimas décadas (Folgarait 2013). La hembra de estas moscas inserta un huevo en el cuerpo de una hormiga obrera utilizando su ovipositor. La larva se alimenta de los tejidos de su hospedador, eventualmente matándolo al momento de empupar (Disney 1994). Aunque las tasas de parasitismo suelen ser bajas (Tonhasca 1996, Erthal y Tonhasca 200, Morrison y Porter 2005, Guillade y Folgarait 2011), las hormigas exhiben importantes comportamientos de defensa en presencia de ellas, entre los que se incluyen alzar

las cabezas y abrir las mandíbulas en un intento por cazar las moscas, o curvar sus cuerpos, con la punta del abdomen tocando el suelo, de modo de protegerse del ataque de los fóridos (Elizalde y Folgarait 2012). Las hormigas han sido observadas abandonando las cargas que transportan y regresando rápidamente al nido, al punto de que el tráfico normal en el camino de forrajeo resulta drásticamente alterado (Orr 1992, Bragança et al. 1998, Tonhasca et al. 2001). Por este motivo se ha planteado la hipótesis de que la presencia de los fóridos tendría un efecto substancial sobre la colonia, al interferir con el abastecimiento normal de material vegetal al nido. Se ha demostrado que los fóridos desencadenan cambios en los ritmos diarios de forrajeo, de modo que las hormigas pasarían a forrajear de noche para evitar el parasitismo (Orr 1992) o excavan túneles de forrajeo subterráneos (Markin et al. 1975). Varios estudios han demostrado que los fóridos pueden mediar interacciones de competencia entre comunidades de hormigas de los géneros *Solenopsis* spp (Feener 1981, Morrison 1999, Mottern et al. 2004), *Pheidole* spp (Lebrun 2005, Lebrun y Feener 2007) o *Azteca* spp (Philpott 2005), ya que interfieren con aspectos clave de la vida de la colonia, tales como el forrajeo. Es por esta razón que se los ha considerado parasitoides fundamentales para estas comunidades (Feener 2000).

Varias especies de fóridos atacan a hormigas cortadoras en Sudamérica (Elizalde y Folgarait 2010). Las obreras de *Atta vollenweideri*, una especie que afecta a los sectores forestal y ganadero en Argentina, son hospedadoras de varias especies de parasitoides en Argentina (Elizalde y Folgarait 2010, Guillade y Folgarait 2011), incluyendo a *Eibesfeldtphora trilobata*, una especie antiguamente clasificada dentro del género *Neodohrniphora* (Disney et al. 2009). Esta mosca ataca a hospedadores grandes (ancho de cabeza entre 2,1 y 2,46mm), a los cuales busca activamente en caminos de forrajeo cerca de las entradas de los nidos, empupando dentro de la cabeza del hospedador (Elizalde y Folgarait 2011, Guillade y Folgarait 2011). Las hormigas muestran fuertes reacciones a su presencia en los senderos, asumiendo inmediatamente diversas posturas de defensa (Folgarait 2013). *E. trilobata* altera de tal forma el tráfico normal en los caminos que, tal como notaran Bragança et al. (1998) para *Neodohrniphora* sp., el disturbio en el flujo normal de hormigas en el sendero puede usarse como un signo de que los fóridos están presentes en el camino. Respuestas igualmente intensas se han observado en colonias de *Atta cephalotes* en Centroamérica en presencia de *Neodohrniphora curvinervis* a nivel de tráfico y forrajeo (Orr 1992), como también sobre *Atta sexdens* en presencia de *Neodohrniphora* sp. en ensayos de laboratorio Brasil (Bragança et al. 1998). Hasta la fecha no se han publicado estudios que midieran el impacto de diferentes densidades de fóridos de hormigas cortadoras en el campo.

Esta respuesta es de gran importancia al momento de diseñar programas de control biológico que impliquen varias liberaciones para aumentar las densidades de parasitoides, ya que se ha demostrado, por ejemplo, que hembras de la misma especie de *Pseudacteon* sp. interfieren competitivamente entre ellas cuando atacan a *Solenopsis invicta* en condiciones de laboratorio (Chirino et al. 2012).

El propósito de este capítulo fue cuantificar el efecto que *E. trilobata* ejerce sobre colonias completas de *A. vollenweideri* en el campo a dos densidades diferentes de fóridos, con el objeto de evaluar el impacto que estos parasitoides tienen sobre el suministro de alimento al nido, sobre el tráfico de obreras y el tamaño de éstas, así como inferir si las hembras de *E. trilobata* interfieren entre ellas al atacar a hormigas en un mismo sendero.

Materiales y métodos

Sitio de estudio y unidad experimental

Realicé ataques sobre senderos de forrajeo de colonias completas de *A. vollenweideri* en el campo en San Cristóbal, provincia de Santa Fe, Argentina (30° 12’ S, 61° 09’ W), durante la primavera (Octubre a Diciembre de 2010) y el otoño (Marzo a Mayo de 2011), ya que los fóridos son más abundantes en estas estaciones. A partir de numerosas observaciones realizadas sobre caminos de forrajeo en los últimos 6 años, noté que, en cualquier nido dado, la presencia de fóridos en un sendero no provoca respuestas comportamentales discernibles en las hormigas que se encuentran en otros senderos en los cuales no hay fóridos, al menos no en el transcurso de varias horas (Guillade y Folgarait datos sin publicar). Se ha propuesto que las actividades de las colonias son auto-organizadas, basadas en el intercambio de información entre las obreras (Gordon 2007) en lugar de ser el resultado de un control jerárquico. En una colonia de *Atta vollenweideri*, en la cual millones de obreras se dedican al forrajeo a lo largo de muchos senderos al mismo tiempo, para que la presencia de un fórido en un camino afecte inmediatamente a obreras que se encuentran en otros caminos, sería necesario un intercambio veloz de información entre obreras de diferentes caminos. Elizalde y Farji-Brener (2012) midieron a una gran proporción de hormigas que se mantienen en el mismo camino de forrajeo durante varios días consecutivos, y otros estudios reportaron también una gran fidelidad de las obreras a caminos de forrajeo y entradas al nido (Shepherd 1982, Sousa-Souto et al. 2005). Esto aparentemente indica una cierta limitación en el contacto que las forrajeras de un camino dado establecen con forrajeras de otros caminos, y por lo tanto que existiría un

grado de independencia en la organización del forrajeo a lo largo de cada camino individual. En consecuencia, las hormigas aparentemente comunican información sobre la presencia de parasitoides sobre un camino en particular a otras hormigas yendo y viniendo en ese mismo camino, pero no al resto de las obreras en los demás caminos. Por lo tanto, decidí considerar a cada sendero como una unidad experimental independiente, aún si más de un sendero perteneció al mismo nido

Experimentos

Cada ataque (liberación de una diferente densidad de parasitoides para oviponer a las hormigas) se llevó adelante en un camino de forrajeo de un nido, el cual fue cuidadosamente inspeccionado durante una hora antes del comienzo del ataque, para asegurar que ningún fórido de ninguna especie estuviera presente sobre él. Un segundo sendero igualmente evaluado fue seleccionado para actuar como control (0 fóridos). Tomé una primera muestra (T=0) en la cual colecté a todas las hormigas que regresaban al nido durante un minuto, al igual que sus cargas, de ambos caminos. Luego de tomar la muestra, coloqué un túnel aislante de 3 metros de largo sobre cada uno de los caminos con el fin de mantener fuera del camino a los fóridos que pudieran aparecer (Figura 6.1). Estos túneles fueron construidos con esta longitud ya que numerosas observaciones de campo (Elizalde y Folgarait 2010, Guillade datos no publicados) muestran que *E. trilobata* ataca principalmente a hormigas en los 3 metros del sendero más cercanos al nido. Las paredes del túnel fueron hechas de tela de porosidad pequeña (voile) para mantener la ventilación y no elevar la temperatura, e incluyeron varias ventanas cubiertas con film transparente para radiografías, lo cual me permitió seguir la actividad de las moscas sobre el sendero aislado por el túnel. La estructura se construyó con alambre de 0,5 cm de espesor, en forma de herraduras, con los extremos lo suficientemente largos para poder enterrarlos en el suelo a los lados del sendero, de modo que las paredes de tela tocaran el suelo; en los extremos proximal y distal el túnel quedó cerrado por aleros de tela que cubrieron hasta 3 cm sobre la superficie del sendero, de modo que las hormigas pudieran salir y entrar sin problemas, pero las moscas liberadas dentro quedaran restringidas dentro del túnel. Incluí una pequeña abertura con una tapa, a través de la cual las moscas pudieran ser introducidas en el túnel usando un aspirador.

Figura 6.1: Túneles de ataque para los ensayos de efectos de densidad de fóridos.

Luego de colocarlo sobre cada sendero, liberé una o 4 hembras de *E. trilobata* en el túnel (1F o 4F). Estas moscas fueron colectadas el día anterior con un aspirador, y mantenidas en tubos plásticos con una tapa adaptada con una mecha de algodón, la cual se empapó en solución azucarada al 40%. Treinta minutos después de introducir la o las moscas en el túnel de ataque, tomé una segunda medida, colectando todas las hormigas que regresaban al nido junto con sus cargas, tanto del sendero bajo ataque como del sendero control (0F), cada una de las cuales se colocó en recipientes adecuadamente identificados. Tomé nuevas muestras cada treinta minutos (T+60 y T+90) de senderos atacados y control. Luego de tomar la muestra T+90, retiré las moscas del sendero de ataque, y permití a las hormigas forrajear durante otros 30 minutos, tomando luego la muestra final (T+120) de ambos senderos, con lo cual concluyó la sesión de muestreo. Todos los senderos (0F, 1F y 4F) fueron continuamente inspeccionados para asegurarme de que nunca aparecieran moscas en el sendero control, y que la única o únicas moscas presentes en el sendero atacado fueran las que yo introdujera. En el caso de que una mosca en el túnel de ataque escapara o fuera matada por las hormigas, ésta fue inmediatamente reemplazada por una nueva hembra, de modo que la densidad de fóridos dentro del túnel de ataque permaneciera constante a lo largo del ensayo. Usé en total 24 nidos, sobre 12 de ellos realicé los ataques con una densidad 1F, y sobre otros 12 los ataques a densidad 4F, cada uno pareado con un sendero control (0F).

Las hormigas colectadas de senderos atacados y control fueron mantenidas a temperatura ambiente en recipientes plásticos con una base de yeso humedecida, y se les proveyó agua y solución azucarada *ad-libitum*. Luego de su muerte, inspeccioné a las hormigas en busca de pupas de fóridos, las cuales coloqué en recipientes individuales hasta que emergieron los adultos. Registré las fechas de recolección, muerte de las hormigas,

empupe y emergencia de los adultos. Las hormigas muertas de cada muestra fueron contadas, para determinar el tráfico en cada momento de muestreo, y medidas bajo una lupa binocular Nikon SMZ800 (Tokyo, Japón) con un micrómetro ocular (ancho de la cápsula cefálica debajo de los ojos), de modo de determinar si la presencia de fóridos tuvo algún efecto sobre la distribución de frecuencias de tamaños de hormiga en el sendero. El material vegetal que transportaban las hormigas al momento de la colecta fue colocado en sobres de papel y secado en estufa a 60°C hasta alcanzar peso constante, tras lo cual fueron pesadas en una balanza de presición Accu Lab (error = 0,001 g). Calculé también los tiempos de desarrollo de las moscas, determinando su sexo e identificando cada una hasta el nivel de especie, para lo cual seguí las claves de Brown (1997), Disney (1996), Disney et al. (2006, 2009) y Brown et al. (2010).

Análisis estadísticos

Realicé en primer lugar un ANOVA para comparar los T=0 entre los senderos asignados *a priori* a los grupos control y tratamiento para cada una de las siguientes variables dependientes: tráfico en el sendero, peso del material transportado, y tamaño de las hormigas. Luego de asegurarme de que no había diferencias significativas entre los senderos asignados a control y tratamientos antes de comenzar los ataques, los datos correspondientes a las muestras T+30, T+60, T+90 y T+120 fueron analizados por medio de un ANOVA de medidas repetidas, usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples. Utilicé análisis paramétricos ya que los datos cumplieron los supuestos de normalidad y homocedácea. Todos los análisis se realizaron usando el software Statview para Windows 5,0 (SAS Institute, 1998).

Resultados

El tráfico de hormigas (Figura 6.2) no difirió entre senderos asignados *a priori* a los tratamientos (0, 1 y 4 F) al T=0 ($F_{2, 45}$ = 0,131, P = 0,87). La ANOVA de medidas repetidas mostró que la densidad de fóridos tuvo un efecto significativo sobre el tráfico de hormigas ($F_{2, 45}$ = 8,98, P < 0,0001), así como sobre el tiempo ($F_{3, 45}$ = 28,94, P = 0,0005) y la interacción entre ambos ($F_{3, 2}$ = 5,24, P < 0,0001). Sin embargo, no encontré diferencias significativas entre 1F y 4F (P = 0,136). En presencia de 1 fórido, el tráfico de hormigas

disminuyó de 25,83 ± 5,55 hormigas/minuto en el T=0 a 13,41 ± 5,26 hormigas/minuto en el T+90; luego de retirar a la mosca, el tráfico continuó disminuyendo, ya que en el T+120 fue de 8,91 ± 5,16 hormigas/minuto. En forma similar, cuando 4 fóridos estuvieron atacando simultáneamente, el tráfico de obreras disminuyó de 27,58 ± 10,63 en el T=0 a 14,83 ± 5,79 en T+90, y esta disminución no se revirtió luego de retirar a las moscas (12,25 ± 3,59 hormigas/minuto en el T+120).

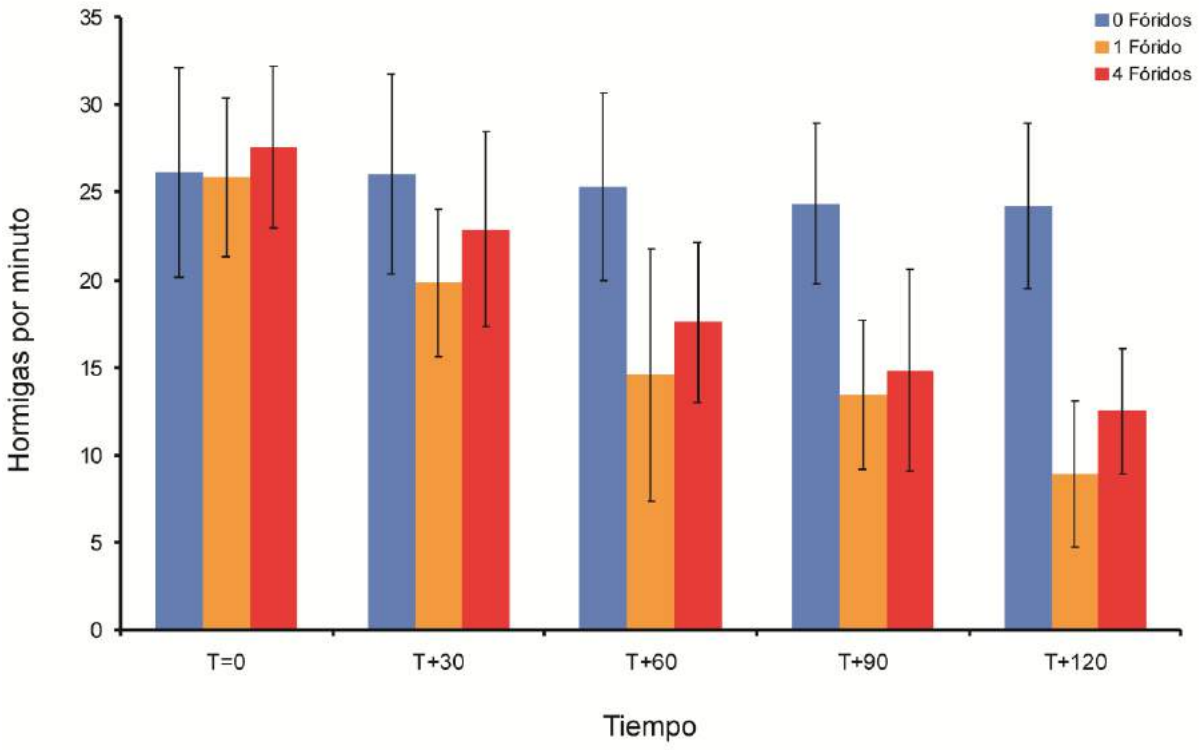


Figura 6.2: Tráfico promedio (hormigas por minuto) en caminos de forrajeo (0, 1 y 4 fóridos por camino) a lo largo del experimento

La cantidad de material vegetal transportado hacia la colonia también resultó afectado negativamente por la presencia de fóridos (Figura 6.3). En el T=0, no encontré diferencias significativas entre el material transportado por los tres grupos pre-asignados a los tratamientos ($F_{2, 45}$ = 0,185, P = 0,83). Luego de este punto, la densidad de moscas hembras se tradujo en disminuciones significativas en el peso de material vegetal transportado (tratamiento: $F_{2, 45}$ = 34,13, P < 0,0001; tiempo: $F_{3, 45}$ = 14,64, P < 0,0001; interacción: $F_{3, 2}$ = 5,23, P < 0,0001). Nuevamente, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos 1F y 4F (P = 0,27).

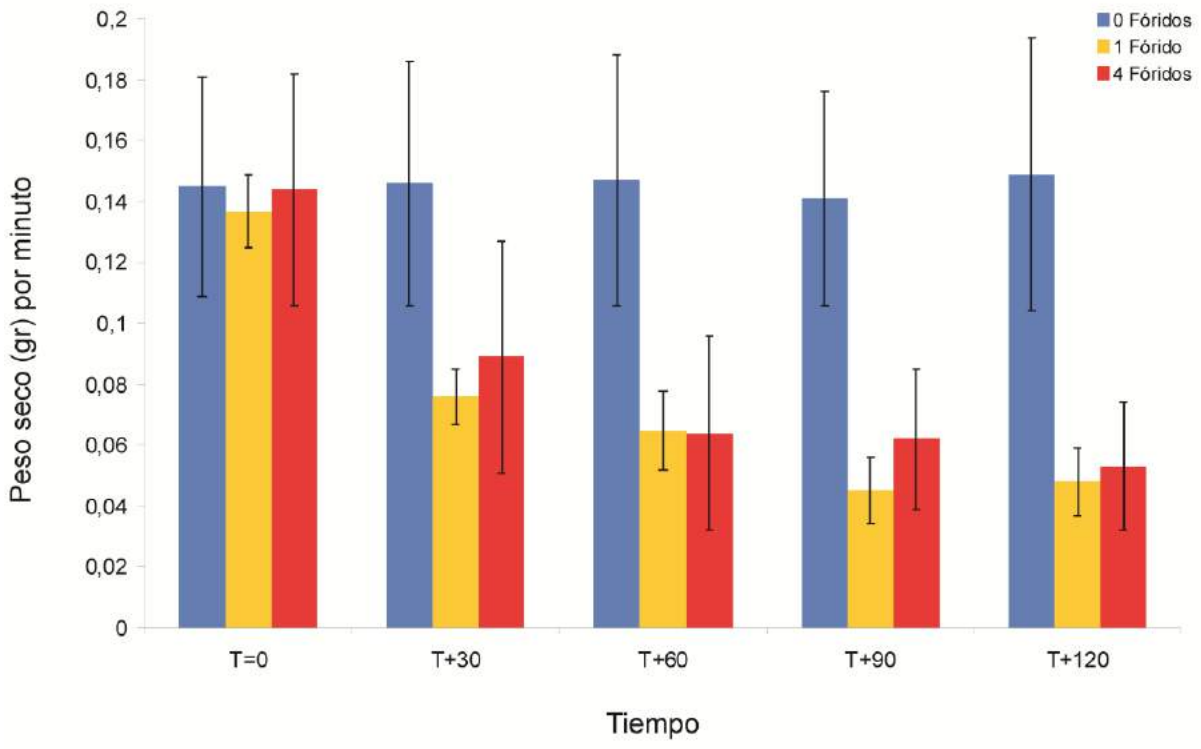


Figura 6.3: Peso seco promedio de material vegetal transportado a la colonia por minuto en caminos de forrajeo (0, 1 y 4 fóridos por camino) a lo largo del experimento.

La presencia de fóridos tuvo un efecto notable sobre la distribución de frecuencias de tamaño de hormigas obreras regresando al nido (Figura 6.4). En el T=0 no hallé diferencias significativas entre el tamaño medio de las obreras en los senderos asignados *a priori* al tratamiento 0F (1,73 ± 0,35 mm, media ± DE), 1F (1,74 ± 0,36 mm) ó 4F (1,73 ± 0,28 mm) ($F_{2, 1269}$ = 0,58, P = 0,94). Sin embargo, tras introducir la o las moscas, encontré diferencias significativas en el tamaño promedio de las obreras entre los tratamientos ($F_{2, 817}$ = 18,23, P < 0,0001), así como a lo largo del tiempo ($F_{3, 817}$ = 4,82, P = 0,0024) y en la interacción entre tratamiento y tiempo ($F_{3, 2}$ = 2,43, P = 0,023). Encontré diferencias marginalmente significativas en el tamaño de las obreras entre los tratamientos 1F y 4F (P = 0,054). Aunque la distribución de frecuencias de tamaño de obreras en los senderos 0F permaneció inalterada durante los sucesivos muestreos, en senderos en los que fue liberado 1 fórido, las hormigas obreras de los tamaños preferidos por *E. trilobata* para la oviposición se volvieron cada vez más escasos, mientras que las hormigas más pequeñas, no aptas para el desarrollo de estos fóridos, se volvieron más abundantes.

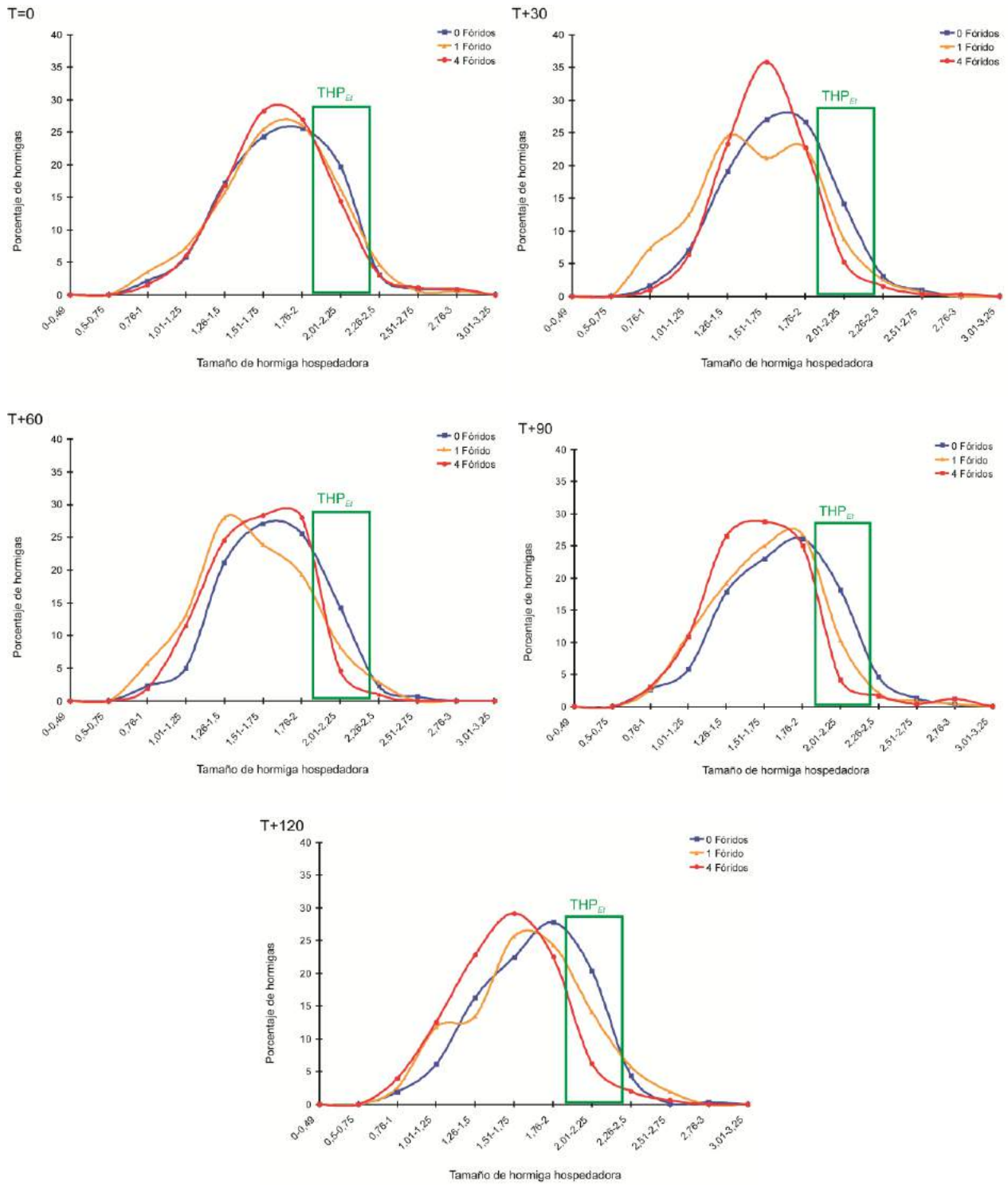


Figura 6.4: Distribución de frecuencias de tamaño de hospedador en senderos de forrajeo (0, 1 y 4 fóridos) a lo largo del experimento. T=0: antes de introducir los fóridos en los senderos asignados *a priori* a los tratamientos. T+30: Luego de 30 minutos de ataque de fóridos. T+60: Luego de 60 minutos de ataque de fóridos. T+90: Luego de 90 minutos de ataque de fóridos. T+120: 30 minutos después de retirar los fóridos luego del último muestreo. THP$_{Et}$: tamaño de hospedador preferido por las hembras de *E. trilobata*

Este efecto se revirtió rápidamente tras retirar a la mosca del sendero, de modo que en el muestreo T+120 las obreras dentro del rango de tamaños preferido por este fórido nuevamente estuvieron disponibles en el sendero en una proporción similar a la que se encontraban antes de introducir la mosca. En el tratamiento 4F, las hormigas de los tamaños preferidos por *E. trilobata* se volvieron más escasas a medida que avanzó el tiempo luego de la introducción de las moscas. Resultó interesante que, cuando 4 fóridos estuvieron presentes en el sendero, el efecto sobre la distribución de tamaño de las hormigas fue más pronunciado, y no se revirtió para el T+120, luego de retirar las moscas.

No hallé diferencias significativas en los niveles de parasitismo por *E. trilobata* entre los tratamientos ($F_{2, 45}$ = 1,08, P = 0,99). Crié *E. trilobata* tanto de hormigas colectadas en senderos atacados como de hormigas provenientes de senderos control, en iguales proporciones. Es más, obtuve también pupas de *A. setitarsus*, *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* tanto de senderos atacados como control, aunque ninguna hembra de estas especies se encontró presente en los senderos durante las horas que duraron los experimentos.

Discusión

La presencia de fóridos sobre los caminos de forrajeo afectó negativamente el desempeño de las colonias de campo en términos de tráfico de hormigas y material vegetal transportado al nido, al igual que la proporción de los distintos tamaños de obreras en los caminos.

El tráfico en los senderos atacados se redujo hacia el final del experimento en un 50%, en comparación con el tráfico en los senderos control. Cuando sólo un fórido estuvo presente, la reducción fue mayor, aunque no significativamente, en comparación con los senderos con cuatro fóridos atacando simultáneamente. El tiempo que los fóridos pasaron en los senderos tuvo un efecto en el tráfico, ya que la reducción de hormigas por minuto aumentó a medida que pasó el tiempo. Registré un efecto de retraso, ya que 30 minutos después de retirar los parasitoides del camino, el tráfico continuó disminuyendo. Un efecto similar fue reportado previamente (Bragança et al. 1998) para *Neodohrniphora* sp sobre colonias de *Atta sexdens* bajo condiciones de laboratorio. Estos autores encontraron la misma reducción proporcional en tráfico en los senderos tras liberar un fórido. Un factor que puede explicar esta reducción es el conjunto de respuestas comportamentales que las hormigas exhiben en presencia de fóridos. Aunque el parasitismo de fóridos en general (Jouvenaz et al. 1981, Tonhasca 1996,

Bragança et al. 1998, Morrison 1999) y por *E. trilobata* en particular (Guillade y Folgarait 2011) puede ser relativamente bajo (pero ver Elizalde y Folgarait 2011), un ataque es evidentemente un evento traumático para la hormiga involucrada. Ante la presencia de estos parasitoides, las hormigas exhiben fuertes reacciones (Folgarait 2013), que incluyen quedarse congeladas en los senderos o adoptar posturas de defensa (Elizalde y Folgarait 2012). Se ha observado a las obreras recién atacadas por *E. trilobata* curvarse sobre sí mismas y yacer inmóviles por varios minutos, mientras que otras hormigas en el sendero (a menudo obreras más pequeñas) forman un círculo a su alrededor y la tocan repetidamente con sus antenas, una conducta llamada "atención" por Elizalde y Folgarait (2012). Estas respuestas están probablemente influyendo en el ritmo de forrajeo de los senderos en los que hay fóridos presentes, ya que las hormigas paralizadas y los círculos de hormigas atendiéndolas son muy conspicuos en los caminos bajo ataque (Bragança et al. 1998, Elizalde y Folgarait 2012).

La cantidad de material vegetal acarreado hacia la colonia también se vio afectada por la presencia de fóridos en los caminos de forrajeo. Observé una reducción del 66% en el peso seco de material transportado al interior del nido hacia el final del experimento respecto al control a T+120 o al T=0 del grupo experimental, con el mismo efecto de retraso observado en el tráfico. Al igual que con el tráfico, la leve diferencia entre los tratamientos 1F y 4F no fueron significativas. El material vegetal transportado puede relacionarse con el tráfico en los senderos, pero también con la distribución de tamaño de las obreras que se encuentran forrajeando. Las obreras de *A. vollenweideri* transportan material vegetal hacia sus colonias formando cadenas de transporte (Röschard y Roces 2003a), en las que las cortadoras trozan y tiran fragmentos grandes de pastos, que son subsecuentemente cortados en piezas menores por hormigas más pequeñas a lo largo de la cadena de transporte. Röschard y Roces (2003b) encontraron que las obreras más pequeñas recogen fragmentos más pequeños, y esta correlación positiva se hace más fuerte cuanto mayor proximidad de la entrada al nido hay. Así, si las hormigas más pequeñas se vuelven más abundantes en el extremo proximal del camino como resultado de los ataques de hembras de *E. trilobata*, esto resultaría en que los fragmentos de hojas ingresados a la colonia tengan menor tamaño, lo cual a su vez afectaría su desempeño (Roces y Bollazzi 2009). Si la presencia de los fóridos fuera "constante" (contínua o intermitente pero a lo largo del día), es altamente probable que las hormigas más grandes se retiren del sitio de corte, y deje de ingresar material vegetal al mismo. Además, las hembras de *E. trilobata* deberían, de acuerdo a nuestros resultados, estar presentes sobre cada camino activo de la colonia, ya que los fóridos sólo provocaron respuestas en las hormigas de

aquellos caminos en los que estuvieron presentes; con la mínima densidad posible, 1 hembra por camino, debería ser suficiente para detener el consumo de comida de la colonia completa.

Se esperaría una disminución más pronunciada en el tráfico y el acarreo de material vegetal en presencia de 4 fóridos, comparados con el tratamiento 1F, de asumir que no hubiera competencia entre las hembras de fóridos, y por lo tanto que sus efectos sobre el camino fueran aditivos. La falta de diferencias significativas entre ambas densidades probadas podría por lo tanto indicar competencia intraespecífica, tal como reportaran Chirino et al. (2012) para hembras de *Pseudacteon tricuspis* atacando sobre *Solenopsis invicta*. Es probable que las hembras de *E. trilobata* deban competir por hospedadores grandes para atacar, ya que su tamaño de hospedador preferido no es el más abundante dentro del rango de tamaños encontrados en las forrajeras (ver más abajo). El hecho de que en mi experimento los parasitoides estuvieron obligados a atacar en un túnel cerrado podría sobreestimar el grado de interferencia, ya que en condiciones naturales las hembras podrían evitar esta situación moviéndose a lo largo del sendero y alejándose de otros parasitoides.

La distribución de frecuencias de tamaños de hospedadores fue alterada por la presencia de uno o cuatro fóridos. Aunque las diferencias entre el tamaño promedio de las forrajeras sobre caminos con un fórido y caminos con cuatro fóridos fueron sólo marginalmente significativas, la distribución de frecuencias de tamaños exhibió algunas discrepancias. En ambos casos, el número de obreras dentro del rango de tamaños que prefiere *E. trilobata* para oviponer (Elizalde y Folgarait 2011, Guillade y Folgarait 2011) se volvió menor luego de la introducción de fóridos, y el efecto fue más pronunciado con cuatro fóridos sobre el sendero, al punto de que en el T+60 y T+90 las hormigas en este rango fueron cinco veces menos abundantes en el tratamiento 4F que en el 1F. El efecto de retraso que observé en el tráfico y el material vegetal transportado luego de sacar las moscas de los túneles fue también más pronunciado cuando habían estado presentes 4 fóridos, ya que al T+120 el porcentaje de hospedadores dentro del rango preferido fue de aproximadamente 12% en los senderos 0F, cerca de 10% en los 1F y cerca de 4% en los 4F. Por lo tanto, el aumento en la densidad de fóridos prolonga el efecto negativo sobre el desempeño en cuanto a forrajeo luego de que los fóridos se han retirado del camino. Esto tiene implicaciones prácticas relevantes, tal como se discute más adelante.

Fue también interesante evaluar la velocidad de la respuesta de la colonia a la aparición de fóridos sobre los senderos. Tanto a una densidad de 1 o 4 hembras por camino, la colonia respondió con una redistribución del tamaño de las obreras en el sendero, lo cual se hizo evidente 30 minutos después de la introducción de los fóridos. Elizalde y Folgarait

(2012) han reportado que el 17% de las hormigas en el sendero corrieron de regreso al nido al encontrar a un fórido, mientras que otras sueltan sus cargas al adoptar posturas de defensa. Las hormigas que regresan al nido evidentemente están transmitiendo información acerca de la llegada de fóridos al camino, y esta información desencadena una respuesta a nivel de colonia, en la forma de una reducción en la proporción de obreras mayores y un aumento de las mínimas en el sendero. Esta respuesta estuvo circunscripta al sendero bajo ataque, ya que no encontré evidencias de cambios en la distribución de tamaños de las obreras en los senderos 0F. Esto parece apoyar la hipótesis presentada por Gordon (1999, 2007), quien propuso que la organización de la colonia depende de las obreras más que de la reina, y que las interacciones entre obreras resulta en cambios en la alocación de tareas. Mis resultados muestran que la respuesta está focalizada a aquellos senderos afectados por el ataque de fóridos, mientras que en los senderos no afectados el forrajeo continua dentro de los parámetros esperados en términos de tamaño de las obreras, tráfico y material vegetal transportado. Por lo tanto, y dese el punto de vista aplicado, se deberían liberar suficientes fóridos para que existiera el menos un parasitoide por cada sendero de cada nido.

El parasitismo por *E. trilobata* no difirió significativamente entre los tratamientos 0F, 1F y 4F, pero esto no es completamente inesperado, por varias razones no excluyentes entre sí. En primer lugar, mi diseño experimental probablemente haya influido en los resultados, ya que los túneles fueron construidos de tal manera que me evitaron recolectar específicamente a las hormigas atacadas. El hecho de que las hormigas parasitadas puedan ser colectadas en caminos de forrajeo (Erthal y Tonhasca 2000, Elizalde y Folgarait 2011, Guillade y Folgarait 2011) sugiere que estas obreras permanecen activas durante varios días luego de haber sido atacadas, pero no hay datos acerca de lo que le ocurre a una obrera inmediatamente después del ataque. He observado frecuentemente a obreras mínimas atendiendo a una forrajera atacada, la cual permanece inmóvil por varios segundos antes de regresar al nido. Es probable que, una vez dentro de la colonia, esta hormiga pase algún tiempo transmitiendo información sobre la presencia de parasitoides. Aún si regresa inmediatamente a su tarea de acarrear fragmentos vegetales, es probable que las obreras tarden al menos dos o tres horas en completar el viaje hasta el sitio de corte y de regreso al nido, sobre senderos que a menudo exceden los 200 metros de longitud. Así, es sumamente improbable que pudiera capturar a una hormiga recientemente parasitada en mis muestreos aleatorios. Más aún, se ha reportado que la eficiencia de oviposición de fóridos de cortadoras es del 72% para *Myrmosicarius grandicornis* (Tonhasca et al. 2001) y 63,8% para *Neodohrniphora elongata* (Bragança et al. 2009), de modo que, aún si una hormiga es atacada, hay una chance de aproximadamente

68% de obtener un parasitoide de ella. Por otro lado, el que obtuviera otras especies de fóridos en proporciones similares entre los tratamientos reafirma el hecho de que la recolección de hormigas fue al azar, y no se recolectaron las hormigas atacadas dentro de los túneles. De todas formas, este estudio es parte de una abundante literatura que documenta la importancia desproporcionadamente mayor de los efectos comportamentales de los fóridos sobre sus hospedadores, en comparación a la mortalidad directa que producen por parasitismo (Orr 1992, Feener y Brown 1993, Bragança et al. 1998, Folgarait y Gilbert 1999, Morrison 1999, Mehdiabadi y Gilbert 2002, Mehdiabadi et al. 2004).

Desde un punto de vista aplicado, los resultados de este capítulo tienen una gran importancia. Aunque una liberación masiva de fóridos en el campo debe incluir machos al igual que hembras, Elizalde y Folgarait (2012) reportaron que las fuertes reacciones de defensa en las obreras fueron también provocadas por la presencia de machos sobrevolando los senderos, de modo que el cálculo del número adecuado de individuos en cada set a liberar puede incluir a ambos sexos, ya que el principal efecto de los fóridos se da a través de la disrupción del forrajeo más que por parasitismo directo (Orr 1992, Bragança et al. 1998). He cuantificado la respuesta de colonias de campo al ataque de fóridos, y demostrado que, incluso a la menor densidad posible, estos parasitoides pueden ejercer un efecto significativo sobre un aspecto clave de la vida de la colonia, como es el consumo de alimento a través del forrajeo. Sin embargo, el efecto de retraso más pronunciado que observé a la densidad de 4 fóridos en la disminución en el tráfico y el transporte de material vegetal es relevante, ya que la oviposición es para las hembras de fóridos una actividad riesgosa, y una de las muchas conductas de defensa desarrolladas por las hormigas consiste en capturar y matar a las moscas (Elizalde y Folgarait 2012). El efecto residual de un fórido hostigando a las obreras de un sendero una vez que el fórido deja de estar presente aseguraría la continua disrupción del forrajeo hasta que otro fórido pueda reemplazarlo. *Myrmosicarius brandaoi*, *M. gonzalezae* y *Apocephalus setitarus* fueron también criados a partir de hormigas colectadas en este experimento. Su co-existencia con *E. trilobata* puede ser explicada, ya que aparentemente particionan su recurso hospedador, *A. vollenweideri*, en base al tamaño del hospedador, ya que *M. brandaoi* prefiere hormigas más pequeñas, mientras que *M. gonzalezae* ataca a hormigas de tamaño mediano (Elizalde y Folgarait 2011, Guillade y Folgarait 2011). Por lo tanto, estas especies podrían actuar juntas como agentes de control, evitando la competencia interespecífica y cubriendo un rango más amplio de tamaños de hospedador (Folgarait 2013). Adicionalmente, es común en ciertos sitios y estaciones encontrar más de un fórido atacando en la misma porción del sendero o la misma boca de entrada (datos no publicados), y mi

tratamiento con cuatro fóridos provocó una reducción mayor del forrajeo, en términos de tráfico y peso de material vegetal transportado, así como en el tiempo en que estos efectos negativos persistieron sobre los caminos. Por lo tanto, un programa de control biológico aumentativo debería resultar en un efecto mucho mayor que el reportado aquí.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES GENERALES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Conclusiones generales

La presente tesis doctoral se planteó con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre el sistema hormigas cortadoras – fóridos parasitoides, así como en cuestiones clave sobre la importancia como plaga de una de las especies más conspicuas en el país, *Atta vollenweideri,* en uno de los principales sistemas de producción, la ganadería vacuna. Me interesaba particularmente conocer la efectividad a largo plazo de los agroquímicos sintéticos usados para su control, y visto que estaba evaluando la aptitud de los fóridos como posibles componentes de programas de control de plagas o manejo integrado, era fundamental saber si, en el segundo tipo de programa, el uso de los fóridos serían compatibles con el uso de los plaguicidas más frecuentemente usados. Finalmente, era vital obtener mayor información sobre los ciclos de vida de las especies más abundantes de fóridos, las mejores condiciones para criarlas en el laboratorio, y la magnitud del efecto que son capaces de ejercer sobre colonias de campo. Los datos presentados aquí proporcionan información necesaria para poder diagramar programas de control biológico para hormigas cortadoras de hojas en Argentina y América Latina. Los principales aportes sobre cada uno de los temas desarrollados pueden sintetizarse en las siguientes conclusiones.

Por primera vez se determinó un nivel de daño económico para insectos sociales en Argentina y, hasta mi conocimiento, en el mundo. Una pastura natural de Santa Fe puede sostener la producción ganadera con una carga de una cabeza por hectárea, al mismo tiempo que a *A. vollenweideri* a una densidad de un nido por hectárea. Sin embargo, los productores ganaderos trabajan bajo el concepto de que estas hormigas, a cualquier densidad que se las encuentre, consumen los recursos que ellos necesitan para su producción, y buscan eliminarlas por completo del paisaje. Los resultados obtenidos en esta tesis ponen en evidencia la falacia de este supuesto, al menos para el área fitogeográfica del Chaco Seco, y permitieron calcular un NDE sumamente conservativo, apuntando a mantener a las hormigas en el agro-ecosistema, por varias razones. *A. vollenweideri* es capaz de acumular reservas de material vegetal en épocas de elevada producción, cuando el ganado aparentemente no

alcanza a consumir el exceso de pasto. En situaciones de baja productividad primaria, cuando el alimento es un recurso limitante, la competencia entre ambos herbívoros parece resultar en las hormigas siendo desplazadas hacia otras fuentes de alimento. Si bien *A. vollenweideri* ha sido clasificada como consumidora casi exclusiva de monocotiledóneas (Robinson y Fowler 1982), nuevos resultados (ver Anexo 1D) apuntan a que esta especie, al menos en mi sitio de estudio, consumiría mono y dicotiledóneas en proporciones similares. Las hormigas tienen acceso a recursos que están fuera del alcance del ganado, tales como los brotes jóvenes en la porción superior de la copa de *Prosopis* spp., un árbol abundante en esta área fitogeográfica en zonas con poco disturbio. Esto permite disminuir la presión de competencia entre ambos herbívoros, al punto de que, si los productores ganaderos cosecharan el exceso de producción vegetal en primavera y otoño, podrían acumular el forraje necesario para mantener a su rodeo en meses de producción escasa, mientras que las hormigas tomarían del estrato arbóreo los recursos que necesitan almacenar para los meses de escasez. Así, el productor disminuiría los costos al evitar aplicar innecesariamente plaguicidas en sus pasturas, disminuiría los costos ecológicos por contaminación del ambiente y riesgos a la salud humana, y retendría los valiosos servicios ecológicos brindados por las hormigas, ya que sin su presencia el ganado compactaría los suelos de tal manera que el productor se vería forzado a cambiar el esquema de rotación para dar a las parcelas más tiempo para recuperarse. Por otro lado, los plaguicidas, al ser de amplio espectro, eliminan del agro-ecosistema no sólo a las hormigas, sino también a una amplia gama de artrópodos, principalmente los que habitan el suelo, los cuales son también fundamentales en el ciclado de nutrientes, aireación de suelos y descomposición de materia orgánica. Finalmente, es importante enfatizar la necesidad de retener parches de vegetación nativa, principalmente del estrato arbóreo, que actúen como fuentes alternativas de alimento y refugio para la gran variedad de artrópodos que habitan las pasturas.

De todos modos, el hecho de que en la situación en particular que analicé en el Capítulo 2 *Atta vollenweideri* no se haya encontrado a densidades que justificaran su control, esto no significa que no adquiera niveles de plaga en otras situaciones. El sistema analizado, una pastura natural explotada para producción ganadera, es sólo uno de los muchos sistemas de producción agropecuaria para los cuales *Atta* spp. son consideradas plagas (Cherret 1986). Es muy probable que la situación de *A. vollenweideri* sea muy diferente en una pastura implantada, en la que especies altamente palatables se encuentren en situación de monocultivo (Blanton and Ewel 1985). Por otro lado, no se han realizado evaluaciones de daño para *Acromyrmex*, con la excepción del trabajo de Cantarelli (2005), y no se han establecido

niveles de daño económico para hormigas de este género. Estas evaluaciones son fundamentales para manejar adecuadamente a las hormigas cortadoras.

El uso de agroquímicos para el control de hormigas cortadoras está muy extendido en nuestro país pesar de que, hasta el momento, no existían evaluaciones de efectividad y efectos adversos a largo plazo en el campo. He demostrado en esta tesis la ineficacia del clorpirifós en el control de hormigas cortadoras, ya que luego de un año de aplicaciones continuas, la mayoría de los nidos tratados continuaban activos, abriendo nuevas bocas de entrada y nuevos caminos de forrajeo. Es importante realizar una mejor extensión al respecto para los productores, porque por cuestiones económicas utilizan un producto más económico, pero al necesitar repetirlo tantas veces para disminuir la actividad de las colonias, tremina siendo más costoso para el productor y el ambiente. El fipronil, por el contrario, resultó ser muy efectivo sobre las hormigas a largo plazo. Sin embargo, los resultados aquí presentados dejaron demostrado el efecto sumamente perjudicial que estos agroquímicos ejercen sobre los enemigos naturales específicos de las hormigas, los fóridos. Ambos plaguicidas provocaron una disminución del 50% de la supervivencia pupal; por otro lado, los fóridos que emergieron alcanzaron a vivir solamente 12hs en promedio, lo cual reduciría enormemente las probabilidades de apareamiento y reproducción. Así, es posible estimar que varias aplicaciones consecutivas de cualquiera de los dos plaguicidas serían suficientes para extinguir localmente una población de fóridos expuesta a estas aplicaciones. Esto profundiza la situación de desequilibrio en el agro-ecosistema, ya que la supresión de las poblaciones de enemigos naturales lleva a eliminar uno de los mecanismos de control de las hormigas, lo cual, junto con las modificaciones del paisaje producidas por el desmonte, favorece que se multipliquen y alcancen el estado de plagas. Como se comentó en el párrafo anterior, los agroquímicos sintéticos son compuestos de amplio espectro, que no sólo afectan a las plagas sobre las cuales se los aplica, sino también a una multitud de organismos que cumplen funciones vitales para el mantenimiento del agro-ecosistema. El uso de los dos plaguicidas que probé en esta tesis es incompatible con programas de manejo integrado, por la magnitud de sus efectos no deseados sobre los enemigos naturales específicos, los fóridos, así como por la gran cantidad de efectos adversos sobre organismos no blancos, ampliamente documentados en la bibliografía. La inminente prohibición de estos agroquímicos para la producción forestal certificable abre una oportunidad única para evaluar en un nuevo sistema de producción a los fóridos como agentes de control biológico en una situación libre de plaguicidas y en grandes extensiones de terreno. Es por ello fundamental avanzar en el estudio de las características fisiológicas y ecológicas de los fóridos, así como las interacciones con

sus hospedadores y otros potenciales controladores biológicos, ya que la investigación necesaria para lograr y optimizar mecanismos eficientes de cría masiva, monitoreo y liberación es un proceso largo y arduo (Bale et al. 2008), y la experiencia con el sistema *Solenopsis* – *Pseudacteon* muestra que los tiempos son aún mayores para controladores biológicos de insectos sociales.

Los ciclos vitales de las especies de fóridos más abundantes en las regiones fitogeográficas Pampeana y Chaco seco presentan numerosas características que los hacen excelentes candidatos para programas de control biológico. Las evidencias presentadas en esta tesis se suman a las de los trabajos de Elizalde y Folgarait (2010, 2011, 2012), planteando un alto grado de especificidad de los fóridos de hormigas cortadoras, al punto de que fóridos de *Atta* no atacan a *Acromyrmex*, ni viceversa. Esto resulta de gran interés ya que, incluso en las situaciones en que *A. vollenweideri* es realmente una plaga, existen en simpatría con ella numerosas especies de *Acromyrmex*, tales como *A. heyeri*, *A. lundii*, *A. lobicornis* y *A. striatus*, las cuales suelen ser plagas pero dependiendo de cada situación, podrían no estar en niveles poblacionales que causen daño económico pero podrían brindar los mismos servicios ecológicos que *A. vollenweideri*. Así, el uso de parasitoides específicos de *A. vollenweideri* permitiría regular las poblaciones de esta hormiga sin afectar a las poblaciones de *Acromyrmex* ni de otras especies de hormigas o artrópodos del suelo, lo cual permitiría mantener una situación ecológica equilibrada.

Varias especies de fóridos de hormigas cortadoras coexisten en simpatría en las mismas regiones, utilizando los mismos hospedadores (Folgarait 2013). Sin embargo, estas especies parecen haber desarrollado, a lo largo de una larga historia co-evolutiva con sus hospedadores, una serie de mecanismos y comportamientos que les permiten explotar en conjunto el mismo recurso hospedador, evitando o al menos minimizando la competencia interespecífica. Uno de estos mecanismos es parasitar a hormigas dentro de diferentes rangos de tamaño dentro de los disponibles en los caminos de forrajeo. Así, *E. trilobata* parasita a hormigas grandes, al punto de que su supervivencia pupal decrece significativamente en hormigas de tamaño menor a 2,3 mm (ver Capítulo 4), mientras que *M. brandaoi* y *M. gonzalezae* explotan hospedadores de tamaño pequeño (entre 1,59 y 2,17 mm). Así, entre estas tres especies atacarían aproximadamente al 75% de los tamaños de obreras disponibles en el camino de forrajeo. A esta partición en cuanto al tamaño de hospedador, se suma la partición temporal, con distintas especies mostrando su mayor abundancia en diferentes estaciones y bajo distintas condiciones climáticas. *E. trilobata* resultó más abundante en invierno, mientras que la abundancia de verano parece depender de las temperaturas y

humedades de la primavera, ya que esta especie fue mucho más abundante en el verano de 2008, tras una primavera con niveles normales de precipitación, que en el verano de 2009, tras una primavera especialmente seca. *A. setitarsus,* por su lado, tuvo abundancias similares en ambos veranos, siendo ésta la estación en que se colectaron siempre los mayores números de individuos, lo cual indicaría una mayor tolerancia de esta especie a las condiciones secas. Finalmente, las dos especies de *Myrmosicarius* estudiadas, *M. brandaoi* y *M. gonzalezae*, fueron relativamente abundantes en el verano de 2008, pero con la sequía del año 2009 sus niveles poblacionales cayeron abruptamente, lo que indica que esta especie es particularmente sensible a la baja humedad ambiental, probablemente debido a su superior relación superficie/volumen en comparación con otros géneros.. Todas estas consideraciones son fundamentales a la hora de diseñar programas de control con estas especies, ya que permitirán maximizar los esfuerzos de cría y liberación, adecuando las estrategias de acuerdo a las condiciones de cada año y estación. Sin embargo, es también notable que, si bien las abundancias de la mayoría de las especies disminuyeron durante la sequía, siguieron estando presentes en el campo, y mostraron que son capaces de persistir en el ecosistema, incluso en condiciones de sequía tan extremas como las del año 2009, una de las peores que se hayan registrado en nuestro país en los últimos 150 años.

Los fóridos, tanto los que parasitan a *A. vollenweideri* como a *A. lundii*, atacan a las hormigas en diferentes partes del cuerpo, cuando se hallan en distintos microhábitats y las obreras están ocupadas en diferentes tareas. Esto representa otra forma interesante en que estas especies reparten el recurso hospedador, disminuyendo las presiones de competencia. Así, y concordantemente con las observaciones de Elizalde y Folgarait (2012), *A. setitarsus* fue siempre observada atacando a hormigas en los sitios de corte de material vegetal, pero nunca sobre caminos de forrajeo, basureros o bocas de entrada a los nidos. *M. brandaoi* fue siempre especialmente abundante sobre las bocas de entrada, observándosela en numerosas ocasiones entrando y saliendo del nido en busca de hormigas para atacar. Finalmente, *E. trilobata* siempre atacó a hormigas en los 3 m de camino más cercanos a la entrada del nido, si bien nunca la observé introduciéndose por las bocas de entrada. De esta forma, las distintas especies de fóridos pueden actuar en conjunto sin interferir unas con otras, buscando hospedadores en diferentes sitios y ocupadas en diferentes tareas. Esto tiene una particular relevancia desde el punto de vista del control biológico, ya que, como he demostrado, la actividad de los fóridos altera significativamente el ritmo de actividad de las hormigas obreras, en forma desproporcionada a la abundancia de parasitoides y la mortalidad directa que pueden causar como consecuencia del parasitismo. A mis observaciones se suman las de

Elizalde y Folgarait (2012), quienes hallaron también a *A. vicosae* atacando a hormigas en los caminos, usando la hoja transportada como plataforma desde la cual oviponer, y dos especies, *M. cristobalensis* y *M. crudelis*, atacando a hormigas que se encontraban trabajando en los basureros. Un programa de liberaciones masivas de fóridos debería idealmente incluir a todas estas especies en conjunto, ya que se esperaría que sus efectos sobre la colonia se sumasen, restringiendo no sólo el corte de material vegetal y su transporte hacia el nido, sino también una actividad tan importante para la sanidad de las hongueras como es la extracción de desperdicios desde el nido hacia los basureros. Por otro lado, resulta interesante que, en 5 años de criar fóridos a partir de hormigas colectadas en caminos de forrajeo, nunca encontré más de una pupa desarrollándose en un hospedador, de la misma o diferentes especies. Esto parece indicar que las hembras de fóridos son capaces de discriminar entre hospedadores parasitados y no parasitados, lo cual es de gran importancia ya que el superparasitismo disminuye la eficiencia de los enemigos naturales al aumentar la presión competitiva, tanto intra como interespecífica (Feener y Brown 1997, Mathis y Philpott 2012).

