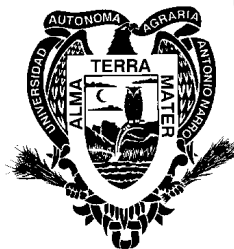


**RELACIONES ENTRE LA HORMIGA DE FUEGO IMPORTADA *S. invicta*
BUREN Y LAS POBLACIONES DE HORMIGAS LOCALES EN
MATAMOROS, TAMAULIPAS, MÈXICO.**

ELSY MARÍA DELGADO GARCÍA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA**



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2008.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIRECCIÓN DE POSTGRADO**

**RELACIONES ENTRE LA HORMIGA DE FUEGO IMPORTADA *S. invicta*
BUREN Y LAS POBLACIONES DE HORMIGAS LOCALES EN
MATAMOROS, TAMAULIPAS, MÉXICO**

TESIS

POR

ELSY MARÍA DELGADO GARCÍA

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada
como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal: _____
Dr. Sergio René Sánchez Peña

Asesor: _____
Dr. Oswaldo García Martínez

Asesor: _____
Dr. Heriberto Díaz Solís

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Director de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2008.

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por brindar el apoyo económico para la realización de la Maestría. Gracias por apoyar a los mexicanos comprometidos con el desarrollo de la investigación

A la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** y al **DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA** y a todas aquellas personas que ahí trabajan por su atención y ayuda brindada.

Con agradecimiento al **Dr. Sergio Rene Sánchez Peña**, por su asesoría, además de las sugerencias para la mejor realización y culminación de esta investigación.

Gracias a todos los que intervinieron en esta investigación directa e indirectamente. A todos los compañeros de la **UAAAN**, que nos acompañaron a realizar los arduos muestreos de la hormiga de fuego.

Un especial agradecimiento a todo el **DEPARTAMENTO DE POSTGRADO** por sus atenciones brindadas.

DEDICATORIA

A MI MADRE:

Violeta Aracelly García Victoria, en primer lugar te agradezco por darme la vida y por ser antes que madre una amiga incondicional, por que has estado conmigo en las buenas y en las malas, apoyándome, escuchándome y alentándome a salir adelante. Gracias por creer en mí.

También le doy las gracias a **Carlos Ávila Ávila**, antes que nada por ser el compañero incondicional de mi madre, por ser un amigo y por estar siempre dispuesto a brindar una mano cuando se le necesita.

A MIS HERMANOS:

Joaquín Delgado García y Mónica Delgado García

Por su cariño e incondicional apoyo moral. Por siempre hacer mis visitas a la casa, estancias alegres. Por este medio les digo que creo en ustedes y siempre contarán conmigo para apoyarlos, por que son capaces de realizar todo lo que se propongan y deseen en la vida.

A MI SOBRINO:

Aramis Emir Gómez Delgado

Por tener siempre para mi una sonrisa y un abrazo, gracias por iluminar mi vida con tu alegría. Cuando pasen los años quiero que leas esto y sepas que siempre podrás contar con tu "Titi" para lo que necesites.

A MI QUERIDO COMPAÑERO:

José Antonio Zúñiga Samano

Por formar parte de mi vida, por tu apoyo, compañía y amor incondicional por alentarme a seguir siempre adelante. Quiero que sepas que siempre he creído en ti como ser humano y se que puedes llegar a ser mejor todavía, nunca dejes de progresar en todos los aspectos.

A TODA MI FAMILIA:

Agradezco a mi tía **Elsy María García Victoria**, a su esposo y a sus hijas, mis primas (Elsy Yolanda y Karina). Por estar siempre cuando se les necesitaba.

A todos ustedes les dedico este trabajo, como muestra de que un ciclo más se cierra. Esperando que con esto se abran nuevas oportunidades que estaré dispuesta a aprovechar. Le agradezco a cada uno de ustedes por estar conmigo, por creer en mí y por apoyarme en las decisiones que he tomado en mi vida.

COMPENDIO

EFFECTO DE LA HORMIGA DE FUEGO IMPORTADA *S. invicta* BUREN

SOBRE LAS POBLACIONES DE HORMIGAS LOCALES EN MATAMOROS,

TAMAULIPAS, MEXICO

POR

ELSY MARÍA DELGADO GARCÍA

MAESTRÍA EN CIENCIAS

PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE 2008.

Dr. SERGIO RENE SANCHEZ PEÑA-Asesor-

Palabras claves: *Solenopsis invicta*, correlación, comunidades de hormigas.

Infestaciones de la hormiga roja importada (*Solenopsis invicta* Buren) que cubren varios kilómetros cuadrados se han detectado en Matamoros, Tamaulipas, México. En esta área se realizó un estudio preliminar para investigar el impacto de *S. invicta* sobre la abundancia relativa de las comunidades de hormigas a través de los diferentes habitats, donde se encontraron diferentes densidades de esta hormiga (sitio 1 y 2). En un solo sitio se encontraron áreas con y sin *S. invicta* (sitio 3). Los resultados indican que en

el sitio 1 se encontraron correlaciones negativas entre las poblaciones de las hormigas más abundantes del muestreo, dichas correlaciones no fueron biológicamente significantes ya que los valores siempre fueron menores de 0.3; sin embargo la correlación de *S. invicta* y el numero de las hormigas no-*S. invicta* fue marcadamente negativo para los sitios 2 y 3.

La correlación de *S. invicta* con el total de las hormigas no-*S. invicta* en el sitio 1 y 2 no fue significativa pero en el sitio 3. Al considerar el nivel de disturbio (ANOVA, $P < 0.05$) (sitio 1 y 2) se encontraron diferencias estadísticas significativas. Para el sitio 3 la abundancia de las hormigas no-*S. invicta* fue significativamente menos ($p=0.001$) en la presencia de *S. invicta*, esto quiere decir que la presencia de esta hormiga introducida impacta las comunidades de hormigas locales, compitiendo por recursos de alimento y espacio, dado que son hormigas territoriales.

ABSTRACT

**RELATIONSHIPS BETWEEN *Solenopsis invicta* BUREN AND LOCAL ANTS
POPULATION IN MATAMOROS, TAMAULIPAS, MEXICO.**

BY

ELSY MARÍA DELGADO GARCÍA

MASTER ON SCIENCE

AGRICULTURAL PARASITOLOGY

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE 2008.

Dr. SERGIO RENE SANCHEZ PEÑA-Advisor-

Key words: *Solenopsis invicta*, correlation, local ants communities.

Infestations of the red imported fire ant (*Solenopsis invicta* Buren) covering several square kilometers have been detected in Matamoros, Tamaulipas, México. In this area we conducted a preliminary study to investigate the impact on relative abundance of ant communities across different habitats where there are different densities of *Solenopsis invicta* (site 1 and 2). And only one site where there are areas with and without infestations *S. invicta* (site 3). Results indicates that for site 1 *S. invicta* showed negative (non-significant) correlations with all local ants considered correlations of any sign between *S. invicta* and

individual ant species at all sites were below 0.3; however, the correlation of *S. invicta* and numbers all other ants per site was markedly negative for sites 2 and 3. The correlation of *S. invicta* with total of the non-*S. invicta* ants in the site 1 and 2 don't found significance and the site 3 found significance. No significant differences were found among sites with/without *S. invicta* when disturbance was considered (ANOVA, $P < 0.05$) and/or soil found within site 1 and 2; for site 3 abundance of non-*S. invicta* ants was significantly less ($p=0.001$) in the presence of *S. invicta* this mains by the presence of this introduced ant has impacted local ants communities, competing for food resources and space.

ÌNDICE DE CONTENIDO

	PAG.
1. INTRODUCCIÒN-----	1
2. REVISIÒN DE LITERATURA-----	3
2.1. La hormiga de fuego importada <i>Solenopsis invicta</i> Buren	3
2.1.1. Clasificaciòn taxonòmica-----	3
2.1.2. Generalidades-----	3
2.1.3. Morfologìa-----	4
2.1.4. Origen-----	5
2.1.5. Colonias políginas de <i>Solenopsis invicta</i>-----	6
2.2. Estatus de <i>Solenopsis invicta</i> como plaga y los diferentes impactos-----	6
2.2.1. Impacto ecològico-----	6
2.2.2. Impacto a la salud humana-----	7
2.3. La biodiversidad en Mèxico-----	8
2.4. Mètodos de control para la hormiga de fuego-----	10
2.4.1. Control biològico-----	10
2.4.2. Control químico-----	10
2.4.3 Justificaciòn-----	11
3. Relationships between <i>Solenopsis invicta</i> and local ants population in Matamoros, Tamaulipas, Mexico-----	12
3.1. Introducciòn-----	13
3.2. MATERIALES Y METODOS-----	15

4. RESULTADOS-----	20
5. DISCUSION-----	22
6. RESUMEN-----	36
7. OBJETIVO GENERAL-----	37
7.1. Objetivos específicos-----	37
8. HIPOTESIS-----	38
9. CONCLUSIONES GENERALES-----	39
10. LITERATURA REVISADA-----	41
11. APENDICE-----	45

1. INTRODUCCION

Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae), son los insectos eusociales mas conspicuos e importantes en el mundo (Rabeling *et al.*, 2008; Wilson, 1971). Ellas desempeñan una gran variedad de funciones ecológicas en los ecosistemas, debido a que utilizan diversos estratos de nidificación, tienen un amplio espectro de alimentación y se asocian con numerosas especies de plantas y animales; también utilizan una variedad de estrategias para distribuirse en diferentes habitats (Lassau, 2004). Por todo lo anterior las hormigas son consideradas como excelentes bioindicadores de calidad ambiental, ya que responden rápidamente a disturbios naturales y humanos (Kaspari, 2000; Schultz y McGlynn, 2000).