Una característica interesante que presentaron todas las especies de fóridos estudiadas fue la elevada supervivencia pupal (siempre por encima del 70%), muy superior a los valores conocidos hasta el momento para fóridos de otras especies, tanto parasitoides de hormigas cortadoras, como de hormigas de fuego. La gran tolerancia que todas ellas exhibieron a diferentes condiciones de cría es igualmente digna de destacar, ya que si bien todas las especies mostraron niveles óptimos bajo un régimen de cría particular (24°C y 80%), fueron capaces de completar su desarrollo en condiciones de temperatura más alta y baja que el óptimo y, lo más interesante, en condiciones de baja humedad en el laboratorio. Por un lado, esto explica las variaciones estacionales y anuales de abundancia de las distintas especies en el campo, pero por otro revela una característica interesante, ya que las condiciones climáticas no siempre son previsibles, y el hecho de que todas las especies estudiadas exhiban un cierto grado de plasticidad fisiológica y tolerancia a condiciones adversas implica que tendrán buenas posibilidades de sobrevivir e instalarse tras una liberación masiva. Finalmente, todas las especies exhibieron una relación macho: hembra cercana a 1:1, y esta proporción no dependió del tamaño de los hospedadores, tal como ocurre con varias especies de *Pseudacteon*, ni tampoco de la temperatura, como se ha propuesto para otras especies de fóridos. Esto es valioso desde un punto de vista aplicado, ya que en un programa de cría masiva todos los hospedadores disponibles ofrecerán la misma posibilidad de criar machos y hembras, lo cual resultará en una distribución equitativa de ambos sexos en el campo, aún

cuando fluctúen las condiciones ambientales o las proporciones de hospedadores de distintos tamaños.

Los resultados del ensayo a campo para estimar el efecto de distintas densidades de fóridos sobre el desempeño de colonias completas son sumamente alentadores. Por un lado, es la primera vez que tal efecto se mide para colonias en el campo, para una especie sudamericana de importancia económica, como es *Atta vollenweideri*. El hecho de que una sola especie de fórido, *E. trilobata*, a la mínima densidad posible sobre un camino, haya sido capaz de reducir a un tercio la cantidad de material vegetal transportada hacia la colonia sobre el sendero afectado, permite apreciar la magnitud del efecto indirecto que estos fóridos son capaces de ejercer sobre sus hospedadores. Las intensas reacciones defensivas de las hormigas se manifiestan en diferentes niveles de organización: a nivel individual, en las posturas de defensa que las hormigas despliegan al hallarse bajo la amenaza de ataque por fóridos. A nivel grupal, particularmente evidente en la conducta denominada como "atención", en la que la hormiga atacada es atendida por otras hormigas en el camino de forrajeo. A nivel de colonia, las respuestas más notables son la alteración en la distribución de frecuencias de tamaños de obreras sobre los caminos, y la disminución de tráfico de obreras. Todas estas respuestas contribuyen a disminuir la cantidad de material vegetal que ingresa a la colonia, ya que las hormigas dejan de transitar por el camino al asumir posturas de defensa, el número total de hormigas en el camino disminuye significativamente, y las hormigas pequeñas, menos aptas para el transporte de material vegetal, pasan a ser las más abundantes en los senderos. El aumento en la densidad de fóridos no resultó en un aumento significativo en la disminución de material acarreado, en comparación con la densidad mínima de fóridos, pero sí prolongó los efectos negativos de los parasitoides por mayor tiempo luego de que estos dejaran de estar presentes sobre los caminos. Es importante destacar que el efecto de los parasitoides no se extendió a los caminos del mismo nido sobre los cuales no había fóridos, de manera que, en un programa de control biológico, se deberá apuntar a liberar parasitoides en cantidades suficientemente grandes como para que se verifique su presencia sobre todos los caminos activos de las colonias. Asimismo, como se discutió en párrafos anteriores, la liberación conjunta de varias especies que exploten hospedadores de diferentes tamaños, y ocupándose de diferentes tareas, debería potenciar aún más su efecto sobre el desempeño de las colonias.

En suma, las especies de fóridos aquí estudiadas se perfilan como candidatos sumamente prometedores para programas de control biológico de hormigas, aunque no en programas de manejo integrado que pretendan incluir agroquímicos sintéticos entre las opciones de control. Adicionalmente, he presentado herramientas adecuadas para la

estimación del nivel de daño económico de las hormigas cortadoras en pasturas, las cuales pueden adaptarse a otros sistemas de producción, lo cual permitirá construir NDEs para otras especies de hormigas, lo que llevará con el tiempo a un manejo más racional de estos insectos en los agro-ecosistemas.

Perspectivas futuras

Toda vez que se encara un proyecto de investigación, las respuestas que se obtienen a las preguntas planteadas suelen generar nuevas preguntas. Esta tesis encaró una problemática real y muy compleja, y es largo aún el camino a recorrer para llevar a las hormigas a una situación más equilibrada en los sistemas de producción agropecuaria. Hay muchos interrogantes aún sin responder en este sistema, pero plantearé aquellos más relacionados a los temas abordados por esta tesis, y a mi criterio, más urgentes para el manejo racional de las hormigas cortadoras como plaga.

Son varias las especies de hormigas cortadoras que se consideran plagas de distintos cultivos en el país. Es muy probable que, tal como demostré para *Atta vollenweideri*, la importancia de estas otras especies no se corresponda con la realidad. Sería de gran importancia aplicar las herramientas utilizadas en esta tesis para determinar niveles de daño económico para otras especies relevantes de hormigas, en los diferentes cultivos en que suele encontrárselas. Esto serviría para varios propósitos. Por un lado, como planteé en el Capítulo 2, uno de los problemas para calcular NDEs para hormigas cortadoras de hojas es la falta de datos concretos sobre su efecto sobre los cultivos. Es fundamental contar con información precisa sobre cada especie de hormiga, en los distintos cultivos que atacan, para poder refinar las fórmulas y adaptarlas a las complejidades que presentan los ciclos vitales de estas hormigas. Tal como planteé en dicho capítulo, una fórmula de NDE para hormigas debería incorporar el costo ambiental del control. Para calcular ese término se necesitan estudios interdisciplinarios, que den una dimensión económica a las pérdidas de servicios ecológicos, el impacto ambiental y los costos a la salud humana que causa la aplicación de plaguicidas. Por otro lado, un estudio exhaustivo de los niveles de herbivoría de distintas especies de hormigas en distintos agro-ecosistemas permitirá diseñar estrategias más racionales para su manejo, reduciendo la dependencia de los sectores agropecuario y forestal de los plaguicidas sintéticos, y los riesgos al ambiente y la salud humana.

Las condiciones climáticas prevalentes durante los años en que desarrollé las investigaciones de campo, correspondientes a un fenómeno Niña, me permitieron colectar y criar en el laboratorio sólo una parte de las especies de fóridos reportadas para nuestro país. Una de las especies de fóridos de *Atta* que nunca pude recolectar es *Apocephalus vicosae*, la cual ataca a hormigas forrajeras sobre caminos (Elizalde y Folgarait 2012) y, de acuerdo a Elizalde y Folgarait (2011), es más abundante en épocas en que *A. setitarsus* es más escaso. Por otro lado, sólo pude obtener fóridos específicos de *Acromyrmex* en la región Pampeana, pero no en el Chaco seco, por lo que nunca pude criar a *M. cristobalensis* o *M. crudelis*, entre otras. Sin embargo, estas dos especies tienen el potencial de complementar los efectos de aquellas otras descriptas en esta tesis; tanto *M. cristobalensis* como *M. crudelis* oviponen a las hormigas a través del ano (Elizalde y Folgarait 2012), y buscan hospedadores en los basureros. Esta característica es de particular interés, ya que plantea la posibilidad de afectar una de las tareas fundamentales para la sanidad de la honguera, como es retirar la basura del hormiguero. Por otro lado, ambas especies prefieren hospedadores más pequeños que *M. catharinensis*, lo cual es deseable, particularmente para *M. cristobalensis*, la cual ataca hormigas en basureros pero también en caminos de forrajeo; en este caso, la selección de hospedadores pequeños reduciría la competencia interespecífica con *M. catharinensis*. Es importante poder profundizar el conocimiento sobre estas especies en particular, sus ciclos de vida, y las mejores condiciones para criarlas en el laboratorio.

Si bien existen evidencias convincentes de la especificidad de los fóridos en cuanto a sus hospedadores, sería conveniente probar esta hipótesis en el laboratorio, mediante ataques de cría cruzados, en los cuales el fórido de un hospedador sea liberado sobre una colonia de hormigas que no lo hospeda en la naturaleza. En el desarrollo de mi tesis esto no fue posible, dada la baja abundancia que registré en casi todos los muestreos, particularmente de fóridos de *A. lundii*, por lo que debí priorizar el uso de los fóridos colectados y criados. También será interesante evaluar si existen diferencias entre poblaciones de una misma especie provenientes de otras regiones fitogeográficas (ecotipos) y evaluarlos sobre huéspedes en otras regiones fitogeográficas.

La cría masiva de fóridos en el laboratorio presenta numerosos desafíos. Entre ellos, el más importante es poder lograr apareamientos de fóridos en el laboratorio, y obtener nuevas generaciones de parasitoides. Este paso es de importancia fundamental en el proceso de cría masiva de enemigos naturales, ya que permitirá aumentar el número de individuos en cada generación, con el fin de realizar liberaciones masivas en el campo. En el curso del desarrollo de esta tesis, conseguí en algunas ocasiones lograr que hembras de *M. catharinensis*

colectadas en el campo atacaran a obreras de colonias de *A. lundii* en el laboratorio, lo cual indica que el diseño para mantenimiento de colonias en condiciones artificiales es al menos adecuado. De todos modos, es necesario optimizar ese diseño, para poder obtener un número adecuado de ataques por hembra de fórido, que resulten en una producción importante de nuevos parasitoides. Considero que este punto es uno de los cuellos de botella del sistema, ya que, como se vio, todas las especies de fóridos criadas tienen una supervivencia pupal muy elevada, y una buena longevidad de adultos en el laboratorio. El próximo desafío en el diseño de protocolos de cría masiva será encontrar las condiciones adecuadas de temperatura, iluminación, humedad y hábitat para lograr apareamientos y oviposiciones exitosas en el laboratorio

Es también importante diseñar mecanismos adecuados de liberación de parasitoides, contemplando las características particulares de cada especie. Es muy poco lo que se sabe con certeza de la vida de los fóridos fuera de su interacción con sus hospedadores: dónde viven los adultos, dónde se aparean, si se alimentan y de qué. No se sabe con certeza si los adultos emergen en los basureros, donde los cadáveres de hormigas son depositados. Todos son aspectos que deberían conocerse, para optimizar el rendimiento de cada liberación. Al contar con dispositivos de liberación adecuados, será necesario conducir ensayos de liberación en los cuales se monitoreen las poblaciones de fóridos, de forma de evaluar si se establecen en el campo.

Será también de gran interés evaluar el efecto que otras especies de fóridos tienen sobre *A. vollenweideri*, así como sobre *A. lundii*. La metodología utilizada en esta tesis es sencilla, y el principal costo para su uso es el de horas de trabajo. Utilizar en conjunto a fóridos de diferentes especies simpátricas, o realizar ensayos liberando al menos un fórido en cada camino activo de una colonia, brindaría información más concreta y completa sobre el efecto de estos parasitoides, así como de las interacciones que se presentan entre ellos, permitiendo conocer aspectos importantes de su ecología. En principio sería interesante realizar este tipo de experimentos sobre *A. lundii*, una especie considerada de importancia económica, pero con colonias más pequeñas y con menor cantidad de caminos de forrajeo que *A. vollenweideri*. Nuevamente, el sector forestal puede representar un modelo interesante para este tipo de estudios.

Finalmente, los fóridos son uno de los varios enemigos naturales de las hormigas cortadoras, ejerciendo un efecto de tipo “top-down” sobre sus hospedadores. Probablemente se necesite un conjunto de diferentes controladores biológicos para ejercer un efecto completo

y a largo plazo sobre este tipo de organismos, tan particulares por ser insectos sociales y organizarse en colonias constituidas por millones de individuos.

BIBLIOGRAFÍA

Adán, A., E. Viñuela, P. Bengochea, F. Budia, P. Del Estal, P. Aguado and P. Medina. 2011. Lethal and sublethal toxicity of fipronil and imidacloprid on *Psyttalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae). Journal of Economic Entomology 104: 1541-1549.

Aguiar-Menezes, E. L., E. B. Menezes, P. S. Silva, A. C. Bittar and P. C. R. Casino. 2001. Native hymenopteran parasitoids associated with *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Seropedica City, Rio de Janeiro, Brazil. Florida Entomologist 84: 706-711.

Al-Deeb, M. A., G. E. Wilde and K. Y. Zhu. 2001. Effect of insecticides used in corn, sorghum, and alfalfa on the predator *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). Journal of Economic Entomology 94: 1353-1360.

Altieri, M. A. P. and C. I. Nichols. 1999. Classical biological control in Latin America. *In* Handbook of Biological Control. T. S. Bellows and T. W. Fisher (eds.). Academic Press Ca. pp. 975-991.

Altieri M. A., P. M. Rosset and C. I. Nicholls. 1997. Biological control and agricultural modernization: towards resolution of some contradictions. Agricultural Human Values 14: 303-310.

Amante, E. 1972. Influência de alguns fatores microclimaticos sôbre a formiga saúva *Atta laevigata* F. Smith (1858). Biológico 33: 80-84.

Analytical Software. 1998. Statistix for Windows User's manual. Analytical Software, Tallahassee, FL.

Archer, T. L., E. D. Bynum and F. W. Plapp Jr. 1994. Chlorpyrifos resistance in greenbugs (Homoptera: Aphididae): cross-resistance and synergism. Journal of Economic Entomology 87: 1437-1440.

Asaro, C. and J. Creighton. 2011. Use of systemic fipronil and imidacloprid to control regeneration pests of loblolly pine. Journal of Economic Entomology 104: 1272-1279.

Bagnères, A. G., A. Pichon, J. Hope, R. W. Davis and J. L. Clèment. 2009. Contact versus feeding intoxication by fipronil in *Reticulitermes* termites (Isoptera: Rhinotermitidae): laboratory evaluation of toxicity, uptake, clearance, and transfer among individuals. Journal of Economic Entomology 102: 347-356.

Bale, J. S., J. C. Van Lenteren and F. Bigler. 2008. Biological control and sustainable food production. Philosophical Transactions of the Royal Society B. 363: 761-776.

Ballari, S., A. G. Farji-Brener and M. Tadey. 2007. Waste management in the leaf-cutting ant *Acromyrmex lobicornis*: division of labour, aggressive behaviour and location of external refuse dumps. Journal of Insect Behavior 20: 87-98.

Baskaran, S., R. S. Kookana and R. Naidu. 1999. Degradation of bifenthrin, chlorpyrifos and imidacloprid in soil and bedding materials at termiticidal application rates. Pesticide Science 55: 1222-1228.

Bayer Crop Science. 2013. URL http: cropscience.bayer.com.ar/soluciones-bayer/p170-clap.

Bellotti, A., J. Peña, B. Arias, J. M. Guerrero, H. Trujillo, C. Holguin and A. Ortega. 2005. Biological control of whiteflies by indigenous natural enemies for major food crops in the Neotropics. *In* Whitefly and whitefly-borne viruses in the Neotropics: Building a knowledge base for global action. P. K. Anderson and F. J. Morales (eds.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.

Bernal, J., E. Garrido-Bailón, M. J. Del Nozal, A. V. González-Porto, R. Martín-Hernández, J. C. Diego, J. J. Jiménez, J. L. Bernal and M. Higes. 2010. Overview of pesticide residues in stored pollen and their potencial effect on bee colony (*Apis mellifera*) losses in Spain. Journal of Economic Entomology 103: 1964-1971.

Blanton, C. M. and J. J. Ewel. 1985. Leaf-cutting ant herbivory in successional and agricultural tropical ecosystems. Ecology 66: 861-869.

Boaretto, M. A. C. and L. C. Forti. 1997. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. Serie Técnica IPEF 11: 31-46.

Bollazzi, M. and F. Roces. 2010. Leaf-cutting ant workers (*Acromyrmex heyeri*) trade off nest thermoregulation for humidity control. Journal of Ethology. 28: 399-403.

Bonetto, A. 1959. Las hormigas cortadoras de la provincia de Santa Fe (géneros *Atta* y *Acromyrmex*). Dirección General de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Provincia de Santa Fe, Argentina.

Bossi, R., F. F. Riget, R. Dietz, C. Sonne, P. Fauser, M. Dam and K. Vorkamp. 2005. Preliminary screening of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and other fluorochemicals in fish, birds and marine mammals form Greenland and the Faroe Islands. Environmental Pollution 136: 323-329.

Bot, A. N. M., C. R Currie, A. G. Hart and J. J. Boomsma. 2001. Waste management in leaf-cutting ants. Ethology, Ecology and Evolution 13: 225-237.

Bot. N. N. M, D. Ortius-Lechner, K. Finster, R. Maile and J. J. Boomsma. 2002. Variable sensitivity of fungi and bacteria to compounds produced by the metapleural glands of leaf-cutting ants. Insectes Sociaux 49: 363-370.

Bragança, M. A. L., A. Tonhasca Jr. and T. M. C. Della Lucia. 1998. Reduction in the foraging activity of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* caused by the phorid *Neodohrniphora* sp. Entomologia Experimentalis et Applicata 89: 305-311.

Bragança, M. A., T. M. C. Della Lucia and A. Tonhasca Jr. 2003. First record of phorid parasitoids (Diptera: Phoridae) of the leaf-cutting ant *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera: Formicidae). Neotropical Entomology 32: 169-171.

Bragança, M. A. L. and Z. C. S. Medeiros. 2006. Ocorrência e características biológicas de forídeos (Diptera: Phoridae) da saúva *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) em Porto Nacional, TO. Neotropical Entomology 35: 408-411.

Bragança, M. A. L., R. J. Oliveira and T. M. C. Della Lucia. 2007. Influência do tamanho das operárias de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) sobre a razâo sexual e tamanho do parasitóide

Neodohrniphora tonhascai (Diptera: Phoridae). XVIII Simposio de Mirmecologia, Resumo Expandido 053. Biológico 69: 447-449.

Bragança, M. A. L., A. Tonhasca Jr. and T. M. C. Della Lucia. 2009. Características biológicas e comportamentais de *Neodohrniphora elongata* Brown (Diptera: Phoridae), um parasitóide da saúva *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera: Formicidae). Revista Brasileira de Entomologia 53: 600-606.

Brown, B. V. 1997. Revision of the *Apocephalus* attophilus-group of ant-decapitaiting flies (Diptera: Phoridae). Contributions in Science 468: 1-60.

Brown, B. V., R. H. L. Disney, L. Elizalde and P. J. Folgarait. 2010. New species and new records of *Apocephalus* Coquillet (Diptera: Phoridae) that parasitize ants (Hymenoptera: Formicidae) in South America. Sociobiology 55: 165-190.

Bucher, E. H. 1987. Herbivory in arid and semi-arid regions of Argentina. Revista Chilena de Historia Natural 60: 265-273.

Bucher, E. H., V. Marchesini and A. Abril. 2004. Herbivory by leaf-cutting ants: nutrient balance between harvested and refuse material. Biotropica 36: 327-332.

Cabrera, A. L. 1994. Regiones fitogeograficas argentinas. Editorial ACME. Buenos Aires, Argentina.

Cabrera, A. L. and A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. OEA, Serie Bibliográfica Nº 13, Washington D. C.

Cafaro, M. J., M. Poulsen, A. E. Little, S. L. Price, N. M. Gerardo, B. Wong, A. E. Stuart, B. Larget, P. Abbot and C. R. Currie. 2011. Specificity in the symbiotic association between fungus-growing ants and protective *Pseudonocardia* bacteria. Proceedings of the Royal Society B. 278: 1814-1822.

Cagnolo, L., S. I. Molina and G. R. Valladares. 2002. Diversity and guild structure of insect assemblages under grazing and exclusión regimes in a montane grassland from Central Argentina. Biodiversity and Conservation 11: 407-420.

Callcott, A. A., S. D. Porter, R. D. Weeks, Jr., L. C. Graham, S. J. Johnson and L. E. Gilbert. 2011. Fire ant decapitating fly cooperative release programs (1994-2008): Two *Pseudacteon* species (*P. tricuspis* and *P. curvatus*) rapidly expand across imported fire ant populations in the southeastern United States. Journal of Insect Science 11: 19.

Cámara de Seguridad Agropecuaria y Forestal. 2011. Mercado Argentino Año 2011, producción y venta de productos fitosanitarios. http: www.casafe.org/infomercadofitosanitarios2011.pdf.

Cameron, R. S. and C. Riggs. 1995. Distribution, impact and control of the Texas leafcutting ant – 1983 survey results. Texas Forest Service publ. 139. 6pp.

Cammeraat, E. L. H. and A. C. Risch. 2008. The impact of ants on mineral soil properties and processes at different spatial scales. Journal of Applied Entomology 132: 285-294.

Cantarelli, E. B. 2005. Silvicultura de precisao no monitoramento e controle de formigas cortadeiras em plantios de Pinus. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

Cantarelli, E. B., E. Corrêa Costa, R. Pezzutti and L. da Silva Oliveira. 2008. Quantificaçâo das perdas no desenvolvimento de *Pinus taeda* após o ataque de formigas cortadeiras. Ciência Florestal 18: 39-45.

Carrillo, J. 1993. Manejo de un rodeo de cría. Editorial Hemisferio Sur S. A., Buenos Aires.

Cerda, N. V., M. Tadey, A. G. Farji-Brener and M. C. Navarro. 2012. Effects of leaf-cutting ant refuse on native plant performance under two levels of grazing intensity in the Monte Desert of Argentina. Applied Vegetation Science 15: 479-487.

Chapela, I. H., S. A. Rehner, T. R. Schultz and U. G. Mueller. 1994. Evolutionary history of the symbiosis between fungus-growing ants and their fungi. Science 266: 1691-1694.

Chauzat, M-P., J-P Faucon, A-C Martel, J. Lachaize, N. Cougoule and M. Aubert. 2006. A survey of pesticide residues in pollen loads collected by honey bees in France. Journal of Economic Entomology 99: 253-262.

Chen L., E. O. Onagbola and H. Y. Fadamiro. 2005. Effects of temperature, sugar availability, gender, mating, and size on the longevity of phorid fly *Pseudacteon tricuspis* (Diptera: Phoridae). Environmental Entomology 34: 246-255.

Chen, Y. H. and S. C. Welter. 2002. Abundance of a native moth *Homoeosoma electellum* (Lepidoptera: Pyralidae) and activity of indigenous parasitoids in native and agricultural sunflower habitats. Environmental Entomology 31: 626-636.

Cherret, J. M. 1986. The economic importance and control of leaf-cutting ants, pp: 165-192. Economic impact and control of social insects. S. Bradleigh Vinson (ed). Praeger Publishers, N.Y.

Cherret, J. M. and D. J. Peregrine. 1976. A review of the status of leaf-cutting ants and their control. Annals of Applied Biology 84: 124-128.

Cherret, J. M., G. V. Pollard and J. A. Turner. 1974. Preliminary observations on *Acromyrmex landolti* (For.) and *Atta laevigata* (Fr. Smith) as pasture pests in Guyana. Tropical Agriculture 51: 69-74.

Chiossone, G. 2006. Sistemas de producción ganaderos del noreste argentino. X Seminario de Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes, Maracaibó, Venezuela, pp 10-137.

Chirino M. G, P. J. Folgarait and L. E. Gilbert .2012. *Pseudacteon tricuspis*: its behavior and development according to the social form of its host and the role of interference competition among females. Journal of Economic Entomology 105: 386-394.

Cónsoli, F. L., C. T. Wuellner, S. Bradleigh Vinson and L. E. Gilbert. 2001. Immature development of *Pseudacteon tricuspis* (Diptera: Phoridae), an endoparasitoid of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae). Annals of the Entomological Society of America 94: 97-109.

Coronado, G. D., S. Holte, E. Vigoren, W. C. Griffith, E. Faustman and B. Thompson. 2011. Organophosphate pesticide exposure and residential proximity to nearby fields: evidence for the drift pathway. Journal of Occupational and Environmental Medicine 53: 884-891.

Currie, C. R., B Wong, A. e. Stuart, T. R. Schultz, S. A. Rehner, U. G. Mueller, G-H Sung, J. W. Spatafora and N. A. Straus. 2003. Ancient tripartite coevolution in the attine ant-microbe symbiosis. Science 229: 386-388.

Currie, C. R., A. N. M. Bot and J. J. Boomsma. 2003b. Experimental evidence of a tripartite mutualism: bacteria protect ant fungus gardens from specialized parasites. Oikos 101: 91-102.

Das, P. C., Y. Cao, N. Cherrington, E. Hodgson and S. R. L. Rose. 2006. Fipronil induces CYP isoforms and citotoxicity in human hepatocytes. Chemical Biological Interactions 164: 200-214.

Da Silva, M. E. and E. Diehl-Fleig. 1988. Avaliaçao de diferentes linhagens de fungos entomopatogênicos para control da formiga *Atta sexdens piriventris* (Santschi 1919) (Hymenoptera: Formicidae). Annais da Sociedade Entomologica Brasileira 17: 263:269.

DeBach, P. y D. Rosen. 1991. Biological control by natural enemies. Cambridge University Press, NY.

De Coll, O. R. 1998. Ensayo de control de *Acromyrmex lobicornis* Emery (Formicidae) con cebo fluramim (sulfluramida). INTA. ISSN 0327 - 9278. 20 p.

Della Lucia, T. M. C. (ed.) 1993. As formigas cortadeiras. Bib. Cent. Univ. Fed. Viçosa, Brasil.

De Silva, C. S., A. Pathiratne, N. M. van Straalen and C. A. M. van Gestel. 2010. Chlorpyrifos causes decreased organic matter decomposition by suppressing earthworm and termite communities in tropical soil. Environmental Pollution 158: 3041-3047.

Diehl-Fleig E., M. E. Da Silva, A. Specht and M. E. Valim-Labres. 1993. Efficiency of *Beauveria bassiana* for *Acromyrmex* spp. control (Hymenoptera: Formicidae). Annais da Sociedade Entomologica Brasileira 22: 281-285.

Disney R. H. L. 1994. Scuttle flies: the Phoridae. Chapman and Hall, London.

Disney, R. H. L. 1996. A key to *Neodohrniphora* (Diptera: Phoridae), parasites of leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Natural History 30: 1377-1389.

Disney, R. L. H., L. Elizalde and P. J. Folgarait. 2006. New species and revision of *Myrmosicarius* (Diptera: Phoridae) that parasitize leaf-cutter ants (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology 47: 771-809.

Disney, R. H. L., L. Elizalde and P. J. Folgarait. 2008 New species and records of scuttle flies (Diptera: Phoridae) associated with leaf-cutter and army ants (Hymenoptera: Formicidae) in Argentina. Sociobiology 51: 95-117.

Disney, R. H. L., L. Elizalde and P. J. Folgarait. 2009. New species and records of scuttle flies (Diptera: Phoridae) that parasitize leaf-cutter and army ants (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology 54: 601-632.

Edwards, C. A. 1993. The impact of pesticides on the environment. *In* The pesticide question: environment, economics and ethics. D. Pimentel and H. Lehman (eds.). Chapman and Hall, NY. Pp. 13-46.

El Hassani, A. K., M. Dacher, M. Gauthier and C. Armengaud. 2005. Effects of sublethal doses of fipronil on the behavior of the honeybee (*Apis mellifera*). Pharmacology, Biochemistry and Behavior. 82: 30-39.

Elizalde, L. 2009. Biogeografía y comunidades de fóridos parasitoides de hormigas cortadoras de hojas. Diversidad del sistema y partición del recurso hospedador. PhD. Thesis. Universidad Nacional de Quilmes. Buenos Aires, Argentina.

Elizalde, E. and A. Farji-Brener. 2012. To be or not to be faithful: flexible fidelity to foraging trails in the leaf-cutting ant *Acromyrmex lobicornis*. Ecological Entomology 37: 370-376.

Elizalde, L. and P. J. Folgarait. 2010. Host diversity and environmental variables as determinants of leafcutter phorid parasitoid's species richness. Journal of Biogeography 37: 2305-2316.

Elizalde, L. and P. J. Folgarait. 2011. Biological attributes of Argentinian phorid parasitoids (Insecta: Diptera: Phoridae) of leaf-cutting ants, *Acromyrmex* and *Atta*. Journal of Natural History 45: 2701-2723.

Elizalde, E. and P. J. Folgarait. 2012. Behavioral strategies of phorid parasitoids and responses of their hosts, the leafcutter ants. Journal of Insect Science 12: 135.

Environmental Protection Agency. 2008. Sulfluramid: product cancellation order. http: www.epa.bov.ar/fedregstr/EPA-PEST/2008/May/Day-16/p10919.htm.

Erthal Jr., M. and A. Tonhasca Jr. 2000. Biology and oviposition behavior of the phorid *Apocephalus attophilus* and the response of its host, the leaf-cutting ant *Atta laevigata*. Entomologia Experimentalis et Applicata 95: 71-75.

Eskenazi, B., A. Bradman and R. Castorina. 1999. Exposures of children to organophosphate pesticides and their potential adverse health effects. Environonmental Health Perspectives 107: 409-419.

Farji-Brener, A. G. 2003. Why are leaf-cutting ants more common in early secondary forests than in old-growth tropical forests? An evaluation of the palatable forage hypothesis. Oikos 92:169-177.

Farji-Brener, A. G. and L. Ghermandi. 2008. Leaf-cutting ant nests near roads increase fitness of exotic plant species in natural protected areas. Proceedings of the Royal Society B. 275: 1431-1440.

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

Feener Jr., D. H. 1981. Competition between ant species: outcome controlled by parasitic flies. Science 241: 815-817.

Feener Jr., D. H. 2000. Is the assembly of ant communities mediated by parasitoids? Oikos 90: 79-88.

Feener Jr., D. H. and K. A. G. Moss. 1990. Defense against parasites by hitchhikers in leaf-cutting ants: a quantitative assessment. Behavioral Ecology and Sociobiology 26: 17-29.

Feener Jr., D. H. and B. V. Brown. 1992. Reduced foraging of *Solenopsis geminate* (Hymenoptera: Formicidae) in the presence of parasitic *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae). Annals of the Entomological Society of America 85: 80-84.

Feener Jr., D. H. and B. V. Brown. 1993. Oviposition behavior of an ant-parasitizing fly, *Neodohrniphora curvinervis* (Diptera: Phoridae), and defense behavior by its leaf-cutting ant host *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Insect Behavior 6: 675-688.

Feener Jr. D. H. and B. V. Brown. 1997. Diptera as parasitoids. Annual Review of Entomology 42: 73-97.

Fernández-Marín, H., J. K. Zimmerman, D. R. Nash, J. J. Boomsma and W. T. Wcislo. 2009. Reduced biological control and enhanced chemical pest management in the evolution of fungus farming in ants. Proceedings of the Royal Society B. 276: 2263-2269.

Filho, O. P. and A. Dorval. 2003. Efeito de formulaçôes granuladas de diferentes produtos químicos e à base de folhas e de sementes de gergelim, *Sesamum indicum*, no controle de formigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). Ciência Florestal 13: 67-70.

Fleischner, T. L. 1994. Ecological costs of livestock grazing in Western North America. Conservation Biology 8: 629-644.

Foguelman, D. 2003. Plagas y Enfermedades en Manejo Orgánico: Una Mirada Latinoamericana. D. Foguelman (ed.) IFOAM-Alemania.

Folgarait, P. J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. Biological Conservation 7: 1221-1244.

Folgarait, P. J. 2013. Leaf-cutter ants' parasitoids: current knowledge. Psyche. Doi:10.1155/2013/539780.

Folgarait, P. J. and L. E. Gilbert. 1999. Phorid parasitoids affect foraging activity of *Solenopsis richteri* under different availability of food in Argentina. Ecological Entomology 24: 163-173.

Folgarait, P. J., L. A. Dyer, R. J. Marquis and H. E. Braker. 1996. Leaf-cutting ant preferences for five native tropical plantation tree species growing under different light conditions. Entomologia Experimentalis et Applicata 80: 521-530.

Folgarait P. J., O. A. Bruzzone, R. J. W. Patrock and L. E. Gilbert. 2002a. Developmental rates and host specificity for *Pseudacteon* parasitoids (Diptera: Phoridae) of fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in Argentina. Journal of Economic Entomology 95: 1151-1158.

Folgarait P. J., O. A. Bruzzone and L. E. Gilbert. 2002b. Development of *Pseudacteon culltellatus* (Diptera: Phoridae) on *Solenopsis invicta* and *Solenopsis richteri* fire ants (Hymenoptera: Formicidae). Environmental Entomology 31: 403-410.

Folgarait, P.J., O. A. Bruzzone and L. E. Gilbert. 2003. Seasonal patterns of activity among species of black fire ant parasitoid flies (*Pseudacteon*: Phoridae) in Argentina explained by analysis of climatic variables. Biological Control 28: 368-378.

Folgarait, P. J., M. G. Chirino, R. J. W. Patrock and L. E. Gilbert. 2005. Development of *Pseudacteon obtusus* (Diptera: Phoridae) on *Solenopsis invicta* and *Solenopsis richteri* fire ants (Hymenoptera: Formicidae). Environmental Entomology 34: 308-316.

Folgarait, P. J., R. J. W. Patrock and L. E. Gilbert. 2006. Development of *Pseudacteon nocens* (Diptera: Phoridae) on *Solenopsis invicta* and *Solenopsis richteri* fire ants (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Economic Entomology 99: 295-307.

Folgarait, P. J., R. W. Patrock and L. E. Gilbert. 2007. The influence of ambient conditions and space on the phenological patterns of a *Solenopsis* phorid guild in an arid environment. Biological Control 42: 262-273.

Forest Stewardship Council. 2007. FSC guidance document. FSC Pesticides policy: guidance on implementation. http://ebookbrowse.com/fsc-pol-30-001-en-fsc-pesticides-policy-2005-pdf-d342630382

Forest Stewardship Council. 2012. FSC pesticides policy guidance addendum: list of approved derogations for use of 'highly hazardous' pesticides. http://www.fsc.org.download.fsc-gui-30-001a-v1-0-en.113.htm

Forti, L. C., A. A. Moreira, A. P. Protti Andrade, J. A. Castellani and N. Caldato. 2011. Nidificaçao e arquitetura de ninhos de formigas cortadeiras. *In* Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo. T. M. C. Della Lucia (ed.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. Pp 102-125.

Fowler, H. G. 1983. Latitudinal gradients and diversity of the leaf-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) (Hymenoptera: Formicidae). Revista de Biología Tropical 31: 213-216.

Fowler, H. G. and S. W. Robinson. 1975. Estimaciones acerca de la acción de *Acromyrmex landolti* Forel (Hymenoptera: Formicidae) sobre el pastoreo y la ganadería en el Paraguay. Revista de la Sociedad Científica de Paraguay 15: 64-71.

Fowler, H. G. and N. B. Saes. 1986. Dependence of the activity of grazing cattle on foraging grass-cutting ants (*Atta* spp.) in the southern Neotropics. Journal of Applied Entomology 101: 154-158.

Garcia, F. R. M. and E. Corseuil. 2004. Native hymenopteran parasitoids associated with fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Santa Catarina State, Brazil. Florida Entomologist 87: 517-521.

Gazal e Silva, V. S., O. Bailez, A. M. Viana-Bailez and A. Tonhasca Jr. 2007. Effects of the size of workers of *Atta sexdens rubropilosa* on the attack behavior of *Neodohrniphora* spp. (Diptera: Phoridae). Sociobiology 50: 35-44.

Gazal e Silva, V. S., O. Bailez, A. M. Viana-Bailez, A. Tonhasca Jr. and T. M. Castro Della Lucia. 2008. Survey of *Neodohrniphora* spp. (Diptera: Phoridae) at colonies of *Atta sexdens rubropilosa* (Forel) and specificity of attack behaviour in relation to their hosts. Bulletin of Entomological Research 98: 203-206.

Georghiou, G. P. 1990. Overview of insecticide resistance. *In* Managing resistance to agrochemicals. From fundamental research to practical strategies. M. B. Green, H. M. LeBaron and W. K. Moberg (Eds). American Chemical Society Series 421. Washington D.C. Pp 18:41.

Gilbert, L. E., C. L. Barr, A. A. Calixto, J. L. Cook, B. M. Drees, L. G. LeBrun, R. J. W. Patrock, R. M. Plowes, S. D. Porter and R. T. Puckett. 2008. Introducing phorid fly parasitoids of red imported fire ant workers form Southa America to Texas: outcomes vary by region and by *Pseudacteon* species released. Southwestern Entomologist 33: 15-29.

Goldman, L. R. and S. Koduru. 2000. Chemicals in the environment and developmental toxicity to children: a public health and policy perspective. Environmental Health Perspectives 108: 443-448.

Gonçalves, C. R. 1961. O género *Acromyrmex* no Brasil (Hymenoptera: Formicidae). Studia Entomologica 4: 113-180.

Goolsby, J. A., A. A. Kirk and D. E. Meyerdirk. 2002. Seasonal phenology and natural enemies of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Australia. Florida Entomologist 85: 494-498.

Gordon, D. M. 1999. Interaction patterns and task allocation in ant colonies. *In* Information processing in social insects. C. Detrain, J. L. Deneubourg and J. M. Pasteels (eds.). Université Libre de Bruxelles, Birkhäusel Basel. Pp. 51-67.

Gordon, D. M. 2007. Control without hierarchy. Nature 446: 143.

Graham, L. C., S. D. Porter, R. M. Pereira, H. D. Dorough and A. T. Kelley. 2003. Field releases of the decapitating fly *Pseudacteon curvatus* (Diptera: Phoridae) for control of imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in Alabama, Florida, and Tennessee. Florida Entomologist 86: 334-339.

Grossman, D. M. and W. W. Upton. 2006. Efficacy of systemic insecticides for protection of loblolly pine against southern pine engraver beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) and wood borers (Coleoptera: Cerambycidae). Journal of Economic Entomology 99: 94-101.

Grout, T. G., G. I. Richards and P. R. Stephen. 1997. Further non-target effects of citrus pesticides on *Euseius addoensis* and *Euseius citri* (Acari: Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology 21: 171-177.

Guillade, A. C. and P. J. Folgarait. 2011. Life history traits and parasitism rates of four phorid species (Diptera: Phoridae), parasitoids of *Atta vollenweideri* (Hymenoptera: Formicidae) in Argentina. Journal of Economic Entomology 104: 32-40.

Guillade A. C. and P. J. Folgarait. 2012. Efectos de la acción de parasitoides específicos (Diptera: Phoridae) a distintas densidades sobre caminos de forrajeo de *Atta vollenweideri* (Hymenoptera: Formicidae), pp 276. *In* Proceedings VIII Congreso Argentino de Entomología. 17-20 April 2012. Bariloche, Argentina. Sociedad Entomológica Argentina, Buenos Aires.

Gunasekara, A. S., T. Truong, K. S. Goh, F. Spurlock and R. S. Tjeerdema. 2007. Environmental fate and toxicology of fipronil. J. Pesticide Science 32: 189-199.

Haeder, S., R. Wirth, H. Herz and D. Spiteller. 2009. Candicidin-producing *Streptomyces* support leaf-cutting ants to protect their fungus garden against the pathogenic fungus *Escovopsis*. PNAS 106: 4742-4746.

Hart, A. G. and F. L. W. Ratnieks. 2002. Waste management in the leaf-cutting ant *Atta colombica.* Behavioral Ecology 15: 224-231.

Henne, D. C. and S. J. Johnson. 2007. Zombie fire ant workers: behavior controlled by decapitating fly parasitoids. Insectes Sociaux 54: 150-153.

Henne, D. C., S. J. Johnson and S. D. Porter. 2007. Status of the fire ant decapitating fly *Pseudacteon tricuspis* (Diptera: Phoridae) in Louisiana. Florida Entomologist 90: 565-569.

Hernández, J. V. and K. Jaffé. 1995. Dano economico causado por populaçoes de formigas *Atta laevigata* (F. Smith) en plantaçoes de *Pinus caribea* Mor. e elementos para o manejo da praga. Annais da Sociedade Entomologica do Brasil 24: 287-298.

Hertz, H., W. Beyschlag and B. Hölldobler. 2007. Assessing herbivory rates of leaf-cutting ant (*Atta colombica*) colonies through short-term refuse deposition counts. Biotropica 39: 476-481.

Higley, L. G. and W. K. Wintersteen. 1992. A novel approach to environmental risk assessment of pesticides as a basis for incorporating environmental costs into economic injury levels. American Entomologist 38: 34-39.

Hochberg, M. E. 2000. What, conserve parasitoids? *In* Parasitoid population biology. Hochberg M. E. and A. R. Ives (eds.). Princeton University Press, NJ. Pp: 266-279.

Hodgson, E. and R. L. Rose. 2007. Human metabolic interactions of environmental chemicals. Journal of Biochemistry and Molecular Toxicology 21: 182-186.

Hölldobler, B. and H. Engel-Siegel. 1984. On the metapleural gland of ants. Psyche 91: 201-224.

Hölldobler, B. and E. O. Wilson. 1990. The ants. Cambridge Univ. Press. N.Y.

Howard, J. J. 1987. Leaf-cutting ant diet selection: the role of nutrients, water and secondary chemistry. Ecology 68: 503-505.

Hsieh, H-Y. and I. Perfecto. 2012. Trait-mediated indirect effects of phorid flies on ants. Psyche. Doi: 10.1155/2012/380474.

Hurley, P. M., R. N. Hill and R. J. Whiting. 1998. Mode of carcinogenic action of pesticides inducing thyroid follicular cell tumors in rodents. Environonmental Health Perspectives 106: 437-445.

Ibrahim, S. A., G. Henderson and F. Huixin. 2003. Toxicity, repellency, and horizontal transmission of fipronil in the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology 96: 461-467.

Ivey, M. C., J. S. Palmer and E. C. Hooten. 1978. Chlorpyrifos and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol: residues in the body tissues of cattle wearing chlorpyrifos-impregnated plastic ear bands. Journal of Economic Entomology 71: 697-700.

Ivey, M. C. and J. S. Palmer. 1981. Chlorpyrifos and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol: residues in the body tissues of sheep treated with chlorpyrifos for sheep ked control. Journal of Economic Entomology 74: 136-137.

Jonkman, J. C. M. 1976. Biology and ecology of the leaf cutting ant *Atta vollenweideri* Forel, 1893. Zeitschrift fur Angewandte Entomologie 81: 140-148.

Jonkman, J. C. M. 1980. Average vegetative requirements, colony size and estimated impact of *Atta vollenweideri* on cattle-raising in Paraguay. Zeitschrift fur Angewandte Entomologie 89: 135-143.

Jouvenaz, D. P. 1990. Approaches to biological control of fire ants in the United States. *In* Applied myrmecology, a world perspective. R. K. Vander Meer, K. Jaffe and A. Cedeno (eds.). Westview Press, Boulder, Co. Pp. 620-627.

Jouvenaz, D. P., C. S. Lofgren and W. A. Banks. 1981. Biological control of imported fire ants: a review of current knowledge. Entomological Society of America Bulletin 27: 203-208.

Kusnezov, N. 1963. Zoogeografía de las hormigas en Sudamérica. Acta Zoológica Lilloana 19: 25-186.

Leal, I. R., R. Wirth and M. Tabarelli. 2011. Dispersâo de sementes por formigas-cortadeiras *In* Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo. Della Lucia T. M. C. (ed.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. Pp 236-248.

Lebrun, E. G. 2005. Who is the top dog in ant communities? Resources, parasitoids and competitive hierarchies. Oecologia 142: 643-652.

LeBrun, E. G. and D. H. Feener Jr. 2007. When trade-offs interact: balance of terror enforces dominance discovery trade-off in a local ant assemblage. Journal of Animal Ecology 76: 58-64.

LeBrun, E. G., R. M. Plowes and L. E. Gilbert. 2008. Dynamic expansion in recently introduced populations of fire ant parasitoids (Diptera: Phoridae). Biological Invasions 10: 989-999.

Lee, W. J., A. Blair, J. A. Hoppin, J. H. Lubin, J. A. Rusiecki, D. P. Sandler, M. Dosemeci and M. C. R. Alavanja. 2004. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the agricultural health study. JNCI, Journal of the National Cancer Institute 96: 1781-1789.

Lemus, Y. A., G. M. Rodríguez, R. A. Cuervo, V. J. A. Durán, C. L. Zuluaga and G. Rodríguez. 2008. Determinación de la factibilidad del hongo Metarhizium anisopliae para ser usado como control biológico de la hormiga arriera (Atta cephalotes). Revista Científica Guillermo de Ockham 6: 31-40.

Lima, P. P. 1992. Palestra sobre formigas cortadeiras. Memoria de Reuniao de Especialistas en Controle Alternativo de Cupins e Formigas. Ibama, Brasil.

Link, D. 1993. Hormigas cortadoras, hábitos y su control. *Actas XII Jornadas Forestales de Entre Ríos*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Little, A. E. F., T. Murakami, U. G. Mueller and C. R. Currie. 2003. The infrabuccal pellet piles of fungus-growing ants. Naturwissenschaften 90: 558-562.

Liu, H., Q. Xu, L. Zhang and N. Liu. 2005. Chlorpyrifos resistance in mosquito *Culex quinquefasciatus*. Journal of Medical Entomology 42: 815-820.

López, E. and S. Orduz. 2003. *Metarhizium anisopliae* and *Trichoderma viridae* for control of nests of the fungus-growing ant, *Atta cephalotes*. Biological Control 27: 194-200.

Losey, J. E. and M. Vaughan. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. BioScience 56: 311-323.

Luck, R. F., B. M. Shepard and P. E. Kenmore. 1999. Evaluation of biological control with experimental methods. *In* Handbook of Biological Control. T. S. Bellows and T. W. Fisher (eds.). Academic Press Ca. Pp. 225-242.

Mallet, J. 1989. The evolution of insecticide resistance: have the insects won? Trends in Ecology and Evolution 4: 336-340.

Markin, G. P., J. O´Neal and J. Dillier. 1975. Foraging tunnels of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). Journal of the Kansas Entomological Society 48: 83-89.

Marrone, P. G. 2007. Barriers to adoption of biological control agents and biological pesticides. Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 2: 1-12.

Mathis, K. A. y S. M. Philpott. 2012. Current understanding and future prospects of host selection, acceptance, discrimination and regulation of phorid fly parasitoids that attack ants. Psyche. Doi: 10.1155/2012/895424.

McNaughton, S. J., O. E. Sala and M. Oesterheld. 1993. Comparative ecology of African and South American arid to subhumid ecosystems. *In* Biological relationships between Africa and South America. P. Goldblatt (ed.). Yale University Press, New Haven. Pp: 548-567.

Medina, P., J. J. Morales, F. Budia, A. Adán, P. Del Estal and E. Viñuela. 2007. Compatibility of endoparasitoid *Hyposoter didymator* (Hymenoptera: Ichneumonidae) protected stages with five selected insecticidas. Journal of Economic Entomology 100: 1789-1796.

Mehdiabadi, N. J. and L. E. Gilbert. 2002. Colony-level impacts of parasitoid flies on fire ants. Proceedings of the Royal Society of London B. 269: 1695-1699.

Mehdiabadi, N. J., E. A. Kawazoe and L. E. Gilbert. 2004. Parasitoids and competitors influence colony-level responses in the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*. Naturwissenschaften 91: 539-543.

Mercado de Liniers. 2013. http: www.mercadodeliniers.com.ar/dll/agricultura1dll/agrimerc000008.

Meyer, S. T., I. R. Leal, M. Tabarelli and R. Wirth. 2011. Ecosystem engineering by leaf-cutting ants: nests of *Atta cephalotes* drastically alter forest structure and microclimate. Ecological Entomology 36: 14-24.

Mills, N. J. 1994. The structure and complexity of parasitoid communities in relation to biological control. *In* Parasitoid Community Ecology. Hawkins, B. A. and W. Sheehan (eds). Oxford University Press, N. Y. Pp: 397-417.

Montoya-Lerma, J., C. Giraldo-Echeverri, I. Armbrecht, A. G. Farji-Brener and Z. Calle. 2012. Leaf-cutting ants revisited: towards rational management and control. International Journal of Pest Management 58: 225-247.

Mountinho, P., D. C. Nepstad and E. A. Davidson. 2003. Influence of leaf-cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia. Ecology 84: 1265-1276.

Morrison, L. W. 1999. Indirect effects of phorid fly parasitoids on the mechanisms of interspecific competition among ants. Oecologia 121: 113-122.

Morrison, L. W. 2000. Biology of *Pseudacteon* (Diptera: Phoridae) ant parasitoids and their potential to control imported *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae). Recent Research Developments in Entomology 3: 1-13.

Morrison, L. W., E. A. Kawazoe, R. Guerra and L. E. Gilbert. 2000. Ecological interactions of *Pseudacteon* parasitoids and *Solenopsis* ant hosts: environmental correlates of activity and effects on competitive hierarchies. Ecological Entomology 25: 433-444.

Morrison, L. W. and S. D. Porter. 2005. Phenology and parasitism rates in introduced populations of *Pseudacteon tricuspis*, a parasitoid of *Solenopsis invicta*. BioControl 50: 127-141.

Mottern, J. L., K. M. Heintz and P. J. Ode. 2004. Evaluating biological control of fire ants using phorid flies: effects on competitive interactions. Biological Control 30: 566-583.

Mueller, U. G., N. M. Gerardo, D. K. Aanen, D. L. Six and T. R. Schultz. 2005. The evolution of agriculture in insects. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 36: 563-595.

Mundim, F. M., A. N. Costa and H. L. Vasconcelos. 2009. Leaf nutrient content and host plant selection by leaf-cutter ants, *Atta laevigata*, in a Neotropical savanna. Entomologia Experimentalis et Applicata 130: 47-54.

Nickele, M. A., W. R. Filho, E. B. de Oliveira, E. T. Iede, N. Caldato and P. Strappason. 2012. Leaf-cutting ant attack in initial pine plantations and growth of defoliated plants. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 47: 892-899.

Nyrop, J. P. and M. L. Hassney. 2006. Onion maggot (Diptera: Anthomiidae) resistance to chlorpyrifos in New York onion fields. Journal of Economic Entomology 99: 1375-1380.

Orr, M. R. 1992. Parasitic flies (Diptera: Phoridae) influence foraging rhythms and caste division of labor in the leaf-cutter ant, *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). Behavioral Ecology and Sociobiology 30: 395-402.

Orr, M. R., S. H. Seike y L. E. Gilbert. 1997. Foraging ecology and patterns of diversification in dipteran parasitoids of fire ants in South Brazil. Ecological Entomology 22: 305-314.

Ouyang, Y., P. Chueca, S. J. Scott, G. H. Montez and E. E. Grafton-Cardwell. 2010. Chlorpyrifos bioassay and resistance monitoring of San Joaquin Valley California citricola scale populations. Journal of Economic Entomology 103: 1400-1404.

Parr, C. L. and H. Gibb. 2010. Competition and the role of dominant ants. *In* Ant Ecology. Lach, L., C. L. Parr and K. L. Abbot (eds.). Oxford University Press, NY. Pp 77-96.

Pedigo, L. P, S. H. Hutchins. and L. G. Higley. 1986. Economic injury levels in theory and practice. Annual Review of Entomology 31: 341-368.

Penden-Adams, M. M., J. G. EuDaly, S. Dabra, A. EuDaly, L. Heesemann, J. Smythe and D. E. Keil. 2007. Suppression of humoral immunity following exposure to the perfluorinated insecticide sulfluramid. Journal of Toxicology and Environmental Health 70: 1130-1141.

Peterson, R. K. D. and T. E. Hunt. 2003. The probabilistic economic injury level: incorporating uncertainty into pest management decision-making. Journal of Economic Entomology 96: 536-542.

Philpott, S. M. 2005. Trait-mediated effects of parasitic phorid flies (Diptera: Phoridae) on ant (Hymenoptera: Formicidae) competition and resource access in coffee agro-ecosystems. Environmental Entomology 34: 1089-1094.

Pimentel, D., L. McLaughlin, A. Zepp, B. Lakitan, T. Kraus, P. Kleinman, F. Vancini, W. John Roach, E. Graap, W. S. Keeton and G. Selig. 1991. Environmental and economic effects of reducing pesticide use. Bioscience 41: 402-409.

Plowes, R. M., E. G. LeBrun and L. E. Gilbert. 2011. Introduction of the fire ant decapitating fly Pseudacteon obtusus in the United States: factors influencing establishment in Texas. BioControl 56: 295-304.

Plowes, R. M., P. J. Folgarait and L. E. Gilbert. 2012. The introduction of the fire ant parasitoid *Pseudacteon nocens* in North America: challenges when establishing small populations. Biocontrol 57: 503-514.

Porter, S. D. 1998. Biology and behavior of *Pseudacteon* decapitating flies (Diptera: Phoridae) that parasitize *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae). Florida Entomologist 81: 292-309.

Porter, S. D. 2010. Distribution of the Formosa strain of the fire ant decapitating fly *Pseudacteon curvatus* (Diptera: Phoridae) three and a half years after releases in North Florida. Florida Entomologist 93: 107-112.

Porter, S. D., D. F. Williams, R. S. Patterson and H. G. Fowler. 1997. Intercontinental differences in the abundance of *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae): escape from natural enemies? Environmental Entomology 26: 373-384.

Porter, S. D., L. A. Nogueira DeSá and L. W. Morrison. 2004. Establishment and dispersal of the fire ant decapitating fly *Pseudacteon tricuspis* in North Florida. Biological Control 29: 179-188.

Porter, S. D., L. C. Graham, S. J. Johnson, L. G. Thead and J. A. Briano. 2011. The large decapitating fly *Pseudacteon litoralis* (Diptera: Phoridae): successfully established on fire ant populations in Alabama. Florida Entomologist 94: 208-213.

Poston, F. L., L. P. Pedigo and S. M. Welch. 1983. Economic injury levels: reality and practicality. Bulletin of the Entomological Society of America 29: 49-53.

Ramos, V. M., L. C. Forti, A. P. P. Andrade, N. C. Noronha and R. da Silva Camargo. 2008. Density and spatial distribution of *Atta sexdens rubropilosa* and *Atta laevigata* colonies (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* spp. forests. Sociobiology 51: 1-7.

Rauh, V. A., R. Garfinkel, F. P. Perera, H. F. Andrews, L. Hoepner, D. B. Barr, R. Whitehead, D. Tang and R. W. Whyatt. 2006. Impact of prenatal chlorpyrifos exposure on neurodevelopment in the first 3 years of life among inner-city children. Pediatrics 118: 1845-1859.

Rauh, V. A., S. Arunajadai, M. Horton, F. Perera, L. Hoepner, D. B. Barr and R. Whyatt. 2011. Seven-year neurodevelopmental scores and prenatal exposure to chlorpyrifos, a common agricultural pesticide. Environmental Health Perspectives 119: 1196-1201.

Robinson, S. W. and H. G. Fowler. 1982. Foraging and pest potential of Paraguayan grass-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) to the cattle industry. Zeitschrift fur Angewandte Entomologie 93: 42-54.

Roces, F. and M. Bollazzi. 2009. Information transfer and the organization of foraging in grass- and leaf-cutting ants. *In* Food exploitation by social insects: ecological, behavioral, and theoretical approaches. S. Jarau and M. Hrncir (eds.). CRC Press: Contemporary topics in entomology Series, Boca Raton, USA. Pp. 261-275.

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

Rodrigues, A., C. D. Carletti, O. C. Bueno and F. C. Pagnocca. 2008. Leaf-cutting ant faecal fluid and mandibular gland secretion: Effects on microfungi spore germination. Brazilian Journal of Microbiology 39: 64-67.

Rodríguez, M. A., D. Bosch, B. Sauphanor and J. Avilla. 2010. Susceptibility to organophosphate insecticides and activity of detoxifying enzymes in Spanish populations of *Cydia pomonella* (Lepidoptera, Tortricidae). Journal of Economic Entomology 103: 482-491.

Röschard, J. and F. Roces. 2003a. Cutters, carriers and transport chains: distance-dependent foraging strategies in the grass-cutting ant *Atta vollenweideri*. Insectes Sociaux 50: 237-244.

Röschard, J. and F. Roces. 2003b. Fragment-size determination and size-matching in the grass-cutting ant *Atta vollenweideri* depend on the distance from the nest. Journal of Tropical Ecology 19: 647-653.

Rudolph, S. G. and C. Loudon. 1986. Load size selection by foraging leafcutter ants. Ecological Entomology 11: 401-410.

Rust, M. K and D. A. Reierson. 1991. Chlorpyrifos resistance in German cockroaches (Didtyoptera: Blatellidae) from restaurants. Journal of Economic Entomology 84: 736-740.

Rutledge, C. E., R. J. O'Neil, T. B. Fox and D. A. Landis. 2004. Soybean aphid predators and their use in integrated pest management. Annals of the Entomological Society of America 97: 240-248.

Sahota, A. 2008. The Global Market for Organic Food and Drink, pp: 53-57. The World of Organic Agriculture. Willer H., M. Yussefi-Menzler and N. Sorensen (Eds). Earthscan, London.

SAS Institute. 1998. Statview User's Manual, version 5.0. SAS Institute. Cary, NC.

SENASA – Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 2008. Situación de la Producción Orgánica en la Argentina Durante el Año 2008. http://www.oia.com.ar/estadistica-senasa/Estadisticas%20Organicos%20SENASA.pdf

Schal, C. 1992. Sulfluramid resistance and vapor toxicity in field-collected German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). Journal of Medical Entomology 29: 207-215.

Schultz, T. R. and S. G. Brady. 2008. Major evolutionary transitions in ant agriculture. PNAS 105: 5435-5440.

Sen, R. H. D. Ishak, D. Estrada, S. E. Dowd, E. Hong and U. G. Mueller. 2009. Generalized antifungal activity and 454-screening of *Pseudonocardia* and *Amycolatopsis* bacteria in nests of fungus-growing ants. PNAS 106: 17805-17810.

Shepherd, J. D. 1982. Trunk trails and the searching strategy of a leaf-cutter ant, *Atta colombica*. Behavioral Ecology and Sociobiology 11: 77-84.

Shutler, D. and A. Mullie. 1991. Size-related foraging behaviour of the leaf-cutting ant *Atta colombica*. Canadian Journal of Zoology 69: 1530-1533.

Sidiropoulou, E., M. Sahana, J. Flaskos, W. Harris, A. J. Hargreaves and Z. Woldehiwet. 2011. Fipronil interferes with the differentiation of mouse N2a neuroblastoma cells. Toxicology Letters 201: 86-91.

Silva, A., A. Rodrígues, M. Bacci Jr., F. C. Pagnocca and O. C. Buerro. 2006. Susceptibility of the ant-cultivated fungus *Leucoagaricus gongylophorus* (Agaricales: Basidiomycota) towards microfungi. Mycopathologia 162: 115-119.

Smith, D. I. and J. A. Lockwood. 2003. Horizontal and trophic transfer of diflubenzuron and fipronil among grasshoppers (*Megaloplus sanguinipes*) and between grasshoppers and darkling beetles (Tenebrionidae). Archives of Environmental Contamination and Toxicology 44: 377-382.

Smith, M. T., R. W. Fuester, J. M. Tropp, E. M. Aparicio, D. Tatman and J. A. Wildonger. 2007. Native natural enemies of native woodborers: potential as biological control agents for the Asian longhorned beetle. USDA Interagency Research Forum – GTR-Nrs-P-28: 66-70.

Soeprono, A. M. and M. K. Rust. 2004. Effect of horizontal transfer of barrier insecticides to control Argentine ants (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Economic Entomology 97: 1675-1681.

Sokal, R. R and F. J. Rohlf. 1995. Biometry; the principles and practice of statistics in biological research. 3rd ed. W.H. Freeman, N.Y.

Souza D. J., J. F. Lopes Santos and T. M. C. Della Lucia. 2011. Organizaçâo social das formigas-cortadeiras. *In* Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo. T. M. C. Della Lucia (ed.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. Pp 126-140.

Sousa-Souto, L., J. D. Hay, B. G. Ambrogi and K. Kitayama. 2005. Trail fidelity and its influence on foraging by *Acromyrmex niger* (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology 45: 129-136.

Sousa-Souto, L., J. H. Schroereder and C. E. G. R. Schaefer. 2007. Leaf-cutting ants, seasonal burnings and nutrient distribution in Cerrado vegetation. Austral Ecology 32: 758-765.

Sousa-Souto, L., D. C. de Jesus Santos, B. G. Ambrogi, M. J. Campos do Santos, M. Braga Bueno Guerra and E. R. Pereira-Filho. 2012. Increased CO_2 emission and organic matter decomposition by leaf-cutting ant nests in a coastal environment. Soil Biology and Biochemistry 44: 21-25.

SYSTAT Inc. 2009. SYSTAT 13 for Windows user's manual. Systat Software Inc., Chicago, IL.

Tadey, M. and A. G. Farji-Brener. 2007. Indirect effects of exotic grazers: livestock decreases the nutrient content of refuse dumps of leaf-cutting ants through vegetation impoverishment. Journal of Applied Ecology 44: 1209-1218.

Thead L. G. and D. A. Streett. 2006. Duration of *Pseudacteon curvatus* Borgmeier (Diptera: Phoridae) pupal stages at reduced temperatures. Journal of Entomological Science 41: 120-125.

Tingle, C. C., J. A. Rother, C. F. Dewhurst, S. Lauer and W. J. King. 2003. Fipronil: environmental fate, ecotoxicology, and human health concerns. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 176: 1-66.

Tonhasca Jr., A. 1996. Interactions between a parasitic fly, *Neodhorniphora declinata* (Diptera: Phoridae) and its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). Ecotropica 2: 157-164.

Tonhasca Jr., A. and M. A. L. Bragança. 2000. Forager size of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) in a mature eucalyptus forest in Brazil. Revista de Biologia Tropical 48: 983-988.

Tonhasca Jr., A., M. A. L. Bragança and M. Erthal Jr. 2001. Parasitism and biology of *Myrmosicarius grandicornis* (Diptera: Phoridae) in relationship to its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae). Insectes Sociaux 48: 154-158.

Ulloa-Chacón, P. and G. I. Jaramillo. 2003. Effects of boric acid, fipronil, hydramethylnon, and diflubenzuron baits on colonies of ghost ants (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Economic Entomology 96: 856-862.

Vaccaro, N. C. and J. A. Mousques. 1997. Hormigas cortadoras (géneros *Atta* y *Acromyrmex*) y tacurúes en Entre Ríos. Actas XII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, Entre Ríos, Argentina.

Vail, P. V., J. R. Coulson, W. C. Kauffman and M. E. Dix. 2001. History of biological control programs in the United States Department of Agriculture. American Entomologist 47: 24-49.

Van Lenteren, J. C. 2012. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. BioControl 57: 1-20.

Vazquez, R. J., S. D. Porter and J. A. Briano. 2006. Field release and establishment of the decapitating fly *Pseudacteon curvatus* on red imported fire ants in Florida. BioControl 51: 207-216.

Vidau, C., M. Diogon, J. Aufauver, R. Fontbonne, B. Viguès, J-L. Brunet, C. Texler, D. G. Biron, N. Blot, H. El Alaoui, L. P. Belzunces and F. Delbac. 2011. Exposure to sublethal doses of fipronil and thiacloprid highly increases mortality of honeybees previously infected by *Nosema ceranae*. PLoS ONE 6: e21550. doi:10.1371/journal.pone.0021550.

Vieira-Neto, E. H. M., E. M. Mundim and H. L. Vansconcelos. 2006. Hitchhiking behaviour in leaf-cutter ants: An experimental evaluation of three hypotheses. Insectes Sociaux 53: 326-332.

Vilela, E. F. 1986. Status of leaf-cutting ant control in forest plantations in Brazil. *In* Fire ants and leaf-cutting ants biology and management. C. S. Lofgren and R. K. Vander Meer (eds.). Boulder, CO: Westview Press. Pp: 399-408.

Vogt J. T., S. D. Porter, D. A. Nordlund and R. Smith. 2003. A modified rearing system for production of *Pseudacteon curvatus* (Diptera: Phoridae), a parasitoid of imported fire ants. Biological Control 28: 346-353

Waller, D. 1989. Size-related foraging in the leaf-cutting ant *Atta texana* (Buckley) (Formicidae: Attini). Functional Ecology 3: 461-468.

Weber, N. A. 1972. Gardening ants, the Attines. The American Philosophical Society, Philadelphia.

Wetterer J. K. 1990. Load size determination in the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. Behavioral Ecology 1: 95-101.

Williams III, L., L. D. Price and V. Manrique. 2003. Toxicity of field-weathered insecticide residues to *Anaphes iole* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae), and implications for inundative biological control in cotton. Biological Control 26: 217-223.

Willer, H. 2008. Organic Agriculture Worldwide: Current Statistics. *In* The World of Organic Agriculture. H. Willer, M. Yussefi-Menzler and N. Sorensen (eds). Earthscan, London. Pp 23-50

Wiltz, B. A., D. R. Suiter and W. A. Gardner. 2009. Activity of bifenthrin, chlorfenapyr, fipronil and thiamethoxam against Argentine ants (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Economic Entomology 102: 2279-2288.

Wuellner, C. T., S. D. Porter and L. E. Gilbert. 2002. Eclosion, mating and grooming behavior of the parasitoid fly *Pseudacteon curvatus* (Diptera: Phoridae). Florida Entomologist 84: 563-566.

Zanetti, R., K. Jaffé, E. F. Vilela, J. C. Zanuncio and H. G. Leite. 2000. Efeito da densidade e do tamanho de sauveiros sobre a produçao de Madeira em eucaliptais. Annais da Sociedade Entomologica do Brasil 29: 105-112.

Zanetti, R., J, C. Zanuncio, A. J. Mayhé-Nunes, A. G. Barros Medeiros and A. Souza-Silva. 2003. Combate sistemático de formigas cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. Revista Árvore 27: 387-932.

ANEXOS

ANEXO 1

DATOS NO INCLUIDOS EN LOS CAPÍTULOS DE LA TESIS

A- Breve descripción del sitio de muestreo Tierra Buena

Tierra Buena es un establecimiento ganadero localizado a 18 km del pueblo San Cristóbal, cabecera del departamento homónimo en la provincia de Santa Fe (30° 12’ S, 61° 09’ W). Se encuentra ubicado en la región fitogeográfica del Chaco (Figura A1.1), en el límite con el Espinal (Cabrera 1994).

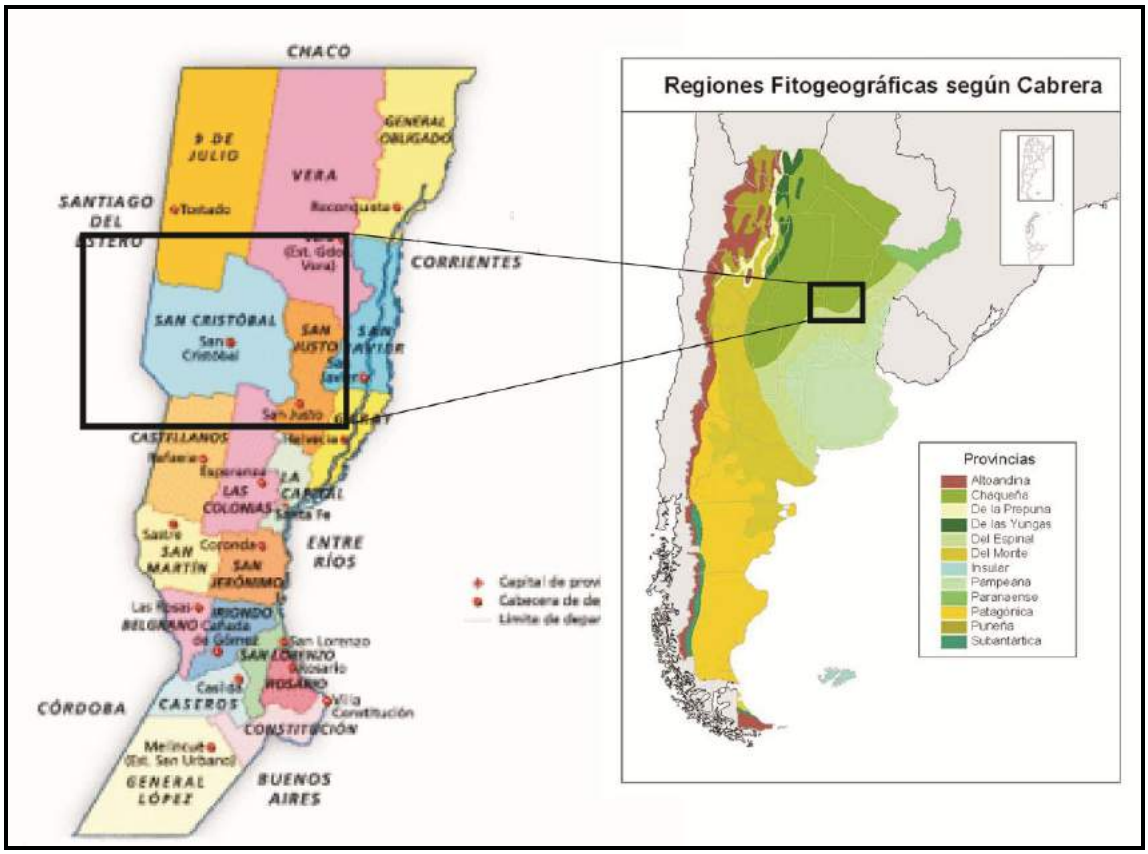


Figura A1.1: Ubicación geográfica de San Cristóbal, y posición en cuanto a regiones fitogeográficas.

El clima es cálido, con temperaturas medias anuales de 21°C y precipitaciones que rondan entre los 800 y los 1100 mm anuales, disminuyendo hacia el oeste. La región fue fuertemente afectada por la sequía de los años 2008-2009, al punto que, hacia mayo de 2009, el Servicio Meteorológico Nacional clasificaba la situación de la zona como sequía grave a extrema (Figura A1.2).

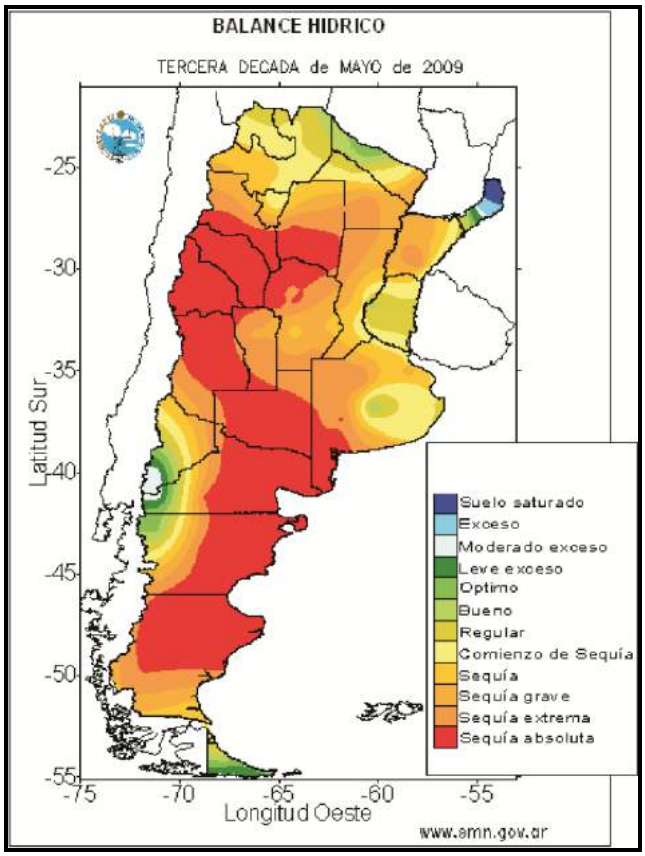


Figura A1.2: Balance hídrico en mayo de 2009. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

La vegetación está representada por montes de algarrobo, principalmente algarrobo blanco (*Prosopis alba*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), palmeras, molles, coronillos, talas y otros árboles y arbustos. El estrato herbáceo está principalmente compuesto por *Stypa* spp, *Bromus* spp, *Setaria* spp, *Botriochloa laguroides*, *Paspalum urbillei*, *P. dilatatum* y *Chloris* spp (Cabrera & Willink, 1973). El paisaje es variado en el establecimiento, con áreas desmontadas para pastoreo de ganado vacuno, rodeando parches de monte natural. Una depresión en uno de los lotes se anega en épocas lluviosas, proveyendo un cuerpo de agua temporal (Figura A1.3). En el año 2007, durante los primeros muestreos de la tesis, realicé un relevamiento de las especies de hormiga de importancia económica presentes en el establecimiento. Delimité parcelas de 250 m^2 y conté todos los nidos de *Atta vollenweideri*, *Acromyrmex heyeri*, *A. lobicornis* y *A. lundii*. Los resultados fueron los siguientes:

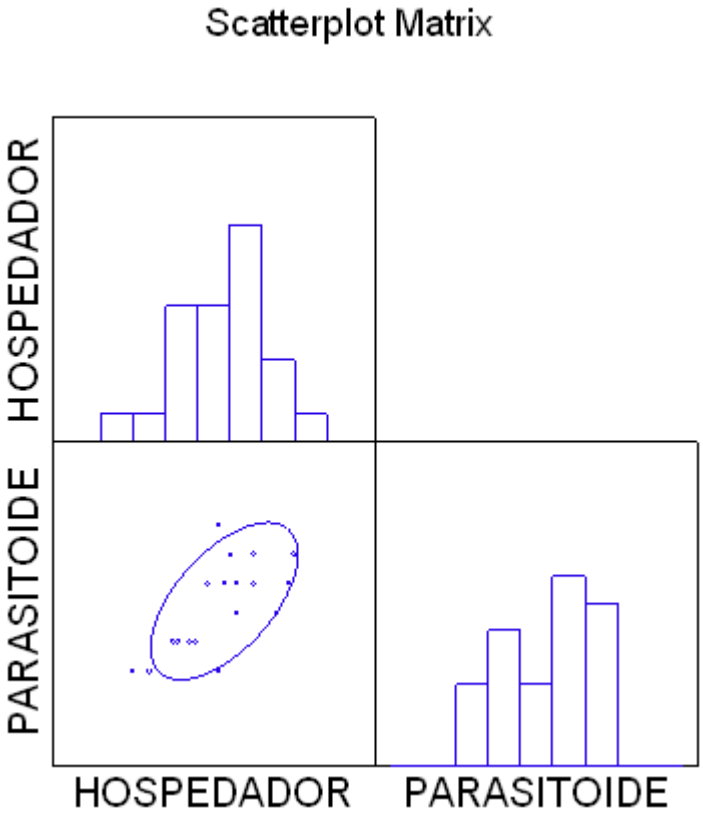
Especie	Nidos/ha
Atta vollenweideri	1.04
Acromyrmex lobicornis	1.66
Ac. heyeri	1.2
Ac. lundi	1.3

Figura A1.3: Vistas de varios lotes en Tierra Buena. La última foto muestra el bajo inundable.

B- Tamaños de hospedador preferidos por *Apocephalus setitarsus* y *A. neivai*

Los fóridos del género *Apocephalus* spp. presentan pupas de desarrollo libre, es decir, a diferencia de lo que ocurre con las pupas de *Eibesfeldtphora*, *Myrmosicarius* y *Neodohrniphora*, estas pupas no permanecen protegidas dentro de la cabeza de sus hospedadores, sino que la larva abandona el cuerpo de la hormiga poco antes de empupar. Esto plantea un problema a la hora de determinar el tamaño de los hospedadores elegidos por *Apocephalus*: en la gran mayoría de los experimentos que conduje en los cuales crié fóridos, éstos fueron obtenidos a través de muestreo pasivo, el cual es considerado el más efectivo para fóridos de hormigas cortadoras (Elizalde y Folgarait 2011) ya que permite colectar mayor número de especies y estimar mejor el rango de hospedadores de los parasitoides. Esto implicó recolectar grandes cantidades de hormigas en caminos de forrajeo, las cuales se llevaron luego al laboratorio. Allí, las hormigas se mantuvieron en recipientes plásticos, separadas por colonia de origen, y al morir, se las traspasó a vasos plásticos con base de yeso. En estos vasos se colocaban todas las hormigas muertas que se encontraban en cada colonia muestreada cada día, por lo que un vaso típico tenía un promedio de 75 a 100 hormigas. Estas hormigas muertas luego eran inspeccionadas en busca de pupas de fóridos: para aquellas especies que usan la cabeza del hospedador como protección determinar el tamaño de hospedador utilizado por cada especie no fue un problema. Para *Apocephalus*, por otro lado, esto resultó imposible, ya que las pupas aparecen entre las hormigas, y no se pudo distinguir a partir de cuáles hormigas habían salido las pupas. La única forma de saberlo con certeza es mantener cada hormiga que llega del campo en un recipiente individual hasta la (eventual) aparición de una pupa. Lamentablemente, en la mayoría de los muestreos esto fue imposible por una cuestión de espacio: en cada muestreo traje entre 10000 y 15000 hormigas del campo. Sin embargo, en un par de ocasiones en que la cantidad de hormigas muestreadas fue menor, apliqué este diseño durante la cría. Se trató de obreras de *Atta vollenweideri* de Santa Fe, obtenidas a partir de 8 nidos diferentes, en dos fechas de colecta, diciembre de 2007 y febrero de 2008. Analicé los datos utilizando el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para comparaciones múltiples, y la correlación no paramétrica de Spearman, ya que los datos no se ajustaron a la distribución normal ni presentaron homocedácea. Pude determinar para estas dos muestras que el tamaño de hospedador elegido por *Apocephalus setitarsus*, sin discrimiar entre machos y hembras, fue de 2,32 ± 0,21 mm (N = 36). Las hembras surgieron de hospedadores de 2,35 ± 0,18 mm (N = 15), mientras que los machos surgieron de hospedadores de 2,30 ± 0,25 mm (N = 13), y las pupas inviables (que no completaron el

desarrollo) aparecieron en hospedadores de 2,44 ± 0,16 mm (N = 8). Sin embargo, las diferencias entre los tamaños de hospedador utilizados por machos, hembras o pupas inviables no fueron significativas (*H* = 1,61, *P* = 0,44). Existió una correlación positiva (Rho = 0,55, *P* = 0,008) entre el tamaño de hospedador utilizado y el tamaño de adultos emergidos.



Los resultados obtenidos a partir de este análisis deben ser interpretados con precaución: los parasitoides fueron colectados en una sola estación (verano), previo a la sequía de los años 2008-2009, y el número de fóridos y hormigas hospedadoras medido es bajo. Sin embarbo, puede verse al menos una tendencia de *Apocephalus setitarsus* a atacar hormigas grandes en los sitios de corte. Si consideramos la distribución de frecuencias de tamaños de hormigas obreras transitando los caminos de forrajeo, datos que obtuve promediando las distribuciones de los 16 nidos utilizados como control en los experimentos del Capítulo 6, puede verse que entre las 4 especies de fóridos obtenidas a través de muestreos pasivos en los distintos experimentos de esta tesis, atacarían a aproximadamente el 90% de los tamaños de forrajeras disponibles (Figura A1.4). Si bien existe un grado relativamente amplio de superposición entre los tamaños preferidos por las distintas especies de fóridos, como se discutió en el Capítulo 4, los parasitoides recurren a varias estrategias para particionar el recurso hospedador, tales como buscar a sus hospedadores en diferentes microhábitats, ya que

E. trilobata ataca principalmente a hormigas en los caminos de forrajeo, mientras que *M. gonzalezae*, que también ataca en ese microhábitat (Elizalde y Folgarait 2011), prefiere hormigas de tamaño más pequeño, y los rangos de tamaño preferidos por ambos parasitoides no se superponen. *M. brandaoi*, la especie que ataca el rango más amplio de hospedadores, los busca principalmente en las bocas de entrada del nido. *A. setitarsus* completaría este gremio atacando a las hormigas de mayor tamaño, y si bien se la encuentra ocasionalmente sobre caminos de forrajeo (Elizalde y Folgarait 2011), su microhábitat preferido para buscar hospedadores es el sitio de corte.

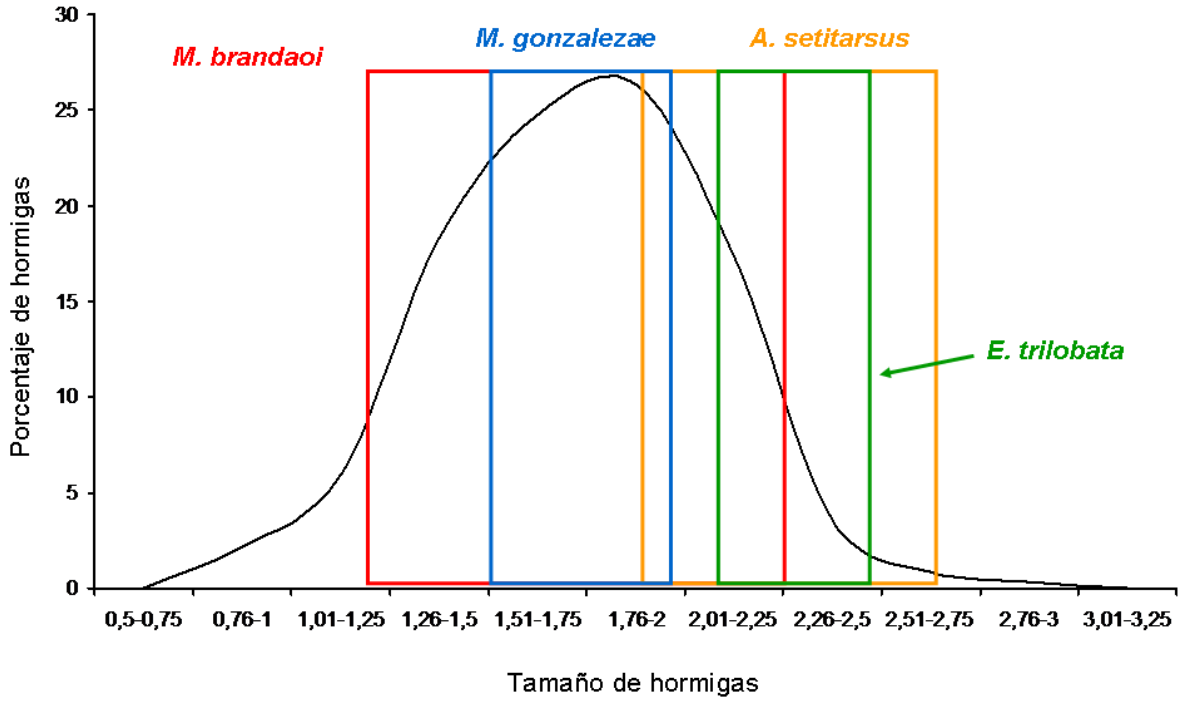


Figura A1.4: Tamaños de hospedador (mm) preferidos por cada una de las especies de fóridos que colecté sobre *Atta vollenweideri.*

Si bien nunca mantuve obreras muertas de *Acromyrmex lundii* en forma individual, para poder realizar este mismo tipo de análisis sobre *Apocephalus neivaii*, intenté encontrar en muestras a partir de las cuales había obtenido a este fórido, evidencias en las hormigas muertas de haber sido parasitadas por esta especie, para obtener al menos una idea del tamaño de hospedador preferido. Lamentablemente, esta especie aparentemente sale de la hormiga muerta a través de la unión entre cabeza y tórax (Daniela Goffré, comunicación personal), cuando la cabeza se desprende durante la pupariación (Figura A1.5). Es probable que la larva se desarrolle dentro del tórax del hospedador, ya que en las muestras que inspeccioné encontré

algunas hormigas con el tórax abierto. Como estos cuerpos se encontraban en su mayoría desmembrados y decapitados, no pude tomar medidas que pudiera comparar con las obtenidas para otros hospedadores, ya que siempre utilicé el ancho de la cápsula cefálica como indicador del tamaño de hormiga.

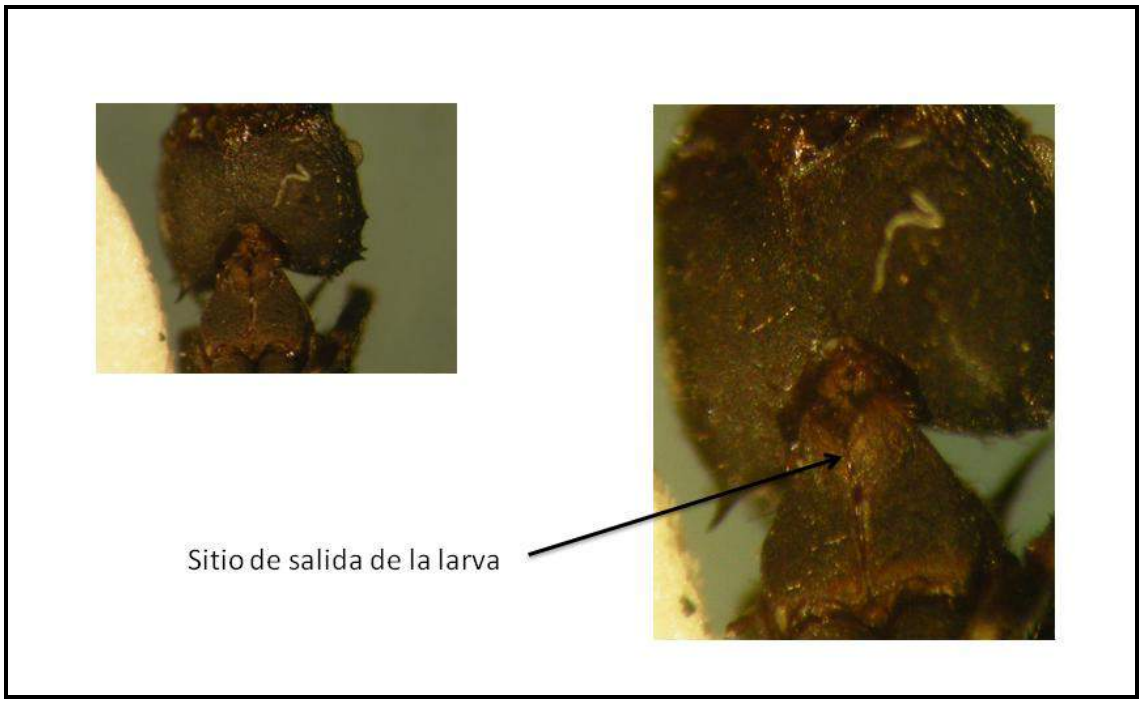


Figura A1.5: Obrera de *A. lundii* a partir de la cual surgió una larva de *Apocephalus neivai* poco antes de empupar. La flecha muestra el lugar en que el exoesqueleto de la hormiga fue separado por la larva para poder emerger.

Sin embargo, una de mis colegas, la Lic. Goffré, realizó un experimento en el cual mantuvo a cada hormiga en un eppendorff, y tuvo la generosidad de permitirme medir aquellas hormigas de las cuales obtuvo pupas de *A. neivai*. A partir de las 13 hormigas medidas pude ver que el tamaño de hospedador preferido fue de 1,35 ± 0,12 mm (ancho de cápsula cefálica). No me fue posible diferenciar entre hospedadores de fóridos machos y hembras o establecer correlaciónes entre tamaños de hospedadores y parasitoides, como en el caso de *A. setitarsus*, ya que los adultos emergidos en este caso no estuvieron disponibles. Sin embargo, realicé una comparación entre el tamaño de hospedador preferido por *A. neivai* y *M. catharinensis*, tomando para esta última especie datos de uno de mis muestreos realizado en el mismo sitio y la misma estación que aquellos a partir de los cuales se obtuvieron los individuos de *A. neivai* medidos. Ya que los datos no estuvieron normalemente distribuidos, utilicé el test no paramétrico de Mann-Whitney, y encontré que *A. neivai* preferiría

hospedadores significativamente más pequeños que aquellos parasitados por *M. catharinensis* (U = 41,5, P = 0,0006). Esto les permitiría particionar el recurso hospedador, ya que ambos parasitoides atacan a hormigas cortadoras en caminos de forrajeo (Elizalde y Folgarait 2012). Al igual que con los resultados obtenidos para *A. setitarsus*, estos datos deben tomarse con cuidado, ya que fueron obtenidos a través de una muestra pequeña, obtenida en una sola estación y a partir de pocos nidos. De todos modos, estos resultados aportan a comprender mejor algunos de los mecanismos mediante los cuales los fóridos de un mismo gremio buscan disminuir la competencia interespecífica.

C- Observaciones sobre ritmos circadianos y circanuales de especies de fóridos

Ritmos circadianos de fóridos de *A. vollenweideri* y *A. lundii*

Entre los meses de diciembre de 2007 y febrero de 2008 realicé observaciones sobre nidos de *Atta vollenweideri* y *Acromyrmex lundii*, con el objetivo de determinar momentos de mayor actividad de las diferentes especies de fóridos. Observé 16 nidos de *Atta vollenweideri*, 16 nidos de *Acromyrmex heyeri*, 16 de *A. lobicornis* y 16 de *A. lundii* en los establecimientos Tierra Buena y El Gringo, en San Cristóbal, pcia de Santa Fe. Las observaciones comenzaron a las 6:00 hs y finalizaron a las 22:30 hs. En cada hora visité 8 de los nidos, realizando sobre cada uno una observación de 5 minutos de duración. Cada vez que encontré un fórido lo capturé utilizando un aspirador manual, con el objeto de identificar su especie y sexo utilizando una lupa de campo de aumento 10x. Lamentablemente, no fue posible continuar con las observaciones debido a la baja cantidad de individuos hallados, lo cual se hizo patente al agudizarse la sequía en el año 2008.

Los datos colectados durante estas observaciones no son suficientes como para realizar un análisis estadístico, pero aún así brindan información valiosa sobre los hábitos y preferencias de las distintas especies.

Las especies halladas sobre *Acromyrmex* spp. luego de 160 muestreos fueron *Apocephalus neivai* y *Myrmosicarius catharinensis*. Entre las 7:00 hs y las 11:45 hs colecté 4 hembras de *A. neivai* y 1 macho de *Apocephalus* sobre *A. lobicornis*, y 3 hembras de *M. catharinensis* sobre *A. heyeri* y *A. lundii*. También colecté una hembra de *A. neivai* sobre un nido de *A. lobicornis* a las 20:25 hs. Las condiciones de temperatura y humedad en que colecté a los fóridos fueron muy variables: para *Apocephalus*, la temperatura fluctuó entre 24,9 y 39°C, y la humedad relativa entre 45 y 93%. Para *Myrmosicarius*, la temperatura varió entre 26,8 y 38,8°C, y la humedad entre 66 y 89%. En todos los casos, la velocidad del viento fue muy baja a nula (menos de 2 km/h).

Los 100 muestreos realizados sobre *A. vollenweideri* resultaron en la recolección de 4 hembras de *Eibesfeldtphora trilobata*, colectadas entre las 9:15 hs y las 10:35 hs, y 4 hembras de *Myrmosicarius brandaoi* y 1 macho de *Myrmosicarius*, colectados entre las 7:20 hs y las 8:45 hs. Las condiciones climáticas en las que colecté los ejemplares de *E. trilobata* fueron relativamente amplias, entre 24,8 y 33,4°C de temperatura, y entre 63 y 87% de humedad. Los ejemplares de *M. brandaoi*, por su parte, fueron colectados a temperaturas de entre 18,4 y 24°C y humedades de entre 40 y 44%, una amplitud menor que las registradas para las demás

especies, tanto sobre *Atta* como sobre *Acromyrmex*, aunque también tolerando humedades relativas más bajas que el resto de las especies encontradas. Si bien todos los individuos de *M. brandaoi* fueron colectados en la misma mañana, hubo otros días durante las observaciones en que se registraron temperaturas y humedades relativas similares. La velocidad del viento sobre los senderos fue siempre muy baja a nula, tanto cuando los fóridos estuvieron presentes sobre los caminos como cuando no hallé ninguno.

Ritmos circanuales de fóridos de *A. vollenweideri*

En cuanto a ritmos circanuales, todos los muestreos sobre *Acromyrmex lundii* se realizaron en Buenos Aires, en los sitios Parque Pereyra Iraola, Reserva Ecológica Villa Elisa, Hudson, Manuel B. Gonnet y Bosque de La Plata, pero siempre ocurrieron en primavera o verano, por lo cual no brindan información sobre variaciones estacionales. Los muestreos sobre *Atta*, por otro lado, ocurrieron en todas las estaciones a lo largo de casi cuatro años. La figura A1.6 resume los porcentajes de parasitismo natural registrados sobre *Atta vollenweideri* entre febrero de 2008 y abril de 2011, y permite realizar varias observaciones de interés.

La especie más abundante fue siempre *Eibesfeldtphora trilobata*, alcanzando un nivel promedio de parasitismo de más del 8% en mayo de 2010. Si bien fue la especie más abundante en agosto de 2008, en un invierno muy seco, no la colecté en agosto de 2009, con un invierno más húmedo, y su abundancia continuó siendo baja hasta el pico de mayo de 2010. Entre la primavera de 2010 y el otoño de 2011 se la registró en todos los muestreos, con abundancias que variaron poco (entre 1,8 y 2,7%).

Apocephalus setitarsus fue la segunda especie más abundante, con porcentajes de parasitismo natural de entre 0,5 y 2,4%. Nunca la colecté en invierno, pero si en las demás estaciones, tanto en años húmedos como secos. En la mayoría de los casos, las mayores abundancias de esta especie se registraron en primavera-verano.

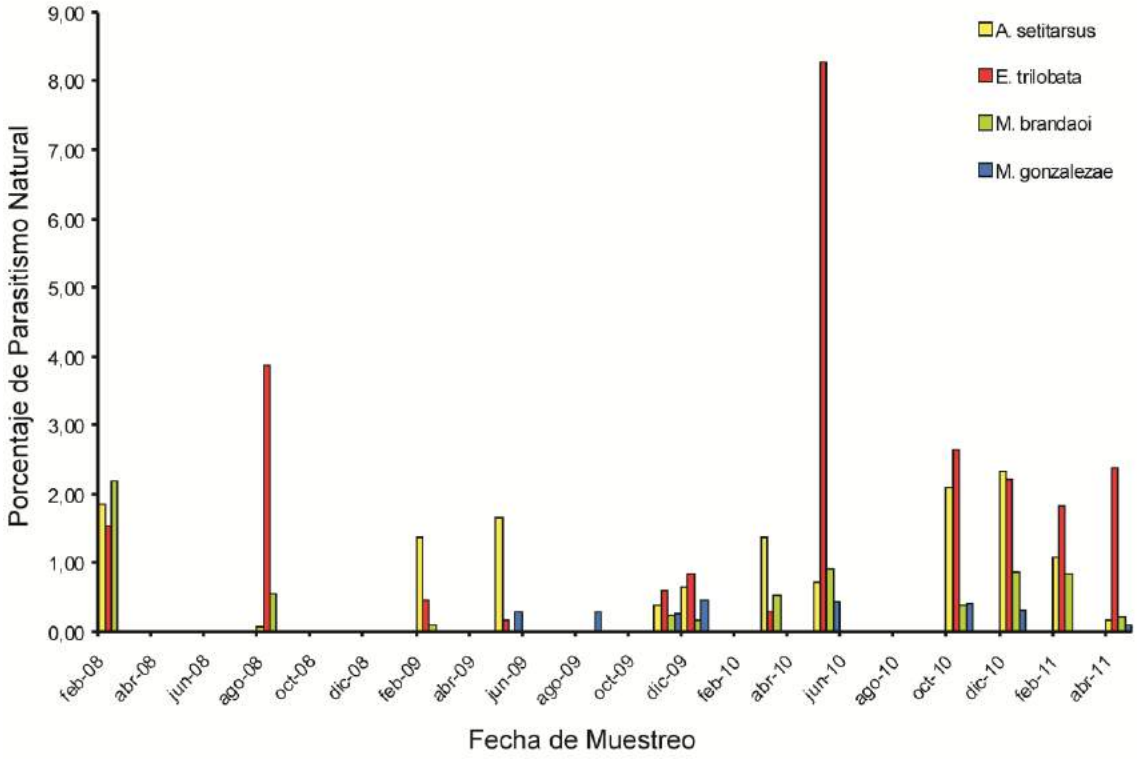


Figura A1.6: Variación en la abundancia estacional de *Apocephalus setitarsus, Eibesfeldtphora trilobata, Myrmosicarius brandaoi* y *M. gonzalezae* entre febrero de 2008 y abril de 2011 en San Cristóbal, provincia de Santa Fe, sobre *Atta vollenweideri*.

Myrmosicarius brandaoi mostró su mayor abundancia (2,1%) en febrero de 2008, antes de que comenzara la sequía; su abundancia fue decreciendo luego, hasta el punto de no ser colectada en el otoño e invierno de 2009. Comencé a registrarla otra vez en primavera-verano de 2009, y su abundancia subió en el año 2010, aunque nunca pasó del 1%.

Resulta interesante que *M. gonzalezae* no fue recolectada hasta el muestreo de otoño de 2009, el primer muestreo en el que no registré a *M. brandaoi*. *M. gonzalezae* fue colectada en primavera y otoño, y su abundancia siempre fue baja, ya que nunca excedió el 0,5%.

D- *Atta vollenweideri* como consumidora de pasto: ¿mito o realidad?

Atta vollenweideri ha sido tradicionalmente considerada cortadora de monocotiledóneas (Robinson y Fowler 1982), si bien Jonkman (1976) reportó que ocasionalmente cosechaban brotes de *Prosopis* spp. Sin embargo, con la excepción de algunos pocos trabajos entre fines de los años 70 y mediados de los 80 (Jonkman 1976, 1980, Robinson y Fowler 1982, Fowler y Sáes 1986), la biología y ecología de estas hormigas no ha recibido gran atención. Así, se la considera cortadora de pastos y competidora con el ganado por esta fuente de alimentos, sin tener datos concretos sobre sus niveles de herbivoría o las especies vegetales preferidas para su consumo. En el Capítulo 6 de esta tesis presenté estimaciones de la herbivoría de estas hormigas en una localidad ubicada en la región fitogeográfica del Chaco seco, y la variación de este consumo a lo largo de las estaciones, estando las hormigas solas o en situación de competencia con el ganado.

Durante los años en que realicé mis muestreos y observaciones en la provincia de Santa Fe, noté en muchas ocasiones que las obreras de esta especie transportaban al nido flores, semillas, y fragmentos de hojas con aspecto de dicotiledóneas. Durante el transcurso de los ensayos de ataque de *E. trilobata* sobre caminos de forrajeo de *A. vollenweideri* (Capítulo 6), colecté numerosas muestras de material vegetal transportado por las obreras en todas las estaciones del año. Este material vegetal fue secado en estufa a 60°C hasta alcanzar peso constante, y luego pesado. El objetivo de dicha colecta era calcular el consumo de las hormigas solas y en competencia con el ganado, comparándolos con la producción primaria de las parcelas estudiadas para determinar un nivel de daño económico para esta especie en pasturas (ver Capítulo 2). Sin embargo, decidí separar el material vegetal recolectado en mono y dicotiledóneas, para tratar de establecer en qué proporción las obreras de esta especie cosechan cada tipo de vegetación, y si existen variaciones estacionales en esos patrones de cosecha. Sería deseable, para determinar preferencias por especies vegetales particulares por parte de *A. vollenweideri*, contar con muestreos de varios años, de forma de poder analizar si existen factores ambientales que condicionan estas preferencias. Sin embargo, considero interesante mostrar las variaciones en las preferencias por mono y dicotiledóneas, ya que mis hallazgos contradicen la literatura disponible sobre consumo de *A. vollenweideri* presentados para otras regiones fitogeográficas.

Entre la primavera de 2010 y la de 2011, las colonias de *A. vollenweideri* cosecharon material vegetal con importantes variaciones en cuanto a estacionalidad (Figura A1.7). El 48,3% del material vegetal consumido en el año fue cosechado en primavera, y el 44% en

otoño. En verano se registró el 6,25% de la cosecha total, mientras que en invierno apenas alcanzó al 1,45%. Los picos de cosecha coinciden con los picos de producción primaria de las parcelas estudiadas (ver Capítulo 2).

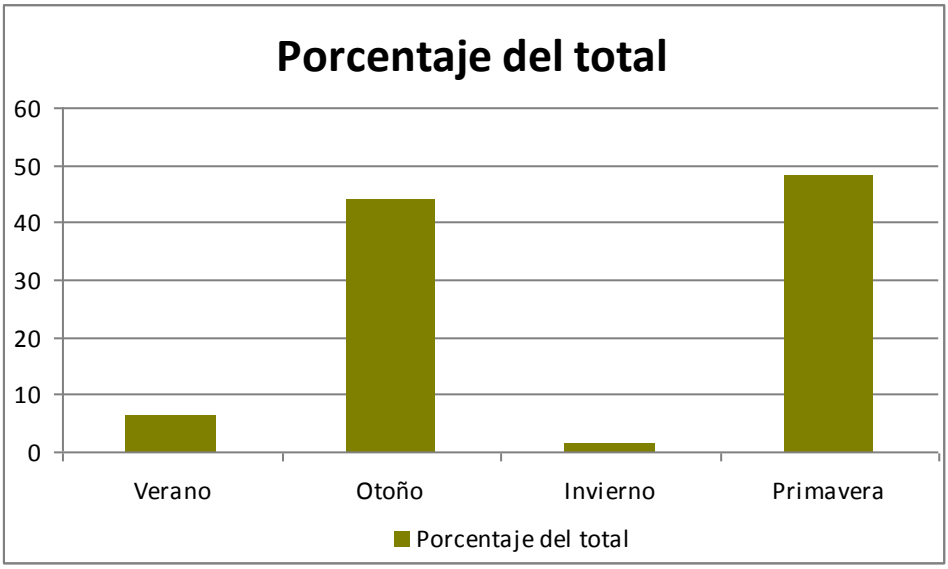


Figura A1.7: Distribución porcentual de cosecha de material vegetal por *A. vollenweideri* a lo largo de las estaciones, entre la primavera de 2010 y la primavera de 2011.

Resulta sumamente interesante ver la descomposición de estos porcentajes de cosecha en mono y dicotiledóneas (Figura A1.8). La única estación en la que el consumo de monocotiledóneas superó al de dicotiledóneas fue el otoño, ya que en esta estación las hormigas cosecharon un 83,42% de monocotiledóneas contra un 16,57% de dicotiledóneas. En las otras estaciones, el consumo de dicotiledónas superó ampliamente al de monocotiledónas, al extremo de que en verano las primeras representaron el 98,8% de la cosecha. Es destacable el hecho de que en primavera, cuando la producción primaria de las parcelas en cuanto a vegetación herbácea alcanza su pico (ver Capítulo 2), la cosecha de montocotiledóneas de las hormigas representa sólo el 31,49% del material vegetal transportado, mientras que el 68,51% corresponde a dicotiledóneas. El hecho de que durante la mayor parte del año las hormigas hayan cosechado mayormente dicotiledóneas parece indicar una preferencia por estas plantas, más que un recurso para aliviar la competencia contra el ganado.

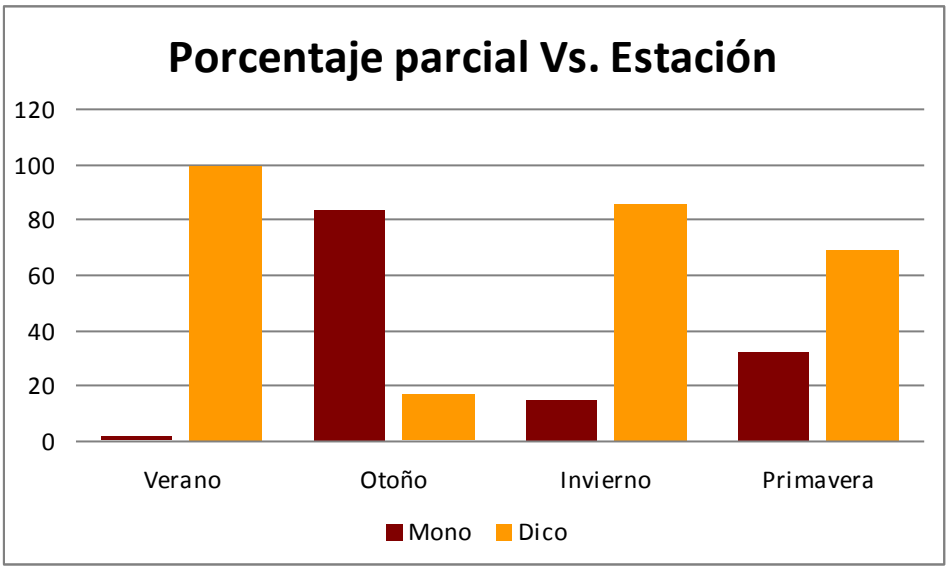


Figura A1.8: Porcentaje de mono y dicotiledóneas cosechadas por *A. vollenweideri* en las distintas estaciones, entre la primavera de 2010 y la primavera de 2011

Los datos presentado son importantes para desmitificar algunos aspectos de la herbivoría de *Atta vollenweideri*, tal como hice con respecto a su nivel de consumo y competencia con el ganado en el Capítulo 2. En función a lo hallado en este análisis, puede decirse que esta especie de hormiga consume ambos tipos de vegetación, con una preferencia marcada por las dicotiledóneas en todas las estaciones menos el otoño.