Entre el abundante mundo de las hormigas, existe una especie que ha sobresalido a nivel mundial; se trata de *Solenopsis invicta* Buren (= *Solenopsis wagneri* Sanstchi) (Hymenoptera: Formicidae), reconocida actualmente como la peor hormiga plaga del mundo, estatus que se ha ganado en todos los lugares que ha colonizado. La hormiga de fuego se encuentra presente en el estado de Texas EUA incluyendo la frontera con México desde 1991 (Allen *et al.*, 1993), pero su presencia en territorio mexicano se reporto por Sánchez-Peña *et al.*, (2005).

Y por su reciente introducción en México no existen estudios sobre de *S. invicta*; de hecho, no existe un listado de especies para el municipio de Matamoros, Tamaulipas u otros municipios fronterizos, por lo que los resultados de esta investigación servirán para generar información que nos ayude a conocer parte de los efectos de la hormiga invasora *S. invicta* al entrar a territorio mexicano, conocer su distribución para apoyar el diseño de un programa de manejo.

1. REVISION DE LITERATURA

2.1 La hormiga de fuego importada *Solenopsis invicta* Buren.

2.1.1 Clasificación taxonómica.

Reino: Animalia

Clase: Insecta

Familia: Formicidae

Subfamilia: Myrmicinae

Genero: *Solenopsis*

Especie: *Solenopsis invicta* Buren.

2.1.2 Generalidades.

S. invicta es una especie que al invadir causa impactos ambientales, económicos y a la salud humana. Es considerada la peor hormiga plaga del mundo; en un estudio realizado en Nueva Zelanda se le ubico en primer lugar entre ocho de las hormigas mas peligrosas a nivel mundial, debido a su considerable impacto ecológico, agresividad y la severidad de su picadura (Harris *et al.*, 2005).

Esta hormiga prefiere las áreas severamente alteradas por el hombre, donde se establece y distribuye rápidamente. Es raro encontrarla en zonas no disturbadas. Los lugares más comunes para su establecimiento son: hoteles, plazas, jardines, caminos, hospitales, restaurantes, zonas agrícolas etc. (Sánchez-Peña *et al.*, 2005).

2.1.3 Morfología.

En general *Solenopsis invicta* en apariencia es una hormiga pequeña de color rojizo claro, contrastando con un gaster café oscuro brillante. Más específicamente ponemos hacer mención de las siguientes características distintivas.

Escapo antenal: El escapo es relativamente largo, alcanza $\frac{3}{4}$ partes entre la base del ojo y el vertex (Jacobson *et al.*, 2006).

Dientes mandibulares: la presencia del cuarto diente mandibular es frecuentemente el principal indicador para la diferenciación de *S. invicta* con las especies nativas (Jacobson *et al.*, 2006).

Diente clypeal medio: la presencia de este diente en el cíleo es una de las características más distintivas para esta especie de hormiga (Jacobson *et al.*, 2006).

Modelo de separación de especies: Existe un modelo donde se usan tres características cuya efectividad conjunta es del 100%. Las características morfológicas a considerar son: 1) Mesopleura estriada, 2) Proceso peccolar; 3) Diente clipeal medio (Jacobson *et al.*, 2006).

Análisis molecular: Se han creado una serie de marcadores moleculares específicos para distinguir las especies de *Solenopsis*, entre ellas *S. invicta*, *S. xyloni* y los híbridos de ellas (Jacobson *et al.*, 2006; Sanchez-Peña *et al.*, 2009).

2.1.4 Origen.

La hormiga de fuego importada u hormiga brava, es nativa del valle de Mesopotámia, cerca de Formosa, Argentina, en el continente Sudamericano (Caldera *et al.*, 2008). Este insecto llegó accidentalmente a los Estados Unidos de Norteamérica en los años 30`s, en los alrededores del puerto de Mobile, Alabama, E.U.A. En 1980, *S. invicta* ya ocupaba los estados de Mississippi, Louisiana, Florida, Georgia, Carolina del Sur, parte de Carolina de Norte, Tennessee, Arkansas, Oklahoma y parte de Texas (Allen *et al.*, 1995). En 1991 fue encontrada por primera vez en las márgenes texanos del Río Bravo, en la frontera de México y Texas (Allen *et al.*, 1993). En el año 2005 se registro su presencia en territorio mexicano, incluyendo puntos en tres estados fronterizos: Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila (Sanchez-Peña *et al.*, 2005).

2.1.5 Colonias políginas de *Solenopsis invicta*.

La hormiga de fuego es una hormiga territorial, sin embargo existen colonias donde se observa que varias reinas son capaces de coexistir, estudios genéticos muestran que las reinas correspondientes a colonias políginas carecen del gen que otorga la característica de territorialidad a dichas reinas. Esta conducta es observada en insectos sociales (Goodisman y Ross, 1999).

2.2 Estatus de *Solenopsis invicta* como plaga y los diferentes impactos.

2.2.1 Impacto ecológico.

Uno de los impactos que genera *S. invicta*, es ecológico que incluye la reducción de la riqueza de especies locales, tanto de vertebrados como de invertebrados; también afecta la abundancia de hormigas nativas y otros artrópodos. Entre las especies afectadas se puede mencionar: *S. geminata* Fabricius, *S. xyloni* McCook, *Pheidole tepicana* Pergande Wheeler, *Pheidole crassicornis tetra* Wheeler, *Linepithema humile* Mayr y otras 18 especies de hormigas nativas (Folgarait, 2006; Porter y Savignano, 1990; Wojcik *et al.*, 2001). Gotelli y Arnett (2000) documentaron que además de reducir la densidad de especies en escala local, también alteran los patrones de co-ocurrencia de las especies que sobreviven a su presencia, en una escala biogeográfica.

Se ha documentado que la presencia de la hormiga de fuego también tiene un efecto negativo sobre insectos benéficos; tal es el caso de lo que sucede con los huevos del parasitoide *Cardiochiles nigriceps* Viereck (Hymenoptera: Braconidae), afecta las catarinas *Coccinella septempunctata* Linneo e *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) y larvas de *Chrysoperla carnea* Stephen (Neuroptera: Chrysopidae). También reduce poblaciones de insectos plagas como *Amblyomma americanum* (L.), *Heliothis virescens* (F.), *Diatraea saccharalis* (F.), *Anthonomus grandis grandis* Boheman y *Haematobia irritans* (L.) (Wojcik *et al.*, 2001). De manera general se puede afirmar que la hormiga de fuego ataca, mata y se alimenta de cualquier invertebrado incapaz de defenderse adecuadamente o escapar (Eubanks *et al.*, 2001; Wojcik *et al.*, 2001).

Alrededor de esta hormiga, considerada la peor plaga exótica de todos los tiempos, se han realizado muchas investigaciones de los efectos que ocasiona en las áreas colonizadas y sobre la fauna de vertebrados. Se ha encontrado que en zonas costeras, este insecto ataca aves marinas que anidan en el suelo, así como nidos de tortugas marinas también se estima que algunas especies de reptiles y anfibios son particularmente vulnerables a poblaciones de *S. invicta* por ejemplo los lagartos cornudos o “camaleones” del género *Phrynosoma*. La interacción negativa entre la hormiga de fuego importada y los mamíferos, esta documentada en casos como el conejo *Sylvilagus floridanus* Allen, donde la hormiga ocasionó una mortalidad del 33 al 75%; la población del venado cola

blanca *Odocoileus virginianus* Zimmermann también se ve disminuida (Wojcik *et al.*, 2001).

2.2.2 Impacto a la salud humana.

La investigación de esta hormiga, exótica para México, tiene importancia para la salud humana. El veneno genera reacciones alérgicas, acompañadas de dolor al afectado (Eubanks *et al.*, 2001). En Estados Unidos aproximadamente 30% de las personas que viven en áreas infestadas son picadas anualmente (Wojcik *et al.*, 2001). Por mucho tiempo se tuvo la creencia de que el veneno de *S. invicta* contenía solo alcaloides, pero actualmente se sabe que en su composición hay proteínas (Baer *et al.*, 2006) que sin duda son las causantes de las reacciones alérgicas; el 1% de las personas picadas por esta hormiga podrían desarrollar hipersensibilidad e incluso sufrir un shock anafiláctico. La picadura de la hormiga de fuego requiere en ocasiones cuidados médicos que pueden ser muy costosos (Wojcik *et al.*, 2001). En zonas infestadas se prescribe mayor inmunoterapia debido a la hipersensibilidad a esta hormiga que para ningún otro Himenóptero (Eubanks *et al.*, 2001).

2.3 La biodiversidad en México.

México es uno de los países del mundo que destaca por su gran biodiversidad, compartiendo este status con Brasil, Perú, Colombia, Indonesia y Madagascar. De acuerdo con la clasificación jerárquica de los hábitats

terrestres elaborada por Dinerstein y colaboradores en 1995 (citado por SEMARNAT, 2002) para la World Wildlife Fund (WWF), México y Brasil son los países latinoamericanos con más tipos de ecosistemas, y nuestro país incluso es superior en cuanto a la variedad en tipos de hábitats y ecorregiones. La extraordinaria biodiversidad del país se explica principalmente por la complejidad de su topografía, la variedad de climas y la convergencia de dos zonas biogeográficas: la Neártica y la Neotropical. En conjunto estos países albergan el 75 % de las especies de animales y plantas del mundo. En los casi dos millones de kilómetros cuadrados correspondientes al territorio mexicano, se encuentra el 10% de la diversidad biológica del mundo, a demás de que posee diversidad en otros niveles de la variabilidad biológica, como el genético y el de ecosistemas. Se estima que en el país se encuentra entre un 10 y 12% de las especies conocidas para la ciencia (Rodríguez *et al.*, 2003; SEMARNAT, 2002).