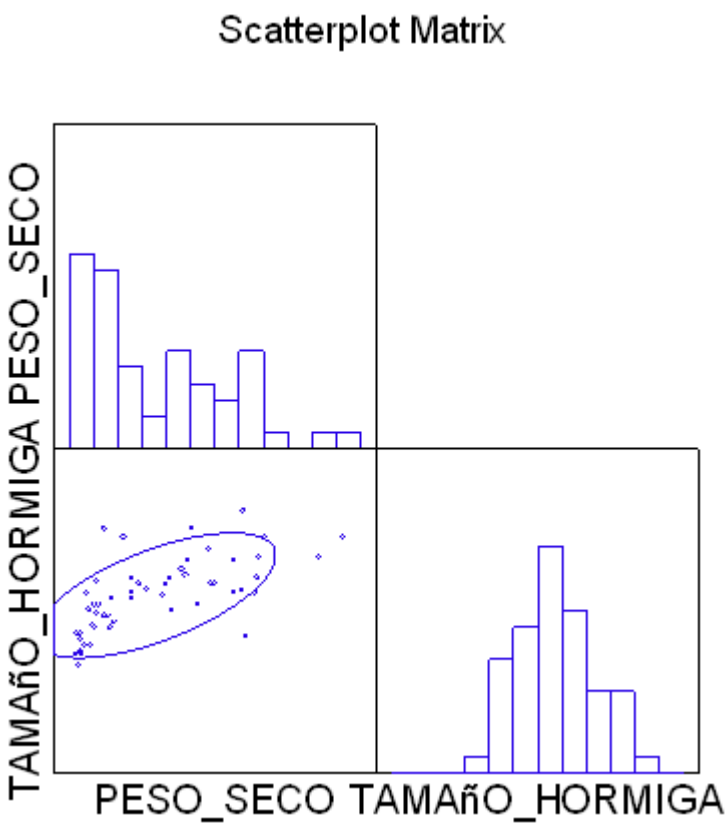
E- ¿Existe en *Atta vollenweideri* una correlación entre el peso del material vegetal transportado y el tamaño de las obreras que lo acarrean?

En varias especies de *Atta* se ha hallado una correlación positiva entre el tamaño de las hormigas obreras, y la masa del fragmento de material vegetal que transportan. Rudolph y Loudon (1986) y Wetterer (1990) reportaron esta correlación para *Atta cephalotes*, Shutler y Mullie (1991) para *A. colombica* y Tonhasca y Bragança (2000) para *A. sexdens*. Sin embargo, de acuerdo a Waller (1989), esta correlación no es significativa para *A. texana*. Este rasgo nunca fue explorado para *A. vollenweideri*.

Esta relación entre tamaño de obreras y carga transportada cobra especial importancia a la luz de los resultados obtenidos en el Capítulo 6 de esta tesis, donde se demostró que la presencia de un fórido que prefiere obreras grandes para oviponer altera la distribución de frecuencias de tamaño de obreras en el sendero, disminuyendo el tamaño promedio y también la cantidad de material vegetal transportado. En ese capítulo propuse que las obreras que permanecen activas en el camino ante la presencia de fóridos, al ser más pequeñas, podían también ser menos eficientes en el forrajeo. Sin embargo, esta explicación se basaba en los resultados obtenidos para otras especies de *Atta*. Mientras realizaba los ensayos para ese capítulo, colecté una pequeña muestra de un nido de *A. vollenweideri*, en la que tomé 53 hormigas obreras de distintos tamaños junto con sus cargas. Mantuve a cada obrera con su carga en un eppendorf individual; el material vegetal transportado fue secado y pesado, y las hormigas medidas (ancho de la cápsula cefálica a la altura de los ojos). Calculé luego el coeficiente de correlación de Pearson, ya que los datos estaban normalemente distribuidos y cumplían el supuesto de homocedácea, usando el software SYSTAT para Windows (SYSTAT 2009). Los resultados se presentan a continuación:

Pearson Correlation Matrix

	PESO_SECO	TAMAñO_HORMIGA
PESO_SECO	1,000	
TAMAñO_HORMIGA	0,639	1,000



Bartlett Chi-Square Statistic	:	25,948
Df	:	1
p-Value	:	0,000

Matrix of Bonferroni Probabilities

	PESO_SECO	TAMAñO_HORMIGA
PESO_SECO	0,000	
TAMAñO_HORMIGA	0,000	0,000

Como puede verse, existió una correlación positiva significativa entre el tamaño de las obreras y la carga que transportan, con las más pequeñas llevando fragmentos de menor peso. Souza et al. (2011) explican esta correlación en base a la relación que existe entre el arco de las mandíbulas y el tercer par de patas, como limitante del tamaño de carga que las obreras pueden transportar. Rudolph y Loudon (1986) encontraron una correlación entre tamaño de obreras y peso de la carga, pero no área del fragmento.

Si bien los resultados de este análisis son prometedores, será necesario para tener datos más confiables tomar muestras de varios nidos. Sería interesante, por ejemplo, ver si esta relación se encuentra en nidos de diferentes edades, y si es valedera para monocotiledóneas y

dicotiledóneas. También será interesante comprobar si este tipo de correlaciones se dan en *Acromyrmex*, ya que para este género no he podido encontrar literatura al respecto. Estos resultados serán de importancia para comprender mejor el impacto que las distintas especies de fóridos, atacando a distintos tamaños de hospedadores, pueden ejercer en el abastecimiento de material vegetal a la colonia, en términos de eficiencia en el forrajeo. Asimismo, este tipo de datos arroja luz sobre las interacciones que se han establecido a lo largo de la evolución armamentista entre parasitoides y hospedadores. Fóridos como *E. trilobata* ejercen una importante presión de selección sobre las colonias de hormigas, siendo lo suficientemente fuerte como para que las hormigas forrajeen mediante obreras menos eficientes, por transportar cargas menores, pero por otro lado también siendo capaces de escapar al parasitismo, al encontrarse fuera del rango de tamaños de hospedador preferidos por las hembras de fóridos que ejercen la presión selectiva.

ANEXO 2

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Capítulo 2

Análisis por Lote - Lote 1 - DESCRIPTIVE STATISTICS

	PL1O10	PL1N10	PL1D10	PL1F11	PL1M11
N	6	6	6	6	6
MEAN	9.9883	3.4750	1.2000	1.4133	3.6517
SD	2.4397	2.4948	0.9941	0.3548	1.0480
MINIMUM	7.6100	1.6700	0.5400	0.9900	3.0400
1ST QUARTI	8.1200	1.7975	0.6150	1.1700	3.0775
MEDIAN	8.9800	2.1200	0.7700	1.3550	3.2150
3RD QUARTI	12.762	5.9850	1.7850	1.6475	4.1375
MAXIMUM	13.580	7.6800	3.1500	2.0300	5.7500

	PL1A11	PL1MY11	PL1J11	PL1AG11	PL1S11
N	6	6	6	6	6
MEAN	3.4700	1.1633	0.8633	1.8383	2.6383
SD	1.5675	0.6778	0.5891	0.7675	0.7607
MINIMUM	1.4600	0.3500	0.1300	0.8800	1.5000
1ST QUARTI	2.4950	0.6125	0.3100	0.9100	2.1450
MEDIAN	2.9600	1.1150	0.8500	2.0550	2.5150
3RD QUARTI	5.0200	1.6250	1.3450	2.4950	3.3650
MAXIMUM	5.8600	2.3000	1.7800	2.6900	3.6800

	PL1O11	HL1O10	HL1N10	HL1D10	HL1F11
N	6	6	6	6	6
MEAN	6.1750	6.5683	1.3267	0.5983	0.7900
SD	1.9618	1.6517	0.8471	0.3673	0.4159
MINIMUM	3.3800	4.4900	0.3000	0.2700	0.3200
1ST QUARTI	4.0400	4.6625	0.3225	0.2925	0.3500
MEDIAN	6.6200	6.8350	1.4900	0.5150	0.7950
3RD QUARTI	8.0775	8.2475	2.1575	0.8825	1.2025
MAXIMUM	8.1000	8.3000	2.2100	1.2200	1.3000

	HL1M11	HL1A11	HL1MY11	HL1J11	HL1AG11
N	6	6	6	6	6
MEAN	1.8533	2.4617	0.6583	0.4950	1.1733
SD	0.2991	0.5399	0.3717	0.3672	0.5920
MINIMUM	1.4000	1.6700	0.3000	0.1100	0.4300
1ST QUARTI	1.6025	1.9625	0.3600	0.1175	0.7150
MEDIAN	1.8550	2.5450	0.5500	0.4850	1.0350
3RD QUARTI	2.1400	2.9425	0.9775	0.8275	1.8175
MAXIMUM	2.2300	3.0400	1.3000	1.0000	1.9600

	HL1S11	HL1O11	HVL1O10	HVL1N10	HVL1D10
N	6	6	6	6	6
MEAN	1.8050	3.1800	5.7600	1.0767	0.3433
SD	0.5790	1.1087	2.1988	0.4335	0.2284
MINIMUM	0.9000	1.9000	2.5300	0.4800	0.1400
1ST QUARTI	1.2750	1.9975	3.3175	0.7275	0.1550
MEDIAN	1.8950	3.1550	6.4850	1.0450	0.2700
3RD QUARTI	2.3400	4.3250	7.7200	1.4400	0.5600
MAXIMUM	2.4300	4.6100	7.7800	1.7400	0.7100

	HVL1F11	HVL1M11	HVL1A11	HVL1MY11	HVL1J11
N	6	6	6	6	6
MEAN	0.4900	1.4817	1.8100	0.3450	0.4633
SD	0.4695	1.4239	0.8622	0.2130	0.5643
MINIMUM	0.1200	0.5600	0.4000	0.1000	0.0500
1ST QUARTI	0.1200	0.5825	1.1650	0.1975	0.0875
MEDIAN	0.3750	0.8500	1.8850	0.2800	0.3250
3RD QUARTI	0.8125	2.4150	2.5325	0.5350	0.6950
MAXIMUM	1.3000	4.2300	2.8400	0.7000	1.5800

	HVL1AG11	HVL1S11	HVL1O11
N	6	6	6
MEAN	0.8700	1.1617	2.2583
SD	0.4418	0.3286	0.8927
MINIMUM	0.2200	0.5400	1.2100
1ST QUARTI	0.4450	0.9300	1.4425
MEDIAN	0.9450	1.2950	2.2650
3RD QUARTI	1.2425	1.3800	2.8725
MAXIMUM	1.4000	1.4100	3.6900

P: producción (sin herbívoros)
H: con hormigas solas
HV: hormigas + vacas
L1: Lote 1
O10: Octubre 2010
N10: Noviembre 2010
D10: Diciembre 2010
F11: Febrero 2011
M11: Marzo 2011
A11: Abril 2011
MY11: Mayo 2011
J11: Junio 2011
AG11: Agosto 2011
S11: Septiembre 2011
O11: Octubre 2011

Octubre 2010

Corrected alpha: 0,016

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL1O10       14.7       6
HL1O10        8.0       6
HVL1O10       5.8       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      8.9240
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0115

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     254.333    127.167    8.29  0.0038
WITHIN    15     230.167    15.3444
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001
```

```
CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0


COMPARISONS OF MEAN RANKS

               MEAN    HOMOGENEOUS
VARIABLE       RANK    GROUPS
---------  ----------  -----------
PL1O10        14.667    I
HL1O10        8.0000    I I
HVL1O10       5.8333   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL                    0.016
CRITICAL Z VALUE                    2.79
CRITICAL VALUE FOR COMPARISON     8.5876
```

Noviembre 2010

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL1N10       14.3       6
HL1N10        8.1       6
HVL1N10       6.1       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      7.8063
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0202

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     222.250    111.125    6.37  0.0099
WITHIN    15     261.750    17.4500
TOTAL     17     484.000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    2
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1N10 VS HL1N10

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1N10       51.000      6      30.000       8.5
HL1N10       27.000      6      6.0000       4.5*
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0325

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.841
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0656

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001
```

```
CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1N10 VS HVL1N10

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1N10       56.000      6      35.000       9.3
HVL1N10      22.000      6      1.0000       3.7
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0022

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.642
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0082

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0



RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR HVL1N10 VS HL1N10

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
HVL1N10      35.500      6      14.500       5.9
HL1N10       42.500      6      21.500       7.1
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.3355

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.480
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.6310

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         2
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0
```

Diciembre 2010

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL1D10       13.7       6
HL1D10        9.5       6
HVL1D10       5.3       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      7.3099
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0259

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     208.333    104.167    5.66  0.0148
WITHIN    15     276.167    18.4111
TOTAL     17     484.500
```

```
TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1D10 VS HL1D10

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1D10       48.000      6      27.000       8.0
HL1D10       30.000      6      9.0000       5.0
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0920

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.361
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1735

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0



RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1D10 VS HVL1D10

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1D10       55.000      6      34.000       9.2
HVL1D10      23.000      6      2.0000       3.8
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0043

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.482
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0131

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR HVL1D10 VS HL1D10

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
HVL1D10      30.000      6      9.0000       5.0
HL1D10       48.000      6      27.000       8.0
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0920

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.361
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1735

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001
```

```
CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0
```

Febrero 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL1F11       14.3       6
HL1F11        8.4       6
HVL1F11       5.8       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      8.1425
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0171

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     231.583    115.792    6.89  0.0075
WITHIN    15     251.917    16.7944
TOTAL     17     483.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    4
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1F11 VS HL1F11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1F11       53.000      6      32.000       8.8
HL1F11       25.000      6      4.0000       4.2
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0130

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.162
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0306

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1F11 VS HVL1F11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1F11       54.000      6      33.000       9.0
HVL1F11      24.000      6      3.0000       4.0
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0076

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.322
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0202
```

```
TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         2
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR HVL1F11 VS HL1F11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
HVL1F11      31.500      6      10.500       5.3
HL1F11       46.500      6      25.500       7.8
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.1245

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.121
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.2623

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         4
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0
```

Marzo 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL1M11       14.7       6
HL1M11        8.2       6
HVL1M11       5.7       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      9.0877
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0106

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     259.000    129.500    8.61  0.0032
WITHIN    15     225.500    15.0333
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1M11 VS HL1M11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1M11       57.000      6      36.000       9.5
HL1M11       21.000      6      0.0000       3.5
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0011
```

```
NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.802
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0051

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1M11 VS HVL1M11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1M11       52.000      6      31.000       8.7
HVL1M11      26.000      6      5.0000       4.3
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0206

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.002
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0453

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR HL1M11 VS HVL1M11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
HL1M11       49.000      6      28.000       8.2
HVL1M11      29.000      6      8.0000       4.8
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0660

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.521
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1282

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0
```

Abril 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL1A11       13.1       6
HL1A11        9.7       6
HVL1A11       5.8       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      5.6754
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0586

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS
```

```
SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     161.583    80.7917    3.76  0.0475
WITHIN    15     322.417    21.4944
TOTAL     17     484.000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    2
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Mayo 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL1MY11      13.7       6
HL1MY11       9.8       6
HVL1MY11      5.0       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      7.9662
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0186

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     226.333   113.167    6.61  0.0087
WITHIN    15     256.667   17.1111
TOTAL     17     483.000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    6
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1MY11 VS HL1MY11

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1MY11      48.500      6      27.500       8.1
HL1MY11      29.500      6      8.5000       4.9
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0660

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.441
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1495

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         2
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1MY11 VS HVL1MY11

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
```

```
PL1MY11      54.500      6      33.500       9.1
HVL1MY11     23.500      6      2.5000       3.9
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0043

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.402
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0163

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         2
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0
```

Junio 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL1J11       12.5       6
HL1J11        8.6       6
HVL1J11       7.4       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                       2.9885
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION       0.2244

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     85.0833    42.5417    1.60  0.2346
WITHIN    15     398.917    26.5944
TOTAL     17     484.000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    2
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Agosto 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL1AG11      13.5       6
HL1AG11       8.4       6
HVL1AG11      6.6       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                       5.4120
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION       0.0668

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     154.083    77.0417    3.50  0.0565
WITHIN    15     329.917    21.9944
TOTAL     17     484.000
```

```
TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    2
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Septiembre 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL1S11       14.5       6
HL1S11        9.5       6
HVL1S11       4.5       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      10.5263
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION       0.0052

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     300.000    150.000   12.20  0.0007
WITHIN    15     184.500    12.3000
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1S11 VS HL1S11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1S11       51.000      6      30.000       8.5
HL1S11       27.000      6      6.0000       4.5
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0325

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.841
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0656

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1S11 VS HVL1S11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1S11       57.000      6      36.000       9.5
HVL1S11      21.000      6      0.0000       3.5
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0011
```

```
NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.802
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0051

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR HVL1S11 VS HL1S11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
HVL1S11      27.000      6      6.0000       4.5
HL1S11       51.000      6      30.000       8.5
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0325

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.841
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0656

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0
```

Octubre 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL1O11       14.8       6
HL1O11        8.5       6
HVL1O11       5.2       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      10.1520
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION       0.0062

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     289.333    144.667   11.12  0.0011
WITHIN    15     195.167    13.0111
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1O11 VS HL1O11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1O11       54.000      6      33.000       9.0
HL1O11       24.000      6      3.0000       4.0
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0076
```

```
NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.322
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0202

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL1O11 VS HVL1O11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL1O11       56.000      6      35.000       9.3
HVL1O11      22.000      6      1.0000       3.7
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0022

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.642
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0082

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR HL1O11 VS HVL1O11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
HL1O11       48.000      6      27.000       8.0
HVL1O11      30.000      6      9.0000       5.0
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0920

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.361
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1735

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0
```

Lote 2 - DESCRIPTIVE STATISTICS

	PL2O10	PL2N10	PL2D10	PL2F11	PL2M11
N	6	6	6	6	6
MEAN	5.9017	2.9650	1.8467	2.7217	5.3800
SD	1.9459	1.5816	0.9753	1.3666	3.1088
MINIMUM	3.7900	1.0200	0.1300	1.2300	1.9800
1ST QUARTI	4.1650	1.4625	1.2175	1.2825	2.2950
MEDIAN	5.5100	2.9950	1.9850	2.7500	4.9500
3RD QUARTI	8.1375	4.1525	2.6250	3.8750	8.8500
MAXIMUM	8.1900	5.4500	2.8500	4.7000	9.3000

	PL2A11	PL2MY11	PL2J11	PL2AG11	PL2S11
N	6	6	6	6	6
MEAN	8.2433	0.7533	0.5100	1.0083	1.6933
SD	4.9472	0.1946	0.4862	0.6282	0.6916
MINIMUM	3.7600	0.5600	0.2000	0.3700	1.1000
1ST QUARTI	4.3150	0.5900	0.2750	0.4375	1.1975
MEDIAN	7.7500	0.7300	0.3150	0.8500	1.3650
3RD QUARTI	10.470	0.8750	0.7025	1.6600	2.4300
MAXIMUM	17.610	1.1000	1.4900	1.9600	2.7900

	PL2O11	HL2O10	HL2N10	HL2D10	HL2F11
N	6	6	6	6	6
MEAN	3.3633	5.6567	2.1283	2.2933	2.3433
SD	1.0701	2.5148	0.8829	0.9596	2.1011
MINIMUM	2.0400	3.1000	1.2700	1.1600	0.5600
1ST QUARTI	2.4825	3.1750	1.3525	1.5575	0.8525
MEDIAN	3.2500	5.3600	2.0150	2.0050	1.7800
3RD QUARTI	4.2375	7.8500	2.7425	3.3750	3.5925
MAXIMUM	5.0400	9.6800	3.6500	3.6000	6.3000

	HL2M11	HL2A11	HL2MY11	HL2J11	HL2AG11
N	6	6	6	6	6
MEAN	3.4417	4.2450	0.5050	0.2050	0.7083
SD	3.2408	3.5972	0.1859	0.1088	0.4767
MINIMUM	0.8400	1.3500	0.3000	0.0700	0.1900
1ST QUARTI	0.9450	1.4925	0.3750	0.1150	0.2950
MEDIAN	2.5750	3.2500	0.4400	0.1850	0.6800
3RD QUARTI	5.5600	6.5950	0.6875	0.3100	1.0075
MAXIMUM	9.4000	10.930	0.8000	0.3700	1.5400

	HL2S11	HL2O11	HVL2O10	HVL2N10	HVL2D10
N	6	6	6	6	6
MEAN	1.5383	2.8233	4.5950	1.6683	0.9683
SD	0.4613	0.9624	1.5151	0.9357	0.7217
MINIMUM	0.9100	1.9800	3.1800	0.3000	0.0600
1ST QUARTI	1.0975	2.2050	3.3675	0.9900	0.2850
MEDIAN	1.5500	2.5500	4.0600	1.5400	0.9650
3RD QUARTI	2.0100	3.3500	6.1100	2.5825	1.6750
MAXIMUM	2.0700	4.6700	7.0400	2.9500	1.8400

	HVL2F11	HVL2M11	HVL2A11	HVL2MY11	HVL2J11
N	6	6	6	6	6
MEAN	3.2350	4.6750	2.5733	0.3317	0.3200
SD	1.2703	2.3903	1.6294	0.1481	0.1701
MINIMUM	2.1000	2.3000	0.8400	0.1000	0.0400
1ST QUARTI	2.2200	2.9750	1.1475	0.1750	0.2350
MEDIAN	3.0000	3.6750	2.3250	0.3900	0.3200
3RD QUARTI	3.9875	7.2000	3.8400	0.4425	0.4200
MAXIMUM	5.6000	8.4000	5.3700	0.4800	0.5700

	HVL2AG11	HVL2S11	HVL2O11
N	6	6	6
MEAN	0.5317	1.2267	2.6217
SD	0.1474	0.5221	0.6836
MINIMUM	0.2800	0.7000	1.5200
1ST QUARTI	0.4150	0.7675	2.1875
MEDIAN	0.5600	1.1800	2.6600
3RD QUARTI	0.6525	1.6425	3.0800
MAXIMUM	0.6900	1.9800	3.5600

P: producción (sin herbívoros)
H: con hormigas solas
HV: hormigas + vacas
L2: Lote 2
O10: Octubre 2010
N10: Noviembre 2010
D10: Diciembre 2010

F11: Febrero 2011
M11: Marzo 2011
A11: Abril 2011
MY11: Mayo 2011
J11: Junio 2011
AG11: Agosto 2011
S11: Septiembre 2011
O11: Octubre 2011

Octubre 2010

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL2O10       11.2       6
HL2O10        9.7       6
HVL2O10       7.7       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      1.2982
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.5225

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     37.0000    18.5000    0.62  0.5511
WITHIN    15     447.500    29.8333
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Noviembre 2010

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL2N10       12.2       6
HL2N10        9.2       6
HVL2N10       7.2       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      2.6667
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.2636

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     76.0000    38.0000    1.40  0.2781
WITHIN    15     408.500    27.2333
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Diciembre 2010

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL2D10       10.5       6
HL2D10       12.3       6
HVL2D10       5.7       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      4.9942
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0823

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     142.333    71.1667    3.12  0.0736
WITHIN    15     342.167    22.8111
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Febrero 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL2F11       10.0       6
HL2F11        7.3       6
HVL2F11      11.3       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      1.7668
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.4134

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     50.2500    25.1250    0.87  0.4391
WITHIN    15     433.250    28.8833
TOTAL     17     483.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    4
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Marzo 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
```

```
PL2M11       11.2       6
HL2M11        7.5       6
HVL2M11       9.8       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      1.4503
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.4843

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     41.3333    20.6667    0.70  0.5123
WITHIN    15     443.167    29.5444
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Abril 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL2A11       13.8       6
HL2A11        8.8       6
HVL2A11       5.8       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      6.8772
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0321

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     196.000    98.0000    5.10  0.0205
WITHIN    15     288.500    19.2333
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Mayo 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL2MY11      14.4       6
HL2MY11       9.0       6
HVL2MY11      5.1       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      9.3062
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0095

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS
```

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	263.583	131.792	9.07	0.0026
WITHIN	15	217.917	14.5278		
TOTAL	17	481.500			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 7
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 18 MISSING CASES 0

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL2MY11 VS HL2MY11

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
PL2MY11	50.500	6	29.500	8.4
HL2MY11	27.500	6	6.5000	4.6
TOTAL	78.000	12		

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE) 0.0325

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 1.761
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0782

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 4
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12 MISSING CASES 0

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL2MY11 VS HVL2MY11

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
PL2MY11	57.000	6	36.000	9.5
HVL2MY11	21.000	6	0.0000	3.5
TOTAL	78.000	12		

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE) 0.0011

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 2.802
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0051

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12 MISSING CASES 0

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR HL2MY11 VS HVL2MY11

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
HL2MY11	47.500	6	26.500	7.9
HVL2MY11	30.500	6	9.5000	5.1
TOTAL	78.000	12		

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE) 0.0920

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 1.281
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.2002

```
TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         5
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0
```

Junio 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL2J11       11.8       6
HL2J11        5.9       6
HVL2J11      10.8       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      4.2263
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.1209

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     119.083    59.5417    2.48  0.1172
WITHIN    15     359.917    23.9944
TOTAL     17     479.000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    6
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Agosto 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL2AG11      12.1       6
HL2AG11       9.1       6
HVL2AG11      7.3       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      2.4349
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.2960

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     69.2500    34.6250    1.25  0.3137
WITHIN    15     414.250    27.6167
TOTAL     17     483.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    4
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Septiembre 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV
```

```
             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL2S11       10.8       6
HL2S11       10.5       6
HVL2S11       7.2       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      1.7310
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.4208

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     49.3333    24.6667    0.85  0.4469
WITHIN    15     435.167    29.0111
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Octubre 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL2O11       11.9       6
HL2O11        8.1       6
HVL2O11       8.5       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      1.8645
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.3937

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     53.0833    26.5417    0.92  0.4184
WITHIN    15     430.917    28.7278
TOTAL     17     484.000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    2
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Lote 3 - DESCRIPTIVE STATISTICS

	PL3O10	PL3N10	PL3D10	PL3F11	PL3M11
N	6	6	6	6	6
MEAN	10.540	2.9300	1.1700	1.7583	3.2767
SD	5.7838	1.0805	0.8580	0.9362	1.4092
MINIMUM	6.4700	1.5400	0.0900	1.0000	1.1000
1ST QUARTI	6.6950	2.1325	0.5025	1.0375	2.4500
MEDIAN	7.0100	2.8750	1.0800	1.5000	3.0750
3RD QUARTI	17.750	3.5750	1.8175	2.3750	4.4825

MAXIMUM	18.470	4.7900	2.5600	3.5000	5.3000

	PL3A11	PL3MY11	PL3J11	PL3AG11	PL3S11
N	6	6	6	6	6
MEAN	3.6783	1.1183	0.4500	1.0333	1.6000
SD	1.2318	0.7464	0.5631	0.6551	0.5481
MINIMUM	1.6600	0.2000	0.0300	0.1600	0.9400
1ST QUARTI	2.9725	0.5075	0.1800	0.3475	1.1275
MEDIAN	3.5750	1.0150	0.2700	1.1300	1.6150
3RD QUARTI	4.7325	1.7325	0.6350	1.5775	2.0800
MAXIMUM	5.3100	2.3400	1.5800	1.9000	2.2000

	PL3O11	HL3O10	HL3N10	HL3D10	HL3F11
N	6	6	6	6	6
MEAN	2.7133	9.8583	2.6383	1.3800	1.3317
SD	1.0804	3.9062	1.1548	0.8701	0.8835
MINIMUM	1.4300	4.6400	0.8400	0.4800	0.3300
1ST QUARTI	1.6775	6.1700	1.9800	0.7200	0.3600
MEDIAN	2.5650	9.7350	2.5650	1.3100	1.4450
3RD QUARTI	3.9700	13.860	3.4200	1.7850	2.1000
MAXIMUM	4.0000	14.820	4.4100	3.0000	2.4000

	HL3M11	HL3A11	HL3MY11	HL3J11	HL3AG11
N	6	6	6	6	6
MEAN	2.7533	2.8317	0.4200	0.2583	0.8483
SD	0.9077	2.0545	0.3510	0.1662	0.6694
MINIMUM	2.0000	1.0000	0.1000	0.0400	0.1700
1ST QUARTI	2.0225	1.1875	0.1150	0.1225	0.3275
MEDIAN	2.4900	2.4200	0.3500	0.2500	0.6300
3RD QUARTI	3.4325	4.2250	0.7000	0.3950	1.5200
MAXIMUM	4.4000	6.4000	1.0000	0.5000	1.8800

	HL3S11	HL3O11	HVL3O10	HVL3N10	HVL3D10
N	6	6	6	6	6
MEAN	1.1583	1.8667	10.028	1.3433	0.9917
SD	0.3703	0.3998	2.7515	0.5334	0.6656
MINIMUM	0.6700	1.1900	5.8900	0.4500	0.0500
1ST QUARTI	0.7825	1.5425	7.0750	0.9225	0.2900
MEDIAN	1.1650	1.9500	11.055	1.4350	1.1650
3RD QUARTI	1.5525	2.1775	11.970	1.7400	1.5150
MAXIMUM	1.5900	2.3200	13.110	2.0100	1.7700

	HVL3F11	HVL3M11	HVL3A11	HVL3MY11	HVL3J11
N	6	6	6	6	6
MEAN	0.8133	1.8367	2.0133	0.3300	0.1783
SD	0.4053	0.7365	1.3523	0.3376	0.0830
MINIMUM	0.2000	0.5500	0.6800	0.0900	0.0800
1ST QUARTI	0.3575	1.1875	0.7325	0.0975	0.1100
MEDIAN	1.0150	2.1100	1.6850	0.2100	0.1700
3RD QUARTI	1.0800	2.3875	3.5850	0.5425	0.2525
MAXIMUM	1.2000	2.5000	3.7500	0.9700	0.2900

	HVL3AG11	HVL3S11	HVL3O11
N	6	6	6
MEAN	0.4883	1.0333	1.2233
SD	0.2646	0.6436	0.2448
MINIMUM	0.2100	0.3400	0.8700
1ST QUARTI	0.3150	0.5050	1.0050
MEDIAN	0.4300	0.8750	1.2300
3RD QUARTI	0.6425	1.6275	1.4600
MAXIMUM	0.9800	2.0700	1.5200

P: producción (sin herbívoros)
H: con hormigas solas
HV: hormigas + vacas
L3: Lote 3
O10: Octubre 2010

N10: Noviembre 2010
D10: Diciembre 2010
F11: Febrero 2011
M11: Marzo 2011
A11: Abril 2011
MY11: Mayo 2011
J11: Junio 2011
AG11: Agosto 2011
S11: Septiembre 2011
O11: Octubre 2011

Octubre 2010

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL3O10        9.3       6
HL3O10       10.0       6
HVL3O10       9.2       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      0.0819
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.9599

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     2.33333    1.16667    0.04  0.9644
WITHIN    15     482.167    32.1444
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Noviembre 2010

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL3N10       12.7       6
HL3N10       11.2       6
HVL3N10       4.7       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      7.6140
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0222

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     217.000    108.500    6.08  0.0116
WITHIN    15     267.500    17.8333
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

```
RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL3N10 VS HL3N10

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL3N10       42.000      6      21.000       7.0
HL3N10       36.000      6      15.000       6.0
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.4145

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.400
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.6889

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL3N10 VS HVL3N10

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL3N10       55.000      6      34.000       9.2
HVL3N10      23.000      6      2.0000       3.8
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0043

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.482
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0131

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR HL3N10 VS HVL3N10

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
HL3N10       52.000      6      31.000       8.7
HVL3N10      26.000      6      5.0000       4.3
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0206

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.002
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0453

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0
```

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL3D10        9.3       6
HL3D10       10.2       6
HVL3D10       9.0       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      0.1520
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.9268

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     4.33333    2.16667    0.07  0.9348
WITHIN    15     480.167    32.0111
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Febrero 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL3F11       12.3       6
HL3F11        9.8       6
HVL3F11       6.4       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      3.7123
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.1563

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     105.583    52.7917    2.10  0.1576
WITHIN    15     377.917    25.1944
TOTAL     17     483.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    4
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Marzo 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL3M11       12.6       6
HL3M11       10.0       6
```

```
HVL3M11       5.9       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      4.7671
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0922

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     135.583    67.7917    2.92  0.0847
WITHIN    15     347.917    23.1944
TOTAL     17     483.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    4
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Abril 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL3A11       12.5       6
HL3A11        8.7       6
HVL3A11       7.3       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      3.0292
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.2199

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     86.3333    43.1667    1.63  0.2295
WITHIN    15     398.167    26.5444
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Mayo 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL3MY11      14.0       6
HL3MY11       8.2       6
HVL3MY11      6.3       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      6.7765
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0338

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS
```

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	192.333	96.1667	4.97	0.0221
WITHIN	15	290.167	19.3444		
TOTAL	17	482.500			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 8
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 18 MISSING CASES 0

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL3MY11 VS HL3MY11

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
PL3MY11	52.000	6	31.000	8.7
HL3MY11	26.000	6	5.0000	4.3
TOTAL	78.000	12		

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE) 0.0206

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 2.002
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0453

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 4
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12 MISSING CASES 0

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL3MY11 VS HVL3MY11

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
PL3MY11	53.000	6	32.000	8.8
HVL3MY11	25.000	6	4.0000	4.2
TOTAL	78.000	12		

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE) 0.0130

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 2.162
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0306

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12 MISSING CASES 0

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR HL3MY11 VS HVL3MY11

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
HL3MY11	44.000	6	23.000	7.3
HVL3MY11	34.000	6	13.000	5.7
TOTAL	78.000	12		

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE) 0.2684

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 0.721
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.4712

```
TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         4
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0
```

Junio 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL3J11       11.0       6
HL3J11       10.4       6
HVL3J11       7.1       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      1.8860
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.3895

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     53.5833    26.7917    0.94  0.4140
WITHIN    15     429.417    28.6278
TOTAL     17     483.000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    6
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Agosto 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL3AG11      11.6       6
HL3AG11       9.6       6
HVL3AG11      7.3       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      1.9055
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.3857

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     54.2500    27.1250    0.95  0.4100
WITHIN    15     429.750    28.6500
TOTAL     17     484.000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    2
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Septiembre 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL3S11       12.7       6
HL3S11        8.7       6
HVL3S11       7.2       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      3.4035
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.1824

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     97.0000    48.5000    1.88  0.1872
WITHIN    15     387.500    25.8333
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0
```

Octubre 2011

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PL3O11       13.7       6
HL3O11       10.5       6
HVL3O11       4.3       6
TOTAL         9.5      18

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      9.4854
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0087

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     270.333    135.167    9.47  0.0022
WITHIN    15     214.167    14.2778
TOTAL     17     484.500

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED    0
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 18    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL3O11 VS HL3O11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL3O11       48.000      6      27.000       8.0
HL3O11       30.000      6      9.0000       5.0
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
```

```
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0920

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.361
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1735

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PL3O11 VS HVL3O11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PL3O11       55.000      6      34.000       9.2
HVL3O11      23.000      6      2.0000       3.8
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0043

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.482
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0131

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR HL3O11 VS HVL3O11

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
HL3O11       54.000      6      33.000       9.0
HVL3O11      24.000      6      3.0000       4.0
TOTAL        78.000     12

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0076

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.322
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0202

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         0
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 12    MISSING CASES 0
```

Capítulo 3

Ensayo Clorpirifós, Tiempo inicial

Caminos activos

```
TWO-SAMPLE T TESTS FOR CCAF09 VS PCAF09

                         SAMPLE
VARIABLE       MEAN      SIZE       S.D.        S.E.
---------   ---------   ------   ---------   ---------
```

```
CCAF09        10.100      10       2.5144      0.7951
PCAF09        10.500      10       3.5668      1.1279
DIFFERENCE   -0.4000

NULL HYPOTHESIS: DIFFERENCE =  0
ALTERNATIVE HYP: DIFFERENCE <> 0

ASSUMPTION             T       DF        P     95% CI FOR DIFFERENCE
-----------------   ------   ------   ------   ---------------------
EQUAL VARIANCES      -0.29     18     0.7752     (-3.2993, 2.4993)
UNEQUAL VARIANCES    -0.29     16.2   0.7756     (-3.3230, 2.5230)

                       F      NUM DF   DEN DF      P
TESTS FOR EQUALITY   -------   ------   ------   ------
      OF VARIANCES     2.01       9        9     0.1561

CASES INCLUDED 20    MISSING CASES 0
```

Altura del montículo

```
                        SAMPLE
VARIABLE       MEAN      SIZE       S.D.        S.E.
---------   ---------   ------   ---------   ---------
HCG           0.4900      10       0.1680      0.0531
HPG           0.4000      10       0.1000      0.0316
DIFFERENCE    0.0900

NULL HYPOTHESIS: DIFFERENCE =  0
ALTERNATIVE HYP: DIFFERENCE <> 0

ASSUMPTION             T       DF        P     95% CI FOR DIFFERENCE
-----------------   ------   ------   ------   ---------------------
EQUAL VARIANCES       1.46     18     0.1627     (-0.0399, 0.2199)
UNEQUAL VARIANCES     1.46     14.7   0.1665     (-0.0420, 0.2220)

                       F      NUM DF   DEN DF      P
TESTS FOR EQUALITY   -------   ------   ------   ------
      OF VARIANCES     2.82       9        9     0.0691

CASES INCLUDED 20    MISSING CASES 0
```

Diámetro del montículo

```
                        SAMPLE
VARIABLE       MEAN      SIZE       S.D.        S.E.
---------   ---------   ------   ---------   ---------
DCG           5.4100      10       0.9386      0.2968
DPG           5.3800      10       1.0141      0.3207
DIFFERENCE    0.0300

NULL HYPOTHESIS: DIFFERENCE =  0
ALTERNATIVE HYP: DIFFERENCE <> 0

ASSUMPTION             T       DF        P     95% CI FOR DIFFERENCE
-----------------   ------   ------   ------   ---------------------
EQUAL VARIANCES       0.07     18     0.9460     (-0.8880, 0.9480)
UNEQUAL VARIANCES     0.07     17.9   0.9460     (-0.8884, 0.9484)

                       F      NUM DF   DEN DF      P
TESTS FOR EQUALITY   -------   ------   ------   ------
      OF VARIANCES     1.17       9        9     0.4107

CASES INCLUDED 20    MISSING CASES 0
```

Tráfico

```
TWO-SAMPLE T TESTS FOR CTF09 VS PTF09

                        SAMPLE
VARIABLE         MEAN      SIZE       S.D.        S.E.
---------     ---------   ------   ---------   ---------
CTF09           112.50      10       33.975      10.744
ChlTF09         118.30      10       34.231      10.825
DIFFERENCE     -5.8000

NULL HYPOTHESIS: DIFFERENCE =  0
ALTERNATIVE HYP: DIFFERENCE <> 0

ASSUMPTION             T       DF        P     95% CI FOR DIFFERENCE
-----------------   ------   ------   ------   ---------------------
EQUAL VARIANCES      -0.38     18     0.7082     (-37.842, 26.242)
UNEQUAL VARIANCES    -0.38     18.0   0.7082     (-37.842, 26.242)

                        F      NUM DF   DEN DF      P
TESTS FOR EQUALITY   -------   ------   ------   ------
      OF VARIANCES     1.02       9        9     0.4912

CASES INCLUDED 20    MISSING CASES 0
```

Parasitismo Natural

```
TWO-SAMPLE T TESTS FOR CPNAF09 VS PPNAF09

                        SAMPLE
VARIABLE       MEAN      SIZE       S.D.        S.E.
---------   ---------   ------   ---------   ---------
CPNAF09       1.3020      10       1.2303      0.3891
PPNAF09       2.1370      10       1.8523      0.5858
DIFFERENCE   -0.8350

NULL HYPOTHESIS: DIFFERENCE =  0
ALTERNATIVE HYP: DIFFERENCE <> 0

ASSUMPTION             T       DF        P     95% CI FOR DIFFERENCE
-----------------   ------   ------   ------   ---------------------
EQUAL VARIANCES      -1.19     18     0.2505     (-2.3124, 0.6424)
UNEQUAL VARIANCES    -1.19     15.6   0.2528     (-2.3284, 0.6584)

                        F      NUM DF   DEN DF      P
TESTS FOR EQUALITY   -------   ------   ------   ------
      OF VARIANCES     2.27       9        9     0.1193

CASES INCLUDED 20    MISSING CASES 0
```

Ensayo Fipronil, tiempo inicial

Caminos activos

```
TWO-SAMPLE T TESTS FOR CFCAM10 VS PFCAM10

                        SAMPLE
VARIABLE       MEAN      SIZE       S.D.        S.E.
---------   ---------   ------   ---------   ---------
CFCAM10       10.900      10       1.1972      0.3786
PFCAM10       10.400      10       1.3499      0.4269
DIFFERENCE    0.5000

NULL HYPOTHESIS: DIFFERENCE =  0
ALTERNATIVE HYP: DIFFERENCE <> 0
```

```
ASSUMPTION              T       DF        P     95% CI FOR DIFFERENCE
-----------------   ------   ------   ------   ---------------------
EQUAL VARIANCES       0.88     18     0.3924     (-0.6987, 1.6987)
UNEQUAL VARIANCES     0.88     17.7   0.3926     (-0.7000, 1.7000)

                        F      NUM DF   DEN DF      P
TESTS FOR EQUALITY   -------   ------   ------   ------
      OF VARIANCES     1.27       9        9     0.3632

CASES INCLUDED 20    MISSING CASES 0
```

Altura del montículo

```
TWO-SAMPLE T TESTS FOR CFHM10 VS PFHM10

                         SAMPLE
VARIABLE       MEAN      SIZE       S.D.        S.E.
---------   ---------   ------   ---------   ---------
CFHM10        0.4790      10       0.0461      0.0146
PFHM10        0.4910      10       0.0470      0.0149
DIFFERENCE   -0.0120

NULL HYPOTHESIS: DIFFERENCE =  0
ALTERNATIVE HYP: DIFFERENCE <> 0

ASSUMPTION              T       DF        P     95% CI FOR DIFFERENCE
-----------------   ------   ------   ------   ---------------------
EQUAL VARIANCES      -0.58     18     0.5713     (-0.0557, 0.0317)
UNEQUAL VARIANCES    -0.58     18.0   0.5713     (-0.0557, 0.0317)

                        F      NUM DF   DEN DF      P
TESTS FOR EQUALITY   -------   ------   ------   ------
      OF VARIANCES     1.04       9        9     0.4761

CASES INCLUDED 20    MISSING CASES 0
```

Diámetro del montículo

```
TWO-SAMPLE T TESTS FOR CFDM10 VS PFDM10

                         SAMPLE
VARIABLE       MEAN      SIZE       S.D.        S.E.
---------   ---------   ------   ---------   ---------
CFDM10        5.5590      10       0.2775      0.0878
PFDM10        5.6040      10       0.3891      0.1230
DIFFERENCE   -0.0450

NULL HYPOTHESIS: DIFFERENCE =  0
ALTERNATIVE HYP: DIFFERENCE <> 0

ASSUMPTION              T       DF        P     95% CI FOR DIFFERENCE
-----------------   ------   ------   ------   ---------------------
EQUAL VARIANCES      -0.30     18     0.7693     (-0.3625, 0.2725)
UNEQUAL VARIANCES    -0.30     16.3   0.7697     (-0.3650, 0.2750)

                        F      NUM DF   DEN DF      P
TESTS FOR EQUALITY   -------   ------   ------   ------
      OF VARIANCES     1.97       9        9     0.1643

CASES INCLUDED 20    MISSING CASES 0
```

Parasitismo Natural

```
TWO-SAMPLE T TESTS FOR PNM10C VS PNM10P
```

```
                        SAMPLE
VARIABLE       MEAN      SIZE       S.D.        S.E.
---------   ---------   ------   ---------   ---------
PNM10C        10.980      10       8.3297      2.6341
PNM10P        13.675      10       7.1016      2.2457
DIFFERENCE   -2.6950

NULL HYPOTHESIS: DIFFERENCE =  0
ALTERNATIVE HYP: DIFFERENCE <> 0

ASSUMPTION             T       DF        P     95% CI FOR DIFFERENCE
-----------------   ------   ------   ------   ---------------------
EQUAL VARIANCES      -0.78     18     0.4463     (-9.9673, 4.5773)
UNEQUAL VARIANCES    -0.78     17.6   0.4466     (-9.9803, 4.5903)

                       F      NUM DF   DEN DF      P
TESTS FOR EQUALITY   -------   ------   ------   ------
      OF VARIANCES     1.38       9        9     0.3212

CASES INCLUDED 20    MISSING CASES 0
```

Tráfico

```
TWO-SAMPLE T TESTS FOR TRM10C VS TRM10F

                        SAMPLE
VARIABLE       MEAN      SIZE       S.D.        S.E.
---------   ---------   ------   ---------   ---------
TRM10C        136.80      10       27.341      8.6459
TRM10F        126.30      10       32.370      10.236
DIFFERENCE    10.500

NULL HYPOTHESIS: DIFFERENCE =  0
ALTERNATIVE HYP: DIFFERENCE <> 0

ASSUMPTION             T       DF        P     95% CI FOR DIFFERENCE
-----------------   ------   ------   ------   ---------------------
EQUAL VARIANCES       0.78     18     0.4434     (-17.650, 38.650)
UNEQUAL VARIANCES     0.78     17.5   0.4437     (-17.707, 38.707)

                       F      NUM DF   DEN DF      P
TESTS FOR EQUALITY   -------   ------   ------   ------
      OF VARIANCES     1.40       9        9     0.3115

CASES INCLUDED 20    MISSING CASES 0
```

Escala Nido – Clorpirifós

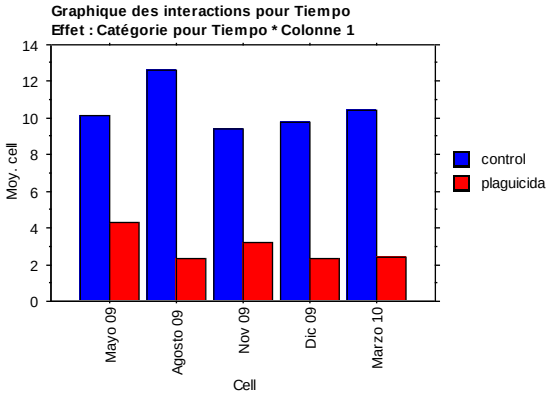
Número de caminos activos por nido

Tableau ANOVA pour Tiempo

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Colonne 1	1	1428,840	1428,840	91,815	<,0001	91,815	1,000
Sujet(Groupe)	18	280,120	15,562				
Catégorie pour Tiempo	4	29,660	7,415	2,154	,0829	8,615	,604
Catégorie pour Tiempo * Colonne 1	4	63,260	15,815	4,594	,0023	18,375	,941
Catégorie pour Tiempo * Sujet(Groupe)	72	247,880	3,443				

Tableau de moyennes pour Tiempo
Effet : Catégorie pour Tiempo * Colonne 1

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
control, Mayo 09	10	10,100	2,726	,862
control, Agosto 09	10	12,600	4,502	1,424
control, Nov 09	10	9,400	2,875	,909
control, Dic 09	10	9,800	2,201	,696
control, Marzo 10	10	10,400	1,897	,600
plaguicida, Mayo 09	10	4,300	2,406	,761
plaguicida, Agosto 09	10	2,300	1,567	,496
plaguicida, Nov 09	10	3,200	1,687	,533
plaguicida, Dic 09	10	2,300	1,252	,396
plaguicida, Marzo 10	10	2,400	1,265	,400



Test de Bonferroni/Dunn pour Tiempo
Effet : Colonne 1
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
control, plaguicida	7,560	,999	<,0001	S

Tráfico en caminos de forrajeo (hormigas / minuto)

Tableau ANOVA pour Tiempo

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Colonne 1	1	88209,000	88209,000	42,145	<,0001	42,145	1,000
Sujet(Groupe)	18	37673,800	2092,989				
Catégorie pour Tiempo	4	15384,300	3846,075	6,717	,0001	26,867	,994
Catégorie pour Tiempo * Colonne 1	4	14646,700	3661,675	6,395	,0002	25,579	,991
Catégorie pour Tiempo * Sujet(Groupe)	72	41228,200	572,614				

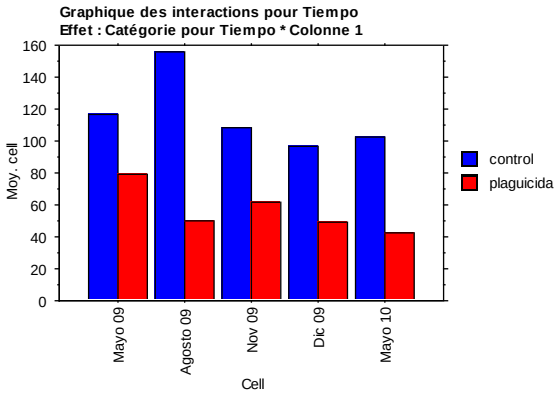


Tableau de moyennes pour Tiempo
Effet : Catégorie pour Tiempo * Colonne 1

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
control, Mayo 09	10	116,500	34,105	10,785
control, Agosto 09	10	155,700	39,073	12,356
control, Nov 09	10	108,100	30,809	9,743
control, Dic 09	10	96,500	14,676	4,641
control, Mayo 10	10	102,700	17,500	5,534
plaguicida, Mayo 09	10	78,900	38,287	12,107
plaguicida, Agosto 09	10	50,000	29,631	9,370
plaguicida, Nov 09	10	61,500	30,204	9,551
plaguicida, Dic 09	10	49,200	26,089	8,250
plaguicida, Mayo 10	10	42,900	25,873	8,182

Test de Bonferroni/Dunn pour Tiempo
Effet : Colonne 1
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
control, plaguicida	59,400	13,232	<,0001	S

Parasitismo natural sin tiempo inicial (*Apocephalus setitarsus*)

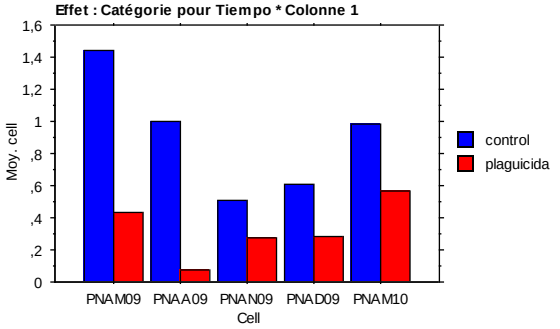
Tableau ANOVA pour Tiempo

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Colonne 1	1	8,478	8,478	16,266	,0008	16,266	,979
Sujet(Groupe)	18	9,381	,521				
Catégorie pour Tiempo	4	4,239	1,060	4,396	,0031	17,586	,929
Catégorie pour Tiempo * Colonne 1	4	2,554	,639	2,649	,0401	10,597	,711
Catégorie pour Tiempo * Sujet(Groupe)	72	17,356	,241				

Tableau de moyennes pour Tiempo
Effet : Catégorie pour Tiempo * Colonne 1

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
control, PNAM09	10	1,438	,729	,230
control, PNAA09	10	1,000	,384	,121
control, PNAN09	10	,512	,561	,177
control, PNAD09	10	,612	,538	,170
control, PNAM10	10	,984	,655	,207
plaguicida, PNAM09	10	,432	,575	,182
plaguicida, PNAA09	10	,073	,230	,073
plaguicida, PNAN09	10	,279	,590	,187
plaguicida, PNAD09	10	,280	,590	,186
plaguicida, PNAM10	10	,570	,422	,133

Graphique des interactions pour Tiempo
Effet : Catégorie pour Tiempo * Colonne 1



Test de Bonferroni/Dunn pour Tiempo
Effet : Colonne 1
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
control, plaguicida	,582	,232	<,0001	S

Supervivencia pupal *Apocephalus setitarsus*

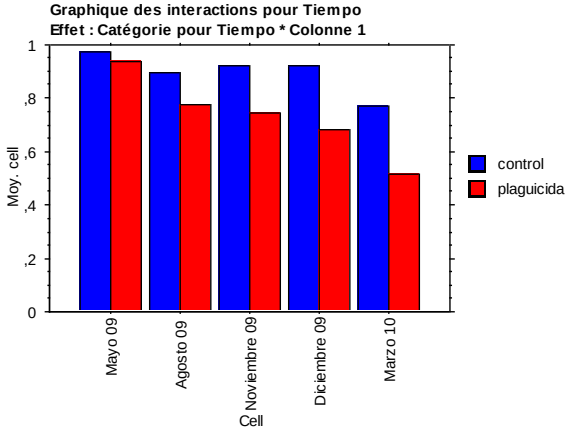
Tableau ANOVA pour Tiempo

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Colonne 1	1	,628	,628	8,753	,0084	8,753	,810
Sujet(Groupe)	18	1,292	,072				
Catégorie pour Tiempo	4	,920	,230	2,673	,0387	10,693	,716
Catégorie pour Tiempo * Colonne 1	4	,143	,036	,414	,7978	1,657	,139
Catégorie pour Tiempo * Sujet(Groupe)	72	6,197	,086				

Tableau de moyennes pour Tiempo
Effet : Catégorie pour Tiempo * Colonne 1

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
control, Mayo 09	13	,976	,046	,013
control, Agosto 09	13	,895	,281	,078
control, Noviembre 09	13	,923	,277	,077
control, Diciembre 09	13	,923	,277	,077
control, Marzo 10	13	,771	,357	,099
plaguicida, Mayo 09	7	,937	,081	,031
plaguicida, Agosto 09	7	,773	,368	,139
plaguicida, Noviembre 09	7	,747	,355	,134
plaguicida, Diciembre 09	7	,684	,342	,129
plaguicida, Marzo 10	7	,516	,372	,140

Graphique des interactions pour Tiempo
Effet : Catégorie pour Tiempo * Colonne 1



Test de Bonferroni/Dunn pour Tiempo
Effet : Colonne 1
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
control, plaguicida	,180	,110	,0015	S

Tamaño de adultos de *A. setitarsus*

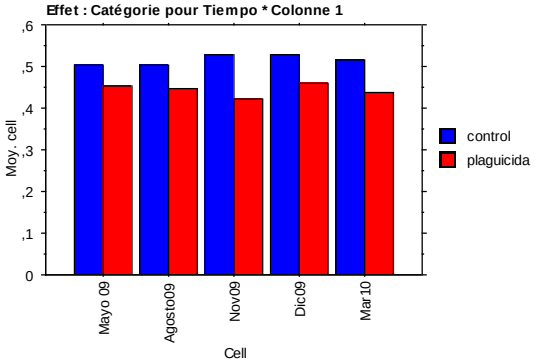
Tableau ANOVA pour Tiempo

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Colonne 1	1	,124	,124	69,045	<,0001	69,045	1,000
Sujet(Groupe)	18	,032	,002				
Catégorie pour Tiempo	4	,005	,001	1,074	,3757	4,297	,315
Catégorie pour Tiempo * Colonne 1	4	,009	,002	2,030	,0993	8,118	,574
Catégorie pour Tiempo * Sujet(Groupe)	72	,082	,001				

Tableau de moyennes pour Tiempo
Effet : Catégorie pour Tiempo * Colonne 1

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
control, Mayo 09	12	,503	,036	,010
control, Agosto09	12	,503	,028	,008
control, Nov09	12	,527	,022	,006
control, Dic09	12	,528	,041	,012
control, Mar10	12	,516	,030	,009
plaguicida, Mayo 09	8	,454	,053	,019
plaguicida, Agosto09	8	,446	,041	,015
plaguicida, Nov09	8	,422	,030	,011
plaguicida, Dic09	8	,459	,041	,014
plaguicida, Mar10	8	,436	,035	,012

Graphique des interactions pour Tiempo
Effet : Catégorie pour Tiempo * Colonne 1



Test de Bonferroni/Dunn pour Tiempo
Effet : Colonne 1
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
control, plaguicida	,063	,013	<,0001	S

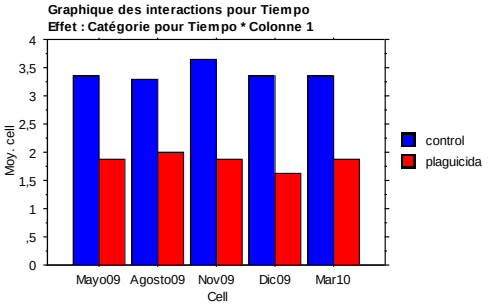
Longevidad de adultos de *Apocephalus setitarsus*

Tableau ANOVA pour Tiempo

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Colonne 1	1	61,155	61,155	61,462	<,0001	61,462	1,000
Sujet(Groupe)	20	19,900	,995				
Catégorie pour Tiempo	4	,740	,185	,211	,9319	,842	,093
Catégorie pour Tiempo * Colonne 1	4	,813	,203	,231	,9201	,925	,097
Catégorie pour Tiempo * Sujet(Groupe)	80	70,314	,879				

Tableau de moyennes pour Tiempo
Effet : Catégorie pour Tiempo * Colonne 1

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
control, Mayo09	14	3,357	1,082	,289
control, Agosto09	14	3,286	,914	,244
control, Nov09	14	3,643	1,082	,289
control, Dic09	14	3,357	1,008	,269
control, Mar10	14	3,357	,842	,225
plaguicida, Mayo09	8	1,875	,641	,227
plaguicida, Agosto09	8	2,000	,926	,327
plaguicida, Nov09	8	1,875	,835	,295
plaguicida, Dic09	8	1,625	1,061	,375
plaguicida, Mar10	8	1,875	,835	,295



Test de Bonferroni/Dunn pour Tiempo
Effet : Colonne 1
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
control, plaguicida	1,466	,308	<,0001	S

Escala Nido – Fipronil

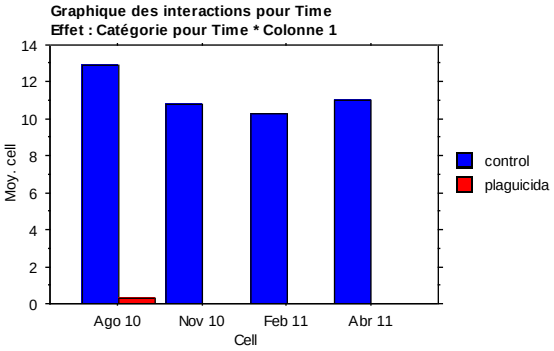
Caminos activos

Tableau ANOVA pour Time

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Colonne 1	1	2497,613	2497,613	1182,302	<,0001	1182,302	1,000
Sujet(Groupe)	18	38,025	2,112				
Catégorie pour Time	3	24,738	8,246	3,816	,0149	11,449	,794
Catégorie pour Time * Colonne 1	3	14,837	4,946	2,289	,0888	6,867	,539
Catégorie pour Time * Sujet(Groupe)	54	116,675	2,161				

Tableau de moyennes pour Time
Effet : Catégorie pour Time * Colonne 1

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
control, Ago 10	10	12,900	3,281	1,038
control, Nov 10	10	10,800	1,317	,416
control, Feb 11	10	10,300	1,703	,539
control, Abr 11	10	11,000	1,247	,394
plaguicida, Ago 10	10	,300	,483	,153
plaguicida, Nov 10	10	0,000	0,000	0,000
plaguicida, Feb 11	10	0,000	0,000	0,000
plaguicida, Abr 11	10	0,000	0,000	0,000



Test de Bonferroni/Dunn pour Time
Effet : Colonne 1
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
control, plaguicida	11,175	,703	<,0001	S

Tráfico

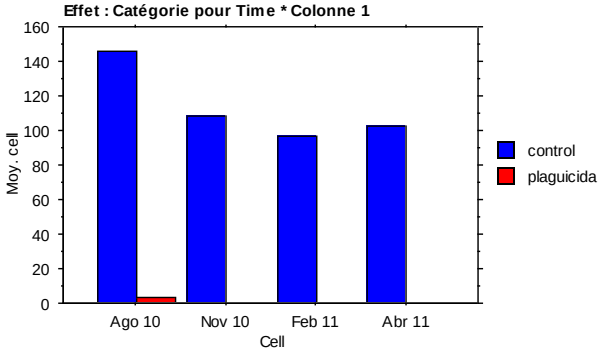
Tableau ANOVA pour Time

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Colonne 1	1	252900,050	252900,050	562,024	<,0001	562,024	1,000
Sujet(Groupe)	18	8099,650	449,981				
Catégorie pour Time	3	8786,000	2928,667	13,599	<,0001	40,796	1,000
Catégorie pour Time * Colonne 1	3	6356,950	2118,983	9,839	<,0001	29,518	,998
Catégorie pour Time * Sujet(Groupe)	54	11629,550	215,362				

Tableau de moyennes pour Time
Effet : Catégorie pour Time * Colonne 1

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
control, Ago 10	10	146,200	26,127	8,262
control, Nov 10	10	108,100	30,809	9,743
control, Feb 11	10	96,500	14,676	4,641
control, Abr 11	10	102,700	17,500	5,534
plaguicida, Ago 10	10	3,700	6,219	1,967
plaguicida, Nov 10	10	0,000	0,000	0,000
plaguicida, Feb 11	10	0,000	0,000	0,000
plaguicida, Abr 11	10	0,000	0,000	0,000

Graphique des interactions pour Time
Effet : Catégorie pour Time * Colonne 1



Test de Bonferroni/Dunn pour Time
Effet : Colonne 1
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
control, plaguicida	112,450	9,413	<,0001	S

Escala Hormigas

Supervivencia de hormigas

Control

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on COL
The following results are for COL = 1,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
339,000	98,000	4,000	0,711	0,025	0,659	0,756
241,000	100,000	6,000	0,416	0,027	0,363	0,468
141,000	98,000	8,000	0,127	0,018	0,094	0,165
43,000	43,000	10,000	0,000			

Group size : 339,000
Number Failing : 339,000
Product Limit Likelihood : -454,112

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
6,507	6,292	6,723

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	8,000	8,000	8,000
0,500	6,000	6,000	6,000
0,750	4,000	4,000	6,000

The following results are for COL = 2,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
349,000	49,000	4,000	0,860	0,019	0,819	0,892
300,000	119,000	6,000	0,519	0,027	0,465	0,570
181,000	49,000	8,000	0,378	0,026	0,327	0,429
132,000	132,000	10,000	0,000			

Group size : 349,000
Number Failing : 349,000
Product Limit Likelihood : -448,776

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,513	7,281	7,745

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	6,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for COL = 3,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
280,000	22,000	4,000	0,921	0,016	0,883	0,948
258,000	67,000	6,000	0,682	0,028	0,624	0,733
191,000	76,000	8,000	0,411	0,029	0,353	0,468
115,000	115,000	10,000	0,000			

Group size : 280,000
Number Failing : 280,000
Product Limit Likelihood : -353,221

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
8,029	7,798	8,259

Survival Quantiles

Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	8,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for COL = 4,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
330,000	56,000	4,000	0,830	0,021	0,785	0,867
274,000	118,000	6,000	0,473	0,027	0,418	0,525
156,000	60,000	8,000	0,291	0,025	0,243	0,341
96,000	96,000	10,000	0,000			

Group size : 330,000
Number Failing : 330,000
Product Limit Likelihood : -441,502

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,188	6,955	7,421

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	8,000	.
0,500	6,000	6,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for COL = 5,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	80,000	4,000	0,750	0,024	0,699	0,794
240,000	160,000	6,000	0,250	0,024	0,204	0,299
80,000	26,000	8,000	0,169	0,021	0,130	0,212
54,000	54,000	10,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -383,157

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
6,338	6,120	6,555

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	6,000	6,000	8,000
0,500	6,000	6,000	6,000
0,750	4,000	4,000	6,000

The following results are for COL = 6,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
321,000	20,000	4,000	0,938	0,013	0,905	0,959
301,000	67,000	6,000	0,729	0,025	0,677	0,774
234,000	118,000	8,000	0,361	0,027	0,309	0,414
116,000	116,000	10,000	0,000			

Group size : 321,000
Number Failing : 321,000
Product Limit Likelihood : -396,646

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
8,056	7,858	8,254

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	8,000	8,000
0,750	6,000	6,000	8,000

The following results are for COL = 7,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
340,000	40,000	4,000	0,882	0,017	0,843	0,912
300,000	72,000	6,000	0,671	0,025	0,618	0,718
228,000	136,000	8,000	0,271	0,024	0,225	0,319
92,000	92,000	10,000	0,000			

Group size : 340,000
Number Failing : 340,000
Product Limit Likelihood : -442,241

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,647	7,443	7,851

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	8,000	.
0,500	8,000	8,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for COL = 8,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
290,000	49,000	4,000	0,831	0,022	0,783	0,870
241,000	87,000	6,000	0,531	0,029	0,472	0,587

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
154,000	49,000	8,000	0,362	0,028	0,307	0,417
105,000	105,000	10,000	0,000			

Group size : 290,000
Number Failing : 290,000
Product Limit Likelihood : -385,667

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,448	7,189	7,707

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	6,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for COL = 9,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
341,000	61,000	4,000	0,821	0,021	0,776	0,858
280,000	88,000	6,000	0,563	0,027	0,509	0,614
192,000	65,000	8,000	0,372	0,026	0,321	0,424
127,000	127,000	10,000	0,000			

Group size : 341,000
Number Failing : 341,000
Product Limit Likelihood : -457,356

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,513	7,272	7,754

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	8,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for COL = 10,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
275,000	40,000	4,000	0,855	0,021	0,807	0,891
235,000	63,000	6,000	0,625	0,029	0,565	0,680
172,000	56,000	8,000	0,422	0,030	0,363	0,479
116,000	116,000	10,000	0,000			

Group size : 275,000

Number Failing : 275,000
Product Limit Likelihood : -359,203

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,804	7,542	8,066

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	8,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

Log-Rank Test, Stratification on COL, Strata Range 1 to 10		
Method	Chi-Square Statistic with 9 df	p-Value
Mantel	205,848	0,000
Breslow-Gehan	220,544	0,000
Tarone-Ware	214,911	0,000

Chlorpyrifos

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on COL
The following results are for COL = 1,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	320,000	2,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : 0,000

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,000	0,000	0,000

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 2,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	304,000	2,000	0,050	0,012	0,030	0,078
16,000	16,000	4,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -63,525

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,100	2,052	2,148

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 3,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
290,000	282,000	2,000	0,028	0,010	0,013	0,051
8,000	8,000	4,000	0,000			

Group size : 290,000
Number Failing : 290,000
Product Limit Likelihood : -36,612

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,055	2,017	2,093

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 4,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
280,000	269,000	2,000	0,039	0,012	0,021	0,067
11,000	11,000	4,000	0,000			

Group size : 280,000
Number Failing : 280,000
Product Limit Likelihood : -46,387

Mean Survival Time

Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,079	2,033	2,124

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 5,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	320,000	2,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : 0,000

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,000	2,033	2,124

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 6,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
280,000	276,000	2,000	0,014	0,007	0,005	0,034
4,000	4,000	4,000	0,000			

Group size : 280,000
Number Failing : 280,000
Product Limit Likelihood : -20,965

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,029	2,001	2,056

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 7,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
300,000	300,000	2,000	0,000			

Group size : 300,000
Number Failing : 300,000
Product Limit Likelihood : 0,000

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,000	2,001	2,056

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 8,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
305,000	287,000	2,000	0,059	0,013	0,036	0,089
18,000	18,000	4,000	0,000			

Group size : 305,000
Number Failing : 305,000
Product Limit Likelihood : -68,397

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,118	2,065	2,171

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 9,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	285,000	2,000	0,109	0,017	0,078	0,146
35,000	35,000	4,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -110,466

Mean Survival Time	
Mean Survival	95,0% Confidence Interval

Time	Lower	Upper
2,219	2,150	2,287

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 10,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
325,000	311,000	2,000	0,043	0,011	0,025	0,069
14,000	14,000	4,000	0,000			

Group size : 325,000
Number Failing : 325,000
Product Limit Likelihood : -57,721

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,086	2,042	2,130

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

Log-Rank Test, Stratification on COL, Strata Range 1 to 10		
Method	Chi-Square Statistic with 9 df	p-Value
Mantel	99,594	0,000
Breslow-Gehan	99,594	0,000
Tarone-Ware	99,594	0,000

Fipronil

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on COL
The following results are for COL = 1,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	179,000	2,000	0,441	0,028	0,386	0,494
141,000	99,000	4,000	0,131	0,019	0,097	0,171
42,000	42,000	6,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -305,422

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,144	2,987	3,300

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 2,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	150,000	2,000	0,531	0,028	0,475	0,584
170,000	70,000	4,000	0,313	0,026	0,262	0,364
100,000	84,000	6,000	0,050	0,012	0,030	0,078
16,000	16,000	8,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -380,323

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,788	3,577	3,998

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	6,000	6,000	6,000
0,500	4,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 3,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
290,000	150,000	2,000	0,483	0,029	0,424	0,539
140,000	116,000	4,000	0,083	0,016	0,055	0,118
24,000	15,000	6,000	0,031	0,010	0,015	0,056
9,000	9,000	8,000	0,000			

Group size : 290,000
Number Failing : 290,000
Product Limit Likelihood : -280,858

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,193	3,025	3,361

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	2,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 4,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
280,000	103,000	2,000	0,632	0,029	0,573	0,686
177,000	70,000	4,000	0,382	0,029	0,325	0,439
107,000	107,000	6,000	0,000			

Group size : 280,000
Number Failing : 280,000
Product Limit Likelihood : -302,977

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
4,029	3,825	4,232

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	6,000	.	.
0,500	4,000	4,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 5,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	172,000	2,000	0,463	0,028	0,407	0,516
148,000	80,000	4,000	0,212	0,023	0,170	0,259
68,000	48,000	6,000	0,062	0,014	0,040	0,093
20,000	20,000	8,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -364,199

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,475	3,270	3,680

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	6,000
0,500	2,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 6,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
280,000	128,000	2,000	0,543	0,030	0,483	0,599
152,000	104,000	4,000	0,171	0,023	0,130	0,218
48,000	48,000	6,000	0,000			

Group size : 280,000
Number Failing : 280,000
Product Limit Likelihood : -287,847

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,429	3,255	3,602

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	4,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 7,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
300,000	147,000	2,000	0,510	0,029	0,452	0,565
153,000	90,000	4,000	0,210	0,024	0,166	0,258
63,000	45,000	6,000	0,060	0,014	0,037	0,091
18,000	18,000	8,000	0,000			

Group size : 300,000
Number Failing : 300,000
Product Limit Likelihood : -349,232

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,560	3,353	3,767

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	6,000
0,500	4,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 8,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
305,000	173,000	2,000	0,433	0,028	0,377	0,488
132,000	80,000	4,000	0,170	0,022	0,131	0,215
52,000	48,000	6,000	0,013	0,007	0,004	0,031
4,000	4,000	8,000	0,000			

Group size : 305,000
Number Failing : 305,000
Product Limit Likelihood : -311,251

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,233	3,054	3,411

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 9,000.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	176,000	2,000	0,450	0,028	0,395	0,504
144,000	134,000	4,000	0,031	0,010	0,016	0,055
10,000	10,000	6,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -256,521

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,962	2,840	3,085

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	2,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for COL = 10,000.

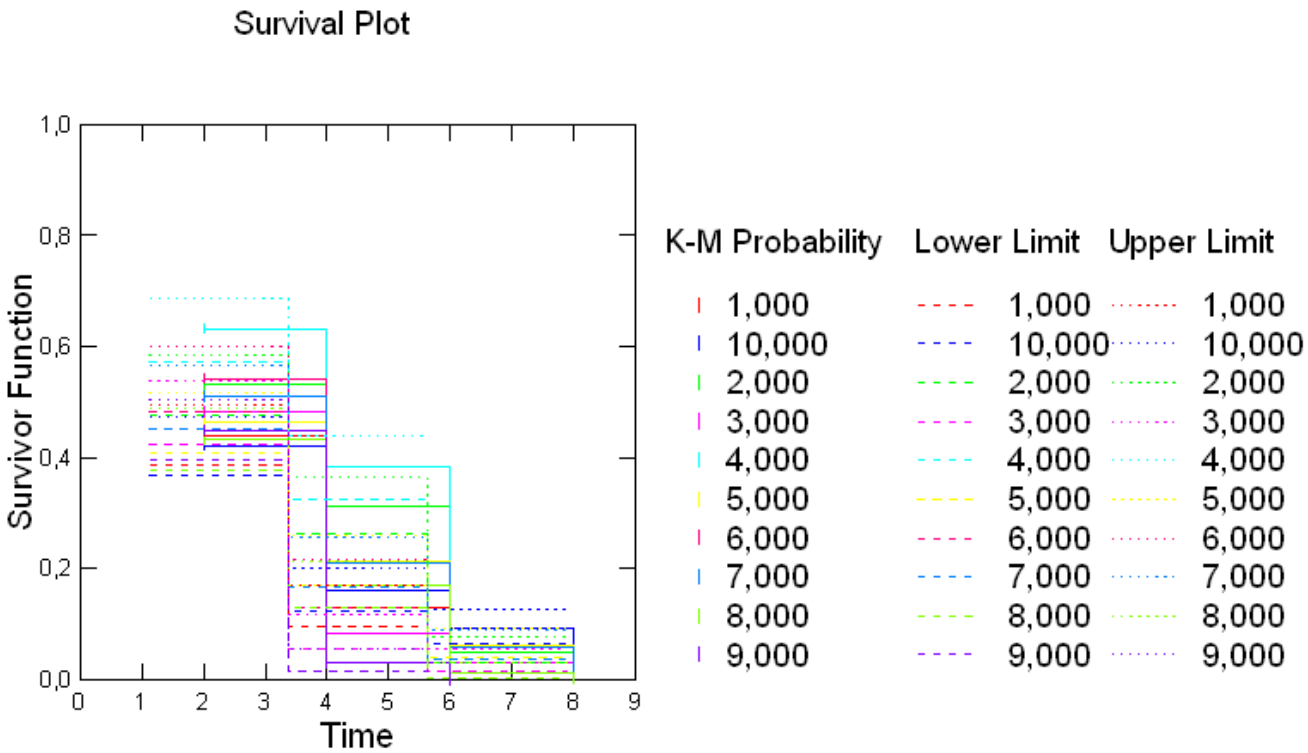
Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
325,000	188,000	2,000	0,422	0,027	0,367	0,475
137,000	85,000	4,000	0,160	0,020	0,123	0,202
52,000	22,000	6,000	0,092	0,016	0,064	0,127

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
30,000	30,000	8,000	0,000			

Group size : 325,000
Number Failing : 325,000
Product Limit Likelihood : -347,628

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,348	3,140	3,555

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000



Log-Rank Test, Stratification on COL, Strata Range 1 to 10		
Method	Chi-Square Statistic with 9 df	p-Value
Mantel	102,058	0,000
Breslow-Gehan	81,234	0,000
Tarone-Ware	92,582	0,000

Analysis: individual colonies

Colony 1

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on TRAT$
The following results are for TRAT$ = chlorpyrifos.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	320,000	2,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : 0,000

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,000	0,000	0,000

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for TRAT$ = control.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
339,000	98,000	4,000	0,711	0,025	0,659	0,756
241,000	100,000	6,000	0,416	0,027	0,363	0,468
141,000	98,000	8,000	0,127	0,018	0,094	0,165
43,000	43,000	10,000	0,000			

Group size : 339,000
Number Failing : 339,000
Product Limit Likelihood : -454,112

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
6,507	6,292	6,723

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	8,000	8,000	8,000
0,500	6,000	6,000	6,000
0,750	4,000	4,000	6,000

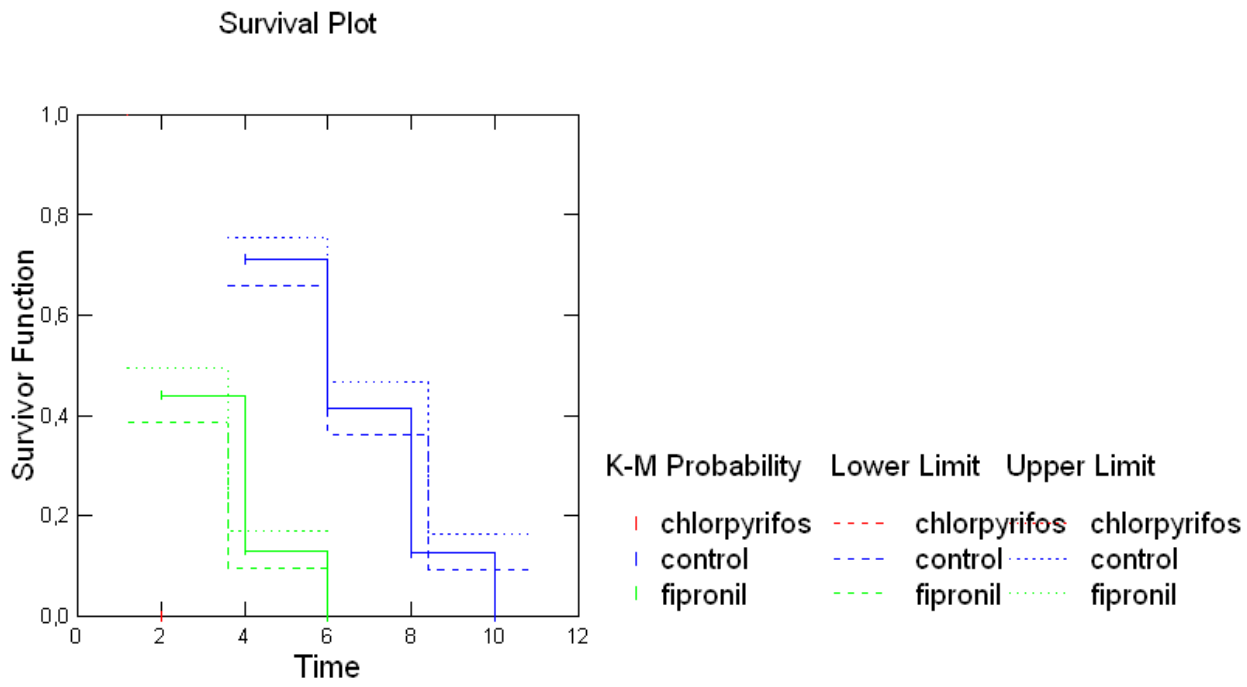
The following results are for TRAT$ = fipronil.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	179,000	2,000	0,441	0,028	0,386	0,494
141,000	99,000	4,000	0,131	0,019	0,097	0,171
42,000	42,000	6,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -305,422

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,144	2,987	3,300

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000



Log-Rank Test, Stratification on TRAT$, Strata Range 1 to 3		
Method	Chi-Square Statistic with 2 df	p-Value
Mantel	776,583	0,000
Breslow-Gehan	749,982	0,000
Tarone-Ware	770,755	0,000

Colony 2

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on TRAT$
The following results are for TRAT$ = chlorpyrifos.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	304,000	2,000	0,050	0,012	0,030	0,078
16,000	16,000	4,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -63,525

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,100	2,052	2,148

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for TRAT$ = control.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
349,000	49,000	4,000	0,860	0,019	0,819	0,892
300,000	119,000	6,000	0,519	0,027	0,465	0,570
181,000	49,000	8,000	0,378	0,026	0,327	0,429
132,000	132,000	10,000	0,000			

Group size : 349,000
Number Failing : 349,000
Product Limit Likelihood : -448,776

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,513	7,281	7,745

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	6,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for TRAT$ = fipronil.

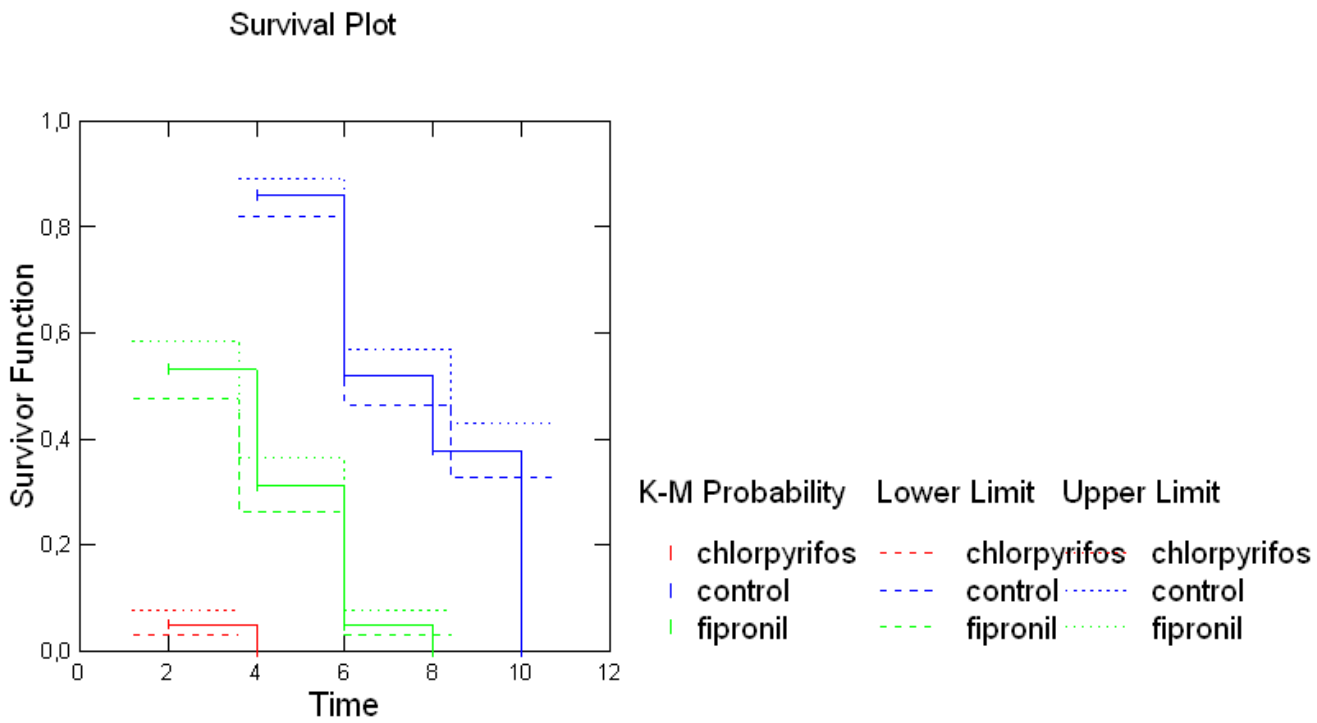
Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval

					Lower	Upper
320,000	150,000	2,000	0,531	0,028	0,475	0,584
170,000	70,000	4,000	0,313	0,026	0,262	0,364
100,000	84,000	6,000	0,050	0,012	0,030	0,078
16,000	16,000	8,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -380,323

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,788	3,577	3,998

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	6,000	6,000	6,000
0,500	4,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000



Log-Rank Test, Stratification on TRAT$, Strata Range 1 to 3		
Method	Chi-Square Statistic with 2 df	p-Value
Mantel	781,052	0,000
Breslow-Gehan	731,746	0,000
Tarone-Ware	761,773	0,000

Colony 3

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on TRAT$
The following results are for TRAT$ = chlorpyrifos.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
290,000	282,000	2,000	0,028	0,010	0,013	0,051
8,000	8,000	4,000	0,000			

Group size : 290,000
Number Failing : 290,000
Product Limit Likelihood : -36,612

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,055	2,017	2,093

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for TRAT$ = control.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
280,000	22,000	4,000	0,921	0,016	0,883	0,948
258,000	67,000	6,000	0,682	0,028	0,624	0,733
191,000	76,000	8,000	0,411	0,029	0,353	0,468
115,000	115,000	10,000	0,000			

Group size : 280,000
Number Failing : 280,000
Product Limit Likelihood : -353,221

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
8,029	7,798	8,259

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	8,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for TRAT$ = fipronil.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval

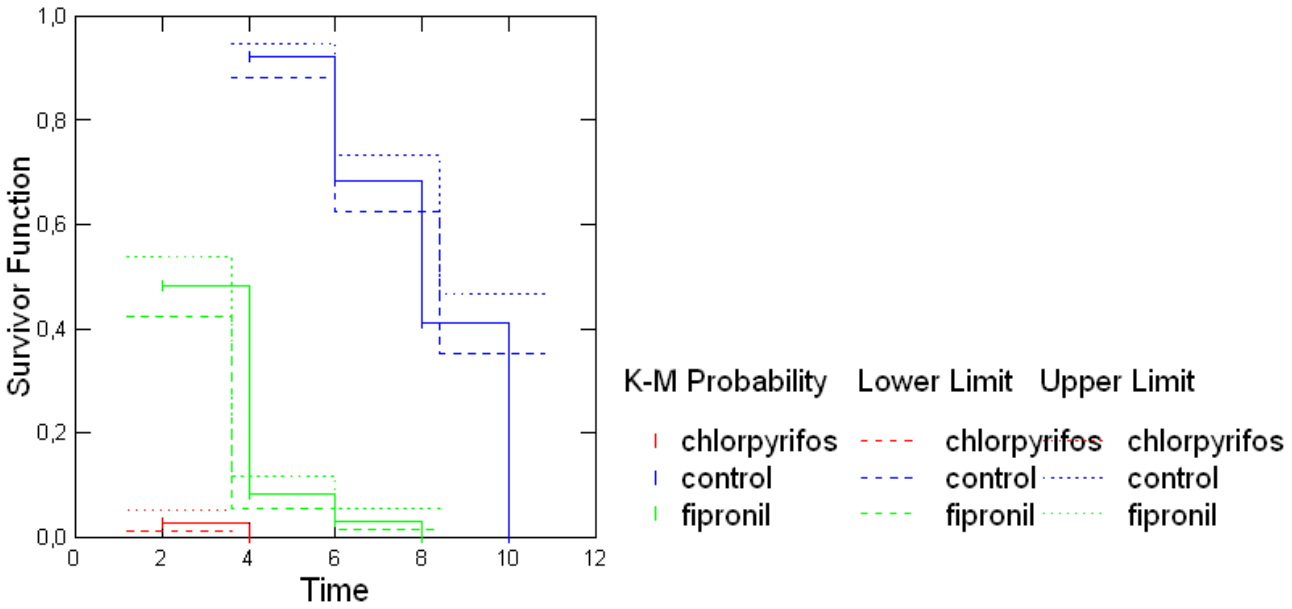
					Lower	Upper
290,000	150,000	2,000	0,483	0,029	0,424	0,539
140,000	116,000	4,000	0,083	0,016	0,055	0,118
24,000	15,000	6,000	0,031	0,010	0,015	0,056
9,000	9,000	8,000	0,000			

Group size : 290,000
Number Failing : 290,000
Product Limit Likelihood : -280,858

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,193	3,025	3,361

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	2,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000

Survival Plot



Log-Rank Test, Stratification on TRAT$, Strata Range 1 to 3		
Method	Chi-Square Statistic with 2 df	p-Value
Mantel	790,469	0,000
Breslow-Gehan	703,351	0,000
Tarone-Ware	753,492	0,000

Colony 4

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on TRAT$
The following results are for TRAT$ = chlorpyrifos.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
280,000	269,000	2,000	0,039	0,012	0,021	0,067
11,000	11,000	4,000	0,000			

Group size : 280,000
Number Failing : 280,000
Product Limit Likelihood : -46,387

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,079	2,033	2,124

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for TRAT$ = control.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
330,000	56,000	4,000	0,830	0,021	0,785	0,867
274,000	118,000	6,000	0,473	0,027	0,418	0,525
156,000	60,000	8,000	0,291	0,025	0,243	0,341
96,000	96,000	10,000	0,000			

Group size : 330,000
Number Failing : 330,000
Product Limit Likelihood : -441,502

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,188	6,955	7,421

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	8,000	.
0,500	6,000	6,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for TRAT$ = fipronil.

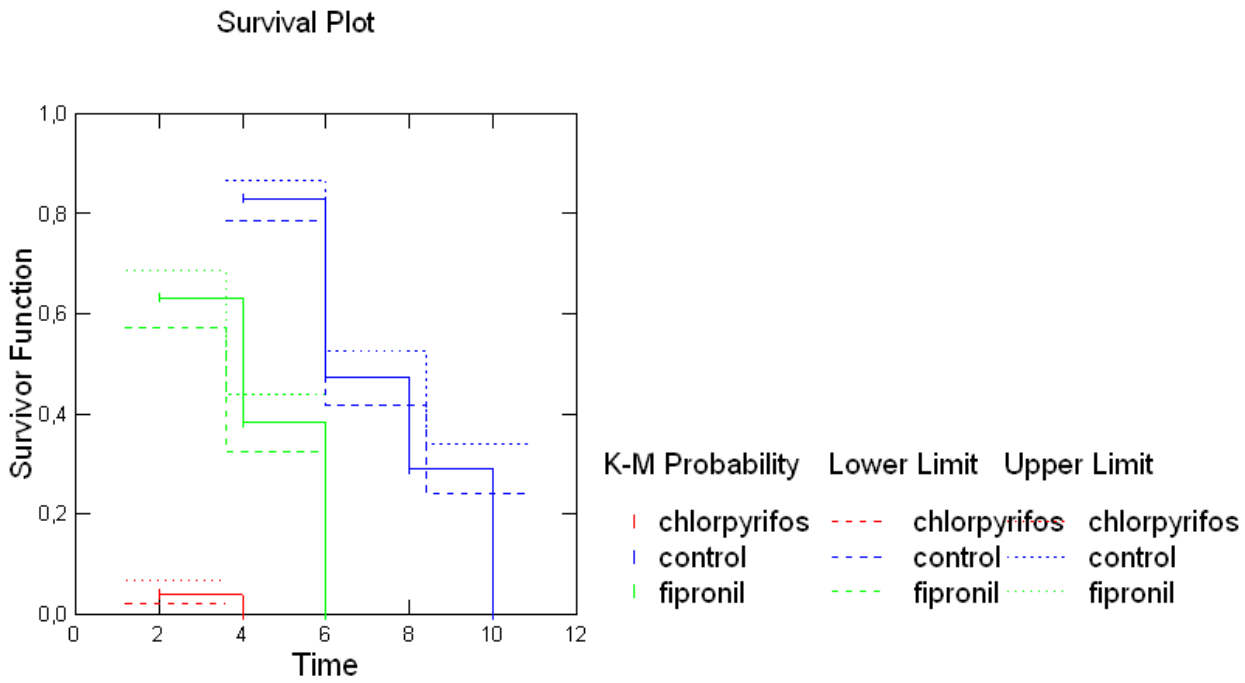
Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval

					Lower	Upper
280,000	103,000	2,000	0,632	0,029	0,573	0,686
177,000	70,000	4,000	0,382	0,029	0,325	0,439
107,000	107,000	6,000	0,000			

Group size : 280,000
Number Failing : 280,000
Product Limit Likelihood : -302,977

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
4,029	3,825	4,232

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	6,000	.	.
0,500	4,000	4,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000



Log-Rank Test, Stratification on TRAT$, Strata Range 1 to 3		
Method	Chi-Square Statistic with 2 df	p-Value
Mantel	726,994	0,000
Breslow-Gehan	685,875	0,000
Tarone-Ware	709,715	0,000

Colony 5

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on TRAT$
The following results are for TRAT$ = chlorpyrifos.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	320,000	2,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : 0,000

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,000	0,000	0,000

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for TRAT$ = control.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	80,000	4,000	0,750	0,024	0,699	0,794
240,000	160,000	6,000	0,250	0,024	0,204	0,299
80,000	26,000	8,000	0,169	0,021	0,130	0,212
54,000	54,000	10,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -383,157

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
6,338	6,120	6,555

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	6,000	6,000	8,000
0,500	6,000	6,000	6,000
0,750	4,000	4,000	6,000

The following results are for TRAT$ = fipronil.

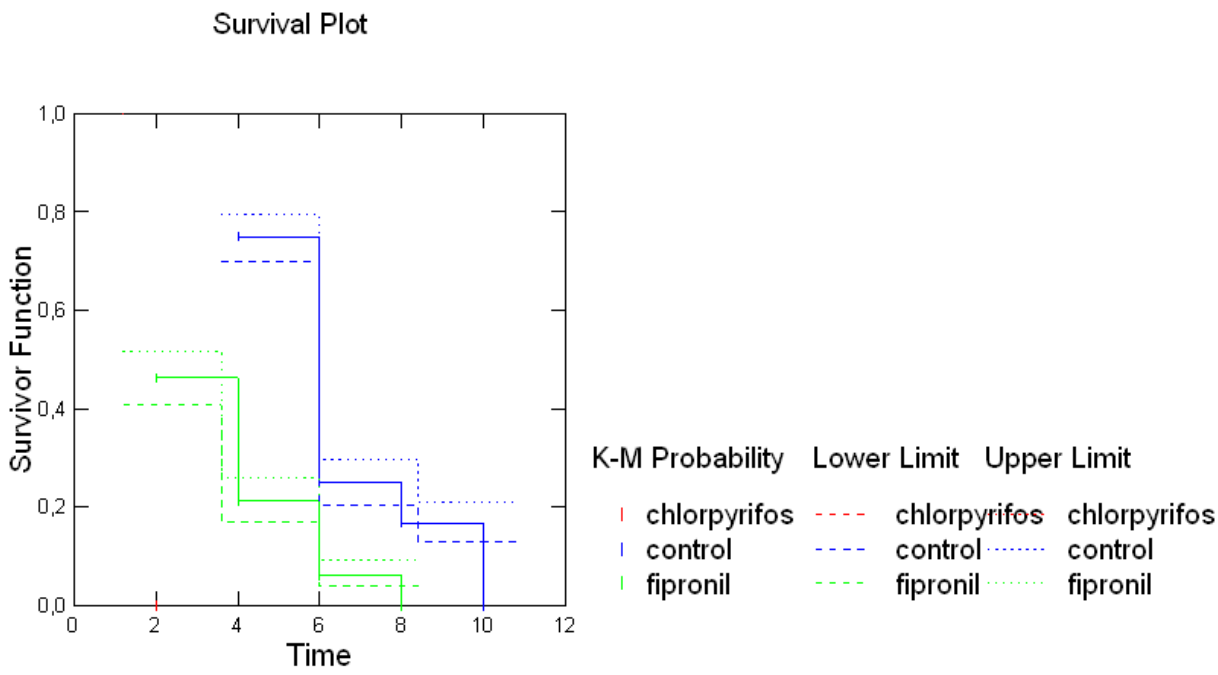
Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	172,000	2,000	0,463	0,028	0,407	0,516
148,000	80,000	4,000	0,212	0,023	0,170	0,259
68,000	48,000	6,000	0,062	0,014	0,040	0,093
20,000	20,000	8,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -364,199

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,475	3,270	3,680

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	6,000
0,500	2,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000



Log-Rank Test, Stratification on TRAT$, Strata Range 1 to 3		
Method	Chi-Square Statistic with 2 df	p-Value
Mantel	665,723	0,000
Breslow-Gehan	679,522	0,000
Tarone-Ware	679,689	0,000

Colony 6

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on TRAT$
The following results are for TRAT$ = chlorpyrifos.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
280,000	276,000	2,000	0,014	0,007	0,005	0,034
4,000	4,000	4,000	0,000			

Group size : 280,000
Number Failing : 280,000
Product Limit Likelihood : -20,965

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,029	2,001	2,056

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for TRAT$ = control.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
321,000	20,000	4,000	0,938	0,013	0,905	0,959
301,000	67,000	6,000	0,729	0,025	0,677	0,774
234,000	118,000	8,000	0,361	0,027	0,309	0,414
116,000	116,000	10,000	0,000			

Group size : 321,000
Number Failing : 321,000
Product Limit Likelihood : -396,646

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
8,056	7,858	8,254

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	8,000	8,000
0,750	6,000	6,000	8,000

The following results are for TRAT$ = fipronil.

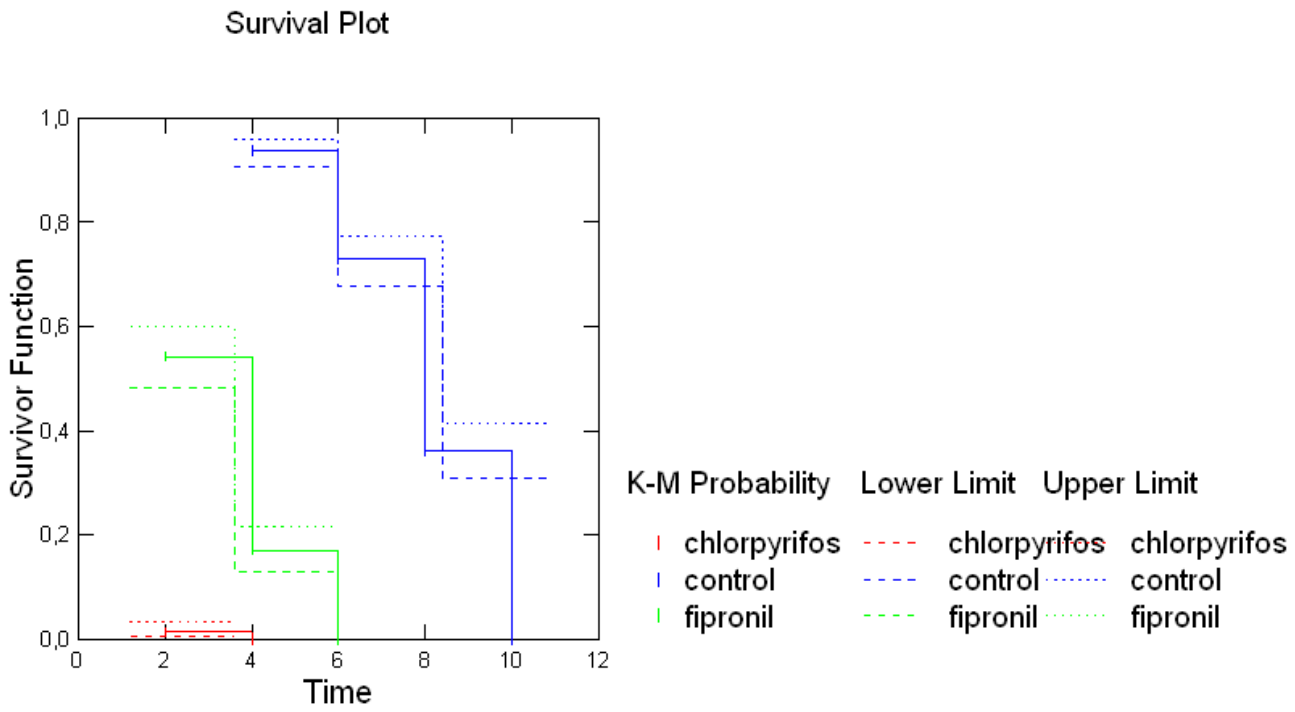
Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval

					Lower	Upper
280,000	128,000	2,000	0,543	0,030	0,483	0,599
152,000	104,000	4,000	0,171	0,023	0,130	0,218
48,000	48,000	6,000	0,000			

Group size : 280,000
Number Failing : 280,000
Product Limit Likelihood : -287,847

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,429	3,255	3,602

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	4,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000



Log-Rank Test, Stratification on TRAT$, Strata Range 1 to 3		
Method	Chi-Square Statistic with 2 df	p-Value
Mantel	876,826	0,000
Breslow-Gehan	768,311	0,000
Tarone-Ware	824,937	0,000

Colony 7

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on TRAT$
The following results are for TRAT$ = chlorpyrifos.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
300,000	300,000	2,000	0,000			

Group size : 300,000
Number Failing : 300,000
Product Limit Likelihood : 0,000

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,000	0,000	0,000

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for TRAT$ = control.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
340,000	40,000	4,000	0,882	0,017	0,843	0,912
300,000	72,000	6,000	0,671	0,025	0,618	0,718
228,000	136,000	8,000	0,271	0,024	0,225	0,319
92,000	92,000	10,000	0,000			

Group size : 340,000
Number Failing : 340,000
Product Limit Likelihood : -442,241

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,647	7,443	7,851

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	8,000	.
0,500	8,000	8,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for TRAT$ = fipronil.

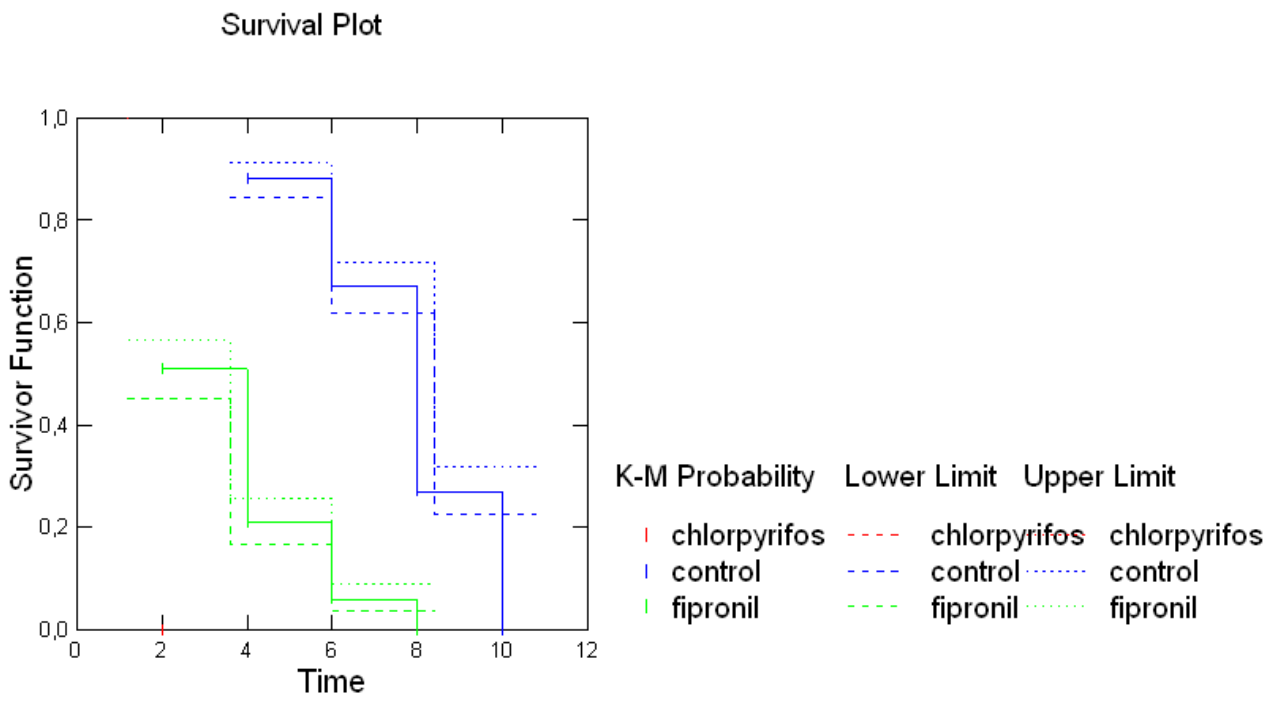
Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
300,000	147,000	2,000	0,510	0,029	0,452	0,565
153,000	90,000	4,000	0,210	0,024	0,166	0,258
63,000	45,000	6,000	0,060	0,014	0,037	0,091
18,000	18,000	8,000	0,000			

Group size : 300,000
Number Failing : 300,000
Product Limit Likelihood : -349,232

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,560	3,353	3,767

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	6,000
0,500	4,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000



Log-Rank Test, Stratification on TRAT$, Strata Range 1 to 3		
Method	Chi-Square Statistic with 2 df	p-Value
Mantel	820,392	0,000
Breslow-Gehan	766,532	0,000
Tarone-Ware	800,654	0,000

Colony 8

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on TRAT$
The following results are for TRAT$ = chlorpyrifos.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	320,000	2,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : 0,000

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,000	0,000	0,000

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for TRAT$ = control.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
339,000	98,000	4,000	0,711	0,025	0,659	0,756
241,000	100,000	6,000	0,416	0,027	0,363	0,468
141,000	98,000	8,000	0,127	0,018	0,094	0,165
43,000	43,000	10,000	0,000			

Group size : 339,000
Number Failing : 339,000
Product Limit Likelihood : -454,112

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
6,507	6,292	6,723

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	8,000	8,000	8,000
0,500	6,000	6,000	6,000
0,750	4,000	4,000	6,000

The following results are for TRAT$ = fipronil.

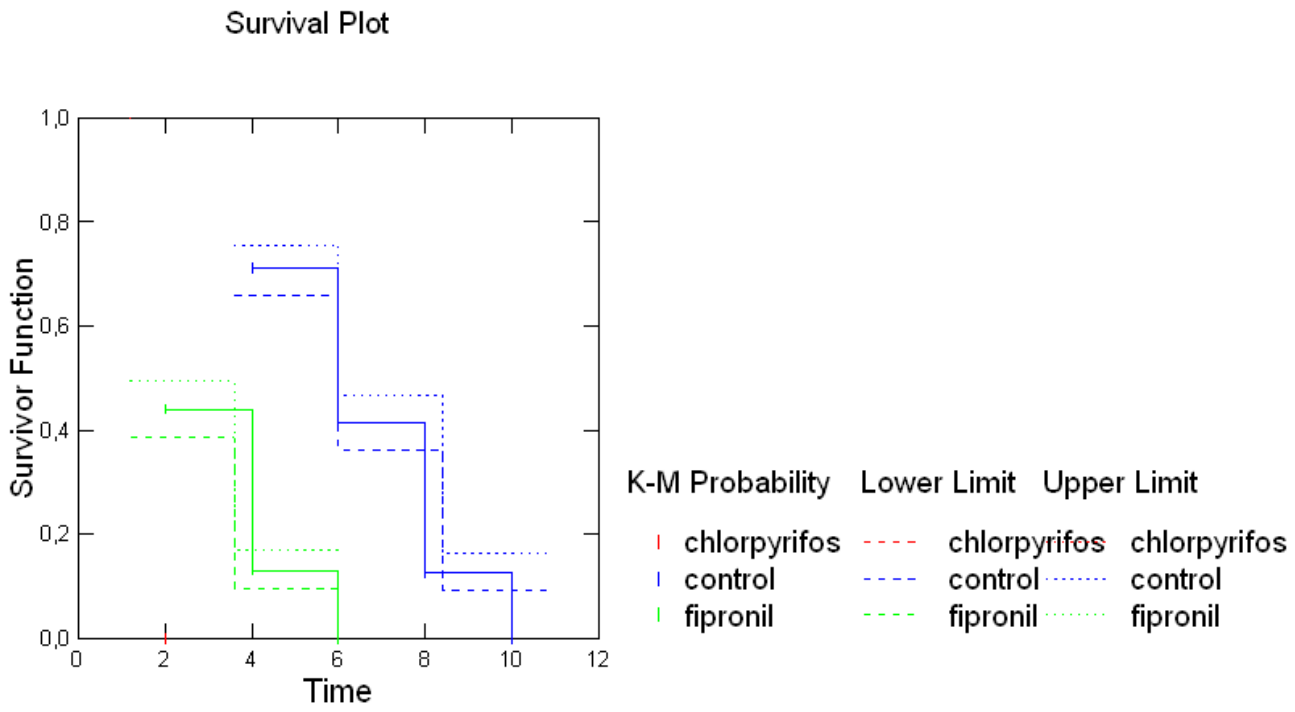
Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval

					Lower	Upper
320,000	179,000	2,000	0,441	0,028	0,386	0,494
141,000	99,000	4,000	0,131	0,019	0,097	0,171
42,000	42,000	6,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -305,422

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,144	2,987	3,300

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000



Log-Rank Test, Stratification on TRAT$, Strata Range 1 to 3		
Method	Chi-Square Statistic with 2 df	p-Value
Mantel	776,583	0,000
Breslow-Gehan	749,982	0,000
Tarone-Ware	770,755	0,000

Colony 9

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on TRAT$
The following results are for TRAT$ = chlorpyrifos.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
320,000	285,000	2,000	0,109	0,017	0,078	0,146
35,000	35,000	4,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -110,466

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,219	2,150	2,287

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for TRAT$ = control.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
341,000	61,000	4,000	0,821	0,021	0,776	0,858
280,000	88,000	6,000	0,563	0,027	0,509	0,614
192,000	65,000	8,000	0,372	0,026	0,321	0,424
127,000	127,000	10,000	0,000			

Group size : 341,000
Number Failing : 341,000
Product Limit Likelihood : -457,356

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,513	7,272	7,754

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	8,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for TRAT$ = fipronil.