Esta rica biodiversidad de México, se encuentra hoy día amenazada por los efectos de *S. invicta*, lo que hace prioritario evaluar el impacto que esta hormiga exótica esta teniendo en la diversidad biológica nativa de nuestro país. Sin embargo, el reto no es fácil. Existen problemas al intentar hacer un diagnostico en zonas perturbadas por esta especie de hormiga, ya que exhibe caracteres morfológicos que por su alto grado de variabilidad pueden hacer que sea confundida con algunas especies de hormigas nativas. Particularmente *S. xyloni*. Morfológicamente *S. invicta* y *S. xyloni* son extremadamente similares (aunque son ecológicamente diferentes), creando un área de traslape

taxonómico donde ambas especies pueden exhibir características morfológicas similares.

2.4 Métodos de control para la hormiga de fuego.

2.4.1 Control biológico.

Existen varios organismos de control biológico entre los que se pueden mencionar se encuentran los microsporidios *Thelohania solenopsae* y *Vairimorpha invictae*, estos han sido reportados como exitosos agentes de control biológico de hormiga de fuego (Valles y Briano, 2004).

También existen parasitoides como son las mosquitas decapitadoras del género *Pseudacteon* (Diptera: Phoridae). En Sudamérica se han encontrado más de 20 especies de estas mosquitas atacando hormigas de fuego, son altamente específicas, ya que solo atacan hormigas del género *Solenopsis*. Varias especies de estas mosquitas se llevaron a los estados unidos y se han probado por años mostrando gran efectividad en el manejo de hormigas de fuego (Porter y Gilbert, 2005).

2.4.2 Control químico.

Uno de los métodos utilizados como manejo para *S. invicta* son los sebos con regulador de crecimiento, en este caso el ingrediente activo es el

s-methoprene. Se observa que después de la reducción de la hormiga de fuego con este método, las poblaciones de hormigas nativas se incrementan significativamente (Calixto *et al.*, 2007).

2.4.3 Justificación.

Considerando 1) la gran capacidad de *Solenopsis invicta* de colonizar nuevas áreas y distribuirse ampliamente en ellas; 2) el efecto negativo que sobre la biodiversidad tiene esta hormiga y 3) la similitud que presenta con otras hormigas (nativas) y la dificultad de separación taxonómica con caracteres morfológicos, es necesario plantear un estudio que conlleve la investigación de estos temas y con ello contribuir a su control (Porter y Savignano, 1990; Wojcik *et al.*, 2001).

3. Relationships between *Solenopsis invicta* and local ants population in Matamoros, Tamaulipas, Mexico.

**Elsy Maria Delgado García, Sergio Sánchez-Peña,
Jorge Quezada Martínez and Heriberto Díaz Solís.**

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Abstract

Infestations of the red imported fire ant *Solenopsis invicta*, covering several square kilometers have been detected in Matamoros, Tamaulipas, Mexico. In this area we conducted a preliminary study to investigate the potential impact of this ant on relative abundance of local ant communities at three sites, across different habitats (agriculture or natural brush) where different densities of *Solenopsis invicta* are present (site 1 and 2), and also at two adjacent points, one free of this ant and the other infested (both located in site 3). We used pitfall traps to sample ground dwelling ants. Correlations of any sign between *S. invicta* and individual ant species at the three sites were below 0.30 (i.e. biologically non-relevant interactions). At all sites, *S. invicta* was generally correlated in a negative, non significant way to common local ants; exceptions were a positive, significant correlation with *Dorymyrmex bicolor* and a negative, significant correlation with *Tetramorium* sp. The correlation of *S. invicta* and

numbers of all other ant species considered collectively was non significant for sites 1 and 2; it was significant, negative for site 3. When disturbance and soil use (agricultural or natural) were considered as independent variables, we found significant differences on *S. invicta* and non-*S. invicta* ants (collectively) at site 1, but not at site 2 (ANOVA, $P < 0.05$); for site 3, non-*S. invicta* ants were significantly less abundant ($P < 0.001$) in the presence of *S. invicta*. These results indicate by the presence of this invasive ant has impacted local ant communities, competing for food resources and space. Some species are affected by the red imported fire ant

Key words: *Solenopsis invicta*, correlation, local ants communities.

3.1 Introduction

The ants (Hymenoptera: Formicidae) are the earth's most prominent and significant social insects (Rabeling *et al.*, 2008) they use a variety of strategies to fit into broadly uneven habitat types, belong to a several functional groups (Lassau, 2004) and they are found or occupy in numerous ecological niches. The multiplicity of diet, nest sites, life spans and relationship of ants in any given habitat makes ants as good bioindicator across diverse ecosystems due to their rapid reaction to natural and human disturbance (Kaspari, 2000; Schultz & McGlynn, 2000). Exotic ants depress the diversity and abundance of native ants and other arthropods. One of the most notorious invasive species is the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*. The origin of this ant was recently located in the Mesopotamia floodplain, region of Argentina (Caldera *et al.*, 2008). The

colonization of this ant in North America began more than 70 years ago (late 1930s) when by accident was introduced into the port of Mobil, Alabama. By 1999, total infestations were estimated at 121 million hectares (310 million acres) in the states of Alabama, Arkansas, Florida, Georgia, Louisiana, Mississippi, North Carolina, Oklahoma, South Carolina, Tennessee and Texas. While the dispersion has diminished over the last years, continuing spreading out has occurred into California and it is probable to move northward along both continental coasts and southward into Mexico (Wojcik *et al.*, 2001). *Solenopsis invicta* had failed to cross from Texas into Mexico across the slender Rio Grande since it was first found at the Texas- Mexico border in 1991 (Allen *et al.*, 1993, Allen *et al.*, 1995). In 2005 it was first reported in Mexico, present on three border states of Mexico: Tamaulipas, Nuevo León and Coahuila (Sanchez-Peña *et al.*, 2005).

This ant is a broad-spectrum predator and scavenger; it is extremely aggressive when their nests are disturbed and uses its sting against humans, small vertebrates and invertebrates. More or less 30% of people in the infested areas are stung each year, many of which are hypersensitive to poison (Baer *et al.*, 2006, Wojcik *et al.*, 2001). Reported Ecological effect of *S. invicta* includes the reduction of species richness and abundance of many native ants and other arthropods, among the most common ant species affected are: *Solenopsis geminata*, *Solenopsis. xilony*, *Pheidole tepicana*, *Pheidole crassicornis*, *Linepithema humile* (Porter & Savignano, 1990). Moreover, the *S. invicta* feeds on beneficial insects like *Cardiochiles nigriceps* and *Lysiphlebus testaceipes*.

Fire ants also have a positive effect; they feed on agricultural pests for example: *Amblyomma americanum*, *Heliothis virescens*, *Diatraea saccharalis*, *Anthonomus grandis grandis*, *Haematobia irritans*. A general conclusion is that RIFA attack, killed and feed on all invertebrates undefended (Wojcik *et al.*, 2001). On recent research has found a negative association of *S. invicta* density with arthropod diversity, corresponding with the theory that *S. invicta* reduces the population of native arthropods. In contrast, a positive relationship would be agreement with the hypothesis that *S. invicta* and other arthropod species are influenced by the same environmental factors (Morrison, 2002; Morrison & Porter, 2003). We estimated the abundance of *S. invicta* and non-*S. invicta* ants, in order to correlated the abundance between ants in areas infested and not infested by the red imported fire ant.

Regarding studies of local ant fauna, O'Keefe *et al.* (2000) listed 28 genera of ants and 57 species historically collected in Cameron County, Texas, across the Rio Grande from our study sites (Table 1).

3.2 MATERIALS AND METHODS

Locality

The present study was conducted during 2007-2008 at 3 sites located in 2 ejidos or rural communities (El Longoreño and El Tecolote) of Matamoros, Tamaulipas (fig. 1). Coordinates for sites are: Site 1: N25 51 38, W97 24 37; Site 2: N25 50 13, W97 23 56; Site 3: N25 46 02W97 25 27 (non-infested) (Fig. 2). Sites are located in northeastern Mexico adjacent to the U.S. border (Rio Grande). The

weather is warm with summer rains (INEGI, 2008). Temperatures oscillate between -6°C and 40°C . The mean annual precipitation is 600 mm.

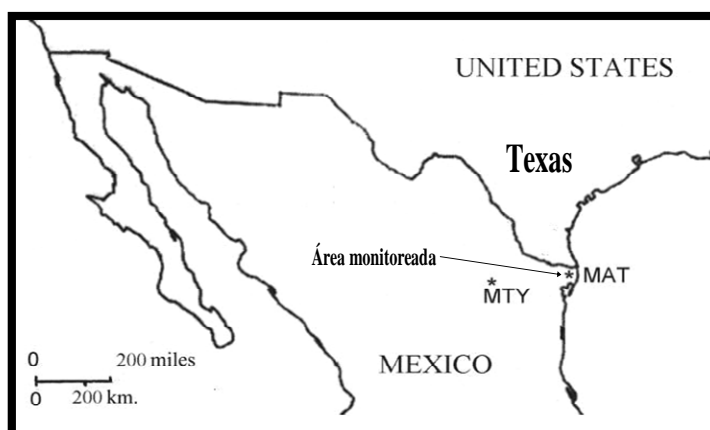


Figure 1 Sampled area.



Figure 2 Ejidos sampled of Matamoros Tamaulipas, Mexico.

Preliminary baiting with meat (hot dogs) at all sites indicated the presence or absence of *S. invicta* (Calixto *et al.*, 2007; Sanchez *et al.*, 2005). The first and second sites include areas infested with *S. invicta*. In the third site we located

areas with and without *S. invicta* within 6 km from each other; the uninfested site was at least 1 km in diameter. Pitfall traps (Bestelmeyer *et al.*, 2000) were set at the three sites, at each site a specific trap size was used as described below. Pitfall is due to container availability used to estimate the abundance and composition of ground surface-active ants (Bestelmeyer *et al.*, 2000). Shampoo was used as killing agent at all sites.

Sample of the site 1

Pitfall traps consisted of transparent plastic containers 3cm diameter by 9cm deep. We established 8 transects; on these, we set out a trap every 30 steps (approximately 30 meters, 30 traps/transect) for a total of 240 traps deployed in this site. For analysis, transects were grouped according to disturbance level as independent variable: (three levels in total): low (dense mesquite, dense chaparral) (2 transects); middle (grazing land, abandoned fields) (2 transects) and high (edges of agricultural fields) (4 transects). Traps were set on 19 and 20 March 2007 and retrieved 72 hours later (Gotelli & Colwell, 2001; Sackmann *et al.*, 2006).

Samples of the site 2

Pitfall traps here consisted of transparent plastic cups (6cm diameter and 3cm deep). We established four transects; on these, we set out a trap every 30 steps (approximately 30 meters, 30 traps/transect) for a total of 120 traps deployed in this site. Transects were sorted among three disturbance levels as in site 1 (low level, 1 transect; middle level, 2 transects; and higher level, 1

transect). Traps were set on 31 August and retrieved 72 hours later (Gotelli & Colwell, 2001; Sackmann *et al.*, 2006).

Samples of the site 3

Pitfall traps here consisted of transparent plastic cups (11 cm diameter and 7 cm deep). We established four transects; on these, we set out a trap every 40 steps (approximately 40 meters, 50 traps/transect) for a total of 200 deployed traps. Transects were sorted among the following independent variables: presence or absence of *S. invicta*, and two disturbance levels: low, natural (dense mesquite, dense chaparral) and high, agricultural (edges of agricultural fields). We thus located 4 zones: agricultural not-infested (ANI), natural not-infested (NNI), agricultural infested (AI) and natural infested (NI). Traps were set on 17 and 18 march of 2008 and left out for 72 h. (Gotelli & Colwell, 2001; Sackmann *et al.*, 2006). In all sites some pitfalls were damaged by cattle or small mammals and these traps were not included in counts.

Ant identification

Ants were identified using a microscope stereoscope Stemi DRC Zeiss Germany. Ants were identified to genera and species using the keys by Cook (2002); Holldobler & Wilson (1990); Plowes & Patrock (2000); Fisher *et al.* (2008); Wild (2008). We estimated the mean number of each ant genera and species (when species were identified) per trap at all sites.

Statistical analyses

Due to different trap size, analysis was conducted within each site, but not between sites.

Correlation matrix

We correlated the densities of *S. invicta* and the most abundant (more than one hundred individuals collected) non-*S. invicta* ants per site and among disturbance levels. We correlated also *S. invicta* and the remaining (most abundant) of ants at all sites. Morrison & Porter (2003) quantified the density of *S. invicta*; they used the mean of *S. invicta* workers per pitfall, the proportion of pitfalls occupied by *S. invicta*, and *S. invicta* total mound area (m²) per hand performed the correlation.

ANOVA

Numbers of *S. invicta* workers and non-*S. invicta* ants per pitfall were square-root transformed before analysis.

Site 1 and 2: We analyzed ant numbers for each site considering as independent, categorical variables disturbance levels. We made comparisons of average of ants between transects. These were grouped according to disturbance level (low, medium, high) as in the correlation analysis above. Site 3: We compared ant numbers/trap for the four areas: ANI, NNI, AI and NI. These are as described above. The software used was Statistica 6.0 (Statsoft, 1998) (Vogt *et al.*, 2003).

4. RESULTS

We collected 4,973 individual ants for site 1; (1776 *S. invicta* and 3197 non-*invicta*); 3,536 ants for site 2 (1339 *S. invicta* and 2197 non-*invicta*); and for site 3, 12,291 individuals (2257 *S. invicta* and 2089 non-*invicta* at the infested areas, agricultural and natural, total 4346 both) for a total of 20,800 ants. We collected 2 species of fire ants in the genus *Solenopsis*: *S.cf. geminata* and *S. invicta*, as well as an abundant *S. geminata* x *Solenopsis xyloni* hybrid (Sánchez-Peña *et al.*, in press); these were counted as *S.cf. geminata* due to difficulties of identification. We collected 75% of the genera of ants historically reported for Cameron County, Texas, across the Rio Grande (O'Keefee *et al.* 2000) (Table 1). We also collected three genera not reported for Cameron County: *Ponera*, *Smithistruma* and *Strumigenys*.

Correlation among ant species

At site 1, when correlating individual species, we found a positive, significant interaction between *S. invicta* and *D. bicolor*. The rest of ants have a negative (non-significant) correlation with *S. invicta* (Table 2). The correlation of non-*S. invicta* ants with *S. invicta* was non-significant ($P < 0.05$). All correlations between ants had a value below 0.30. This value is biologically non-relevant interactions (Karban & Huntzinger, 2006). At this site, when considering all non-*S. invicta* ants, their correlation with *S. invicta* was also non-significant (Table 5).

At site 2, when correlating individual species, we found negative (non-significant) interaction between *S. invicta* and ants non-*S. invicta* (table 3). When considering all non-*S. invicta* ants, their correlation with *S. invicta* was non-significant ($P < 0.05$). All correlations between ants had a value below 0.3 is main biologically non-relevant interactions (Karban & Huntzinger, 2006). At this site, when considering all non-*S. invicta* ants, their correlation with *S. invicta* was also non-significant (Table 5).

At site 3, when correlating individual species, we found a negative significant interaction between *S. invicta* and *Tetramorium spp* (table 4). All correlations between ants had a value below 0.3 is main biologically non-relevant interactions (Karban & Huntzinger, 2006). At this site, when considering all non-*S. invicta* ants, their correlation with *S. invicta* was significant (-0.16 , $P < 0.05$) (Table 5).

Comparison of mean ant numbers

At Sites 1 we found significant differences for the averages of *S. invicta* workers ($F_{2,217} = 9.022$, $P = 0.000$) and non-*S. invicta* workers ($F_{2,217} = 5.964$, $P = 0.003$) (ants/trap) between transects grouped by level of disturbance (grouped as described for correlation analysis).

In the site 2, we did not find significant differences for the averages of *S. invicta* workers ($F_{2,106} = 0.521$, $P = 0.521$) and non-*S. invicta* workers ($F_{2,106} = 1.423$, $P = 0.245$) (ants/trap) between transects grouped by level of disturbance (grouped as described for correlation analysis). At site 3 we found significant

differences for the averages of *S. invicta* workers ($F_{3,170}=41.52$, $P=0.000$) and non-*S. invicta* workers ($F_{3,170}=13.305$, $P=0.000$) (ants/trap) between *S. invicta* infested and non-infested zones.

The following results were observed: For site 1, total numbers of *S. invicta* were highest in the high level of disturbance and the number of non-*S. invicta* ants is higher in the low level of disturbance. For site 2, in total numbers, the density of *S. invicta* was highest in the middle level of disturbance and the density of non-*S. invicta* ants is higher in the level disturbance high. For site 3, the population of non-*S. invicta* ants decrease ($P<0.05$) (ANOVA) when *S. invicta* is present (Fig. 1 and 2).

5. DISCUSSION.

The status among ecologists of *S. invicta* as a superpredator and numerically dominant species is well established and supported by empirical data (Camilo & Phillips, 1990; Cook, 2003; Wojcik *et al.*, 2001.). For example Cherry at 2001 mentioned that the RIFA was found more frequently and in superior abundance than any other ant species. These reports correspond with our results, *S. invicta* being the overwhelmingly the most abundant collected ant in the areas surveyed herein, but its distribution pattern was not clearly delimited. Our results of site 1 and site 2 show opposite trends regarding the densities of *S. invicta* and non- *S. invicta* ants regarding disturbance and soil use. On the other hand, at site 3, numbers of non-*S. invicta* ants were significantly higher in *S. invicta* non-infested agricultural land compared to

natural areas bordering infested areas and contiguous non-infested areas (agricultural and natural). These results are due to preference of some local ants (that often with large colonies) for agricultural areas (*Dorymyrmex*, *Forelius*, *Pogonomyrmex*, *S. cf. geminata*). Wojcik (1994) found that RIFA was correlated positively with some local ants in disturbed areas; also Camilo & Phillips (1990) and Jusino & Phillips (1994) indicated that species like *Dorymyrmex* spp., *Monomorium minimum* and *Forelius pruinosus* prevailed and even augmented in numbers in *S. invicta*-infested areas. In this work we found that *Dorymyrmex bicolor* was positively correlated with *S. invicta*. This may be due to the populations of both ants occupying similar general niches and responding to the same environmental factors in a similar way, these selective pressures being more important than the outcome of their interspecific competition. Similar results were reported by Morrison & Porter (2003). They also found positive associations of non-*S. invicta* ants and arthropod species richness when these were correlated with *S. invicta* density. They suggested to the complexity of structure and function in terrestrial arthropod communities override negative impacts of *S. invicta* on the specific fauna examined. A number of interacting factors may contribute to the observed positive associations; inter-site variation in productivity may be an important factor (Morrison & Porter 2003). *S. invicta* is also subject to the attack of both specific and widespread non-specific natural enemies (Sánchez-Peña & Thorvilson, 1995). The remarkably high population densities reached by this insect in the site 1 *S. invicta* occupied 34.5%, in the site 2 35.5% and in site 3 51% turn it into an abundant resource and might expose it to density-dependent factors such as natural enemies leading to

regulatory processes (Sánchez-Peña) and in turn relatively stabilized populations levels permissive to the coexistence with other ants. This might occur if the local ants are highly adapted and the population of *S. invicta* is not high enough yet to dominate the territory. In this respect it has been reported population *D. flavus* had increase and *S. invicta* decrease when the population of *S. invicta* is reduced with baits (Calixto *et al.*, 2007).