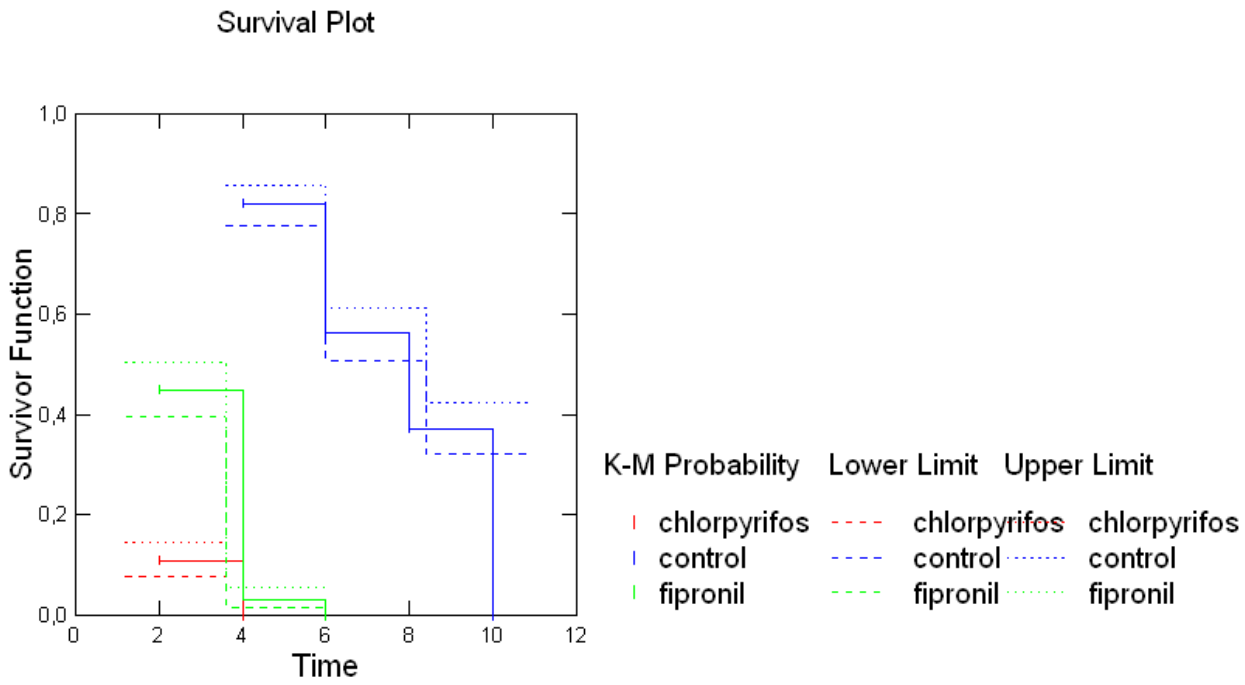
Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval

					Lower	Upper
320,000	176,000	2,000	0,450	0,028	0,395	0,504
144,000	134,000	4,000	0,031	0,010	0,016	0,055
10,000	10,000	6,000	0,000			

Group size : 320,000
Number Failing : 320,000
Product Limit Likelihood : -256,521

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,962	2,840	3,085

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	2,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000



Log-Rank Test, Stratification on TRAT$, Strata Range 1 to 3		
Method	Chi-Square Statistic with 2 df	p-Value
Mantel	822,613	0,000
Breslow-Gehan	745,239	0,000
Tarone-Ware	791,449	0,000

Colony 10

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on TRAT$
The following results are for TRAT$ = chlorpyrifos.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
325,000	311,000	2,000	0,043	0,011	0,025	0,069
14,000	14,000	4,000	0,000			

Group size : 325,000
Number Failing : 325,000
Product Limit Likelihood : -57,721

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,086	2,042	2,130

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for TRAT$ = control.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
275,000	40,000	4,000	0,855	0,021	0,807	0,891
235,000	63,000	6,000	0,625	0,029	0,565	0,680
172,000	56,000	8,000	0,422	0,030	0,363	0,479
116,000	116,000	10,000	0,000			

Group size : 275,000
Number Failing : 275,000
Product Limit Likelihood : -359,203

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,804	7,542	8,066

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	8,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for TRAT$ = fipronil.

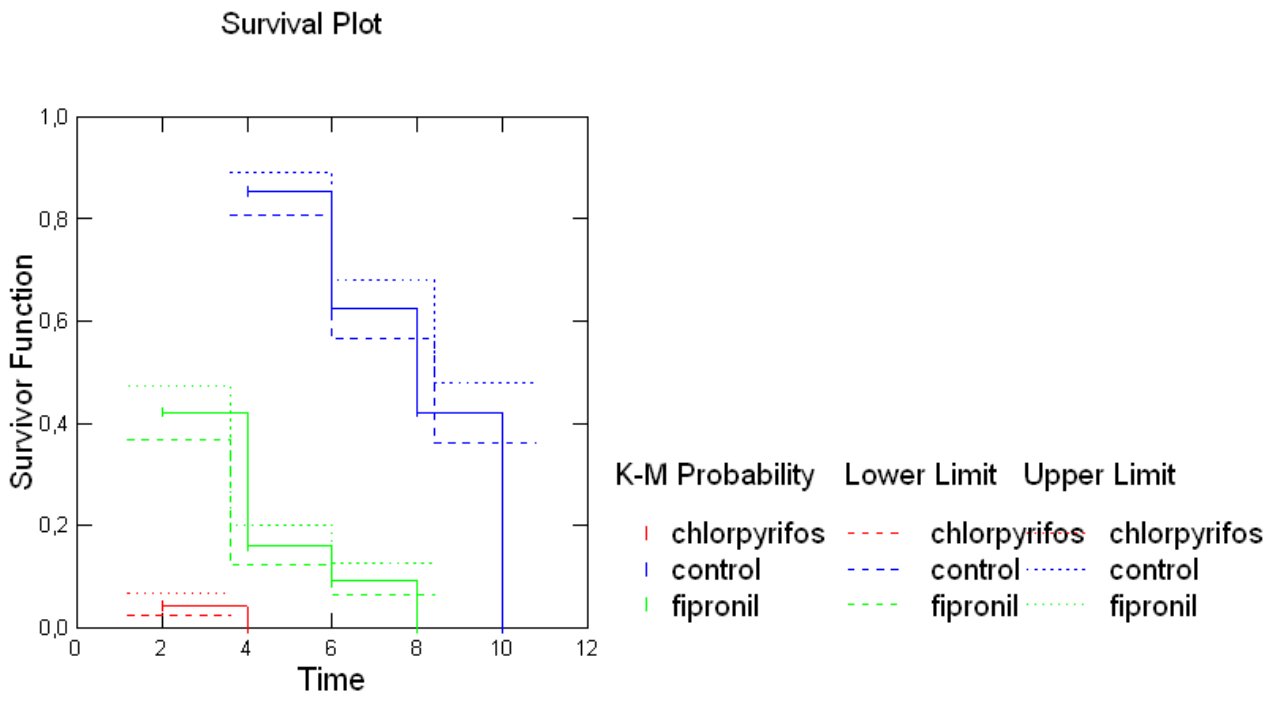
Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval

					Lower	Upper
325,000	188,000	2,000	0,422	0,027	0,367	0,475
137,000	85,000	4,000	0,160	0,020	0,123	0,202
52,000	22,000	6,000	0,092	0,016	0,064	0,127
30,000	30,000	8,000	0,000			

Group size : 325,000
Number Failing : 325,000
Product Limit Likelihood : -347,628

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,348	3,140	3,555

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000



Log-Rank Test, Stratification on TRAT$, Strata Range 1 to 3		
Method	Chi-Square Statistic with 2 df	p-Value
Mantel	706,090	0,000
Breslow-Gehan	667,432	0,000
Tarone-Ware	699,215	0,000

All Colonies: comparison between treatments

▼Survival Analysis:Life Table

Nonparametric Estimation
Table of Kaplan-Meier Probabilities

With stratification on TRAT$
The following results are for TRAT$ = chlorpyrifos.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
3.060,000	2.954,000	2,000	0,035	0,003	0,029	0,042
106,000	106,000	4,000	0,000			

Group size : 3.060,000
Number Failing : 3.060,000
Product Limit Likelihood : -460,592

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
2,069	2,056	2,082

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	2,000	2,000	2,000
0,500	2,000	2,000	2,000
0,750	2,000	2,000	2,000

The following results are for TRAT$ = control.

Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval	
					Lower	Upper
3.185,000	515,000	4,000	0,838	0,007	0,825	0,851
2.670,000	941,000	6,000	0,543	0,009	0,525	0,560
1.729,000	733,000	8,000	0,313	0,008	0,297	0,329
996,000	996,000	10,000	0,000			

Group size : 3.185,000
Number Failing : 3.185,000
Product Limit Likelihood : -4.320,312

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
7,388	7,313	7,463

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	10,000	.	.
0,500	8,000	8,000	8,000
0,750	6,000	6,000	6,000

The following results are for TRAT$ = fipronil.

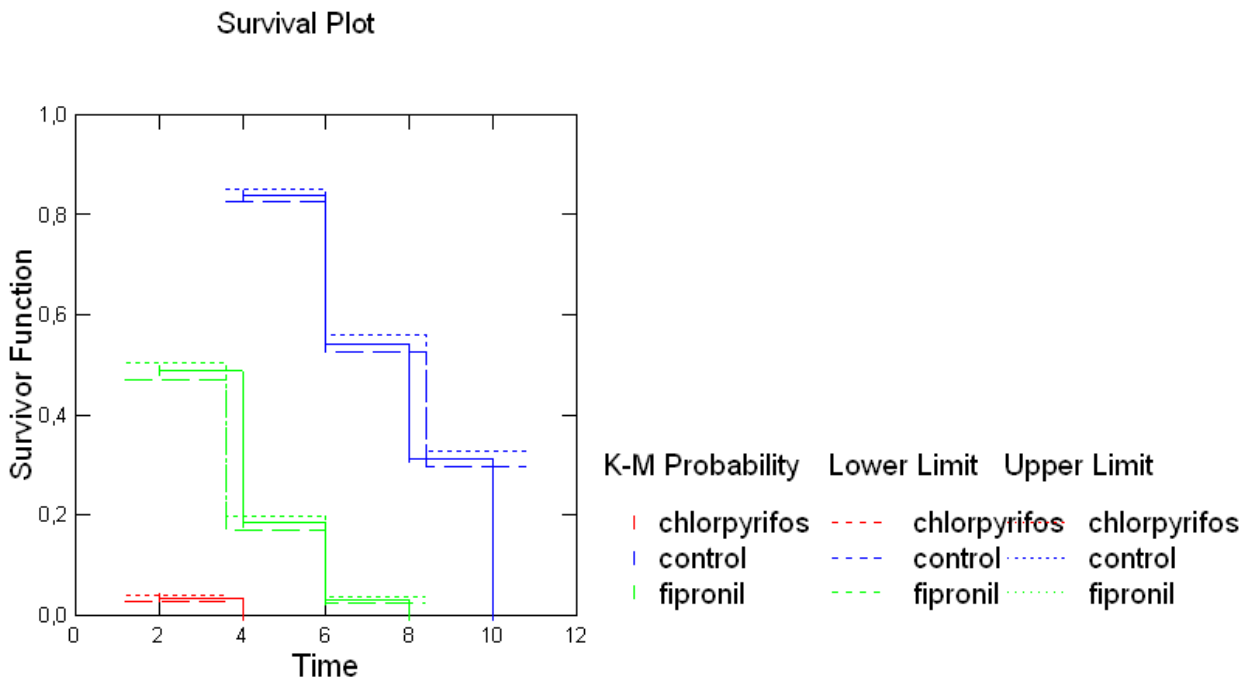
Number at Risk	Number Failing	Time	K-M Probability	Standard Error	95,0% Confidence Interval

					Lower	Upper
3.060,000	1.566,000	2,000	0,488	0,009	0,470	0,506
1.494,000	928,000	4,000	0,185	0,007	0,171	0,199
566,000	469,000	6,000	0,032	0,003	0,026	0,038
97,000	97,000	8,000	0,000			

Group size : 3.060,000
Number Failing : 3.060,000
Product Limit Likelihood : -3.370,713

Mean Survival Time		
Mean Survival Time	95,0% Confidence Interval	
	Lower	Upper
3,410	3,350	3,469

Survival Quantiles			
Probability	Survival Time	95,0% Confidence Interval	
		Lower	Upper
0,250	4,000	4,000	4,000
0,500	2,000	2,000	4,000
0,750	2,000	2,000	2,000



Log-Rank Test, Stratification on TRAT$, Strata Range 1 to 3		
Method	Chi-Square Statistic with 2 df	p-Value
Mantel	7.590,449	0,000
Breslow-Gehan	7.114,020	0,000
Tarone-Ware	7.433,672	0,000

Escala Hormigas – *Eibesfeldtphora trilobata*

Parasitismo Natural

```
DESCRIPTIVE STATISTICS

                 CONTROL    FIPRONIL
N                      9          10
MEAN              5.4433      1.7180
SD                4.2361      1.2649
MINIMUM           0.5700      0.5500
1ST QUARTI        2.0000      0.6975
MEDIAN            2.9400      1.4500
3RD QUARTI        10.445      2.5000
MAXIMUM           11.020      4.6900


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR CONTROL VS FIPRONIL

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
CONTROL      117.00      9      72.000      13.0
FIPRONIL     73.000     10      18.000       7.3
TOTAL        190.00     19

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0147

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.164
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0305

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         3
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 19    MISSING CASES 1
```

Supervivencia Pupal

```
DESCRIPTIVE STATISTICS

                 CONTROL    FIPRONIL
N                      9          10
MEAN              0.6789      0.3685
SD                0.2639      0.3984
MINIMUM           0.1800      0.0000
1ST QUARTI        0.5050      0.0000
MEDIAN            0.7100      0.2000
3RD QUARTI        0.9200      0.7450
MAXIMUM           1.0000      1.0000


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR CONTROL VS FIPRONIL

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
CONTROL      112.50      9      67.500      12.5
FIPRONIL     77.500     10      22.500       7.8
TOTAL        190.00     19

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS or MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (ONE-TAILED P-VALUE)       0.0369

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.796
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0724

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED         9
```

```
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 19    MISSING CASES 1
```

Tiempos de desarrollo y tamaños

```
DESCRIPTIVE STATISTICS

                    TLSHC       TLSHF       TPSHC       TPSHF       TTSHC
N                     158          52         112          12         112
MEAN               9.7532      9.7308      21.714      26.500      31.438
SD                 0.6647      0.7950      1.2551      2.1532      1.5756
MINIMUM            9.0000      9.0000      16.000      22.000      25.000
1ST QUARTI         9.0000      9.0000      21.000      25.000      31.000
MEDIAN             10.000      10.000      22.000      27.000      31.500
3RD QUARTI         10.000      10.000      23.000      28.000      32.000
MAXIMUM            11.000      11.000      23.000      29.000      34.000

                    TTSHF       VASHC       VASHF       SPSHC       SPSHF
N                      12         112          12         158          52
MEAN               36.333      3.1875      0.5417      2.0362      2.1600
SD                 2.1034      0.6782      0.1443      0.1922      0.1803
MINIMUM            33.000      2.0000      0.5000      1.6200      1.8600
1ST QUARTI         34.250      3.0000      0.5000      1.9200      2.0700
MEDIAN             37.000      3.0000      0.5000      2.0250      2.1600
3RD QUARTI         38.000      3.7500      0.5000      2.1600      2.2800
MAXIMUM            39.000      5.0000      1.0000      2.6100      2.5200

                    SASHC       SASHF
N                     112          11
MEAN               0.5362      0.5564
SD                 0.0628      0.0472
MINIMUM            0.4200      0.4800
1ST QUARTI         0.5100      0.5400
MEDIAN             0.5400      0.5400
3RD QUARTI         0.5700      0.5700
MAXIMUM            0.6900      0.6600
```

TLSH: Tiempo larval sobre Hormigas
TPSH: Tiempo pupal sobre Hormigas
TTSH: Tiempo total sobre Hormigas
VASH: Longevidad adulta sobre Hormigas
SPSH: Tamaño pupas sobre Hormigas
SASH: Tamaño adultos sobre Hormigas
C: Control
F: Fipronil

Comparación entre tratamientos
Tiempo Larval

```
RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TLSHC VS TLSHF

                          SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TLSHC         16836    158      4274.5     106.6
TLSHF        5319.5     52      3941.5     102.3
TOTAL         22155    210

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.437
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.6623

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       210
```

```
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 210    MISSING CASES 106
```

Tiempo Pupal

```
RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TPSHC VS TPSHF

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TPSHC        6375.5    112      47.500      56.9
TPSHF        1374.5     12      1296.5     114.5
TOTAL        7750.0    124

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     5.274
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       122
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 124    MISSING CASES 192
```

Tiempo Total

```
RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TTSHC VS TTSHF

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TTSHC        6364.0    112      36.000      56.8
TTSHF        1386.0     12      1308.0     115.5
TOTAL        7750.0    124

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     5.371
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       121
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 124    MISSING CASES 192
```

Longevidad de Adultos

```
RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VASHC VS VASHF

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VASHC        7672.0    112      1344.0      68.5
VASHF        78.000     12      0.0000       6.5
TOTAL        7750.0    124

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     5.675
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       123
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 124    MISSING CASES 192
```

Tamaño de pupas

```
RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPSHC VS SPSHF

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SPSHC         15136    158      2574.5      95.8
SPSHF        7019.5     52      5641.5     135.0
TOTAL         22155    210

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     4.033
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0001

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       205
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 210    MISSING CASES 106
```

Tamaño de adultos

```
RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SASHC VS SASHF

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SASHC        6794.0    112      466.00      60.7
SASHF        832.00     11      766.00      75.6
TOTAL        7626.0    123

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.325
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1852

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       122
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 123    MISSING CASES 193
```

Escala Pupas

Ensayo Plaguicida sobre Pupas

```
DESCRIPTIVE STATISTICS

                   TLSPC       TLSPF       TLSPG       TPSPC       TPSPF
N                     50          50          50          42          29
MEAN              7.0000      10.100      4.7400      20.762      18.414
SD                3.9123      4.3106      1.1572      2.1505      3.5508
MINIMUM           3.0000      3.0000      3.0000      16.000      12.000
1ST QUARTI        3.0000      7.0000      4.0000      19.000      15.500
MEDIAN            6.0000      10.000      5.0000      21.000      20.000
3RD QUARTI        10.000      13.000      6.0000      22.000      21.000
MAXIMUM           18.000      18.000      6.0000      27.000      27.000

                   TPSPG       TTSPC       TTSPF       TTSPG       VASPC
N                     27          42          29          27          42
MEAN              18.741      27.548      28.862      23.667      3.2143
SD                3.2177      4.4129      3.4613      2.0755      0.5196
MINIMUM           16.000      22.000      23.000      22.000      2.0000
1ST QUARTI        17.000      24.750      27.000      22.000      3.0000
MEDIAN            17.000      26.000      29.000      23.000      3.0000
3RD QUARTI        24.000      30.250      31.500      27.000      4.0000
MAXIMUM           24.000      42.000      37.000      27.000      4.0000

                   VASPF       VASPG       SPSPC       SPSPF       SPSPG
N                     29          27          42          50          43
```

MEAN	0.7586	0.6667	2.3800	2.2080	2.2228
SD	0.4355	0.2402	0.2251	0.2850	0.2355
MINIMUM	0.5000	0.5000	1.9200	1.5000	1.7400
1ST QUARTI	0.5000	0.5000	2.1900	2.0700	2.0700
MEDIAN	0.5000	0.5000	2.4150	2.1900	2.1900
3RD QUARTI	1.2500	1.0000	2.4975	2.4000	2.4000
MAXIMUM	1.5000	1.0000	2.9700	2.7600	2.9400

	SASPC	SASPF	SASPG
N	42	29	26
MEAN	0.6443	0.6155	0.6496
SD	0.0733	0.0582	0.0594
MINIMUM	0.5100	0.5100	0.5400
1ST QUARTI	0.5700	0.5850	0.6000
MEDIAN	0.6300	0.6000	0.6600
3RD QUARTI	0.6900	0.6300	0.6675
MAXIMUM	0.8100	0.8100	0.8100

TLSP: Tiempo larval sobre Pupas
TPSP: Tiempo pupal sobre Pupas
TTSP: Tiempo total sobre Pupas
VASP: Longevidad adulta sobre Pupas
SPSP: Tamaño pupas sobre Pupas
SASP: Tamaño adultos sobre Pupas
C: Control
F: Fipronil

Comparación entre tratamientos
Tiempo Larval

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
TLSPC	72.1	50
TLSPF	102.0	50
TLSPG	52.5	50
TOTAL	75.5	150

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 33.6150
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	62153.1	31076.6	21.41	0.0000
WITHIN	147	213343	1451.32		
TOTAL	149	275497			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 150
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 150 MISSING CASES 0

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TLSPC VS TLSPF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TLSPC	2027.5	50	752.50	40.6
TLSPF	3022.5	50	1747.5	60.5
TOTAL	5050.0	100		

```
NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     3.426
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0006

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       100
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 100    MISSING CASES 0     Alpha corrected by Bonferroni: 0,016


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TLSPC VS TLSPG

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TLSPC        2852.0     50      1577.0      57.0
TLSPG        2198.0     50      923.00      44.0
TOTAL        5050.0    100

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.251
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0244

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        97
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 100    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TLSPG VS TLSPF

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TLSPG        1699.5     50      424.50      34.0
TLSPF        3350.5     50      2075.5      67.0
TOTAL        5050.0    100

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     5.687
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        99
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 100    MISSING CASES 0
```

Tiempo Pupal

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
TPSPC        61.3      42
TPSPF        40.8      29
TPSPG        40.5      27
TOTAL        49.5      98

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      12.8591
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION       0.0016

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     10251.7    5125.87    7.26  0.0013
WITHIN    95     67080.3    706.108
```

```
TOTAL     97     77332.0

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED   96
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 98    MISSING CASES 52


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TPSPC VS TPSPF

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TPSPC        1748.0     42      845.00      41.6
TPSPF        808.00     29      373.00      27.9
TOTAL        2556.0     71

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.755
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0059

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        69
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 71    MISSING CASES 29


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TPSPC VS TPSPG

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TPSPC        1730.0     42      827.00      41.2
TPSPG        685.00     27      307.00      25.4
TOTAL        2415.0     69

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     3.191
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0014

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        67
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 69    MISSING CASES 31



RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TPSPG VS TPSPF

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TPSPG        786.50     27      408.50      29.1
TPSPF        809.50     29      374.50      27.9
TOTAL        1596.0     56

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.271
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.7867

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        53
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 56    MISSING CASES 44
```

Tiempo Total

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
```

VARIABLE	RANK	SIZE
TTSPC	53.5	42
TTSPF	66.1	29
TTSPG	25.5	27
TOTAL	49.5	98

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 30.3253
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	24247.2	12123.6	21.60	0.0000
WITHIN	95	53311.3	561.171		
TOTAL	97	77558.5			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 95
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 98 MISSING CASES 52

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TTSPC VS TTSPF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TTSPC	1351.0	42	448.00	32.2
TTSPF	1205.0	29	770.00	41.6
TOTAL	2556.0	71		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 1.877
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0605

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 68
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 71 MISSING CASES 29

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TTSPC VS TTSPG

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TTSPC	1797.5	42	894.50	42.8
TTSPG	617.50	27	239.50	22.9
TOTAL	2415.0	69		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 4.021
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0001

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 65
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 69 MISSING CASES 31

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TTSPG VS TTSPF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TTSPG	448.50	27	70.500	16.6
TTSPF	1147.5	29	712.50	39.6
TOTAL	1596.0	56		

```
NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     5.255
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        53
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 56    MISSING CASES 44
```

Longevidad de Adultos

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
VASPC        77.5      42
VASPF        28.8      29
VASPG        28.2      27
TOTAL        49.5      98

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      78.4756
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION       0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     57629.8    28814.9  201.23  0.0000
WITHIN    95     13603.7    143.197
TOTAL     97     71233.5

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED   98
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 98    MISSING CASES 52


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VASPC VS VASPF

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VASPC        2121.0     42      1218.0      50.5
VASPF        435.00     29      0.0000      15.0
TOTAL        2556.0     71

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     7.118
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        70
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 71    MISSING CASES 29


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VASPC VS VASPG

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VASPC        2037.0     42      1134.0      48.5
VASPG        378.00     27      0.0000      14.0
TOTAL        2415.0     69

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     6.965
```

```
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        69
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 69    MISSING CASES 31


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VASPG VS VASPF

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VASPG        760.50     27      382.50      28.2
VASPF        835.50     29      400.50      28.8
TOTAL        1596.0     56

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.139
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.8892

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        56
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 56    MISSING CASES 44
```

Tamaño de pupas

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
SPSPC        77.1      50
SPSPF        69.5      50
SPSPG        69.0      43
TOTAL        72.0     143

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      1.1618
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.5594

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     1989.33    994.665    0.58  0.5681
WITHIN   140      241161    1722.58
TOTAL    142      243151

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED  138
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 143    MISSING CASES 7
```

Tamaño de adultos

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
SASPC        48.3      42
SASPF        41.6      29
SASPG        58.3      26
TOTAL        49.0      97

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      5.0186
```

```
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0813

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     3883.75    1941.87    2.59  0.0783
WITHIN    94     70407.3    749.013
TOTAL     96     74291.0

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED   97
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 97    MISSING CASES 53
```

Supervivencia Pupal

```
DESCRIPTIVE STATISTICS

                    SPSPC       SPSPF       SPSPG
N                      12          12          12
MEAN               0.8883      0.4383      0.4075
SD                 0.1938      0.3802      0.3849
MINIMUM            0.5000      0.0000      0.0000
1ST QUARTI         0.8050      0.0000      0.0000
MEDIAN             1.0000      0.5000      0.3850
3RD QUARTI         1.0000      0.7575      0.7775
MAXIMUM            1.0000      1.0000      1.0000
```

SPSH: supervivencia pupal sobre pupas
C: Control
F: Fipronil
G: Chlorpyrifos

```
KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
SPSHC        26.8      12
SPSHF        15.0      12
SPSHG        13.8      12
TOTAL        18.5      36

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      11.7568
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION      0.0028

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2     1233.29    616.646    8.35  0.0012
WITHIN    33     2438.21    73.8851
TOTAL     35     3671.50

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED   29
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 36    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPSHC VS SPSHF

                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SPSHC        198.00     12      120.00      16.5
```

```
SPSHF        102.00     12      24.000       8.5
TOTAL        300.00     24

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.742
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0061

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        19
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001


CASES INCLUDED 24    MISSING CASES 0   Adjusted Alpha: 0,016


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPSHC VS SPSHG

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SPSHC        201.00     12      123.00      16.8
SPSHG        99.000     12      21.000       8.3
TOTAL        300.00     24

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.916
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0035

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        18
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 24    MISSING CASES 0


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPSHG VS SPSHF

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SPSHG        144.50     12      66.500      12.0
SPSHF        155.50     12      77.500      13.0
TOTAL        300.00     24

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.289
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.7728

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        19
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 24    MISSING CASES 0

MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001
```

Capítulo 4

Tiempos de desarrollo y Tamaños Fóridos Atta - DESCRIPTIVE STATISTICS

```
                     TLAC        TLMB        TLMG        TLNF        TPAC
N                     147          68          14         231         128
MEAN               10.048      13.676      8.6429      12.948      11.531
SD                 2.2032      3.3073      1.4469      3.1577      2.7030
MINIMUM            7.0000      8.0000      8.0000      8.0000      6.0000
1ST QUARTI         8.0000      11.000      8.0000      11.000      10.000
MEDIAN             10.000      13.000      8.0000      12.000      11.500
3RD QUARTI         11.000      16.000      8.5000      14.000      13.000
MAXIMUM            17.000      22.000      13.000      22.000      24.000

                     TPMB        TPMG        TPNF        TTAC        TTMB
```

N	53	14	173	128	53
MEAN	14.321	12.714	17.272	21.531	27.868
SD	4.3535	0.9945	5.6188	3.3437	4.6947
MINIMUM	6.0000	11.000	2.0000	16.000	19.000
1ST QUARTI	11.000	12.000	13.000	19.000	24.500
MEDIAN	14.000	13.000	18.000	21.000	28.000
3RD QUARTI	17.000	13.250	22.000	22.000	31.000
MAXIMUM	26.000	14.000	34.000	39.000	37.000

	TTMG	TTNF	VAAC	VAMB	VAMG
N	14	173	126	53	14
MEAN	21.357	30.387	2.7937	3.7925	2.0714
SD	1.7805	5.2413	1.1476	1.9647	0.7300
MINIMUM	19.000	19.000	0.0000	0.0000	1.0000
1ST QUARTI	20.000	27.000	2.0000	3.0000	1.7500
MEDIAN	21.000	31.000	3.0000	4.0000	2.0000
3RD QUARTI	22.000	34.000	3.0000	4.5000	3.0000
MAXIMUM	26.000	45.000	7.0000	8.0000	3.0000

	VANF	LHAC	LHMB	LHMG	LHNF
N	172	67	25	4	83
MEAN	6.1279	9.8955	13.800	9.7500	13.265
SD	5.0444	2.3940	3.3912	2.3629	3.4183
MINIMUM	0.0000	7.0000	9.0000	8.0000	8.0000
1ST QUARTI	2.0000	8.0000	11.000	8.0000	11.000
MEDIAN	4.0000	9.0000	13.000	9.0000	12.000
3RD QUARTI	9.0000	11.000	17.000	12.250	17.000
MAXIMUM	21.000	17.000	22.000	13.000	22.000

	LMAC	LMMB	LMMG	LMNF	PHAC
N	58	28	5	88	64
MEAN	10.259	13.857	8.0000	13.091	11.781
SD	2.0396	3.3190	0.0000	3.2682	2.7858
MINIMUM	8.0000	8.0000	8.0000	8.0000	6.0000
1ST QUARTI	8.0000	11.000	8.0000	11.000	10.000
MEDIAN	10.000	15.000	8.0000	11.500	12.000
3RD QUARTI	11.000	16.000	8.0000	16.000	13.000
MAXIMUM	16.000	18.000	8.0000	21.000	24.000

	PHMB	PHMG	PHNF	PMAC	PMMB
N	25	4	83	56	28
MEAN	14.440	13.500	17.349	11.357	14.214
SD	4.0731	0.5774	5.7029	2.7064	4.6616
MINIMUM	6.0000	13.000	4.0000	6.0000	7.0000
1ST QUARTI	11.500	13.000	13.000	10.000	11.000
MEDIAN	15.000	13.500	17.000	11.000	14.000
3RD QUARTI	17.000	14.000	21.000	13.000	16.750
MAXIMUM	23.000	14.000	34.000	21.000	26.000

	PMMG	PMNF	THAC	THMB	THMG
N	5	88	64	25	4
MEAN	13.000	17.307	21.641	28.240	23.250
SD	0.7071	5.5881	3.3964	4.8672	1.8930
MINIMUM	12.000	2.0000	18.000	19.000	22.000
1ST QUARTI	12.500	13.000	19.000	24.500	22.000
MEDIAN	13.000	19.000	21.000	28.000	22.500
3RD QUARTI	13.500	22.000	22.000	32.000	25.250
MAXIMUM	14.000	27.000	39.000	36.000	26.000

	THNF	TMAC	TMMB	TMMG	TMNF
N	83	56	28	5	88
MEAN	30.614	21.536	27.536	21.000	30.398
SD	5.1604	3.5057	4.5986	0.7071	5.1874
MINIMUM	19.000	16.000	19.000	20.000	19.000
1ST QUARTI	26.000	19.000	24.250	20.500	27.000
MEDIAN	31.000	21.000	28.000	21.000	31.000
3RD QUARTI	35.000	22.000	30.750	21.500	34.000
MAXIMUM	45.000	37.000	37.000	22.000	44.000

	VAHAC	VAHMB	VAHMG	VAHNF	VAMAC
N	36	25	4	81	56
MEAN	3.3889	4.2400	2.2500	7.4815	2.6250
SD	1.2485	2.3502	0.9574	5.9015	1.2145
MINIMUM	2.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
1ST QUARTI	3.0000	3.0000	1.2500	2.5000	2.0000
MEDIAN	3.0000	4.0000	2.5000	5.0000	2.0000
3RD QUARTI	4.0000	6.5000	3.0000	11.500	3.0000
MAXIMUM	7.0000	8.0000	3.0000	23.000	7.0000

	VAMMB	VAMMG	VAMNF
N	29	5	87
MEAN	3.8276	2.0000	6.0000
SD	3.4751	0.7071	4.8128
MINIMUM	0.0000	1.0000	0.0000
1ST QUARTI	2.5000	1.5000	2.0000
MEDIAN	4.0000	2.0000	4.0000
3RD QUARTI	4.0000	2.5000	9.0000
MAXIMUM	20.000	3.0000	21.000

T: Tiempo
L: Larval
P: Pupal
T: Total
VA: Vida adulta
H: Hembra
M: Macho
AS: *Apocephalus setitarsus*
NF: *Eibesfeldtphora trilobata*
MB: *Myrmosicarius brandaoi*
MG: *M. gonzalezae*

Tiempos de Desarrollo

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
TLAC	143.8	147
TLMB	296.6	68
TLMG	75.9	14
TLNF	275.6	231
TOTAL	230.5	460

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 128.5183
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	3	2205570	735190	59.11	0.0000
WITHIN	456	5671566	12437.6		
TOTAL	459	7877136			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 460
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 460 MISSING CASES 464

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TLAC VS TLMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK

```
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TLAC          12692    147      1813.5      86.3
TLMB          10528     68      8182.5     154.8
TOTAL         23220    215

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     7.506
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       214
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 215    MISSING CASES 247
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TLAC VS TLMG

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TLAC          12324    147      1446.0      83.8
TLMG         717.00     14      612.00      51.2
TOTAL         13041    161

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.499
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0125

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       159
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 161    MISSING CASES 301
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TLAC VS TLNF

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TLAC          17881    147      7002.5     121.6
TLNF          53751    231       26955     232.7
TOTAL         71631    378

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     9.633
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       377
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 378    MISSING CASES 84
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TLMB VS TLMG

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TLMB         3228.0     68      882.00      47.5
TLMG         175.00     14      70.000      12.5
TOTAL        3403.0     82

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     4.997
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        79
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 82    MISSING CASES 380
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TLMB VS TLNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TLMB	11101	68	8755.0	163.3
TLNF	33749	231	6953.0	146.1
TOTAL	44850	299		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 1.437
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.1507

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 299
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 299 MISSING CASES 163

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TLMG VS TLNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TLMG	381.00	14	276.00	27.2
TLNF	29754	231	2958.0	128.8
TOTAL	30135	245		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 5.206
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 244
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 245 MISSING CASES 217

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
TPAC	115.7	128
TPMB	185.6	53
TPMG	155.4	14
TPNF	237.4	173
TOTAL	184.5	368

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 98.0386
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	3	1101230	367077	44.23	0.0000
WITHIN	364	3021141	8299.84		
TOTAL	367	4122371			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 365
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001
CASES INCLUDED 368 MISSING CASES 556

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TPAC VS TPMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK

TPAC	10190	128	1933.5	79.6
TPMB	6281.5	53	4850.5	118.5
TOTAL	16471	181		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 4.545
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 177
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 181 MISSING CASES 281

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TPAC VS TPMG

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TPAC	8809.0	128	553.00	68.8
TPMG	1344.0	14	1239.0	96.0
TOTAL	10153	142		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 2.344
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0191

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 141
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 142 MISSING CASES 320

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TPAC VS TPNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TPAC	12328	128	4071.5	96.3
TPNF	33124	173	18073	191.5
TOTAL	45451	301		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 9.377
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 298
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 301 MISSING CASES 161

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TPMB VS TPMG

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TPMB	1902.5	53	471.50	35.9
TPMG	375.50	14	270.50	26.8
TOTAL	2278.0	67		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 1.542
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.1230

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 61
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 67 MISSING CASES 395

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TPMB VS TPNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TPMB	4516.0	53	3085.0	85.2
TPNF	21135	173	6084.0	122.2
TOTAL	25651	226		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 3.599
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0003

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 223
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 226 MISSING CASES 236

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TPMG VS TPNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TPMG	665.50	14	560.50	47.5
TPNF	16913	173	1861.5	97.8
TOTAL	17578	187		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 3.337
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0008

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 184
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 187 MISSING CASES 275

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
TTAC	91.2	128
TTMB	213.6	53
TTMG	91.3	14
TTNF	252.1	173
TOTAL	184.5	368

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 184.0445
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	3	2070837	690279	122.06	0.0000
WITHIN	364	2058583	5655.45		
TOTAL	367	4129421			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 364
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 368 MISSING CASES 556

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TTAC VS TTMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK

```
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TTAC         9102.5    128      846.50      71.1
TTMB         7368.5     53      5937.5     139.0
TOTAL         16471    181

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     7.934
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       179
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 181    MISSING CASES 281
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TTAC VS TTMG

```
                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TTAC         9091.0    128      835.00      71.0
TTMG         1062.0     14      957.00      75.9
TOTAL         10153    142

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.414
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.6789

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       135
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 142    MISSING CASES 320
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TTAC VS TTNF

```
                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TTAC         9998.0    128      1742.0      78.1
TTNF          35453    173       20402     204.9
TOTAL         45451    301

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION    12.497
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       297
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 301    MISSING CASES 161
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TTMB VS TTMG

```
                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TTMB         2094.5     53      663.50      39.5
TTMG         183.50     14      78.500      13.1
TOTAL        2278.0     67

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     4.503
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        66
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 67    MISSING CASES 395
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TTMB VS TTNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TTMB	4719.5	53	3288.5	89.0
TTNF	20932	173	5880.5	121.0
TOTAL	25651	226		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 3.111
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0019

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 222
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 226 MISSING CASES 236

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TTMG VS TTNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TTMG	242.50	14	137.50	17.3
TTNF	17336	173	2284.5	100.2
TOTAL	17578	187		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 5.508
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 184
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 187 MISSING CASES 275

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
VAAC	142.8	126
VAMB	196.9	53
VAMG	92.6	14
VANF	215.5	172
TOTAL	183.0	365

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 47.8203
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	3	510098	170033	18.20	0.0000
WITHIN	361	3372678	9342.60		
TOTAL	364	3882776			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 364
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 365 MISSING CASES 559

COMPARISONS OF MEAN RANKS

VARIABLE	MEAN RANK	HOMOGENEOUS GROUPS

```
---------  ----------  -----------
VANF          215.52    I
VAMB          196.91    I I
VAAC          142.80   .. I I
VAMG          92.643   .... I

THERE ARE 3 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL    0.008
CRITICAL Z VALUE    3.21
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAAC VS VAMB

```
                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VAAC          10102    126      2100.5      80.2
VAMB         6008.5     53      4577.5     113.4
TOTAL         16110    179

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     3.912
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0001

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       179
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 179    MISSING CASES 283
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAAC VS VAMG

```
                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VAAC         9214.5    126      1213.5      73.1
VAMG         655.50     14      550.50      46.8
TOTAL        9870.0    140

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.299
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0215

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       140
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 140    MISSING CASES 322
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAAC VS VANF

```
                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VAAC          14679    126      6677.5     116.5
VANF          29873    172       14995     173.7
TOTAL         44551    298

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     5.658
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       297
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 298    MISSING CASES 164
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAMB VS VAMG

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
VAMB	2028.0	53	597.00	38.3
VAMG	250.00	14	145.00	17.9
TOTAL	2278.0	67		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 3.478
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0005

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 66
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 67 MISSING CASES 395

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAMB VS VANF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
VAMB	5261.5	53	3830.5	99.3
VANF	20164	172	5285.5	117.2
TOTAL	25425	225		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 1.755
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0793

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 224
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 225 MISSING CASES 237

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAMG VS VANF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
VAMG	601.50	14	496.50	43.0
VANF	16790	172	1911.5	97.6
TOTAL	17391	186		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 3.650
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0003

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 185
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 186 MISSING CASES 276

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
LHAC	54.5	67
LHMB	115.6	25
LHNF	106.7	83
TOTAL	88.0	175

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 49.6121
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	123567	61783.4	34.30	0.0000
WITHIN	172	309807	1801.21		
TOTAL	174	433374			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 174
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 175 MISSING CASES 518

COMPARISONS OF MEAN RANKS

VARIABLE	MEAN RANK	HOMOGENEOUS GROUPS
LHMB	115.62	I
LHNF	106.75	I
LHAC	54.470	.. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL 0.015
CRITICAL Z VALUE 2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR LHAC VS LHMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
LHAC	2541.5	67	263.50	37.9
LHMB	1736.5	25	1411.5	69.5
TOTAL	4278.0	92		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 5.034
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 89
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 92 MISSING CASES 370

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR LHAC VS LHNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
LHAC	3386.0	67	1108.0	50.5
LHNF	7939.0	83	4453.0	95.7
TOTAL	11325	150		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 6.321
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 147
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 150 MISSING CASES 312

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR LHNF VS LHMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
LHNF	4407.0	83	921.00	53.1
LHMB	1479.0	25	1154.0	59.2
TOTAL	5886.0	108		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 0.845
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.3981

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 107
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 108 MISSING CASES 354

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
LMAC	53.7	58
LMMB	110.0	28
LMNF	102.6	88
TOTAL	87.5	174

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 40.6383
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	100357	50178.3	26.25	0.0000
WITHIN	171	326868	1911.51		
TOTAL	173	427225			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 173
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 174 MISSING CASES 519

COMPARISONS OF MEAN RANKS

VARIABLE	MEAN RANK	HOMOGENEOUS GROUPS
LMMB	109.98	I
LMNF	102.60	I
LMAC	53.733	.. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL 0.015
CRITICAL Z VALUE 2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR LMAC VS LMMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK

LMAC	2022.0	58	311.00	34.9
LMMB	1719.0	28	1313.0	61.4
TOTAL	3741.0	86		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 4.613
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 86
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 86 MISSING CASES 376

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR LMAC VS LMNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
LMAC	2805.5	58	1094.5	48.4
LMNF	7925.5	88	4009.5	90.1
TOTAL	10731	146		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 5.827
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 145
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 146 MISSING CASES 316

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR LMNF VS LMMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
LMNF	5019.5	88	1103.5	57.0
LMMB	1766.5	28	1360.5	63.1
TOTAL	6786.0	116		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 0.826
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.4089

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 115
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 116 MISSING CASES 346

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
PHAC	55.3	64
PHMB	86.9	25
PHNF	110.4	83
TOTAL	86.5	172

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 44.5354
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	109656	54828.2	29.76	0.0000
WITHIN	169	311385	1842.51		

```
TOTAL    171      421042

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED  166
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 172    MISSING CASES 521
```

COMPARISONS OF MEAN RANKS

```
               MEAN    HOMOGENEOUS
VARIABLE       RANK    GROUPS
---------  ----------  -----------
PHNF          110.42    I
PHMB          86.860    I I
PHAC          55.336   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL    0.015
CRITICAL Z VALUE    2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PHAC VS PHMB

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PHAC         2533.5     64      453.50      39.6
PHMB         1471.5     25      1146.5      58.9
TOTAL        4005.0     89

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     3.159
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0016

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        84
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 89    MISSING CASES 373
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PHAC VS PHNF

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PHAC         3088.0     64      1008.0      48.3
PHNF         7790.0     83      4304.0      93.9
TOTAL         10878    147

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     6.437
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       141
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 147    MISSING CASES 315
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PHNF VS PHMB

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PHNF         4861.0     83      1375.0      58.6
```

```
PHMB         1025.0     25      700.00      41.0
TOTAL        5886.0    108

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.455
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0141

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       103
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 108    MISSING CASES 354
```

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

```
             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
PMAC         52.1      56
PMMB         83.4      28
PMNF        109.4      88
TOTAL        86.5     172

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      45.7059
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION       0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2      112564    56281.8   30.82  0.0000
WITHIN   169      308572    1825.87
TOTAL    171      421136

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED  169
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 172    MISSING CASES 521
```

COMPARISONS OF MEAN RANKS

```
               MEAN    HOMOGENEOUS
VARIABLE       RANK    GROUPS
---------  ----------  -----------
PMNF          109.37    I
PMMB          83.429    I I
PMAC          52.098   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL    0.015
CRITICAL Z VALUE    2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PMAC VS PMMB

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PMAC         2044.5     56      448.50      36.5
PMMB         1525.5     28      1119.5      54.5
TOTAL        3570.0     84

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     3.179
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0015
```

```
TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        79
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 84    MISSING CASES 378
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PMAC VS PMNF

```
                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PMAC         2469.0     56      873.00      44.1
PMNF         7971.0     88      4055.0      90.6
TOTAL         10440    144

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     6.518
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       138
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 144    MISSING CASES 318
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PMNF VS PMMB

```
                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PMNF         5569.5     88      1653.5      63.3
PMMB         1216.5     28      810.50      43.4
TOTAL        6786.0    116

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.716
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0066

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       111
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 116    MISSING CASES 346
```

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

```
             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
THAC         41.2      64
THMB        100.4      25
THNF        117.2      83
TOTAL        86.5     172

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      86.8800
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION       0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2      214201     107101   87.27  0.0000
WITHIN   169      207397    1227.20
TOTAL    171      421598

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED  169
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 172    MISSING CASES 521
```

COMPARISONS OF MEAN RANKS

VARIABLE	MEAN RANK	HOMOGENEOUS GROUPS
THNF	117.21	I
THMB	100.40	I
THAC	41.242	.. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL 0.015
CRITICAL Z VALUE 2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR THAC VS THMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
THAC	2265.5	64	185.50	35.4
THMB	1739.5	25	1414.5	69.6
TOTAL	4005.0	89		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 5.605
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 86
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 89 MISSING CASES 373

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR THAC VS THNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
THAC	2454.0	64	374.00	38.3
THNF	8424.0	83	4938.0	101.5
TOTAL	10878	147		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 8.914
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 143
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 147 MISSING CASES 315

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR THNF VS THMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
THNF	4790.5	83	1304.5	57.7
THMB	1095.5	25	770.50	43.8
TOTAL	5886.0	108		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 1.941
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0522

```
TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       106
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 108    MISSING CASES 354
```

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

```
             MEAN    SAMPLE
VARIABLE     RANK     SIZE
---------   ------   ------
TMAC         39.6      56
TMMB         92.1      28
TMNF        114.5      88
TOTAL        86.5     172

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC                      78.3120
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION       0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    2      193248    96624.2   71.39  0.0000
WITHIN   169      228724    1353.39
TOTAL    171      421972

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED  168
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES    0.00001

CASES INCLUDED 172    MISSING CASES 521
```

COMPARISONS OF MEAN RANKS

```
               MEAN    HOMOGENEOUS
VARIABLE       RANK    GROUPS
---------  ----------  -----------
TMNF          114.55    I
TMMB          92.143    I
TMAC          39.607   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL    0.015
CRITICAL Z VALUE    2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TMAC VS TMMB

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TMAC         1819.0     56      223.00      32.5
TMMB         1751.0     28      1345.0      62.5
TOTAL        3570.0     84

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     5.318
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        81
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 84    MISSING CASES 378
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TMAC VS TMNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TMAC	1995.0	56	399.00	35.6
TMNF	8445.0	88	4529.0	96.0
TOTAL	10440	144		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 8.460
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 139
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 144 MISSING CASES 318

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TMNF VS TMMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TMNF	5551.0	88	1635.0	63.1
TMMB	1235.0	28	829.00	44.1
TOTAL	6786.0	116		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 2.597
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0094

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 111
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 116 MISSING CASES 346

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
VAHAC	53.8	36
VAHMB	66.1	25
VAHNF	81.0	81
TOTAL	71.5	142

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 11.6559
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0029

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	19288.9	9644.44	6.26	0.0027
WITHIN	139	214047	1539.90		
TOTAL	141	233336			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 138
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 142 MISSING CASES 551

COMPARISONS OF MEAN RANKS

MEAN HOMOGENEOUS

```
VARIABLE       RANK    GROUPS
---------  ----------  -----------
VAHNF         81.012    I
VAHMB         66.120    I I
VAHAC         53.833   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL    0.015
CRITICAL Z VALUE    2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAHAC VS VAHMB

```
                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VAHAC        1004.0     36      338.00      27.9
VAHMB        887.00     25      562.00      35.5
TOTAL        1891.0     61

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.635
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1020

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        60
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 61    MISSING CASES 401
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAHAC VS VAHNF

```
                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VAHAC        1600.0     36      934.00      44.4
VAHNF        5303.0     81      1982.0      65.5
TOTAL        6903.0    117

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     3.092
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0020

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       111
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 117    MISSING CASES 345
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAHNF VS VAHMB

```
                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VAHNF        4580.0     81      1259.0      56.5
VAHMB        1091.0     25      766.00      43.6
TOTAL        5671.0    106

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.831
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0671

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       102
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 106    MISSING CASES 356
```

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
VAMAC	63.3	56
VAMMB	88.8	29
VAMNF	100.7	87
TOTAL	86.5	172

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 19.9889
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	47808.0	23904.0	11.19	0.0000
WITHIN	169	361176	2137.14		
TOTAL	171	408984			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 169
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 172 MISSING CASES 521

COMPARISONS OF MEAN RANKS

VARIABLE	MEAN RANK	HOMOGENEOUS GROUPS
VAMNF	100.67	I
VAMMB	88.810	I I
VAMAC	63.286	.. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL 0.015
CRITICAL Z VALUE 2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAMAC VS VAMMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
VAMAC	2105.5	56	509.50	37.6
VAMMB	1549.5	29	1114.5	53.4
TOTAL	3655.0	85		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 2.799
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0051

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 83
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 85 MISSING CASES 377

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAMAC VS VAMNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK

```
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VAMAC        3034.5     56      1438.5      54.2
VAMNF        7261.5     87      3433.5      83.5
TOTAL         10296    143

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     4.123
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       141
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 143    MISSING CASES 319
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAMNF VS VAMMB

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VAMNF        5325.0     87      1497.0      61.2
VAMMB        1461.0     29      1026.0      50.4
TOTAL        6786.0    116

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.498
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1340

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       113
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 116    MISSING CASES 346
```

Apocephalus setitarsus

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR LHAC VS LMAC

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
LHAC         3959.0     67      1681.0      59.1
LMAC         3916.0     58      2205.0      67.5
TOTAL        7875.0    125

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.295
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1955

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       122
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 125    MISSING CASES 337
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PHAC VS PMAC

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
PHAC         4137.0     64      2057.0      64.6
PMAC         3123.0     56      1527.0      55.8
TOTAL        7260.0    120

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.391
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1641

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       119
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 120    MISSING CASES 342
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR THAC VS TMAC

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
THAC	3843.0	64	1763.0	60.0
TMAC	3417.0	56	1821.0	61.0
TOTAL	7260.0	120		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 0.150
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.8808

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 113
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 120 MISSING CASES 342

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAHAC VS VAMAC

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
VAHAC	2052.5	36	1386.5	57.0
VAMAC	2225.5	56	629.50	39.7
TOTAL	4278.0	92		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 3.024
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0025

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 92
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 92 MISSING CASES 370

Myrmosicarius brandaoi

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR LHMB VS LMMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
LHMB	669.50	25	344.50	26.8
LMMB	761.50	28	355.50	27.2
TOTAL	1431.0	53		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 0.089
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.9290

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 50
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 53 MISSING CASES 409

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PHMB VS PMMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
PHMB	695.00	25	370.00	27.8

```
PMMB         736.00     28      330.00      26.3
TOTAL        1431.0     53

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.347
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.7283

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        47
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 53    MISSING CASES 409
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR THMB VS TMMB

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
THMB         697.50     25      372.50      27.9
TMMB         733.50     28      327.50      26.2
TOTAL        1431.0     53

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.392
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.6951

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        52
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 53    MISSING CASES 409
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAHMB VS VAMMB

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VAHMB        747.50     25      422.50      29.9
VAMMB        737.50     29      302.50      25.4
TOTAL        1485.0     54

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.032
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.3020

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        52
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 54    MISSING CASES 408
```

Eibesfeldtphora trilobata

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR LHNF VS LMNF

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
LHNF         7201.0     83      3715.0      86.8
LMNF         7505.0     88      3589.0      85.3
TOTAL         14706    171

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.193
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.8468

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       170
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 171    MISSING CASES 291
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR PHNF VS PMNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
PHNF	7100.5	83	3614.5	85.5
PMNF	7605.5	88	3689.5	86.4
TOTAL	14706	171		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 0.114
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.9090

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 168
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 171 MISSING CASES 291

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR THNF VS TMNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
THNF	7262.0	83	3776.0	87.5
TMNF	7444.0	88	3528.0	84.6
TOTAL	14706	171		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 0.382
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.7027

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 166
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 171 MISSING CASES 291

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAHNF VS VAMNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
VAHNF	7318.0	81	3997.0	90.3
VAMNF	6878.0	87	3050.0	79.1
TOTAL	14196	168		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 1.501
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.1332

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 166
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 168 MISSING CASES 294

Tamaños de pupas y adultos

DESCRIPTIVE STATISTICS

	SPMB	SPMG	SPNF	SAAC	SAMB
N	59	14	172	53	51
MEAN	1.6566	1.6007	2.0482	0.4857	0.4318
SD	0.3336	0.1932	0.2491	0.0591	0.0495
MINIMUM	0.9900	1.3500	1.5600	0.3900	0.3600
1ST QUARTI	1.4400	1.4250	1.8900	0.4500	0.3900
MEDIAN	1.5900	1.6050	2.0700	0.4800	0.4200
3RD QUARTI	1.9200	1.7925	2.1825	0.5100	0.4500
MAXIMUM	2.4000	1.8600	3.3000	0.6300	0.6000

	SAMG	SANF	SPHMB	SPHNF	SPMMB
N	5	132	25	81	28
MEAN	0.4260	0.5611	1.7652	2.0719	1.6382
SD	0.0329	0.0432	0.3154	0.2628	0.3231
MINIMUM	0.3900	0.4800	1.2300	1.5600	0.9900
1ST QUARTI	0.4050	0.5400	1.4700	1.8900	1.4775
MEDIAN	0.4200	0.5700	1.7700	2.0700	1.5900
3RD QUARTI	0.4500	0.6000	2.0250	2.1900	1.8450
MAXIMUM	0.4800	0.6600	2.4000	3.3000	2.4000

	SPMNF	SAHAC	SAHMB	SAHNF	SAMAC
N	87	30	24	63	23
MEAN	2.0417	0.4900	0.4300	0.5562	0.4800
SD	0.2288	0.0617	0.0536	0.0424	0.0565
MINIMUM	1.5600	0.3900	0.3600	0.4800	0.3900
1ST QUARTI	1.8600	0.4500	0.3900	0.5100	0.4200
MEDIAN	2.0700	0.4800	0.4200	0.5700	0.4800
3RD QUARTI	2.1600	0.5400	0.4500	0.5700	0.5100
MAXIMUM	2.5500	0.6300	0.5700	0.6600	0.5700

	SAMMB	SAMNF
N	27	69
MEAN	0.4356	0.5657
SD	0.0443	0.0437
MINIMUM	0.3600	0.4800
1ST QUARTI	0.4200	0.5400
MEDIAN	0.4200	0.5700
3RD QUARTI	0.4500	0.6000
MAXIMUM	0.6000	0.6600

SP: tamaño pupa
SA: tamaño adulto

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
SPMB	67.9	59
SPMG	46.7	14
SPNF	148.1	172
TOTAL	123.0	245

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 73.5833
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	368981	184490	52.25	0.0000
WITHIN	242	854549	3531.19		
TOTAL	244	1223530			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 236
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 245 MISSING CASES 448

COMPARISONS OF MEAN RANKS

VARIABLE	MEAN RANK	HOMOGENEOUS GROUPS
SPNF	148.11	I

```
SPMB          67.907   .. I
SPMG          46.714   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL    0.015
CRITICAL Z VALUE    2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPMB VS SPMG

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SPMB         2223.5     59      453.50      37.7
SPMG         477.50     14      372.50      34.1
TOTAL        2701.0     73

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.560
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.5752

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        58
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 73    MISSING CASES 389
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPMB VS SPNF

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SPMB         3553.0     59      1783.0      60.2
SPNF          23243    172      8365.0     135.1
TOTAL         26796    231

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     7.429
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       222
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 231    MISSING CASES 231
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPNF VS SPMG

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SPNF          17110    172      2231.5      99.5
SPMG         281.50     14      176.50      20.1
TOTAL         17391    186

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     5.302
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       181
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 186    MISSING CASES 276
```

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
SAAC	91.4	53
SAMB	46.0	51
SAMG	38.5	5
SANF	165.0	132
TOTAL	121.0	241

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 130.1788
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	3	622764	207588	93.64	0.0000
WITHIN	237	525375	2216.77		
TOTAL	240	1148139			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 241
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 241 MISSING CASES 683

COMPARISONS OF MEAN RANKS

	MEAN	SANF	SAAC	SAMB
SANF	164.98			
SAAC	91.443	6.49*		
SAMB	45.971	10.35*	3.33*	
SAMG	38.500	3.98*	1.62	0.23

REJECTION LEVEL 0.008
CRITICAL Z VALUE 3.21
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
SAAC	87.4	53
SAMB	43.4	51
SANF	160.0	132
TOTAL	118.5	236

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 123.5152
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	566439	283220	129.07	0.0000
WITHIN	233	511268	2194.28		
TOTAL	235	1077707			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 236
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 236 MISSING CASES 457

COMPARISONS OF MEAN RANKS

```
                MEAN    HOMOGENEOUS
VARIABLE        RANK    GROUPS
---------  ----------  -----------
SANF          160.01    I
SAAC          87.406   .. I
SAMB          43.382   .... I

ALL 3 MEANS ARE SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL    0.015
CRITICAL Z VALUE    2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAAC VS SAMB

```
                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SAAC         3511.5     53      2080.5      66.3
SAMB         1948.5     51      622.50      38.2
TOTAL        5460.0    104

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     4.737
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       103
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 104    MISSING CASES 358
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAAC VS SANF

```
                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SAAC         2552.0     53      1121.0      48.2
SANF          14653    132      5875.0     111.0
TOTAL         17205    185

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     7.217
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       185
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 185    MISSING CASES 277
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SANF VS SAMB

```
                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SANF          15246    132      6468.0     115.5
SAMB         1590.0     51      264.00      31.2
TOTAL         16836    183

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     9.653
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       183
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 183    MISSING CASES 279
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAMB VS SAMG

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SAMB	1458.0	51	132.00	28.6
SAMG	138.00	5	123.00	27.6
TOTAL	1596.0	56		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 0.115
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.9085

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 52
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 56 MISSING CASES 406

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPHMB VS SPHNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SPHMB	799.00	25	474.00	32.0
SPHNF	4872.0	81	1551.0	60.1
TOTAL	5671.0	106		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 4.004
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0001

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 92
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 106 MISSING CASES 356

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPHMB VS SPHNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SPHMB	799.00	25	474.00	32.0
SPHNF	4872.0	81	1551.0	60.1
TOTAL	5671.0	106		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 4.004
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0001

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 92
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 106 MISSING CASES 356

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
SAHAC	46.7	30
SAHMB	22.0	24
SAHNF	79.0	63
TOTAL	59.0	117

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 55.2160
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	62514.7	31257.4	51.78	0.0000
WITHIN	114	68818.8	603.673		
TOTAL	116	131333			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 116
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 117 MISSING CASES 576

COMPARISONS OF MEAN RANKS

VARIABLE	MEAN RANK	HOMOGENEOUS GROUPS
SAHNF	78.968	I
SAHAC	46.650	.. I
SAHMB	22.021	.. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL 0.015
CRITICAL Z VALUE 2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAHAC VS SAHMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SAHAC	1033.5	30	568.50	34.5
SAHMB	451.50	24	151.50	18.8
TOTAL	1485.0	54		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 3.621
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0003

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 53
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 54 MISSING CASES 408

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAHAC VS SAHNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SAHAC	831.00	30	366.00	27.7
SAHNF	3540.0	63	1524.0	56.2
TOTAL	4371.0	93		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 4.754
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 91
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 93 MISSING CASES 369

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAHNF VS SAHMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK

SAHNF	3451.0	63	1435.0	54.8
SAHMB	377.00	24	77.000	15.7
TOTAL	3828.0	87		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 6.444
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 86
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 87 MISSING CASES 375

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
SAMAC	40.1	23
SAMMB	22.1	27
SAMNF	81.4	69
TOTAL	60.0	119

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 67.9620
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0000

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	2	79508.3	39754.2	78.78	0.0000
WITHIN	116	58539.2	504.648		
TOTAL	118	138047			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 118
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 119 MISSING CASES 574

COMPARISONS OF MEAN RANKS

VARIABLE	MEAN RANK	HOMOGENEOUS GROUPS
SAMNF	81.442	I
SAMAC	40.109	.. I
SAMMB	22.148	.. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

REJECTION LEVEL 0.015
CRITICAL Z VALUE 2.81
CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES VARY BETWEEN
COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAMAC VS SAMMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SAMAC	735.50	23	459.50	32.0
SAMMB	539.50	27	161.50	20.0
TOTAL	1275.0	50		

```
NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.891
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0038

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        47
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 50    MISSING CASES 412
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAMAC VS SAMNF

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SAMAC        463.00     23      187.00      20.1
SAMNF        3815.0     69      1400.0      55.3
TOTAL        4278.0     92

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     5.464
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        92
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 92    MISSING CASES 370
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAMNF VS SAMMB

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SAMNF        4219.5     69      1804.5      61.2
SAMMB        436.50     27      58.500      16.2
TOTAL        4656.0     96

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     7.110
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        95
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 96    MISSING CASES 366
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAHAC VS SAMAC

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SAHAC        822.00     30      357.00      27.4
SAMAC        609.00     23      333.00      26.5
TOTAL        1431.0     53

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.206
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.8365

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        52
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 53    MISSING CASES 409
```

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPHMB VS SPMMB

```
                       SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
```

SPHMB	748.00	25	423.00	29.9
SPMMB	683.00	28	277.00	24.4
TOTAL	1431.0	53		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 1.292
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.1964

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 34
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 53 MISSING CASES 409

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAHMB VS SAMMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SAHMB	576.00	24	276.00	24.0
SAMMB	750.00	27	372.00	27.8
TOTAL	1326.0	51		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 0.896
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.3700

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 47
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 51 MISSING CASES 411

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPHNF VS SPMNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SPHNF	7031.0	81	3710.0	86.8
SPMNF	7165.0	87	3337.0	82.4
TOTAL	14196	168		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 0.590
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.5549

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 164
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 168 MISSING CASES 294

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAHNF VS SAMNF

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SAHNF	3950.5	63	1934.5	62.7
SAMNF	4827.5	69	2412.5	70.0
TOTAL	8778.0	132		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 1.087
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.2772

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 132
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 132 MISSING CASES 330

Relación macho:hembra

Apocephalus setitarsus

```
ONE-SAMPLE PROPORTION TEST

SAMPLE SIZE            90                    Z (UNCORRECTED)     -0.84    P
SUCCESSES              41                    0.3991
PROPORTION        0.45556                    Z (CORRECTED)       -0.74    P
                                             0.4606
NULL HYPOTHESIS: P =  0.5
ALTERNATIVE HYP: P <> 0.5                                 95% CONFIDENCE INTERVAL
                                             UNCORRECTED     (0.35267, 0.55845)
DIFFERENCE       -0.04444                    CORRECTED       (0.34711, 0.56400)
STANDARD ERROR    0.05250
```

Myrmosicarius brandaoi

```
ONE-SAMPLE PROPORTION TEST

SAMPLE SIZE            57                    Z (UNCORRECTED)      0.40    P
SUCCESSES              30                    0.6911
PROPORTION        0.52632                    Z (CORRECTED)        0.26    P
                                             0.7911
NULL HYPOTHESIS: P =  0.5
ALTERNATIVE HYP: P <> 0.5                                 95% CONFIDENCE INTERVAL
                                             UNCORRECTED     (0.39669, 0.65594)
DIFFERENCE        0.02632                    CORRECTED       (0.38792, 0.66471)
STANDARD ERROR    0.06613
```

Eibesfeldtphora trilobata

```
ONE-SAMPLE PROPORTION TEST

SAMPLE SIZE           157                    Z (UNCORRECTED)     -0.40    P
SUCCESSES              76                    0.6899
PROPORTION        0.48408                    Z (CORRECTED)       -0.32    P
                                             0.7495
NULL HYPOTHESIS: P =  0.5
ALTERNATIVE HYP: P <> 0.5                                 95% CONFIDENCE INTERVAL
                                             UNCORRECTED     (0.40591, 0.56225)
DIFFERENCE       -0.01592                    CORRECTED       (0.40272, 0.56543)
STANDARD ERROR    0.03988
```

M. gonzalezae

```
ONE-SAMPLE PROPORTION TEST

SAMPLE SIZE            17
SUCCESSES               8
PROPORTION        0.47059

NULL HYPOTHESIS: P =  0.5
ALTERNATIVE HYP: P <> 0.5

DIFFERENCE       -0.02941
STANDARD ERROR    0.12106
Z (UNCORRECTED)     -0.24    P  0.8084
Z (CORRECTED)       -0.00    P  1.0000

              95% CONFIDENCE INTERVAL
UNCORRECTED     (0.23332, 0.70786)
CORRECTED       (0.20391, 0.73727)
```

E. trilobata

```
RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPETINV VS SPETVI

                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SPETINV      7294.0     70      4809.0     104.2
SPETVI        22109    172      7231.0     128.5
TOTAL         29403    242

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.452
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0142

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED       236
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 242    MISSING CASES 102
```

M. brandaoi

```
RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPMBINV VS SPMBVI

                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SPMBINV      589.50     18      418.50      32.8
SPMBVI       2336.5     58      625.50      40.3
TOTAL        2926.0     76

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.258
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.2082

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        63
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 76    MISSING CASES 40
```

M. gonzalezae

```
RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR INVIABMG VS VIABMG

                        SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM    SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
INVIABMG     72.000      7      44.000      10.3
VIABMG       306.00     20      96.000      15.3
TOTAL        378.00     27

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.411
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1583

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        16
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 27    MISSING CASES 13
```

SUPERVIVENCIA PUPAL - DESCRIPTIVE STATISTICS

	SAS	SET	SMB	SMG
N	28	31	19	12
MEAN	0.9121	0.7552	0.8116	0.9167
SD	0.1418	0.2229	0.1842	0.1946
MINIMUM	0.5000	0.1600	0.5000	0.5000
1ST QUARTI	0.8375	0.5800	0.6600	1.0000
MEDIAN	1.0000	0.7500	0.8300	1.0000
3RD QUARTI	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
MAXIMUM	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

KRUSKAL-WALLIS ONE-WAY NONPARAMETRIC AOV

VARIABLE	MEAN RANK	SAMPLE SIZE
SAS	53.8	28
SET	35.3	31
SMB	41.9	19
SMG	58.3	12
TOTAL	45.5	90

KRUSKAL-WALLIS STATISTIC 12.3201
P-VALUE, USING CHI-SQUARED APPROXIMATION 0.0064

PARAMETRIC AOV APPLIED to RANKS

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	3	7397.39	2465.80	4.61	0.0050
WITHIN	86	46041.1	535.362		
TOTAL	89	53438.5			

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 80
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 90 MISSING CASES 34

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAS VS SET

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SAS	1025.0	28	619.00	36.6
SET	745.00	31	249.00	24.0
TOTAL	1770.0	59		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 2.801
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0051

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 52
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 59 MISSING CASES 3

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAS VS SMB

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SAS	747.00	28	341.00	26.7
SMB	381.00	19	191.00	20.1
TOTAL	1128.0	47		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 1.615
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.1063

```
TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        41
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 47    MISSING CASES 15


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAS VS SMG

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SAS          546.00     28      140.00      19.5
SMG          274.00     12      196.00      22.8
TOTAL        820.00     40

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.812
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.4170

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        35
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 40    MISSING CASES 22


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SET VS SMB

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SET          746.00     31      250.00      24.1
SMB          529.00     19      339.00      27.8
TOTAL        1275.0     50

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.879
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.3792

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        41
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 50    MISSING CASES 12


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SET VS SMG

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SET          594.00     31      98.000      19.2
SMG          352.00     12      274.00      29.3
TOTAL        946.00     43

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.369
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0178

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        36
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 43    MISSING CASES 19


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SMB VS SMG

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SMB          266.00     19      76.000      14.0
SMG          230.00     12      152.00      19.2
```

```
TOTAL        496.00     31

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.521
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.1283

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        27
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 31    MISSING CASES 31
```

Correlaciones Tamaño – Tiempo

Corrélation de Spearman pourTTAC, SAAC

Somme des carrés des écarts	163607,000
Rho	,075
Valeur de z	,753
Valeur de p	,4517
Rho corrigé pour ex-aequo	,043
z corrigé pour ex-aequo	,428
p corrigé pour ex-aequo	,6688
# ex-aequo, TTAC	9
# ex-aequo, SAAC	8

30 cas omis (manquants).

Corrélation de Spearman pourSPET, SAET

Somme des carrés des écarts	168196,000
Rho	,561
Valeur de z	6,423
Valeur de p	<,0001
Rho corrigé pour ex-aequo	,551
z corrigé pour ex-aequo	6,303
p corrigé pour ex-aequo	<,0001
# ex-aequo, SPET	30
# ex-aequo, SAET	7

Corrélation de Spearman pourTTET, SAET

Somme des carrés des écarts	374955,000
Rho	,022
Valeur de z	,249
Valeur de p	,8031
Rho corrigé pour ex-aequo	-,004
z corrigé pour ex-aequo	-,041
p corrigé pour ex-aequo	,9674
# ex-aequo, TTET	19
# ex-aequo, SAET	7

Corrélation de Spearman pourSPMB, SAMB

Somme des carrés des écarts	13956,500
Rho	,368
Valeur de z	2,606
Valeur de p	,0092
Rho corrigé pour ex-aequo	,351
z corrigé pour ex-aequo	2,482
p corrigé pour ex-aequo	,0131
# ex-aequo, SPMB	16
# ex-aequo, SAMB	5

81 cas omis (manquants).

Corrélation de Spearman pourTTMB, SAMB

Somme des carrés des écarts	11089,000
Rho	,498
Valeur de z	3,523
Valeur de p	,0004
Rho corrigé pour ex-aequo	,484
z corrigé pour ex-aequo	3,419
p corrigé pour ex-aequo	,0006
# ex-aequo, TTMB	15
# ex-aequo, SAMB	5

81 cas omis (manquants).

Corrélation de Spearman pourSPMG, SAMG

Somme des carrés des écarts	491,000
Rho	,278
Valeur de z	1,076
Valeur de p	,2817
Rho corrigé pour ex-aequo	,164
z corrigé pour ex-aequo	,636
p corrigé pour ex-aequo	,5247
# ex-aequo, SPMG	5
# ex-aequo, SAMG	3

116 cas omis (manquants).

Corrélation de Spearman pourTTMG, SAMG

Somme des carrés des écarts	567,500
Rho	,165
Valeur de z	,641
Valeur de p	,5217
Rho corrigé pour ex-aequo	,017
z corrigé pour ex-aequo	,068
p corrigé pour ex-aequo	,9462
# ex-aequo, TTMG	4
# ex-aequo, SAMG	3

116 cas omis (manquants).

Tiempos de desarrollo y Tamaños Fóridos Acromyrmex - DESCRIPTIVE STATISTICS

	SAAN25HH	SAMC25HH	SPMC25HH	TLAN25HH	TLMC25HH
N	29	44	60	38	59
MEAN	0.4918	0.4214	1.3932	11.622	12.431
SD	0.0569	0.0419	0.2128	3.9956	5.6266
MINIMUM	0.3600	0.3300	1.1100	6.0000	5.0000
1ST QUARTI	0.4650	0.3900	1.2300	8.0000	8.0000
MEDIAN	0.5100	0.4200	1.3200	10.811	12.000
3RD QUARTI	0.5250	0.4500	1.5600	14.250	18.000
MAXIMUM	0.6300	0.5100	1.8900	20.000	25.000

	TPAN25HH	TPMC25HH	TTAN25HH	TTMC25HH	VAAN25HH
N	38	47	38	47	38
MEAN	13.838	16.239	26.108	28.522	2.7568
SD	5.8472	6.2037	4.7748	5.3517	0.9700
MINIMUM	5.0000	0.0000	14.000	14.000	1.0000
1ST QUARTI	9.2500	13.000	24.250	25.000	2.0000
MEDIAN	12.000	17.000	27.000	29.000	3.0000
3RD QUARTI	20.250	21.000	29.000	33.000	3.0000
MAXIMUM	23.000	23.000	36.000	37.000	5.0000

	VAMC25HH
N	47
MEAN	4.0652
SD	0.9646
MINIMUM	2.0000
1ST QUARTI	3.0000
MEDIAN	4.0000
3RD QUARTI	5.0000
MAXIMUM	6.0000

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SAAN25HH VS SAMC25LH

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
SAAN25HH	952.00	29	517.00	32.8
SAMC25LH	273.00	20	63.000	13.7
TOTAL	1225.0	49		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 4.607
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED 45
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 49 MISSING CASES 73

RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TLAN25LH VS TLMC25HH

VARIABLE	RANK SUM	SAMPLE SIZE	U STAT	MEAN RANK
TLAN25LH	1109.5	22	856.50	50.4
TLMC25HH	2211.5	59	441.50	37.5
TOTAL	3321.0	81		

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION 2.198
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION 0.0280

```
TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        76
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 81    MISSING CASES 41


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TPAN25HH VS TPMC25HH

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TPAN25HH     1415.0     38      674.00      37.2
TPMC25HH     2240.0     47      1112.0      47.7
TOTAL        3655.0     85

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     1.931
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0534

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        77
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 85    MISSING CASES 37


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR TTAN25HH VS TTMC25HH

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
TTAN25HH     1377.5     38      636.50      36.3
TTMC25HH     2277.5     47      1149.5      48.5
TOTAL        3655.0     85

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     2.263
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0236

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        80
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 85    MISSING CASES 37


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR VAAN25HH VS VAMC25HH

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
VAAN25HH     1055.5     38      314.50      27.8
VAMC25HH     2599.5     47      1471.5      55.3
TOTAL        3655.0     85

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     5.109
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.0000

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        83
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 85    MISSING CASES 37
MAXIMUM           1.0000      1.0000


RANK SUM TWO-SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR SPAN25HH VS SPMC25HH

                      SAMPLE
VARIABLE    RANK SUM   SIZE     U STAT   MEAN RANK
---------  ---------  ------  ---------  ---------
SPAN25HH     371.50     16      235.50      23.2
```

```
SPMC25HH     574.50     27      196.50      21.3
TOTAL        946.00     43

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION     0.477
TWO-TAILED P-VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION        0.6331

TOTAL NUMBER OF VALUES THAT WERE TIED        37
MAXIMUM DIFFERENCE ALLOWED BETWEEN TIES 0.00001

CASES INCLUDED 43    MISSING CASES 11
```

Los análisis de supervivencia pupal, parasitismo natural y correlaciones para fóridos de *Acromyrmex* se muestran en los análisis sobre condiciones de cría

Capítulo 5

Tiempos y tamaños *Atta vollenweideri*

DESCRIPTIVE STATISTICS

	TLAS22HH	TLAS25HH	TLAS25LH	TLAS28HH	TLAS28LH
N	26	38	22	31	17
MEAN	18.280	12.892	12.429	6.0333	9.6875
SD	3.2683	2.1907	1.6204	0.8360	1.8614
MINIMUM	13.000	8.0000	9.0000	5.0000	6.0000
1ST QUARTI	15.750	11.000	12.000	5.0000	8.5000
MEDIAN	18.640	13.000	12.000	6.0000	10.000
3RD QUARTI	20.250	15.000	14.000	6.0333	11.000
MAXIMUM	26.000	17.000	17.000	8.0000	12.000

	TPAS22HH	TPAS25HH	TPAS25LH	TPAS28HH	TPAS28LH
N	9	29	18	13	8
MEAN	13.750	10.964	15.059	12.250	13.286
SD	1.0897	5.3817	3.2444	3.9396	2.1853
MINIMUM	12.000	6.0000	9.0000	8.0000	11.000
1ST QUARTI	13.000	7.0000	11.750	9.0000	11.250
MEDIAN	14.000	8.0000	16.029	10.000	13.000
3RD QUARTI	14.000	15.000	17.250	16.500	15.321
MAXIMUM	16.000	24.000	19.000	19.000	17.000

	TTAS22HH	TTAS25HH	TTAS25LH	TTAS28HH	TTAS28LH
N	9	29	18	13	8
MEAN	29.625	25.321	27.059	18.000	22.429
SD	2.5951	6.7721	2.3880	3.2146	3.0170
MINIMUM	25.000	16.000	22.000	15.000	18.000
1ST QUARTI	28.000	19.000	25.750	15.000	19.500
MEDIAN	29.625	24.000	27.029	17.000	22.714
3RD QUARTI	32.000	29.000	29.000	22.000	24.750
MAXIMUM	33.000	39.000	31.000	23.000	27.000

	VAAS22HH	VAAS25HH	VAAS25LH	VAAS28HH	VAAS28LH
N	9	29	18	13	8
MEAN	8.1250	4.1429	1.2353	2.0833	0.8571
SD	1.6910	1.9949	0.5455	0.6401	0.6389
MINIMUM	6.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
1ST QUARTI	6.5000	2.5000	1.0000	2.0000	0.2143
MEDIAN	8.0000	5.0000	1.0000	2.0000	1.0000
3RD QUARTI	9.5000	5.5000	2.0000	2.5417	1.0000
MAXIMUM	11.000	7.0000	2.0000	3.0000	2.0000

	TLET22HH	TLET25HH	TLET25LH	TLET28HH	TLET28LH
N	81	94	63	73	31

MEAN	18.912	11.699	17.597	6.2500	12.100
SD	3.1153	1.5780	4.7603	0.4330	1.7578
MINIMUM	11.000	10.000	12.000	6.0000	9.0000
1ST QUARTI	17.000	11.000	12.000	6.0000	11.000
MEDIAN	19.000	11.000	21.000	6.0000	12.000
3RD QUARTI	21.000	12.000	21.000	6.6250	13.000
MAXIMUM	26.000	18.000	28.000	7.0000	16.000

	TPET22HH	TPET25HH	TPET25LH	TPET28HH	TPET28LH
N	65	83	36	49	15
MEAN	22.219	18.341	18.829	16.771	18.214
SD	2.8365	4.9367	4.7659	4.7489	3.2111
MINIMUM	16.000	5.0000	11.000	9.0000	12.000
1ST QUARTI	20.500	16.000	13.750	14.000	16.000
MEDIAN	22.000	19.000	19.000	16.000	18.214
3RD QUARTI	25.000	22.000	23.000	21.000	21.000
MAXIMUM	29.000	26.000	31.000	32.000	23.000

	TTET22HH	TTET25HH	TTET25LH	TTET28HH	TTET28LH
N	65	83	36	49	15
MEAN	40.250	29.244	38.429	23.021	28.143
SD	3.2930	3.8272	2.5217	4.7059	3.3776
MINIMUM	30.000	19.000	33.000	15.000	23.000
1ST QUARTI	39.000	27.000	37.000	20.000	25.000
MEDIAN	41.000	30.000	38.000	22.000	28.143
3RD QUARTI	43.000	32.000	40.750	27.000	31.000
MAXIMUM	47.000	37.000	44.000	39.000	33.000

	VAET22HH	VAET25HH	VAET25LH	VAET28HH	VAET28LH
N	65	83	36	49	15
MEAN	5.6406	3.4512	1.5714	1.5625	1.1429
SD	1.4183	1.0610	0.6452	0.6741	0.6389
MINIMUM	3.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1ST QUARTI	5.0000	3.0000	1.0000	1.0000	1.0000
MEDIAN	6.0000	4.0000	2.0000	2.0000	1.0000
3RD QUARTI	6.5000	4.0000	2.0000	2.0000	2.0000
MAXIMUM	9.0000	6.0000	3.0000	3.0000	2.0000

	TLMB22HH	TLMB25HH	TLMB25LH	TLMB28HH	TLMB28LH
N	37	41	27	20	16
MEAN	19.278	13.400	13.846	6.1053	9.3333
SD	2.2805	2.7550	2.3809	0.3069	3.5715
MINIMUM	13.000	8.0000	11.000	6.0000	5.0000
1ST QUARTI	18.000	11.000	12.000	6.0000	6.2500
MEDIAN	19.000	13.000	13.000	6.0000	9.0000
3RD QUARTI	21.000	16.000	16.000	6.0000	10.750
MAXIMUM	24.000	19.000	19.000	7.0000	17.000

	TPMB22HH	TPMB25HH	TPMB25LH	TPMB28HH	TPMB28LH
N	17	34	23	13	11
MEAN	18.750	15.545	15.455	10.167	11.100
SD	1.8540	4.2647	2.9034	2.5111	2.4678
MINIMUM	16.000	6.0000	11.000	7.0000	8.0000
1ST QUARTI	17.000	13.750	13.000	9.0000	9.0000
MEDIAN	18.000	15.000	15.000	9.0000	11.000
3RD QUARTI	20.500	17.250	18.000	11.000	12.000
MAXIMUM	22.000	26.000	22.000	17.000	17.000

	TTMB22HH	TTMB25HH	TTMB25LH	TTMB28HH	TTMB28LH
N	17	34	23	13	11
MEAN	35.875	28.364	31.091	16.250	22.000
SD	3.0182	3.9221	4.2417	2.4875	2.7203
MINIMUM	31.000	19.000	25.000	13.000	17.000
1ST QUARTI	33.500	25.000	27.000	15.000	20.000
MEDIAN	37.000	28.000	31.091	15.000	23.000
3RD QUARTI	38.000	31.000	33.000	17.000	24.000

MAXIMUM	41.000	37.000	43.000	23.000	26.000

	VAMB22HH	VAMB25HH	VAMB25LH	VAMB28HH	VAMB28LH
N	17	39	23	15	11
MEAN	6.9375	3.8684	1.2727	2.5000	1.0000
SD	1.5996	1.7796	0.6166	0.8238	0.6325
MINIMUM	4.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
1ST QUARTI	6.0000	3.0000	1.0000	2.0000	1.0000
MEDIAN	7.0000	4.0000	1.0000	2.0000	1.0000
3RD QUARTI	8.0000	4.0000	2.0000	3.0000	1.0000
MAXIMUM	10.000	8.0000	2.0000	4.0000	2.0000

	SPET22HH	SPET25HH	SPET25LH	SPET28HH	SPET28LH
N	81	94	63	73	31
MEAN	1.9530	2.0890	2.1082	1.8663	1.7927
SD	0.2932	0.2613	0.2593	0.2239	0.1934
MINIMUM	0.5400	1.5900	1.6200	1.3800	1.5000
1ST QUARTI	1.8000	1.9125	1.9500	1.7550	1.6200
MEDIAN	1.9500	2.1000	2.1600	1.8600	1.8000
3RD QUARTI	2.1300	2.2200	2.1900	1.9800	1.8900
MAXIMUM	2.5500	3.3000	3.3000	2.4000	2.1300

	SPMB22HH	SPMB25HH	SPMB25LH	SPMB28HH	SPMB28LH
N	37	41	27	20	16
MEAN	1.6200	1.7835	1.8092	1.5521	1.5680
SD	0.2520	0.3072	0.3236	0.1563	0.1681
MINIMUM	1.2900	1.1700	1.3200	1.2000	1.2000
1ST QUARTI	1.3800	1.5300	1.5000	1.4700	1.5075
MEDIAN	1.5600	1.7700	1.8000	1.5600	1.5640
3RD QUARTI	1.8150	2.0250	2.0700	1.6425	1.6500
MAXIMUM	2.1300	2.4000	2.4000	1.9500	1.9500

	SAAS22HH	SAAS25HH	SAAS25LH	SAAS28HH	SAAS28LH
N	9	29	18	13	8
MEAN	0.5400	0.5361	0.5471	0.5150	0.5100
SD	0.0260	0.0471	0.0443	0.0343	0.0393
MINIMUM	0.5100	0.4500	0.4800	0.4200	0.4200
1ST QUARTI	0.5250	0.5100	0.5100	0.5100	0.5100
MEDIAN	0.5400	0.5400	0.5585	0.5100	0.5100
3RD QUARTI	0.5400	0.5700	0.5700	0.5400	0.5400
MAXIMUM	0.6000	0.6300	0.6300	0.5700	0.5400

	SAET22HH	SAET25HH	SAET25LH	SAET28HH	SAET28LH
N	65	94	36	49	15
MEAN	0.5361	0.5442	0.5563	0.5338	0.5421
SD	0.0494	0.0466	0.0375	0.0466	0.0349
MINIMUM	0.4200	0.4600	0.4800	0.4200	0.4800
1ST QUARTI	0.5100	0.5100	0.5400	0.5100	0.5100
MEDIAN	0.5400	0.5400	0.5631	0.5400	0.5400
3RD QUARTI	0.5700	0.5700	0.5700	0.5700	0.5700
MAXIMUM	0.6600	0.6600	0.6300	0.6000	0.6000

	SAMB22HH	SAMB25HH	SAMB25LH	SAMB28HH	SAMB28LH
N	17	39	23	15	11
MEAN	0.4675	0.4329	0.4295	0.4264	0.4200
SD	0.0459	0.0451	0.0538	0.0483	0.0553
MINIMUM	0.3900	0.3600	0.3600	0.3600	0.3600
1ST QUARTI	0.4200	0.4200	0.3900	0.3600	0.3600
MEDIAN	0.4675	0.4200	0.4200	0.4264	0.4200
3RD QUARTI	0.5100	0.4500	0.4500	0.4500	0.4800
MAXIMUM	0.5400	0.6000	0.6000	0.5100	0.5100

TL: Tiempo Larval
P: Pupal
T: Total
VA: Longevidad Adultos
SP: Tamaño Pupas
SA: Tamaño Adultos

AS: *Apocephalus setitarsus*
ET: *Eibesfeldtphora trilobata*
MB: *Myrmosicarius brandaoi*
20HH: 20°C 80%HR
24HH: 24°C 80%HR
24LH: 24°C 30%HR
28HH: 28°C 80%HR
28LH: 28°C 30%HR

Tiempo Size Atta Temp HR Transformación LogN

Apocephalus setitarsus

Tiempo Larval

```
ONE-WAY AOV FOR: TLAS22HH TLAS25HH TLAS25LH TLAS28HH TLAS28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     18.5743    4.64357  160.76  0.0000
WITHIN   124     3.58179    0.02889
TOTAL    128     22.1561

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES    6.90     4    0.1413

COCHRAN'S Q                    0.3080
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     2.6422

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.18247
EFFECTIVE CELL SIZE                            25.3

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TLAS22HH      2.8893     25       0.1878
TLAS25HH      2.5415     37       0.1784
TLAS25LH      2.5117     21       0.1320
TLAS28HH      1.7880     30       0.1377
TLAS28LH      2.2504     16       0.2146
TOTAL         2.3927    129       0.1700

CASES INCLUDED 129    MISSING CASES 336


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TLAS22HH      2.8893    I
TLAS25HH      2.5415   .. I
TLAS25LH      2.5117   .. I
TLAS28LH      2.2504   .... I
TLAS28HH      1.7880   ...... I

THERE ARE 4 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.445   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tiempo Pupal

```
ONE-WAY AOV FOR: TPAS22HH TPAS25HH TPAS25LH TPAS28HH TPAS28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     1.94315    0.48579    4.24  0.0042
WITHIN    67     7.67809    0.11460
TOTAL     71     9.62124

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   23.90     4    0.0001

COCHRAN'S Q                    0.5029
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     28.530

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.02774
EFFECTIVE CELL SIZE                            13.4

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TPAS22HH      2.6180      8       0.0837
TPAS25HH      2.2909     28       0.4470
TPAS25LH      2.6863     17       0.2398
TPAS28HH      2.4566     12       0.3217
TPAS28LH      2.5738      7       0.1716
TOTAL         2.4757     72       0.3385

CASES INCLUDED 72    MISSING CASES 393


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TPAS25LH      2.6863    I
TPAS22HH      2.6180    I I
TPAS28LH      2.5738    I I
TPAS28HH      2.4566    I I
TPAS25HH      2.2909   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.509   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tiempo Total

```
ONE-WAY AOV FOR: TTAS22HH TTAS25HH TTAS25LH TTAS28HH TTAS28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     1.72518    0.43129   11.39  0.0000
WITHIN    67     2.53675    0.03786
TOTAL     71     4.26193

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   21.37     4    0.0003

COCHRAN'S Q                    0.4827
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     7.7027
```

```
COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.02940
EFFECTIVE CELL SIZE                            13.4

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TTAS22HH      3.3847      8       0.0954
TTAS25HH      3.1980     28       0.2608
TTAS25LH      3.2939     17       0.0940
TTAS28HH      2.8749     12       0.1820
TTAS28LH      3.1011      7       0.1478
TOTAL         3.1781     72       0.1946

CASES INCLUDED 72    MISSING CASES 393


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TTAS22HH      3.3847    I
TTAS25LH      3.2939    I
TTAS25HH      3.1980    I
TTAS28LH      3.1011    I I
TTAS28HH      2.8749   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.509   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Vida Adulta

```
ONE-WAY AOV FOR: VAAS22HH VAAS25HH VAAS25LH VAAS28HH VAAS28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     32.1877    8.04691   11.46  0.0000
WITHIN    66     46.3322    0.70200
TOTAL     70     78.5199

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   26.11     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.4034
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     23.502

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.56014
EFFECTIVE CELL SIZE                            13.1

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
VAAS22HH      2.0733      8       0.2230
VAAS25HH      1.1331     28       1.0811
VAAS25LH      0.0684     17       0.6903
VAAS28HH      0.6790     12       0.3633
VAAS28LH     -0.2682      6       1.0345
TOTAL         0.7889     71       0.8379

CASES INCLUDED 71    MISSING CASES 394
```

```
SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                        HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN     GROUPS
---------  ----------  -----------
VAAS22HH      2.0733    I
VAAS25HH      1.1331    I I
VAAS28HH      0.6790   .. I I
VAAS25LH      0.0684   .... I
VAAS28LH     -0.2682   .... I

THERE ARE 3 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.511   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tamaño Adultos

```
ONE-WAY AOV FOR: SAAS22HH SAAS25HH SAAS25LH SAAS28HH SAAS28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     0.04110    0.01028    1.50  0.2097
WITHIN    67     0.45753    0.00683
TOTAL     71     0.49864

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES    3.25     4    0.5176

COCHRAN'S Q                     0.2625
LARGEST VAR / SMALLEST VAR      3.2352

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS  2.576E-04
EFFECTIVE CELL SIZE                            13.4

                        SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN      SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
SAAS22HH     -0.6173      8       0.0502
SAAS25HH     -0.6274     28       0.0903
SAAS25LH     -0.6065     17       0.0842
SAAS28HH     -0.6660     12       0.0734
SAAS28LH     -0.6766      7       0.0889
TOTAL        -0.6326     72       0.0826

CASES INCLUDED 72    MISSING CASES 393
```

Eibesfeldtphora trilobata

Tiempo Larval

```
ONE-WAY AOV FOR: TLET22HH TLET25HH TLET25LH TLET28HH TLET28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     53.6107    13.4027  450.94  0.0000
WITHIN   332     9.86750    0.02972
TOTAL    336     63.4782
```

```
                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES  143.89     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.5369
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     18.476

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.20348
EFFECTIVE CELL SIZE                            65.7


                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TLET22HH      2.9246     80       0.1812
TLET25HH      2.4521     93       0.1165
TLET25LH      2.8282     62       0.2889
TLET28HH      1.8303     72       0.0672
TLET28LH      2.4829     30       0.1451
TOTAL         2.5033    337       0.1724

CASES INCLUDED 337    MISSING CASES 128


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TLET22HH      2.9246    I
TLET25LH      2.8282   .. I
TLET28LH      2.4829   .... I
TLET25HH      2.4521   .... I
TLET28HH      1.8303   ...... I

THERE ARE 4 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.399   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tiempo Pupal

```
ONE-WAY AOV FOR: TPET22HH TPET25HH TPET25LH TPET28HH TPET28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     3.17810    0.79453   10.18  0.0000
WITHIN   238     18.5713    0.07803
TOTAL    242     21.7494

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   65.75     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.4003
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     8.3232

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.01565
EFFECTIVE CELL SIZE                            45.8

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TPET22HH      3.0929     64       0.1278
```

```
TPET25HH      2.8556     82       0.3686
TPET25LH      2.9010     35       0.2717
TPET28HH      2.7822     48       0.2741
TPET28LH      2.8852     14       0.1957
TOTAL         2.9118    243       0.2793

CASES INCLUDED 243    MISSING CASES 222


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

               MEAN  TPET22HH  TPET25LH  TPET28LH  TPET25HH
TPET22HH      3.0929
TPET25LH      2.9010   2.67*
TPET28LH      2.8852   1.59      0.01
TPET25HH      2.8556   6.49*     0.16      0.03
TPET28HH      2.7822   8.48*     0.92      0.37      0.52

CRITICAL F VALUE 2.410   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tiempo Total

```
ONE-WAY AOV FOR: TTET22HH TTET25HH TTET25LH TTET28HH TTET28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     11.1629    2.79073  156.42  0.0000
WITHIN   238     4.24610    0.01784
TOTAL    242     15.4090

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   56.76     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.4441
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     8.3347

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.06056
EFFECTIVE CELL SIZE                            45.8

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TTET22HH      3.6915     64       0.0866
TTET25HH      3.3663     82       0.1411
TTET25LH      3.6466     35       0.0677
TTET28HH      3.1171     48       0.1956
TTET28LH      3.3300     14       0.1259
TOTAL         3.4410    243       0.1336

CASES INCLUDED 243    MISSING CASES 222


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TTET22HH      3.6915    I
TTET25LH      3.6466    I
TTET25HH      3.3663   .. I
TTET28LH      3.3300   .. I
TTET28HH      3.1171   .... I

THERE ARE 3 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.
```

```
CRITICAL F VALUE 2.410   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Vida Adulta

```
ONE-WAY AOV FOR: VAET22HH VAET25HH VAET25LH VAET28HH VAET28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     90.0222    22.5055   82.79  0.0000
WITHIN   237     64.4236    0.27183
TOTAL    241     154.446

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES  111.56     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.4752
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     13.851

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.48817
EFFECTIVE CELL SIZE                            45.5

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
VAET22HH      1.6973     64       0.2612
VAET25HH      1.1847     82       0.3452
VAET25LH      0.4112     34       0.3827
VAET28HH      0.2498     48       0.8424
VAET28LH     -0.1309     14       0.9721
TOTAL         0.9500    242       0.5214

CASES INCLUDED 242    MISSING CASES 223


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
VAET22HH      1.6973    I
VAET25HH      1.1847   .. I
VAET25LH      0.4112   .... I
VAET28HH      0.2498   .... I I
VAET28LH     -0.1309   ...... I

THERE ARE 4 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.410   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tamaño Hospedador

```
ONE-WAY AOV FOR: SPET22HH SPET25HH SPET25LH SPET28HH SPET28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     1.08617    0.27154   13.72  0.0000
WITHIN   332     6.56864    0.01979
```

```
TOTAL    336     7.65481

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   30.54     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.3961
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     3.1200

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.00383
EFFECTIVE CELL SIZE                            65.7

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
SPET22HH      0.6544     80       0.1918
SPET25HH      0.7291     93       0.1230
SPET25LH      0.7387     62       0.1189
SPET28HH      0.6166     72       0.1226
SPET28LH      0.5780     30       0.1086
TOTAL         0.6757    337       0.1407

CASES INCLUDED 337    MISSING CASES 128

SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
SPET25LH      0.7387    I
SPET25HH      0.7291    I
SPET22HH      0.6544   .. I
SPET28HH      0.6166   .. I
SPET28LH      0.5780   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.399   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tamaño Adulto

```
ONE-WAY AOV FOR: SAET22HH SAET25HH SAET25LH SAET28HH SAET28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     0.04808    0.01202    1.64  0.1644
WITHIN   249     1.82992    0.00735
TOTAL    253     1.87800

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES    5.47     4    0.2421

COCHRAN'S Q                    0.2598
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     1.8897

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS  9.878E-05
EFFECTIVE CELL SIZE                            47.3

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
SAET22HH     -0.6277     64       0.0934
SAET25HH     -0.6121     93       0.0858
```

```
SAET25LH     -0.5887     35       0.0682
SAET28HH     -0.6318     48       0.0905
SAET28LH     -0.6143     14       0.0679
TOTAL        -0.6167    254       0.0857

CASES INCLUDED 254    MISSING CASES 211
```

Myrmosicarius brandaoi

Tiempo Larval

```
ONE-WAY AOV FOR: TLMB22HH TLMB25HH TLMB25LH TLMB28HH TLMB28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     18.5481    4.63702  123.46  0.0000
WITHIN   131     4.92016    0.03756
TOTAL    135     23.4682

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   62.94     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.6082
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     58.733

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.17451
EFFECTIVE CELL SIZE                            26.4

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TLMB22HH      2.9516     36       0.1246
TLMB25HH      2.5742     40       0.2079
TLMB25LH      2.6140     26       0.1682
TLMB28HH      1.8080     19       0.0486
TLMB28LH      2.1665     15       0.3725
TOTAL         2.5297    136       0.1938

CASES INCLUDED 136    MISSING CASES 329


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TLMB22HH      2.9516    I
TLMB25LH      2.6140   .. I
TLMB25HH      2.5742   .. I
TLMB28LH      2.1665   .... I
TLMB28HH      1.8080   ...... I

THERE ARE 4 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.441   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tiempo Pupal

```
ONE-WAY AOV FOR: TPMB22HH TPMB25HH TPMB25LH TPMB28HH TPMB28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
```

```
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     3.65318    0.91330   16.68  0.0000
WITHIN    88     4.81798    0.05475
TOTAL     92     8.47116

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   18.89     4    0.0008

COCHRAN'S Q                    0.3766
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     8.9238

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.04857
EFFECTIVE CELL SIZE                            17.7

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TPMB22HH      2.9264     16       0.1004
TPMB25HH      2.7031     33       0.2999
TPMB25LH      2.7205     22       0.1906
TPMB28HH      2.2934     12       0.2281
TPMB28LH      2.3838     10       0.2244
TOTAL         2.6584     93       0.2340

CASES INCLUDED 93    MISSING CASES 372


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TPMB22HH      2.9264    I
TPMB25LH      2.7205    I
TPMB25HH      2.7031    I
TPMB28LH      2.3838   .. I
TPMB28HH      2.2934   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.475   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tiempo Total

```
ONE-WAY AOV FOR: TTMB22HH TTMB25HH TTMB25LH TTMB28HH TTMB28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     5.36881    1.34220   76.46  0.0000
WITHIN    88     1.54483    0.01755
TOTAL     92     6.91365

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES    4.15     4    0.3861

COCHRAN'S Q                    0.2502
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     2.7089

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.07493
EFFECTIVE CELL SIZE                            17.7

                       SAMPLE     GROUP
```

```
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TTMB22HH      3.5764     16       0.0891
TTMB25HH      3.3354     33       0.1419
TTMB25LH      3.4281     22       0.1349
TTMB28HH      2.7777     12       0.1466
TTMB28LH      3.0831     10       0.1347
TOTAL         3.2997     93       0.1325

CASES INCLUDED 93    MISSING CASES 372


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TTMB22HH      3.5764    I
TTMB25LH      3.4281   .. I
TTMB25HH      3.3354   .. I
TTMB28LH      3.0831   .... I
TTMB28HH      2.7777   ...... I

THERE ARE 4 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.475   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Vida Adulta

```
ONE-WAY AOV FOR: VAMB22HH VAMB25HH VAMB25LH VAMB28HH VAMB28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     51.3586    12.8397   31.44  0.0000
WITHIN    95     38.8024    0.40845
TOTAL     99     90.1610

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   32.87     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.4972
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     19.074

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.66123
EFFECTIVE CELL SIZE                            18.8

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
VAMB22HH      1.9091     16       0.2477
VAMB25HH      1.2261     38       0.5509
VAMB25LH      0.0427     22       0.8283
VAMB28HH      0.8585     14       0.3633
VAMB28LH     -0.3219     10       1.0816
TOTAL         0.8688    100       0.6391

CASES INCLUDED 100    MISSING CASES 365


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
```

```
---------  ----------  -----------
VAMB22HH      1.9091    I
VAMB25HH      1.2261   .. I
VAMB28HH      0.8585   .. I
VAMB25LH      0.0427   .... I
VAMB28LH     -0.3219   .... I

THERE ARE 3 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.467   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tamaño Hospedador

```
ONE-WAY AOV FOR: SPMB22HH SPMB25HH SPMB25LH SPMB28HH SPMB28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     0.45977    0.11494    4.63  0.0017
WITHIN   131     3.24868    0.02480
TOTAL    135     3.70845

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES    9.30     4    0.0540

COCHRAN'S Q                     0.3011
LARGEST VAR / SMALLEST VAR      3.0681

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.00342
EFFECTIVE CELL SIZE                            26.4

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
SPMB22HH      0.4709     36       0.1523
SPMB25HH      0.5636     40       0.1764
SPMB25LH      0.5768     26       0.1837
SPMB28HH      0.4345     19       0.1049
SPMB28LH      0.4439     15       0.1141
TOTAL         0.5103    136       0.1575

CASES INCLUDED 136    MISSING CASES 329


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
SPMB25LH      0.5768    I
SPMB25HH      0.5636    I
SPMB22HH      0.4709    I
SPMB28LH      0.4439    I
SPMB28HH      0.4345    I

THERE ARE NO SIGNIFICANT PAIRWISE DIFFERENCES AMONG THE MEANS.