On the other side we could again assume that the factors that govern RIFA and remaining ant populations are the same and have an influence. King & Tschinkel (2006) found that *S. invicta* did not show to be a superior contender that suppresses native ant, and the low diversity and abundance of native ants in highly disturbed ecosystems does not result from interaction with *S. invicta* however, at the site 3 we observed that the density of non- *S. invicta* ants show a trend to decrease in the presence of *S. invicta*, Gotelli & Arnett (2000), documented the impact of *S. invicta* in USA. The results suggest fire ant alters the co-occurrence of native ants and also reduce the density of species. We observed an apparently similar situation in this area of study.

References

- Allen, C. R., Lutz, & Demarais, S.** (1995) Red imported fire ant impacts on northern bobwhite Populations. *Ecological Applications*, 5:3, 632-638.
- Allen, C. R., Phillips, Jr. S. A. & Trostle, M. R.** (1993) Range expansion by the ecologically disruptive red imported fire ant into the Texas Rio grande Valley. *Southwestern Entomologist* **18**, 315-316.
- Baer, H., Liu, T.-Y., Anderson, M. C., Blum, M., Schmid, W. H. & James, F. J.** (2006) Protein components of fire ant venom (*Solenopsis invicta*). *Toxicon*, **17**:4, 397-405.
- Bestelmeyer, B. T., Agosti, D., Alonso, L. E., Brandao, C. R., Brown Jr., W. L, Delabie, J. H. C & Silvestre R.** (2000) Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation, pp. 122–144. In Agosti, D., Majer, J., Alonso, E. and Schultz, T., (eds.). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Biological diversity handbook series. Smithsonian Institution Press. Washington DC.
- Caldera, E. J., Ross, K. G., Deheer, C. J. & Shoemaker, D. D.** (2008) Putative native source of the invasive fire ant *Solenopsis invicta* in the USA. *Biological Invasions*. **10**:8, 1457-1479.
- Camilo, G. R. & Phillips, S. A.** (1990) Evolution of ant communities in response to invasion by the fire ant *Solenopsis invicta*. pp. 190-198, *In Applied Myrmecology, a world perspective*. R. K. Vander Meer, K. Jaffe, and A Cedeno (eds). Westview Press, Boulder, 741 pp.

- Cherry, R.** (2001) Interrelationships of ants (Hymenoptera: Formicidae) and Southern Chinch Bugs (Hemiptera: Lygaeidae) in Florida Lawns. *Journal of Entomological Science* **36**:4, 411-415.
- Cook, J. L.** (2003) Conservation and biodiversity in an area impacted by the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). *Biodiversity and Conservation* **12**: 187-195.
- Cook, J. L., Stephen, F., O'Keefe, S. T. & Vinson, S. B.** (2002) Texas Fire Ant Identification: An Illustrated Key. *Fire Ant Plan Fact Sheet* 13. Texas Cooperative Extension/Texas Agricultural Experiment Station.
- Eubanks, M.** (2001) Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. USA. *Biological control* **21**, 35-43.
- Fisher, B. L.** (2000-2008) *Ants of the World*.
- Gotelli, N. J. & Arnett, A. E.** (2000) Biogeographic effects of red fire ant invasion. *Ecology Letters* **3**, 257-261.
- Gotelli, N. J. & Colwell, R. K.** (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* **4**, 379-391.
- Holldobler, B. & Wilson, E. O.** (1990) *The ants*. 732 pp. Cambridge, Massachusetts. Harvard University Press (Ed).
- Karban, R. & Huntzinger, M.** (2006) *How to do ecology*. A concise Handbook. 145 pp. Princeton University press.
- Kaspari, M.** (2000) A primer on ant ecology pp. 9–24. *In* Agosti, D., Majer, J., Alonso, E. and Schultz, T., (eds.). *Ants: standard methods for measuring*

and monitoring biodiversity. Biological diversity handbook series.

Smithsonian Institution Press. Washington DC.

King, J. R. & Tschinkel, W. R. (2006) Experimental evidence that the introduced fire ant, *Solenopsis invicta*, does not competitively suppress co-occurring ants in a disturbed habitat. *Journal of Animal Ecology* **75**, 1370-1378.

Lassau, S. A. & Hochuli, D. F. (2004) Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography* **27**, 157-164.

Morrison, L. W. (2002) Long-term impacts of an arthropod-community invasion by the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. *Ecology* **83**:8, 2337-2345.

Morrison, L. W. & Porter, S. D. (2003) Positive association between densities of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), and generalized ant and arthropod diversity. Community and ecosystem ecology. *Environmental Entomology* **32**: 3, 548-554.

O'Keefe, S., Cook, J. L., Dudek, T., Wunneburger, D. F., Guzman, M. D., Coulson, R. N. & Vinson, S. B. (2000) The distribution of Texas ants. *Southwestern Entomologist* **22**, 6-92.

Plowes, N. J. & Patrock, R. (2000) A field key to the ant (Hymenoptera, Formicidae) found at Brackenridge field laboratories, Austin, Travis County, Texas. Fire ant Lab Brackenridge Field Laboratories University of Texas at Austin. pp.22.

Porter, S. & Savignano, D. (1990) Invasion of Polygyne Fire Ants Decimates Native Ants and Disrupts Arthropod Community. *Ecology* **71**: 6, 2095-2106.

- Rabeling, C., Brown, J. M. & Verhaagh, M.** (2008) Newly discovered sister lineage sheds light on early ant evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **105**:39, 14913-14917.
- Sackmann, P., Ruggiero, A., Kun, M. & Fargi-Brener, A. G.** (2006) Efficiency of a rapid assessment of the diversity of ground beetles and ants, in natural and disturbed habitats of the Nahuel Huapi region (NW Patagonia, Argentina). *Biodiversity and Conservation* **15**, 2061-2084.
- Sanchez-Peña, S.R, and Thorvilson H. G.** (1992) Two fungi infecting red imported fire ant founding queens from Texas. *Southwestern Entomology* **17**:2, 181-182.
- Sánchez-Peña, S.R, and Thorvilson H. G.** (1995) Effect of cryogenic storage and conidial suspending agents on the virulence of a *Beauveria bassiana* strain against *Solenopsis invicta*. *J. Invertebrate Pathology* **63**, 210-215.
- Sanchez-Peña, S. R., Patrock, R. J. & Gilbert, L. R.** (2005) The red imported fire ant is now in Mexico: documentation of its wide distribution along the Texas-Mexico Border. *Entomological News* **116**: 5, 363-366.
- Sánchez-Peña, S. R, Chacón-Cardosa, M. C., & Resendez-Perez, D.** (2009) Identification of fire ants (Hymenoptera: Formicidae) from Northeastern Mexico using Morphology and Molecular markers. In press, *Florida Entomologist*.
- Schultz, T.R. & McGlynn, T.P.** (2000) the interactions of ants with other organisms pp. 35-44. In Agosti, D., Majer, J., Alonso, E. and Schultz, T.,

(eds.). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*.
Biological diversity handbook series. Smithsonian Institution Press.
Washington DC.

SEMARNAT (2002) Biodiversidad: In: diversidad en México.

Statistica (1988) Statistica for Windows (ver 6.0) statsoft Inc. Tulsa. Ok. USA.

Tschinkel, W. R. (1988) Distribution of the fire ants *Solenopsis invicta* and *S. geminata* (Hymenoptera: Formicidae) in northern Florida in relation to habitat and disturbance. *Annals of the Entomological Society of America* **81**, 76-81.

Vinson, S. B. (1994) Impact of the invasion of *Solenopsis invicta* Buren on native food webs. Pages 240-258 in D. E Williams, editor. *Exotic ants. Biology, impact, and control of introduced species*. Westview Press, Boulder, Colorado, USA.

Vogt, J. T., Smith, W.A., Grantham, R. A. & Wright, R. E. (2003) Effects of Temperature and Season on Foraging Activity of Red Imported Fire Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Oklahoma. *Environmental Entomology* **32**:3, 447-451.

Wojcik, D.P. (1994) Impact of the red imported fire ant on native ant species in Florida, pp. 269-281. In D. F. Williams [ed.], *Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species*. Westview, Boulder, CO.

Wojcik, D., Allen, C., Brenner, R.J, Forsy, E. A., Jouvenaz, D. P. & Lutz, R. S. (2001) Red imported fire ants: impact on biodiversity. *American Entomologist* **47**:1, 16-23.

Wild, A. (2008) Ant Image Gallery (Formicidae).

ANEXO

Table 1. Comparative table of the ants of Cameron County, Texas USA and Matamoros, Tamaulipas, Mexico.

Genera	Cameron County Texas. USA.	Matamoros, Tamaulipas, México.
<i>Acanthostichus</i>	*	
<i>Aphaenogaster</i>	*	*
<i>Camponotus</i>	*	*
<i>Cardiocondyla</i>	*	*
<i>Cephalotes</i>	*	*+
<i>Crematogaster</i>	*	*
<i>Cyphomyrmex</i>	*	*
<i>Dorymyrmex</i>	*	*
<i>Forelius</i>	*	*
<i>Hypoponera</i>	*	*
<i>Labidus</i>	*	*
<i>Leptogenys</i>	*	*
<i>Leptothorax</i>	*	*
<i>Monomorium</i>	*	*
<i>Myrmecocystus</i>	*	
<i>Neivamyrmex</i>	*	*
<i>Nomamyrmex</i>	*	
<i>Odontomachus</i>	*	

<i>Pachycondyla</i>	*	*
<i>Paratrechina</i>	*	*
<i>Pheidole</i>	*	*
<i>Pogonomyrmex</i>	*	*
<i>Ponera</i>		+
<i>Proceratium</i>	*	
<i>Pseudomyrmex</i>	*	*
<i>Rogeria</i>	*	
<i>Smithistruma</i>		+
<i>Strumigenys</i>		+
<i>Solenopsis</i>	*	*
<i>Trachymyrmex</i>	*	*
<i>Tetramorium</i>	*	*

+ Genera not reported in Cameron County.