CRITICAL F VALUE 2.441   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tamaño Adulto

ONE-WAY AOV FOR: SAMB22HH SAMB25HH SAMB25LH SAMB28HH SAMB28LH

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	4	0.11042	0.02761	2.22	0.0721
WITHIN	95	1.18335	0.01246		
TOTAL	99	1.29377			

	CHI-SQ	DF	P
BARTLETT'S TEST OF EQUAL VARIANCES	2.26	4	0.6885

COCHRAN'S Q 0.2811
LARGEST VAR / SMALLEST VAR 1.9164

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS 8.058E-04
EFFECTIVE CELL SIZE 18.8

VARIABLE	MEAN	SAMPLE SIZE	GROUP STD DEV
SAMB22HH	-0.7652	16	0.1025
SAMB25HH	-0.8423	38	0.1000
SAMB25LH	-0.8521	22	0.1189
SAMB28HH	-0.8589	14	0.1197
SAMB28LH	-0.8761	10	0.1384
TOTAL	-0.8378	100	0.1116

CASES INCLUDED 100 MISSING CASES 365

Parasitismo Natural Atta

DESCRIPTIVE STATISTICS

	PNAS22HH	PNAS25HH	PNAS25LH	PNAS28HH	PNAS28LH
N	18	18	18	18	18
MEAN	0.5072	1.6450	0.3878	0.5672	0.5278
SD	0.4700	0.9639	0.3005	0.4046	0.3923
MINIMUM	0.0000	0.3300	0.0000	0.0000	0.0000
1ST QUARTI	0.1875	1.1975	0.0000	0.1950	0.1725
MEDIAN	0.3800	1.3550	0.3800	0.6850	0.5550
3RD QUARTI	0.7075	2.3525	0.6400	0.8425	0.7925
MAXIMUM	1.8100	3.8600	1.0200	1.2300	1.3200

	PNET22HH	PNET25HH	PNET25LH	PNET28HH	PNET28LH
N	18	18	18	18	18
MEAN	0.4756	1.8350	0.8650	1.1494	0.5456
SD	0.3994	1.4730	0.7161	1.0554	0.3974
MINIMUM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1ST QUARTI	0.0000	0.8400	0.2275	0.0000	0.1875
MEDIAN	0.4950	1.5200	0.6750	1.0300	0.5200
3RD QUARTI	0.7350	2.6125	1.5250	1.8625	0.9100
MAXIMUM	1.3100	6.2800	2.0400	3.5000	1.2500

	PNMB22HH	PNMB25HH	PNMB25LH	PNMB28HH	PNMB28LH
N	18	18	18	18	18
MEAN	0.3478	1.2611	0.6322	0.5172	0.3394
SD	0.5144	0.6697	0.4367	0.4332	0.3232
MINIMUM	0.0000	0.3400	0.0000	0.0000	0.0000
1ST QUARTI	0.0000	0.7975	0.3725	0.0000	0.0000
MEDIAN	0.0000	1.2850	0.7000	0.4100	0.3000
3RD QUARTI	0.5725	1.6175	0.8050	0.7650	0.6750
MAXIMUM	1.7500	2.8200	1.5100	1.3800	0.8800

Parasitismo Natural Atta (Transformados Raíz)

Apocephalus setitarsus

```
ONE-WAY AOV FOR: PNAS22HH PNAS25HH PNAS25LH PNAS28HH PNAS28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     5.88703    1.47176   10.28  0.0000
WITHIN    85     12.1683    0.14316
TOTAL     89     18.0553

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES    0.28     4    0.9913

COCHRAN'S Q                    0.2155
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     1.2568

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.07381
EFFECTIVE CELL SIZE                            18.0

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
PNAS22HH      0.6013     18       0.3927
PNAS25HH      1.2297     18       0.3750
PNAS25LH      0.5214     18       0.3503
PNAS28HH      0.6501     18       0.3913
PNAS28LH      0.6251     18       0.3809
TOTAL         0.7255     90       0.3784

CASES INCLUDED 90    MISSING CASES 0

SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
PNAS25HH      1.2297    I
PNAS28HH      0.6501   .. I
PNAS28LH      0.6251   .. I
PNAS22HH      0.6013   .. I
PNAS25LH      0.5214   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE                    2.479   REJECTION LEVEL    0.050
CRITICAL VALUE FOR COMPARISON      0.3971
STANDARD ERROR FOR COMPARISON      0.1261
```

Eibesfeldtphora trilobata

```
ONE-WAY AOV FOR: PNET22HH PNET25HH PNET25LH PNET28HH PNET28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     4.90718    1.22680    4.81  0.0016
```

```
WITHIN    85     21.6984    0.25528
TOTAL     89     26.6056

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES    6.30     4    0.1779

COCHRAN'S Q                    0.3173
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     2.7293

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.05397
EFFECTIVE CELL SIZE                            18.0

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
PNET22HH      0.5711     18       0.3977
PNET25HH      1.2366     18       0.5690
PNET25LH      0.7983     18       0.4911
PNET28HH      0.8758     18       0.6364
PNET28LH      0.6367     18       0.3852
TOTAL         0.8237     90       0.5052

CASES INCLUDED 90    MISSING CASES 0


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
PNET25HH      1.2366    I
PNET28HH      0.8758    I I
PNET25LH      0.7983    I I
PNET28LH      0.6367   .. I
PNET22HH      0.5711   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE                    2.479   REJECTION LEVEL    0.050
CRITICAL VALUE FOR COMPARISON      0.5303
STANDARD ERROR FOR COMPARISON      0.1684
```

Myrmosicarius brandaoi

```
ONE-WAY AOV FOR: PNMB22HH PNMB25HH PNMB25LH PNMB28HH PNMB28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     5.47595    1.36899    9.05  0.0000
WITHIN    85     12.8544    0.15123
TOTAL     89     18.3303

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES    3.19     4    0.5259

COCHRAN'S Q                    0.2877
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     2.3322

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.06765
EFFECTIVE CELL SIZE                            18.0

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
```

PNMB22HH	0.3773	18	0.4664
PNMB25HH	1.0831	18	0.3054
PNMB25LH	0.7080	18	0.3723
PNMB28HH	0.5963	18	0.4137
PNMB28LH	0.4598	18	0.3682
TOTAL	0.6449	90	0.3889

CASES INCLUDED 90 MISSING CASES 0

SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

VARIABLE	MEAN	HOMOGENEOUS GROUPS
PNMB25HH	1.0831	I
PNMB25LH	0.7080	I I
PNMB28HH	0.5963	.. I
PNMB28LH	0.4598	.. I
PNMB22HH	0.3773	.. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.479 REJECTION LEVEL 0.050
CRITICAL VALUE FOR COMPARISON 0.4082
STANDARD ERROR FOR COMPARISON 0.1296

Supervivencia Pupal Atta

DESCRIPTIVE STATISTICS

	PSA22HH	PSA25HH	PSA25LH	PSA28HH	PSA28LH
N	7	12	12	8	6
MEAN	0.5057	0.9700	0.3850	0.5988	0.1383
SD	0.3488	0.0701	0.3700	0.1558	0.1246
MINIMUM	0.0000	0.8200	0.0000	0.3300	0.0000
1ST QUARTI	0.2100	1.0000	0.0000	0.5000	0.0000
MEDIAN	0.5400	1.0000	0.3300	0.6250	0.1400
3RD QUARTI	0.8000	1.0000	0.6575	0.6975	0.2625
MAXIMUM	1.0000	1.0000	1.0000	0.8400	0.3000

	PSE22HH	PSE25HH	PSE25LH	PSE28HH	PSE28LH
N	10	12	12	8	7
MEAN	0.7770	0.9500	0.5617	0.7725	0.2286
SD	0.2291	0.0844	0.2976	0.1693	0.2535
MINIMUM	0.4000	0.7500	0.0000	0.5000	0.0000
1ST QUARTI	0.5000	0.9000	0.5050	0.6700	0.0000
MEDIAN	0.8450	1.0000	0.6250	0.7500	0.2300
3RD QUARTI	1.0000	1.0000	0.7150	0.9550	0.5300
MAXIMUM	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.6000

	PSM22HH	PSM25HH	PSM25LH	PSM28HH	PSM28LH
N	9	9	12	8	6
MEAN	0.5022	0.9344	0.5267	0.7850	0.5567
SD	0.4115	0.1320	0.1771	0.2132	0.3452
MINIMUM	0.0000	0.6600	0.3300	0.5000	0.0000
1ST QUARTI	0.0350	0.8750	0.4250	0.5400	0.2550
MEDIAN	0.6600	1.0000	0.5000	0.8100	0.6050
3RD QUARTI	0.9000	1.0000	0.5750	1.0000	0.8825
MAXIMUM	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9200

Supervivencia Pupal Atta (Transformados Raíz)

Apocephalus setitarsus

ONE-WAY AOV FOR: PSA22HH PSA25HH PSA25LH PSA28HH PSA28LH

```
SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     2.47324    0.61831    8.90  0.0000
WITHIN    40     2.77832    0.06946
TOTAL     44     5.25156

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   42.92     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.4581
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     115.22

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.06221
EFFECTIVE CELL SIZE                             8.8

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
PSA22HH       0.6392      7       0.3366
PSA25HH       0.9843     12       0.0368
PSA25LH       0.4921     12       0.3947
PSA28HH       0.7676      8       0.1045
PSA28LH       0.2990      6       0.2423
TOTAL         0.6695     45       0.2635

CASES INCLUDED 45    MISSING CASES 15


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
PSA25HH       0.9843    I
PSA28HH       0.7676    I I
PSA22HH       0.6392    I I I
PSA25LH       0.4921   .. I I
PSA28LH       0.2990   .... I

THERE ARE 3 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.606   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Eibesfeldtphora trilobata

```
ONE-WAY AOV FOR: PSE22HH PSE25HH PSE25LH PSE28HH PSE28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     1.99925    0.49981   10.12  0.0000
WITHIN    44     2.17391    0.04941
TOTAL     48     4.17316

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   39.45     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.4667
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     60.420

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.04646
EFFECTIVE CELL SIZE                             9.7
```

```
                        SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN      SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
PSE22HH       0.8717     10       0.1383
PSE25HH       0.9737     12       0.0448
PSE25LH       0.6803     12       0.3284
PSE28HH       0.8742      8       0.0975
PSE28LH       0.3532      7       0.3481
TOTAL         0.7761     49       0.2223

CASES INCLUDED 49    MISSING CASES 11


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                        HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN     GROUPS
---------  ----------  -----------
PSE25HH       0.9737    I
PSE28HH       0.8742    I I
PSE22HH       0.8717    I I
PSE25LH       0.6803   .. I I
PSE28LH       0.3532   .... I

THERE ARE 3 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.584   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Myrmosicarius brandaoi

```
ONE-WAY AOV FOR: PSM22HH PSM25HH PSM25LH PSM28HH PSM28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     0.79839    0.19960    3.45  0.0165
WITHIN    39     2.25459    0.05781
TOTAL     43     3.05297

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   30.98     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.5092
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     31.929

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.01631
EFFECTIVE CELL SIZE                             8.7

                        SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN      SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
PSM22HH       0.5954      9       0.4077
PSM25HH       0.9643      9       0.0722
PSM25LH       0.7176     12       0.1132
PSM28HH       0.8783      8       0.1244
PSM28LH       0.6716      6       0.3560
TOTAL         0.7660     44       0.2404

CASES INCLUDED 44    MISSING CASES 16


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                        HOMOGENEOUS
```

```
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
PSM25HH       0.9643    I
PSM28HH       0.8783    I I
PSM25LH       0.7176    I I
PSM28LH       0.6716    I I
PSM22HH       0.5954   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.612   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tiempos y Tamaños *A. lundii*

DESCRIPTIVE STATISTICS

	TLAN22HH	TLAN25HH	TLAN25LH	TLAN28HH	TLAN28LH
N	28	38	22	29	16
MEAN	15.185	11.622	14.714	9.5714	11.000
SD	2.9191	3.9956	2.2284	1.3477	1.6733
MINIMUM	11.000	6.0000	11.000	9.0000	8.0000
1ST QUARTI	11.750	8.0000	13.786	9.0000	10.000
MEDIAN	15.593	10.811	15.000	9.0000	11.000
3RD QUARTI	17.000	14.250	17.000	9.2857	12.000
MAXIMUM	21.000	20.000	17.000	14.000	14.000

	TPAN22HH	TPAN25HH	TPAN25LH	TPAN28HH	TPAN28LH
N	24	38	10	24	9
MEAN	19.609	13.838	15.333	12.348	14.000
SD	2.7622	5.8472	1.5635	2.4603	1.7321
MINIMUM	16.000	5.0000	13.000	9.0000	12.000
1ST QUARTI	17.250	9.2500	14.500	10.000	12.500
MEDIAN	19.000	12.000	15.167	12.000	14.000
3RD QUARTI	22.000	20.250	16.250	15.000	15.500
MAXIMUM	25.000	23.000	18.000	17.000	17.000

	TTAN22HH	TTAN25HH	TTAN25LH	TTAN28HH	TTAN28LH
N	24	38	10	24	9
MEAN	32.130	26.108	30.778	24.957	25.000
SD	4.5712	4.7748	3.3259	1.8053	2.1213
MINIMUM	23.000	14.000	26.000	22.000	21.000
1ST QUARTI	28.000	24.250	26.750	24.000	23.500
MEDIAN	32.565	27.000	31.500	24.978	25.000
3RD QUARTI	36.000	29.000	33.250	26.000	26.500
MAXIMUM	39.000	36.000	35.000	29.000	28.000

	VAAN22HH	VAAN25HH	VAAN25LH	VAAN28HH	VAAN28LH
N	24	38	10	15	9
MEAN	6.2609	2.7568	2.2222	3.0000	1.1250
SD	1.5939	0.9700	0.7857	0.7559	0.5995
MINIMUM	2.0000	1.0000	1.0000	2.0000	0.0000
1ST QUARTI	5.0000	2.0000	1.7500	3.0000	1.0000
MEDIAN	6.6304	3.0000	2.1111	3.0000	1.0000
3RD QUARTI	7.0000	3.0000	3.0000	3.0000	1.5625
MAXIMUM	9.0000	5.0000	3.0000	5.0000	2.0000

	SAAN22HH	SAAN25HH	SAAN25LH	SAAN28HH	SAAN28LH
N	15	29	10	15	9
MEAN	0.5250	0.4918	0.5267	0.5036	0.5288
SD	0.0188	0.0569	0.0205	0.0612	0.0209
MINIMUM	0.5100	0.3600	0.5100	0.3600	0.5100
1ST QUARTI	0.5100	0.4650	0.5100	0.4800	0.5100

MEDIAN	0.5100	0.5100	0.5183	0.5100	0.5288
3RD QUARTI	0.5400	0.5250	0.5400	0.5400	0.5400
MAXIMUM	0.5700	0.6300	0.5700	0.6300	0.5700

	TLMC22HH	TLMC25HH	TLMC25LH	TLMC28HH	TLMC28LH
N	38	59	33	22	15
MEAN	16.054	12.431	14.094	10.238	11.571
SD	3.3203	5.6266	2.5904	3.2057	2.2588
MINIMUM	10.000	5.0000	11.000	5.0000	8.0000
1ST QUARTI	14.000	8.0000	11.000	8.0000	10.000
MEDIAN	16.027	12.000	14.000	10.119	11.571
3RD QUARTI	18.250	18.000	16.000	11.250	13.000
MAXIMUM	21.000	25.000	19.000	18.000	16.000

	TPMC22HH	TPMC25HH	TPMC25LH	TPMC28HH	TPMC28LH
N	20	47	20	11	9
MEAN	23.474	16.239	17.895	11.300	13.250
SD	1.8171	6.2037	2.3146	3.7430	1.9203
MINIMUM	19.000	0.0000	15.000	6.0000	11.000
1ST QUARTI	22.000	13.000	16.000	9.0000	11.500
MEDIAN	24.000	17.000	18.000	11.000	13.000
3RD QUARTI	24.000	21.000	19.000	14.000	14.500
MAXIMUM	27.000	23.000	23.000	18.000	17.000

	TTMC22HH	TTMC25HH	TTMC25LH	TTMC28HH	TTMC28LH
N	20	47	20	11	9
MEAN	34.158	28.522	31.158	21.100	26.125
SD	1.1362	5.3517	2.3455	4.6573	2.5709
MINIMUM	33.000	14.000	27.000	11.000	21.000
1ST QUARTI	33.000	25.000	30.000	18.000	24.500
MEDIAN	34.000	29.000	31.000	21.100	26.125
3RD QUARTI	35.000	33.000	32.750	25.000	28.500
MAXIMUM	37.000	37.000	36.000	28.000	29.000

	VAMC22HH	VAMC25HH	VAMC25LH	VAMC28HH	VAMC28LH
N	20	47	20	11	9
MEAN	6.0526	4.0652	2.1053	2.9000	1.6250
SD	1.5719	0.9646	0.9676	0.8307	0.6960
MINIMUM	3.0000	2.0000	1.0000	2.0000	1.0000
1ST QUARTI	5.0000	3.0000	1.2500	2.0000	1.0000
MEDIAN	6.0000	4.0000	2.0000	3.0000	1.6250
3RD QUARTI	7.0000	5.0000	2.7763	3.0000	2.0000
MAXIMUM	9.0000	6.0000	5.0000	5.0000	3.0000

	SPMC22HH	SPMC25HH	SPMC25LH	SPMC28HH	SPMC28LH
N	33	60	38	33	22
MEAN	1.5844	1.3932	1.5673	1.5844	1.5971
SD	0.1552	0.2128	0.1540	0.1552	0.1606
MINIMUM	1.2300	1.1100	1.2300	1.2300	1.2300
1ST QUARTI	1.4700	1.2300	1.4625	1.4700	1.4700
MEDIAN	1.5844	1.3200	1.5600	1.5844	1.6236
3RD QUARTI	1.7100	1.5600	1.7100	1.7100	1.7100
MAXIMUM	1.9200	1.8900	1.9200	1.9200	1.9200

	SAMC22HH	SAMC25HH	SAMC25LH	SAMC28HH	SAMC28LH
N	15	44	20	11	9
MEAN	0.4179	0.4214	0.4168	0.4170	0.4200
SD	0.0211	0.0419	0.0215	0.0210	0.0212
MINIMUM	0.3900	0.3300	0.3900	0.3900	0.3900
1ST QUARTI	0.3900	0.3900	0.3900	0.3900	0.4050
MEDIAN	0.4200	0.4200	0.4200	0.4200	0.4200
3RD QUARTI	0.4200	0.4500	0.4200	0.4200	0.4350
MAXIMUM	0.4500	0.5100	0.4500	0.4500	0.4500

Tiempo Size *A. lundii* temperatura y humedad transformado Logn

Apocephalus neivai

Tiempo larval

```
ONE-WAY AOV FOR: TLAN22HH TLAN25HH TLAN25LH TLAN28HH TLAN28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     3.99749    0.99937   18.06  0.0000
WITHIN   123     6.80538    0.05533
TOTAL    127     10.8029

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   37.29     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.5241
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     7.9660

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.03766
EFFECTIVE CELL SIZE                            25.1

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TLAN22HH      2.7009     27       0.2038
TLAN25HH      2.3940     37       0.3492
TLAN25LH      2.6761     21       0.1676
TLAN28HH      2.2506     28       0.1237
TLAN28LH      2.3860     15       0.1605
TOTAL         2.4727    128       0.2352

CASES INCLUDED 128    MISSING CASES 167


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TLAN22HH      2.7009    I
TLAN25LH      2.6761    I
TLAN25HH      2.3940   .. I
TLAN28LH      2.3860   .. I
TLAN28HH      2.2506   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.445   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tiempo pupal

```
ONE-WAY AOV FOR: TPAN22HH TPAN25HH TPAN25LH TPAN28HH TPAN28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     3.48169    0.87042    8.57  0.0000
WITHIN    95     9.64874    0.10157
TOTAL     99     13.1304

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   54.46     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.7104
```

```
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     18.723

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.04140
EFFECTIVE CELL SIZE                            18.6

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TPAN22HH      2.9663     23       0.1413
TPAN25HH      2.5265     37       0.4732
TPAN25LH      2.7248      9       0.1094
TPAN28HH      2.4934     23       0.2060
TPAN28LH      2.6316      8       0.1300
TOTAL         2.6463    100       0.3187

CASES INCLUDED 100    MISSING CASES 195

SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TPAN22HH      2.9663    I
TPAN25LH      2.7248    I I
TPAN28LH      2.6316    I I
TPAN25HH      2.5265   .. I
TPAN28HH      2.4934   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.467   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tiempo total

```
ONE-WAY AOV FOR: TTAN22HH TTAN25HH TTAN25LH TTAN28HH TTAN28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     1.06092    0.26523   10.67  0.0000
WITHIN    95     2.36192    0.02486
TOTAL     99     3.42284

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   26.69     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.4631
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     8.1726

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.01294
EFFECTIVE CELL SIZE                            18.6

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TTAN22HH      3.4592     23       0.1506
TTAN25HH      3.2428     37       0.2090
TTAN25LH      3.4207      9       0.1180
TTAN28HH      3.2146     23       0.0731
TTAN28LH      3.2151      8       0.0932
TOTAL         3.2999    100       0.1577

CASES INCLUDED 100    MISSING CASES 195
```

```
SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                        HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TTAN22HH      3.4592    I
TTAN25LH      3.4207    I I
TTAN25HH      3.2428   .. I I
TTAN28LH      3.2151   .. I I
TTAN28HH      3.2146   .... I

THERE ARE 3 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.467   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Vida adulta

```
ONE-WAY AOV FOR: VAAN22HH VAAN25HH VAAN25LH VAAN28HH VAAN28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     18.9083    4.72707   36.18  0.0000
WITHIN    85     11.1045    0.13064
TOTAL     89     30.0128

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES    4.56     4    0.3351

COCHRAN'S Q                     0.3138
LARGEST VAR / SMALLEST VAR      3.1780

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.28161
EFFECTIVE CELL SIZE                            16.3

                        SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN      SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
VAAN22HH      1.7916     23       0.3255
VAAN25HH      0.9445     37       0.3962
VAAN25LH      0.7193      9       0.4489
VAAN28HH      1.0688     14       0.2518
VAAN28LH      0.1980      7       0.3382
TOTAL         1.0997     90       0.3614

CASES INCLUDED 90    MISSING CASES 205

SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                        HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
VAAN22HH      1.7916    I
VAAN28HH      1.0688   .. I
VAAN25HH      0.9445   .. I
VAAN25LH      0.7193   .. I I
VAAN28LH      0.1980   .... I

THERE ARE 3 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.479   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tamaño adulto

```
ONE-WAY AOV FOR: SAAN22HH SAAN25HH SAAN25LH SAAN28HH SAAN28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     0.08484    0.02121    2.12  0.0869
WITHIN    68     0.68070    0.01001
TOTAL     72     0.76554

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   33.01     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.4715
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     13.190

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS  8.160E-04
EFFECTIVE CELL SIZE                            13.7

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
SAAN22HH     -0.6450     14       0.0366
SAAN25HH     -0.7168     28       0.1229
SAAN25LH     -0.6419      9       0.0408
SAAN28HH     -0.6939     14       0.1331
SAAN28LH     -0.6380      8       0.0417
TOTAL        -0.6808     73       0.1001

CASES INCLUDED 73    MISSING CASES 222
```

Myrmosicarius catharinensis

Tiempo larval

```
ONE-WAY AOV FOR: TLMC22HH TLMC25HH TLMC25LH TLMC28HH TLMC28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     4.35598    1.08900    9.47  0.0000
WITHIN   157     18.0521    0.11498
TOTAL    161     22.4081

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   45.69     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.5034
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     6.4789

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.03180
EFFECTIVE CELL SIZE                            30.6

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TLMC22HH      2.7526     37       0.2244
TLMC25HH      2.4137     58       0.4728
TLMC25LH      2.6290     32       0.1858
TLMC28HH      2.2804     21       0.3078
TLMC28LH      2.4296     14       0.2022
TOTAL         2.5177    162       0.3391

CASES INCLUDED 162    MISSING CASES 133

SCHEFFE COMPARISON OF MEANS
```

```
                        HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TLMC22HH      2.7526    I
TLMC25LH      2.6290    I I
TLMC28LH      2.4296    I I I
TLMC25HH      2.4137   .. I I
TLMC28HH      2.2804   .... I

THERE ARE 3 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.429   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tiempo pupal

```
ONE-WAY AOV FOR: TPMC22HH TPMC25HH TPMC25LH TPMC28HH TPMC28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     5.14022    1.28505    8.60  0.0000
WITHIN    97     14.4859    0.14934
TOTAL    101     19.6261

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   78.67     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.6256
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     43.325

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.06260
EFFECTIVE CELL SIZE                            18.1

                        SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TPMC22HH      3.1528     19       0.0810
TPMC25HH      2.6987     46       0.5331
TPMC25LH      2.8763     19       0.1309
TPMC28HH      2.3698     10       0.3516
TPMC28LH      2.5739      8       0.1510
TOTAL         2.7743    102       0.3864

CASES INCLUDED 102    MISSING CASES 193

SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                        HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TPMC22HH      3.1528    I
TPMC25LH      2.8763    I I
TPMC25HH      2.6987   .. I I
TPMC28LH      2.5739   .. I I
TPMC28HH      2.3698   .... I

THERE ARE 3 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.465   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tiempo total

```
ONE-WAY AOV FOR: TTMC22HH TTMC25HH TTMC25LH TTMC28HH TTMC28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     1.93343    0.48336   15.90  0.0000
WITHIN    97     2.94957    0.03041
TOTAL    101     4.88300

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   66.25     4    0.0000

COCHRAN'S Q                    0.5194
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     62.225

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.02497
EFFECTIVE CELL SIZE                            18.1

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
TTMC22HH      3.5304     19       0.0338
TTMC25HH      3.3299     46       0.2160
TTMC25LH      3.4363     19       0.0765
TTMC28HH      3.0203     10       0.2665
TTMC28LH      3.2578      8       0.1098
TOTAL         3.3511    102       0.1744

CASES INCLUDED 102    MISSING CASES 193

SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
TTMC22HH      3.5304    I
TTMC25LH      3.4363    I I
TTMC25HH      3.3299   .. I
TTMC28LH      3.2578   .. I I
TTMC28HH      3.0203   .... I

THERE ARE 3 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.465   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Vida adulta

```
ONE-WAY AOV FOR: VAMC22HH VAMC25HH VAMC25LH VAMC28HH VAMC28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     18.7373    4.68433   44.62  0.0000
WITHIN    97     10.1844    0.10499
TOTAL    101     28.9218

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   13.50     4    0.0091

COCHRAN'S Q                    0.3380
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     3.4764

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.25241
```

```
EFFECTIVE CELL SIZE                              18.1

                        SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN      SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
VAMC22HH      1.7638     19       0.2856
VAMC25HH      1.3732     46       0.2482
VAMC25LH      0.6443     19       0.4627
VAMC28HH      1.0281     10       0.2798
VAMC28LH      0.3973      8       0.4449
TOTAL         1.1998    102       0.3240

CASES INCLUDED 102    MISSING CASES 193


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                        HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN     GROUPS
---------  ----------  -----------
VAMC22HH      1.7638    I
VAMC25HH      1.3732   .. I
VAMC28HH      1.0281   .. I I
VAMC25LH      0.6443   .... I I
VAMC28LH      0.3973   ...... I

THERE ARE 4 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.465   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Tamaño hospedador

```
ONE-WAY AOV FOR: SPMC22HH SPMC25HH SPMC25LH SPMC28H SPMC28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     0.70623    0.17656   12.32  0.0000
WITHIN   176     2.52260    0.01433
TOTAL    180     3.22883

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   11.34     4    0.0230

COCHRAN'S Q                    0.3425
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     2.1587

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.00462
EFFECTIVE CELL SIZE                            35.1

                        SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN      SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
SPMC22HH      0.4552     32       0.1021
SPMC25HH      0.3205     59       0.1486
SPMC25LH      0.4444     37       0.1012
SPMC28H       0.4552     32       0.1021
SPMC28LH      0.4629     21       0.1066
TOTAL         0.4100    181       0.1197

CASES INCLUDED 181    MISSING CASES 114
```

Tamaño adulto

ONE-WAY AOV FOR: SAMC22HH SAMC25HH SAMC25LH SAMC28HH SAMC28LH

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	4	0.00100	2.505E-04	0.04	0.9947
WITHIN	89	0.56075	0.00630		
TOTAL	93	0.56175			

	CHI-SQ	DF	P
BARTLETT'S TEST OF EQUAL VARIANCES	17.16	4	0.0018

COCHRAN'S Q 0.4750
LARGEST VAR / SMALLEST VAR 3.7202

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS -3.630E-04
EFFECTIVE CELL SIZE 16.7

VARIABLE	MEAN	SAMPLE SIZE	GROUP STD DEV
SAMC22HH	-0.8739	14	0.0524
SAMC25HH	-0.8691	43	0.1010
SAMC25LH	-0.8764	19	0.0530
SAMC28HH	-0.8759	10	0.0530
SAMC28LH	-0.8688	8	0.0541
TOTAL	-0.8720	94	0.0794

CASES INCLUDED 94 MISSING CASES 201

Parasitismo Natural *A. lundii*

DESCRIPTIVE STATISTICS

	PNAN22HH	PNAN25HH	PNAN25LH	PNAN28HH	PNAN28LH
N	14	17	12	12	12
MEAN	1.1821	1.5341	0.4158	0.8783	0.3900
SD	1.4188	0.8524	0.3215	0.4515	0.3433
MINIMUM	0.0000	0.3200	0.0000	0.3600	0.0000
1ST QUARTI	0.2550	1.0300	0.0900	0.4525	0.0000
MEDIAN	0.5150	1.3700	0.3800	0.7700	0.3500
3RD QUARTI	2.2250	1.9350	0.6475	1.1800	0.7450
MAXIMUM	4.1600	3.8600	1.0200	1.7900	0.8000

	PNMC22HH	PNMC25HH	PNMC25LH	PNMC28HH	PNMC28LH
N	14	25	18	13	12
MEAN	0.9250	1.3260	0.6250	0.7008	0.5700
SD	1.6354	0.5975	0.3576	0.5214	0.4283
MINIMUM	0.0000	0.3500	0.0000	0.0000	0.0000
1ST QUARTI	0.0000	0.8050	0.3500	0.4000	0.1000
MEDIAN	0.1750	1.3400	0.7200	0.6100	0.5800
3RD QUARTI	1.4600	1.7100	0.8000	1.1050	0.9850
MAXIMUM	6.0800	2.4100	1.4700	1.7600	1.2000

Parasitismo Natural *A. lundii* transformación raíz

Apocephalus neivai

ONE-WAY AOV FOR: PNAN22HH PNAN25HH PNAN25LH PNAN28HH PNAN28LH

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	4	4.58849	1.14712	6.12	0.0004
WITHIN	62	11.6298	0.18758		
TOTAL	66	16.2183			

```
                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   14.80     4    0.0051

COCHRAN'S Q                    0.5040
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     8.2905

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.07199
EFFECTIVE CELL SIZE                            13.3

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
PNAN22HH      0.8673     14       0.6804
PNAN25HH      1.1920     17       0.3468
PNAN25LH      0.5482     12       0.3546
PNAN28HH      0.9095     12       0.2363
PNAN28LH      0.4992     12       0.3920
TOTAL         0.8342     67       0.4331

CASES INCLUDED 67    MISSING CASES 58

SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
PNAN25HH      1.1920    I
PNAN28HH      0.9095    I I
PNAN22HH      0.8673    I I
PNAN25LH      0.5482   .. I
PNAN28LH      0.4992   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.520   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Myrmosicarius catharinensis

```
ONE-WAY AOV FOR: PNMC22HH PNMC25HH PNMC25LH PNMC28HH PNMC28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     3.45200    0.86300    4.49  0.0027
WITHIN    77     14.7988    0.19219
TOTAL     81     18.2508

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES   23.68     4    0.0001

COCHRAN'S Q                    0.5401
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     8.2214

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.04178
EFFECTIVE CELL SIZE                            16.1

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
PNMC22HH      0.6163     14       0.7662
PNMC25HH      1.1214     25       0.2672
PNMC25LH      0.7304     18       0.3114
PNMC28HH      0.7446     13       0.3983
PNMC28LH      0.6415     12       0.4157
```

```
TOTAL         0.8193     82       0.4384

CASES INCLUDED 82    MISSING CASES 43


SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
PNMC25HH      1.1214    I
PNMC28HH      0.7446    I I
PNMC25LH      0.7304    I I
PNMC28LH      0.6415    I I
PNMC22HH      0.6163   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.490   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Supervivencia Pupal *A. lundii*

```
DESCRIPTIVE STATISTICS

                SPAN22HH    SPAN25HH    SPAN25LH    SPAN28HH    SPAN28LH
N                     11          16          11          12          11
MEAN              0.4500      0.7381      0.2345      0.3192      0.1591
SD                0.3847      0.4036      0.2182      0.3652      0.2672
MINIMUM           0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
1ST QUARTI        0.0000      0.4475      0.0000      0.0000      0.0000
MEDIAN            0.5000      1.0000      0.2000      0.2250      0.0000
3RD QUARTI        0.8100      1.0000      0.5000      0.6200      0.2500
MAXIMUM           1.0000      1.0000      0.5000      1.0000      0.8000

                SPMC22HH    SPMC25HH    SPMC25LH    SPMC28HH    SPMC28LH
N                      7          27          18          13          17
MEAN              0.2971      0.7215      0.3561      0.4162      0.2000
SD                0.1650      0.3565      0.3290      0.4112      0.2781
MINIMUM           0.0000      0.0000      0.0000      0.0000      0.0000
1ST QUARTI        0.2000      0.5000      0.0000      0.0000      0.0000
MEDIAN            0.3300      0.8200      0.5000      0.3300      0.0000
3RD QUARTI        0.4000      1.0000      0.5400      0.8750      0.4150
MAXIMUM           0.5000      1.0000      1.0000      1.0000      0.7500
```

Supervivencia Pupal transformado raíz

Apocephalus neivai

```
ONE-WAY AOV FOR: SPAN22HH SPAN25HH SPAN25LH SPAN28HH SPAN28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     2.22777    0.55694    3.98  0.0066
WITHIN    56     7.83550    0.13992
TOTAL     60     10.0633

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES    0.89     4    0.9258

COCHRAN'S Q                    0.2321
```

```
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     1.5921

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.03440
EFFECTIVE CELL SIZE                            12.1

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
SPAN22HH      0.5551     11       0.3950
SPAN25HH      0.7689     16       0.3959
SPAN25LH      0.3784     11       0.3170
SPAN28HH      0.4154     12       0.3999
SPAN28LH      0.2317     11       0.3405
TOTAL         0.4935     61       0.3741

CASES INCLUDED 61    MISSING CASES 74

SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
SPAN25HH      0.7689    I
SPAN22HH      0.5551    I I
SPAN28HH      0.4154    I I
SPAN25LH      0.3784    I I
SPAN28LH      0.2317   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.537   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Myrmosicarius catharinensis

```
ONE-WAY AOV FOR: SPMC22HH SPMC25HH SPMC25LH SPMC28HH SPMC28LH

SOURCE    DF       SS         MS        F       P
-------  ----  ---------  ---------  ------  ------
BETWEEN    4     2.82591    0.70648    5.25  0.0009
WITHIN    77     10.3521    0.13444
TOTAL     81     13.1780

                    CHI-SQ    DF       P
BARTLETT'S TEST OF  ------  ------  ------
   EQUAL VARIANCES    2.68     4    0.6135

COCHRAN'S Q                    0.2887
LARGEST VAR / SMALLEST VAR     3.3161

COMPONENT OF VARIANCE FOR BETWEEN GROUPS    0.03633
EFFECTIVE CELL SIZE                            15.7

                       SAMPLE     GROUP
VARIABLE       MEAN     SIZE     STD DEV
---------  ----------  ------  ----------
SPMC22HH      0.4991      7       0.2368
SPMC25HH      0.7782     27       0.3470
SPMC25LH      0.4604     18       0.3907
SPMC28HH      0.4946     13       0.4311
SPMC28LH      0.2807     17       0.3588
TOTAL         0.5365     82       0.3667

CASES INCLUDED 82    MISSING CASES 53
```

```
SCHEFFE COMPARISON OF MEANS

                       HOMOGENEOUS
VARIABLE       MEAN    GROUPS
---------  ----------  -----------
SPMC25HH      0.7782    I
SPMC22HH      0.4991    I I
SPMC28HH      0.4946    I I
SPMC25LH      0.4604    I I
SPMC28LH      0.2807   .. I

THERE ARE 2 GROUPS IN WHICH THE MEANS ARE
NOT SIGNIFICANTLY DIFFERENT FROM ONE ANOTHER.

CRITICAL F VALUE 2.490   REJECTION LEVEL 0.050
STANDARD ERRORS AND CRITICAL VALUES OF DIFFERENCES
VARY BETWEEN COMPARISONS BECAUSE OF UNEQUAL SAMPLE SIZES.
```

Correlaciones *Atta*

Tamaño adulto vs Tiempo Total

Ap. setitarsus

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAAS22HH
TTAS22HH   0.6641
  P-VALUE  0.0725
```

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAAS25HH
TTAS25HH   0.4324
  P-VALUE  0.0215
```

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAAS25LH
TTAS25LH  -0.2353
  P-VALUE  0.3632
```

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAET22HH
TTET22HH  -0.0330
  P-VALUE  0.7957
```

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAAS25LH
TTAS25LH  -0.2353
  P-VALUE  0.3632
```

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAET25HH
TTET25HH   0.1991
  P-VALUE  0.0729
```

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAAS28LH
TTAS28LH  -0.4399
  P-VALUE  0.3233
```

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAET25LH
TTET25LH  -0.2487
  P-VALUE  0.1497
```

E. trilobata

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAET28HH


CORRELATIONS (PEARSON)

           SAET28LH
TTET28LH   0.4391
  P-VALUE  0.1162
```

M. brandaoi

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAMB22HH
TTMB22HH   0.4094
  P-VALUE  0.1153


CORRELATIONS (PEARSON)

           SAMB28HH
TTMB28HH   0.1659
  P-VALUE  0.6063


CORRELATIONS (PEARSON)

           SAMB28LH
TTMB28LH  -0.5836
  P-VALUE  0.0765
```

Tamaño adulto vs Vida adulta

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAAS25LH
VAAS25LH   0.5174
  P-VALUE  0.0334


CORRELATIONS (PEARSON)

           SAAS28HH
VAAS28HH   0.3282
  P-VALUE  0.2977


CORRELATIONS (PEARSON)

           SAAS28LH
VAAS28LH  -0.0446
TTET28HH  -0.1152
  P-VALUE  0.4355


CORRELATIONS (PEARSON)

           SAMB25HH
TTMB25HH   0.4909
  P-VALUE  0.0037


CORRELATIONS (PEARSON)

           SAMB25LH
TTMB25LH   0.0633
  P-VALUE  0.7795
```

Ap. setitarsus

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAAS22HH
VAAS22HH   0.0923
  P-VALUE  0.8279


CORRELATIONS (PEARSON)

           SAAS25HH
VAAS25HH   0.1509
  P-VALUE  0.4433


  P-VALUE  0.9332
```

E. trilobata

```
CORRELATIONS (PEARSON)

           SAET22HH
VAET22HH   0.1758
  P-VALUE  0.1647


CORRELATIONS (PEARSON)

           SAET25HH
VAET25HH  -0.0464
  P-VALUE  0.6787
```

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAET25LH
VAET25LH	0.1844
P-VALUE	0.2965

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAET28HH
VAET28HH	0.0243
P-VALUE	0.8696

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAET28LH
VAET28LH	-0.0937
P-VALUE	0.7501

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMB25HH
VAMB25HH	-0.2127
P-VALUE	0.1997

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMB25LH
VAMB25LH	-0.0653
P-VALUE	0.7729

Correlaciones *Acromyrmex*

Tiempo total vs Tamaño adulto

Ap. neivai

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAAN22HH
TTAN22HH	-0.4812
P-VALUE	0.0815

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAAN25HH
TTAN25HH	0.6024

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAAN28LH

M. brandaoi

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMB22HH
VAMB22HH	0.0502
P-VALUE	0.8536

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMB28HH
VAMB28HH	-0.4274
P-VALUE	0.1274

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMB28LH
VAMB28LH	-0.4461
P-VALUE	0.1963

P-VALUE 0.0040

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAAN25LH
TTAN25LH	0.7843
P-VALUE	0.0123

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAAN28HH
TTAN28HH	0.7263
P-VALUE	0.0033

TTAN28LH	0.4324
P-VALUE	0.2846

M. catharinensis

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMC22HH
TTMC22HH	0.1695
P-VALUE	0.5624

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMC28HH
TTMC28HH	-0.0012
P-VALUE	0.9973

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMC28LH
TTMC28LH	0.3672
P-VALUE	0.3708

Tamaño adulto vs Vida adulta

Ap. neivai

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAAN25LH
VAAN25LH	-0.5312
P-VALUE	0.1411

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAAN28HH
VAAN28HH	-0.0591
P-VALUE	0.8408

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAAN28LH
VAAN28LH	-0.6516
P-VALUE	0.1128

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMC25HH
TTMC25HH	0.2478
P-VALUE	0.1091

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMC25LH
TTMC25LH	-0.0094
P-VALUE	0.9694

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAAN22HH
VAAN22HH	-0.0679
P-VALUE	0.8176

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAAN25HH
VAAN25HH	0.3025
P-VALUE	0.1177

M. catharinensis

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMC22HH
VAMC22HH	0.4072
P-VALUE	0.1485

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMC28HH
VAMC28HH	-0.0446
P-VALUE	0.9027

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMC28LH
VAMC28LH	-0.2807
P-VALUE	0.500

CORRELATIONS (PEARSON)

	SAMC25HH
VAMC25HH	0.1336

```
  P-VALUE  0.3932


CORRELATIONS (PEARSON)

           SAMC25LH
VAMC25LH  -0.0834
  P-VALUE  0.7341
```

Capítulo 6

Análisis Tráfico 1 y 4 Fóridos

Nidos pre-asignados a
Control

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum	# Manquants
T=0	26,125	9,932	2,027	24	14,000	46,000	0
T+30	26,042	10,691	2,182	24	13,000	46,000	0
T+60	25,333	10,370	2,117	24	11,000	46,000	0
T+90	24,333	9,572	1,954	24	14,000	44,000	0
T+120	24,208	8,782	1,793	24	12,000	41,000	0

1 Fórido

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum	# Manquants
T=0	25,833	5,557	1,604	12	19,000	39,000	0
T+30	19,833	9,203	2,657	12	6,000	34,000	0
T+60	14,583	7,280	2,101	12	6,000	26,000	0
T+90	13,417	5,265	1,520	12	5,000	21,000	0
T+120	8,917	5,160	1,490	12	4,000	23,000	0

4 Fóridos

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum	# Manquants
T=0	27,583	10,638	3,071	12	14,000	40,000	0
T+30	22,917	10,587	3,056	12	10,000	36,000	0
T+60	17,583	6,598	1,905	12	9,000	34,000	0
T+90	14,833	5,797	1,673	12	7,000	24,000	0
T+120	12,250	3,596	1,038	12	5,000	18,000	0

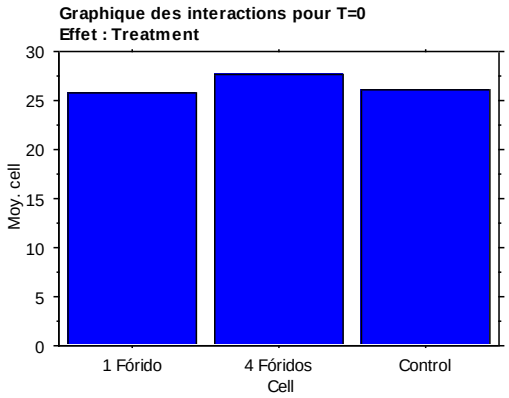
T=0

Tableau ANOVA pour T=0

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Treatment	2	22,458	11,229	,131	,8774	,262	,069
Résidu	45	3853,208	85,627				

Tableau de moyennes pour T=0
Effet : Treatment

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
1 Fórido	12	25,833	5,557	1,604
4 Fóridos	12	27,583	10,638	3,071
Control	24	26,125	9,932	2,027



Test de Bonferroni/Dunn pour T=0
Effet : Treatment
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p
1 Fórido, 4 Fóridos	-1,750	9,394	,6454
1 Fórido, Control	-,292	8,136	,9294
4 Fóridos, Control	1,458	8,136	,6579

Les comparaisons dans ce tableau ne sont pas significatives à moins que la valeur de p correspondante soit inférieure à ,0167.

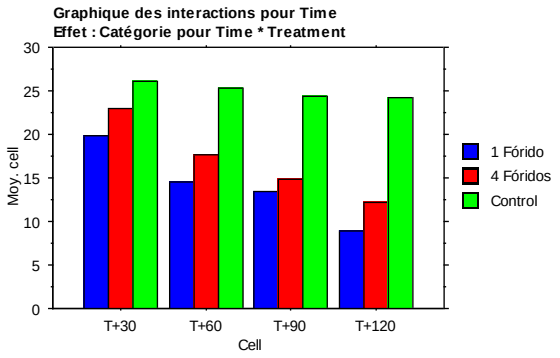
ANOVA mediciones repetidas en el tiempo

Tableau ANOVA pour Time

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Treatment	2	4451,229	2225,615	8,980	,0005	17,960	,974
Sujet(Groupe)	45	11152,750	247,839				
Catégorie pour Time	3	1394,042	464,681	28,949	<,0001	86,846	1,000
Catégorie pour Time * Treatment	6	504,812	84,135	5,241	<,0001	31,449	,996
Catégorie pour Time * Sujet(Groupe)	135	2167,000	16,052				

Tableau de moyennes pour Time
Effet : Catégorie pour Time * Treatment

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
1 Fórido, T+30	12	19,833	9,203	2,657
1 Fórido, T+60	12	14,583	7,280	2,101
1 Fórido, T+90	12	13,417	5,265	1,520
1 Fórido, T+120	12	8,917	5,160	1,490
4 Fóridos, T+30	12	22,917	10,587	3,056
4 Fóridos, T+60	12	17,583	6,598	1,905
4 Fóridos, T+90	12	14,833	5,797	1,673
4 Fóridos, T+120	12	12,250	3,596	1,038
Control, T+30	24	26,042	10,691	2,182
Control, T+60	24	25,333	10,370	2,117
Control, T+90	24	24,333	9,572	1,954
Control, T+120	24	24,208	8,782	1,793



Test de Bonferroni/Dunn pour Time
Effet : Treatment
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
1 Fórido, 4 Fóridos	-2,708	4,370	,1361	
1 Fórido, Control	-10,792	3,785	<,0001	S
4 Fóridos, Control	-8,083	3,785	<,0001	S

Les comparaisons dans ce tableau ne sont pas significatives à moins que la valeur de p correspondante soit inférieure à ,0167.

Análisis tamaño hormigas 1 y 4 fóridos

Estadística descriptiva

Control

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum	# Manquants
T=0	1,742	,354	,014	604	,630	2,880	3
T+30	1,702	,327	,013	607	,900	3,150	0
T+60	1,680	,347	,014	585	,750	2,730	22
T+90	1,741	,356	,016	517	,750	2,940	90
T+120	1,761	,328	,014	513	,870	2,910	94

1 Fórido

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum	# Manquants
T=0	1,748	,354	,019	342	,870	2,790	0
T+30	1,575	,380	,023	274	,690	2,910	68
T+60	1,560	,347	,022	243	,870	2,490	99
T+90	1,651	,359	,024	224	,840	2,790	118
T+120	1,705	,378	,030	156	,840	2,550	186

4 Fóridos

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum	# Manquants
T=0	1,739	,282	,016	326	,960	2,460	0
T+30	1,655	,310	,019	272	,900	2,760	54
T+60	1,613	,300	,021	208	,750	2,580	118
T+90	1,687	,361	,026	190	,840	2,850	136
T+120	1,627	,356	,029	151	,840	2,520	175

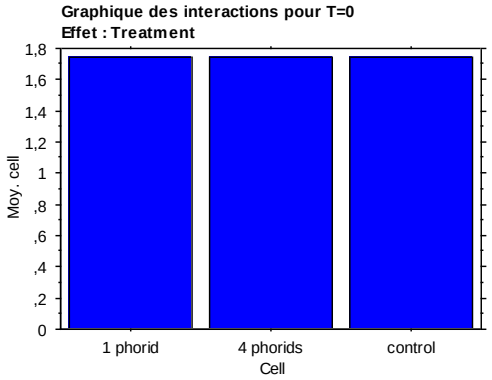
Tiempo 0

Tableau ANOVA pour T=0

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Treatment	2	,013	,007	,058	,9439	,116	,059
Résidu	1269	144,355	,114				

Tableau de moyennes pour T=0
Effet : Treatment

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
1 phorid	342	1,748	,354	,019
4 phorids	326	1,739	,282	,016
control	604	1,742	,354	,014



Test de Bonferroni/Dunn pour T=0
Effet : Treatment
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p
1 phorid, 4 phorids	,009	,063	,7410
1 phorid, control	,006	,055	,8025
4 phorids, control	-,003	,056	,8997

Les comparaisons dans ce tableau ne sont pas significatives à moins que la valeur de p correspondante soit inférieure à ,0167.

ANOVA mediciones repetidas en el tiempo

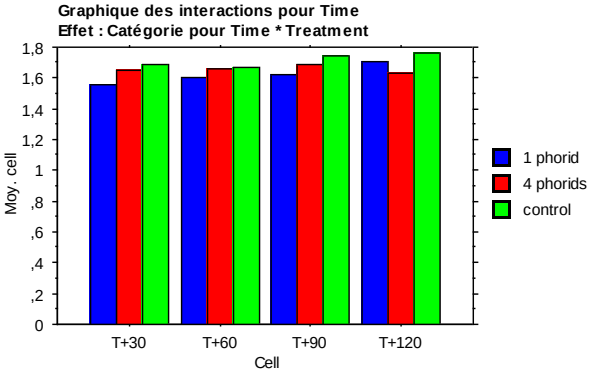
Tableau ANOVA pour Time

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Treatment	2	4,654	2,327	18,235	<,0001	36,471	1,000
Sujet(Groupe)	817	104,254	,128				
Catégorie pour Time	3	1,693	,564	4,820	,0024	14,461	,917
Catégorie pour Time * Treatment	6	1,713	,285	2,438	,0236	14,630	,835
Catégorie pour Time * Sujet(Groupe)	2451	286,921	,117				

Tableau de moyennes pour Time
Effet : Catégorie pour Time * Treatment

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
1 phorid, T+30	156	1,559	,354	,028
1 phorid, T+60	156	1,607	,355	,028
1 phorid, T+90	156	1,624	,346	,028
1 phorid, T+120	156	1,705	,378	,030
4 phorids, T+30	151	1,650	,317	,026
4 phorids, T+60	151	1,661	,302	,025
4 phorids, T+90	151	1,685	,380	,031
4 phorids, T+120	151	1,627	,356	,029
control, T+30	513	1,688	,328	,014
control, T+60	513	1,670	,360	,016
control, T+90	513	1,740	,358	,016
control, T+120	513	1,761	,328	,014

Graphique des interactions pour Time
Effet : Catégorie pour Time * Treatment



Test de Bonferroni/Dunn pour Time
Effet : Treatment
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
1 phorid, 4 phorids	-,034	,040	,0438	
1 phorid, control	-,106	,033	<,0001	S
4 phorids, control	-,072	,034	<,0001	S

Les comparaisons dans ce tableau ne sont pas significatives à moins que la valeur de p correspondante soit inférieure à ,0167.

Análisis Material Vegetal 1 y 4 fóridos

Control

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum	# Manquants
T=0	,145	,036	,007	24	,080	,220	0
T+30	,146	,040	,008	24	,070	,230	0
T+60	,147	,041	,008	24	,080	,220	0
T+90	,141	,035	,007	24	,070	,230	0
T+120	,149	,045	,009	24	,080	,250	0

1 Fórido

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum	# Manquants
T=0	,137	,041	,012	12	,080	,190	0
T+30	,076	,033	,009	12	,030	,140	0
T+60	,065	,044	,013	12	,020	,160	0
T+90	,045	,038	,011	12	,010	,130	0
T+120	,048	,040	,011	12	,010	,150	0

4 Fóridos

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum	# Manquants
T=0	,144	,038	,011	12	,100	,230	0
T+30	,089	,038	,011	12	,020	,140	0
T+60	,064	,038	,011	12	,010	,120	0
T+90	,062	,023	,007	12	,010	,090	0
T+120	,053	,021	,006	12	,010	,080	0

Análisis T=0

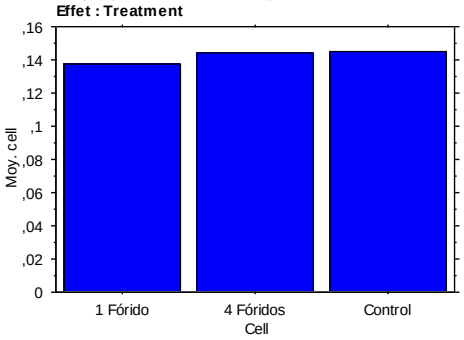
Tableau ANOVA pour T=0

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Treatment	2	,001	2,594E-4	,185	,8318	,370	,077
Résidu	45	,063	,001				

Tableau de moyennes pour T=0
Effet : Treatment

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
1 Fórido	12	,137	,041	,012
4 Fóridos	12	,144	,038	,011
Control	24	,145	,036	,007

Graphique des interactions pour T=0
Effet : Treatment



Test de Bonferroni/Dunn pour T=0
Effet : Treatment
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p
1 Fórido, 4 Fóridos	-,007	,038	,6649
1 Fórido, Control	-,008	,033	,5529
4 Fóridos, Control	-,001	,033	,9252

Les comparaisons dans ce tableau ne sont pas significatives à moins que la valeur de p correspondante soit inférieure à ,0167.

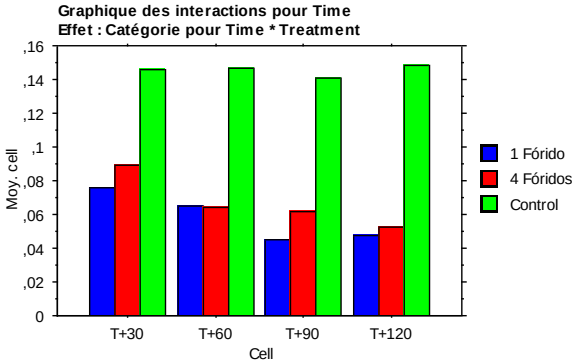
ANOVA de medidas repetidas

Tableau ANOVA pour Time

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Treatment	2	,333	,166	34,133	<,0001	68,267	1,000
Sujet(Groupe)	45	,219	,005				
Catégorie pour Time	3	,013	,004	14,648	<,0001	43,944	1,000
Catégorie pour Time * Treatment	6	,009	,002	5,238	<,0001	31,425	,996
Catégorie pour Time * Sujet(Groupe)	135	,039	2,881E-4				

Tableau de moyennes pour Time
Effet : Catégorie pour Time * Treatment

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
1 Fórido, T+30	12	,076	,033	,009
1 Fórido, T+60	12	,065	,044	,013
1 Fórido, T+90	12	,045	,038	,011
1 Fórido, T+120	12	,048	,040	,011
4 Fóridos, T+30	12	,089	,038	,011
4 Fóridos, T+60	12	,064	,038	,011
4 Fóridos, T+90	12	,062	,023	,007
4 Fóridos, T+120	12	,053	,021	,006
Control, T+30	24	,146	,040	,008
Control, T+60	24	,147	,041	,008
Control, T+90	24	,141	,035	,007
Control, T+120	24	,149	,045	,009



Test de Bonferroni/Dunn pour Time
Effet : Treatment
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
1 Fórido, 4 Fóridos	-,009	,019	,2744	
1 Fórido, Control	-,087	,016	<,0001	S
4 Fóridos, Control	-,079	,016	<,0001	S

Les comparaisons dans ce tableau ne sont pas significatives à moins que la valeur de p correspondante soit inférieure à ,0167.

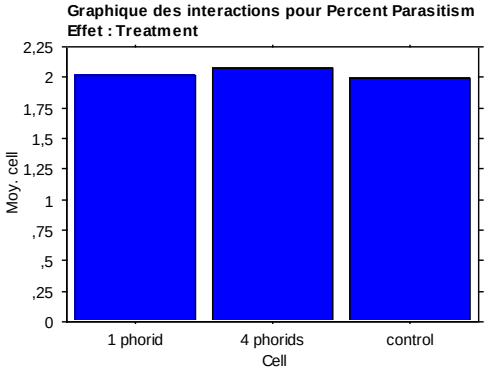
Parasitismo natural Control vs Tratamientos

Tableau ANOVA pour Percent Parasitism

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
Treatment	2	,051	,025	,008	,9916	,017	,051
Résidu	45	135,747	3,017				

Tableau de moyennes pour Percent Parasitism
Effet : Treatment

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
1 phorid	12	2,017	2,075	,599
4 phorids	12	2,074	1,343	,388
control	24	1,995	1,727	,352



Test de Bonferroni/Dunn pour Percent Parasitism
Effet : Treatment
Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p
1 phorid, 4 phorids	-,057	1,763	,9367
1 phorid, control	,023	1,527	,9704
4 phorids, control	,080	1,527	,8975

Les comparaisons dans ce tableau ne sont pas significatives à moins que la valeur de p correspondante soit inférieure à ,0167.