* Manual collect.

Table 2. Correlation matrix for the ants abundance in the site 1.

SITE 1	<i>Pheidole</i> spp.	<i>F. mccooki</i>	<i>D. bicolor</i>	<i>Monomorium</i>	<i>S. cf. geminata</i>	<i>S. invicta</i>
<i>Pheidole</i>		0,03	-0,04	0,08	-0,04	-0,12
<i>F. mccooki</i>	0,03		-0,00	0,18	-0,01	0,01
<i>D. bicolor</i>	-0,04	-0,00		0,03	-0,05	0,18*
<i>Monomorium</i>	0,08	0,18	0,03		-0,03	-0,05
<i>S. geminata</i>	-0,04	-0,01	-0,05	-0,03		-0,06
<i>S. invicta</i>	-0,12	0,01	0,18	-0,05	-0,06	

* Significant correlation values $p=0.05$

Table 3. Correlation matrix for the ants abundance in the site 2.

SITE 2	<i>F. mccooki</i>	<i>F. pruinosus</i>	<i>Pheidole</i> spp.	<i>P. longicornis</i>	<i>S. geminata</i>	<i>S. invicta</i>
<i>F. mccooki</i>		-0,04	-0,15	0,12	-0,05	-0,00
<i>F. pruinosus</i>	-0,04		-0,07	0,01	-0,02	-0,04
<i>Pheidole</i>	-0,15	-0,07		-0,06	-0,07	-0,13
<i>P. longicornis</i>	0,12	0,01	-0,06		-0,01	0,14
<i>S. geminata</i>	-0,05	-0,02	-0,07	-0,01		-0,01
<i>S. invicta</i>	-0,00	-0,04	-0,13	0,14	-0,01	

Table 4. Correlation matrix for the ants abundance in the site 3.

SITE 3	<i>Pheidole</i>	<i>F. mccooki</i>	<i>F. pruinosus</i>	<i>D. bicolor</i>	<i>D. flavus</i>	<i>M. minimun</i>	<i>Tetramorium sp.</i>	<i>S. geminata</i>	<i>Cyphomyrmex</i>	<i>P. barbatus</i>	<i>Labidus</i>	<i>Leptothorax</i>
<i>Pheidole</i>												
<i>F. mccooki</i>	0,16*											
<i>F. pruinosus</i>	-0,01	0,10										
<i>D. bicolor</i>	0,08	0,02	-0,06									
<i>D. flavus</i>	0,01	0,13	0,54*	-0,05								
<i>M. minimun</i>	0,09	0,01	0,01	0,09	0,17*							
<i>Tetramorium sp.</i>	0,03	0,25*	0,25*	0,18*	0,06	-0,10						
<i>S. geminata</i>	0,04	0,01	-0,02	0,06	0,00	-0,01	0,04					
<i>Cyphomyrmex</i>	0,01	-0,04	-0,07	0,09	-0,06	0,01	0,12	0,27*				
<i>P. barbatus</i>	-0,04	-0,00	0,01	0,01	0,01	-0,03	-0,00	-0,03	-0,06			
<i>Labidus</i>	0,01	-0,01	-0,03	0,11	-0,03	0,03	0,08	0,28*	-0,04	-0,02		
<i>Leptothorax</i>	0,15*	0,09	0,00	-0,00	-0,06	-0,03	0,02	0,01	0,13	-0,03	0,10	
<i>S. invicta</i>	-0,12	0,07	-0,10	-0,06	-0,08	-0,01	-0,15*	-0,10	-0,01	0,05	-0,06	-0,06

* Significant correlation values p=0.05

Table 5. Correlation values between the totals workers of *S. invicta* and Non-*S. invicta* ants for the sites 1, 2 y 3.

Site	Correlation Value
1	-0.05
2	0.04
3	-0.16*

* Significant correlation values p=0.05

Table 6. Disturbance level and abundance of *S. invicta* and non-*S. invicta* ants for site 1. Figures represent means \pm SD. Different letters indicate significant differences within columns (Tukey, $p= 0.000$).

Disturbance level	Site 1	
	<i>S. invicta</i>	Non- <i>S. invicta</i>
Low	0.79 \pm 2.06 a	3.94 \pm 2.18 b
Middle	1.09 \pm 2.04 a	2.57 \pm 1.71 a
High	2.24 \pm 2.49 b	3.00 \pm 2.32 a

Table 7. Soil use, *S. invicta* presence and abundance of *S. invicta* and non-*S. invicta* ants for site 3. Figures represent means \pm SD. Different letters indicate significant differences within columns (Tukey, $P<0.05$).

Zones	Site 3	
	<i>S. invicta</i>	Non- <i>S. invicta</i>
ANI	0.00 \pm 0.00 a	9.01 \pm 5.28 b
NNI	0.00 \pm 0.00 a	6.35 \pm 4.53 a
AI	4.46 \pm 3.40 b	4.25 \pm 3.10 a
NI	3.57 \pm 3.61 b	4.23 \pm 2.66 a

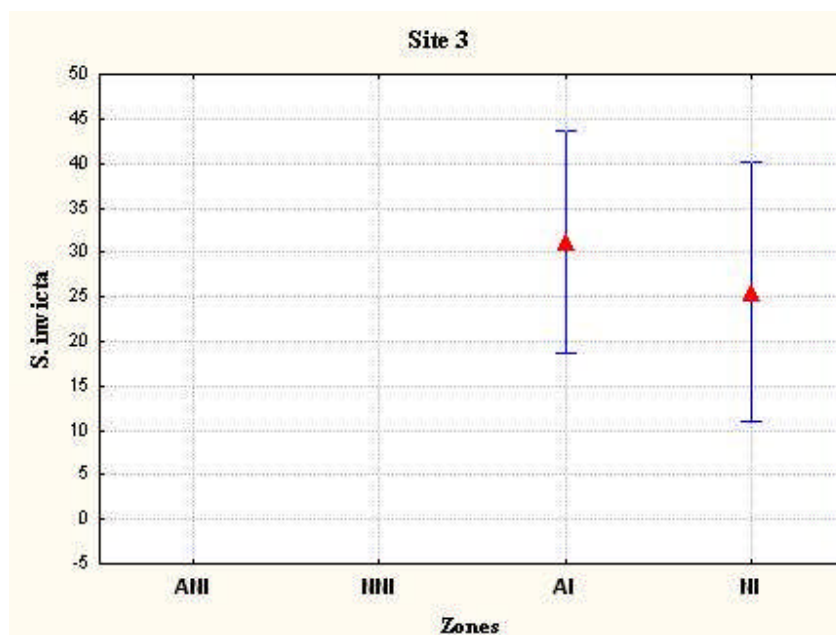


Figure 1. Average of workers *S. invicta* ants in the site 3. (Zones: ANI agricultural not-infested; NNI natural not-infested; AI agricultural infested and NI natural infested).

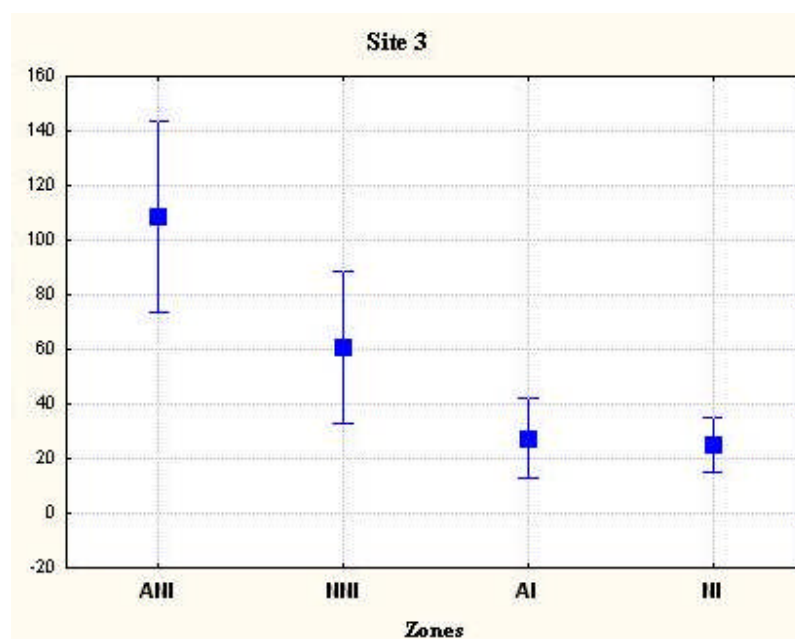


Figure 2. Average of workers Non- *S. invicta* ants in the site 3. (Zones: ANI agricultural not-infested; NNI natural not-infested; AI agricultural infested and NI natural infested).

6. RESUMEN

Infestaciones de la hormiga roja importada (*Solenopsis invicta* Buren) que cubren varios kilómetros cuadrados se han detectado en Matamoros, Tamaulipas, México. En esta área se realizó un estudio preliminar para investigar el impacto de *S. invicta* sobre la abundancia relativa de las comunidades de hormigas a través de los diferentes habitats, donde se encontraron diferentes densidades de esta hormiga (sitio 1 y 2). En un solo sitio se encontraron áreas con y sin *S. invicta* (sitio 3). Los resultados indican que en el sitio 1 se encontraron correlaciones negativas entre las poblaciones de las hormigas más abundantes del muestreo, dichas correlaciones no fueron biológicamente significantes ya que los valores siempre fueron menores de 0.3; sin embargo la correlación de *S. invicta* y el número de las hormigas no-*S. invicta* fue marcadamente negativo para los sitios 2 y 3. La correlación de *S. invicta* con el total de las hormigas no-*S. invicta* en el sitio 1 y 2 no fue significativa pero en el sitio 3. Al considerar el nivel de disturbio (ANOVA, $P < 0.05$) (sitio 1 y 2) se encontraron diferencias estadísticas significativas. Para el sitio 3 la abundancia de las hormigas no-*S. invicta* fue significativamente menor ($p=0.001$) en la presencia de *S. invicta*, esto quiere decir que la presencia de esta hormiga introducida impacta las comunidades de hormigas locales, compitiendo por recursos de alimentos y espacio.

7. OBJETIVO GENERAL

Analizar cuantitativamente las comunidades de especies de hormigas locales en presencia de diferentes densidades de la hormiga invasora *S. invicta* en Matamoros, Tamaulipas.

7.1 Objetivos específicos.

- Generar un inventario de géneros y especies de hormigas en áreas infestadas y no infestadas por *S. invicta* en el norte de Tamaulipas.

- Analizar cuantitativamente las poblaciones de *S. invicta* y las especies de hormigas en el norte de Matamoros, Tamaulipas

8. HIPOTESIS

- No existe diferencia estadística significativa entre las densidades poblacionales de las especies de hormigas locales provenientes de las áreas infestadas y las de las áreas no infestadas por *Solenopsis invicta* en el norte de Matamoros, Tamaulipas.

9. CONCLUSIONES GENERALES

- Se distinguieron dos especies del género *Solenopsis*: *S. geminata* y *S. invicta*.
- En Matamoros, Tamaulipas se colectó el 79% del número de géneros de hormigas reportadas para el otro lado del río Bravo (Cameron), con tres géneros que no se había reportado en Cameron: *Ponera*, *Smithistruma* y *Strumigenys*.
- Los individuos encontrados pertenecen a 6 subfamilias y 23 géneros de la familia Formicidae. Se han identificado 15 especies hasta el momento.
- *S. invicta* fue claramente la hormiga más abundante colectada en las áreas examinadas en este trabajo, esto corresponde con los reportes de Camilo y Phillips (1990); Cook (2003); Wojcik *et al.*, (2001) en estudios realizados en otras áreas infestadas.
- Camilo y Phillips (1990) y Justino y Phillips (1994) reportan correlaciones positivas de tres hormigas nativas: *Dorymyrmex spp.*, *Monomorium minimum* y *Forelius pruinosus* con *S. invicta*, en este trabajo encontramos el mismo resultado con *Dorymyrmex bicolor*. Por otro lado en cuanto a abundancia *Forelius mccooki* ocupó el segundo lugar en cuanto a abundancia.

- Wojcik *et al.*, (2001) y otros han documentado ampliamente el impacto negativo de *S. invicta* sobre las hormigas locales. En el sitio 3 e observo claramente esta tendencia, ya que en las zonas no infestadas el promedio de hormigas no-*invicta* fue mayor en más del 50% que en las áreas infestadas.
- Asimismo en este trabajo los números de la gran mayoría de especies de hormigas locales mostraron correlaciones negativas con *S. invicta*. Estos resultados inciden con los obtenidos por Gotelli y Arnett (2000).
- Morrison y Porter (2003), reportan valores de correlación bajos, positivos y no significativos (0.112; 0.173) entre *S. invicta* y el resto de las hormigas en Florida.
- En este mismo análisis, en el presente estudio, se encontraron correlaciones de -0.05; 0.04 y 0.16* (significativo).
- El impacto de esta hormiga es muy aparente; nuestros resultados indican que las comunidades de hormigas y muy posiblemente los ecosistemas locales, se ven afectados severamente por *S. invicta*, ya que la densidad del resto de hormigas en áreas infestadas fue mucho menor que en las áreas no infestadas.

10. LITERATURA REVISADA

- Allen, C. R., Lutz, y Demarais, S. 1995. Red imported fire ant impacts on northern bobwhite Populations. *Ecological Applications*, 5:3, 632-638.
- Allen, C. R., Phillips, Jr. S. A. y Trostle, M. R. 1993. Range expansion by the ecologically disruptive red imported fire ant into the Texas Rio grande Valley. *Southwestern Entomologist* 18, 315-316.
- Baer, H., Liu, T.-Y., Anderson, M. C., Blum, M., Schmid, W. H. y James, F. J. 2006. Protein components of fire ant venom (*Solenopsis invicta*). *Toxicon*, 17:4, 397-405.
- Caldera, E. J., Ross, K. G., Deheer, C. J. y Shoemaker, D. D. 2008. Putative native source of the invasive fire ant *Solenopsis invicta* in the USA. *Biological Invasions*. 10:8, 1457-1479.
- Calixto, A., M. K. Harris, A. Knutson y C. Barr. 2007. Responses of native ants to *Solenopsis invicta* Buren reduction with a broadcast bait. *Environmental Entomology* 36: 1112-1123.
- Eubanks, M. 2001. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. USA. *Biological control* 21, 35-43.
- Folgarait, P. 2006. *Solenopsis* spp.
<http://www.hormigas.unq.edu.ar/solenopsis.htm>
- Goodisman M. y Ross K. 1999. Queen recruitment in a multiple-queen population of the fire ant *Solenopsis invicta*. *Behavioral Ecology* 10: 4, 428-435.

- Gotelli, N. J. y Arnett, A. E. 2000. Biogeographic effects of red fire ant invasion. *Ecology Letters* 3, 257-261.
- Harris, R.; Abbott, K.; Barton, K.; Berry, J.; Don, W.; Gunawardana, D.; Lester, P.; Rees, J.; Stanley, M.; Sutherland, A.; Toft, R. 2005. Invasive ant pest risk assessment project for Biosecurity New Zealand. Series of unpublished Landcare Research contract reports to Biosecurity New Zealand. BAH/35/2004-1.
- Jacobson, A. L.; Thompson, D. C; Murray, L. y Hanson, S. F. 2006. Establishing Guidelines to Improve Identification of Fire Ants *Solenopsis xyloni* and *Solenopsis invicta*. *J. Econ. Entomology* 99:2, 313-322.
- Kaspari, M. 2000. A primer on ant ecology pp. 9–24. In Agosti, D., Majer, J., Alonso, E. and Schultz, T., (eds.). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Biological diversity handbook series. Smithsonian Institution Press. Washington DC.
- Lassau, S. A. y Hochuli, D. F. 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography* 27, 157-164.
- Porter S. D. y Gilbert L. E. 2005. Parasitoid case history: an evaluation of methods used to asses host ranges o fire ant decapitating flies. Second International Symposium on Biological Control of Arthropods 2.
- Porter, S. y Savignano, D. 1990. Invasion of Polygyne Fire Ants Decimates Native Ants and Disrupts Arthropod Community. *Ecology* 71: 6, 2095-2106.
- Rabeling, C., Brown, J. M. y Verhaagh, M. 2008. Newly discovered sister lineage sheds light on early ant evolution. *Proceedings of the National*

Academy of Sciences of the United States of America 105:39, 14913-14917.

Rodríguez, P., J. Soberón y H. Arita. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos en México. *Acta zoológica mexicana* 089: 241-259.
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/575/57508916.pdf>

Sánchez-Peña, S. R, Chacón-Cardosa, M. C., y Resendez-Perez, D. 2009. Identification of fire ants (Hymenoptera: Formicidae) from Northeastern Mexico using Morphology and Molecular markers. In press, *Florida Entomologist*.

Sanchez-Peña, S. R., Patrock, R. J. y Gilbert, L. R. 2005. The red imported fire ant is now in Mexico: documentation of its wide distribution along the Texas-Mexico Border. *Entomological News* 116: 5, 363-366.

Schultz, T.R. y McGlynn, T.P. 2000. the interactions of ants with other organisms pp. 35-44. In Agosti, D., Majer, J., Alonso, E. and Schultz, T., (eds.). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Biological diversity handbook series. Smithsonian Institution Press. Washington DC.

SEMARNAT. 2002. Biodiversidad: In: diversidad en México.

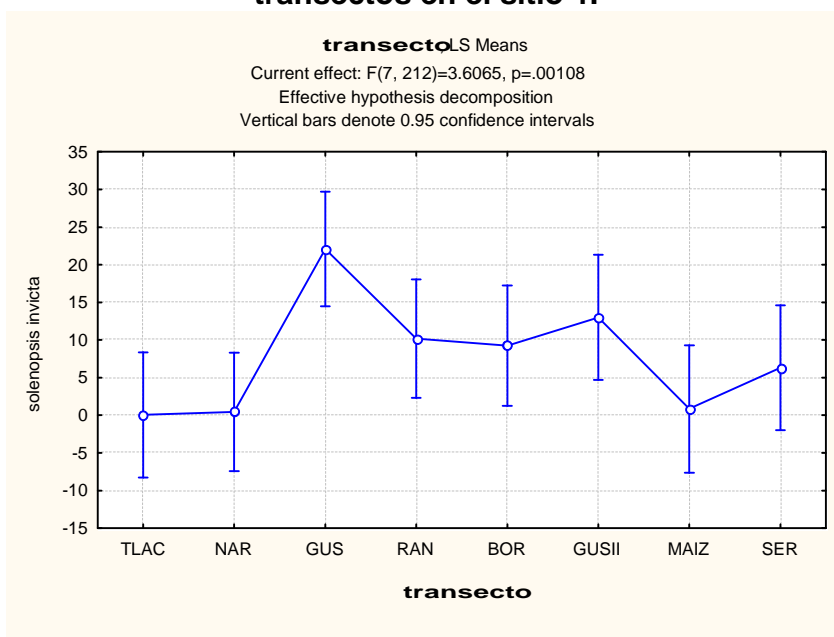
Statistica. 1988. Statistica for Windows (ver 6.0) statsoft Inc. Tulsa. Ok. USA.

Valles S. M. y Briano J. A. 2004. Presence of *Thelophania solenopsae* and *Vairimorpha invictae* in South American populations of *Solenopsis invicta*. *Florida Entomologist* 87:4, 625- 627.

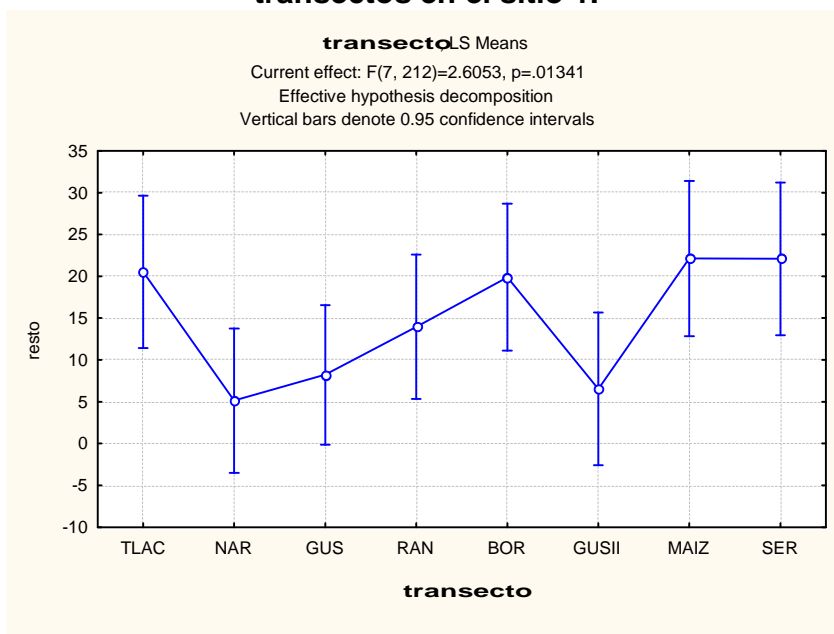
Wojcik, D., Allen, C., Brenner, R.J, Forsy, E. A., Jouvenaz, D. P. y Lutz, R. S.
2001. Red imported fire ants: impact on biodiversity. *American Entomologist* 47:1, 16-23.

APÉNDICE

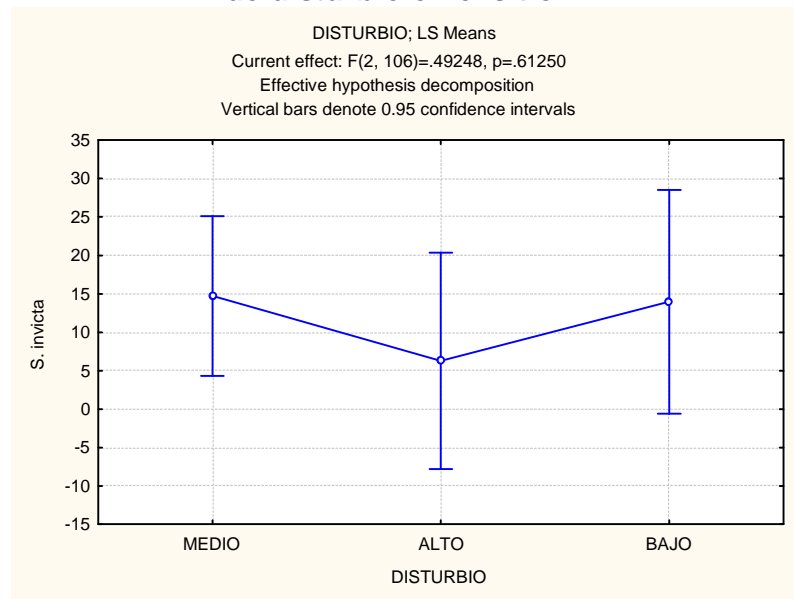
Grafica1. Promedios de hormigas *S. invicta*, datos ordenados por transectos en el sitio 1.



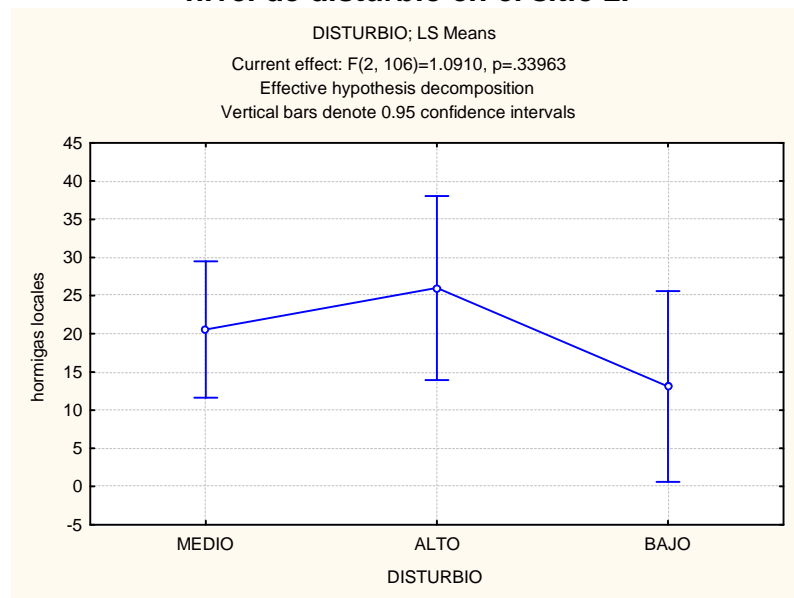
Grafica 2. Promedios de hormigas no-*S. invicta*, datos ordenados por transectos en el sitio 1.



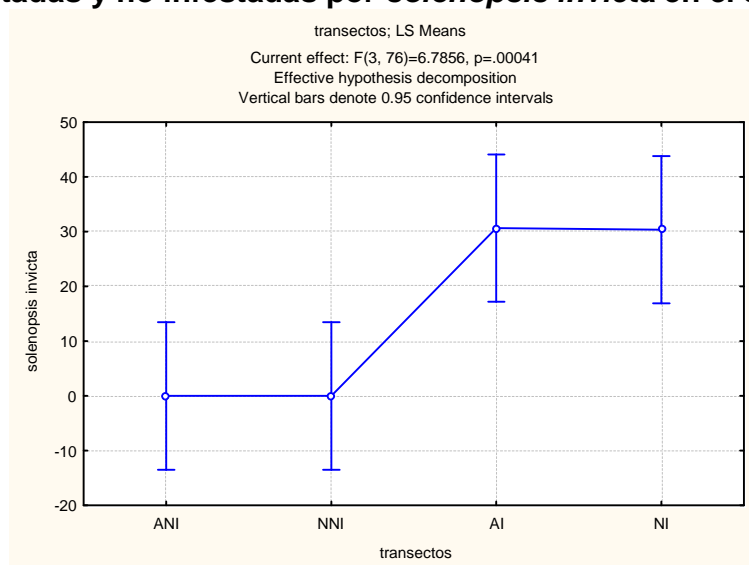
Grafica 3. Promedios de hormigas *S. invicta*, datos ordenados por nivel de disturbio en el sitio 2.



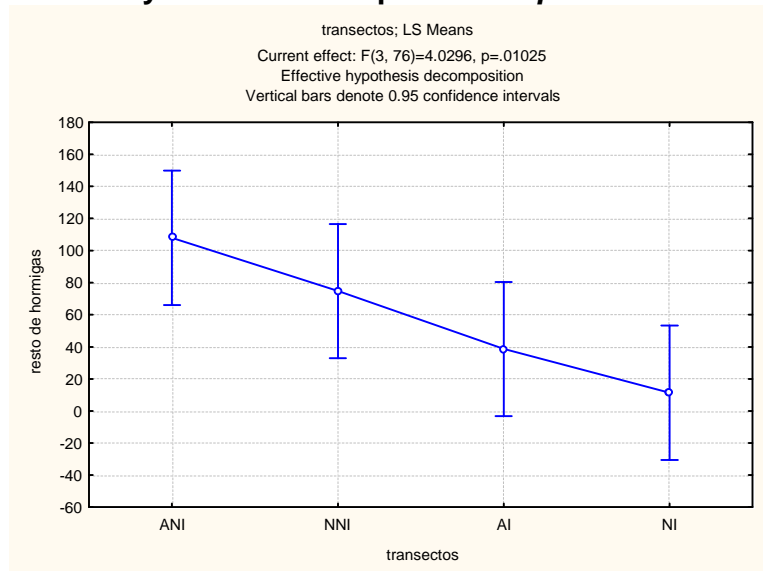
Grafica 4. Promedios de hormigas no-*S. invicta*, datos ordenados por nivel de disturbio en el sitio 2.



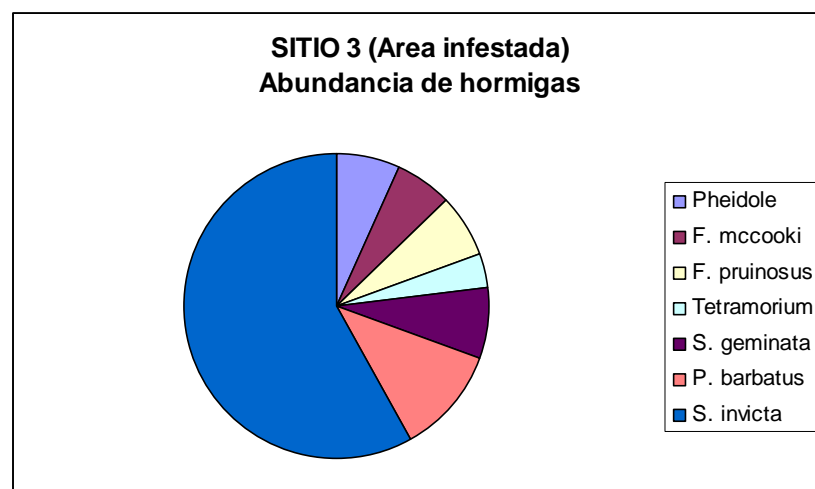
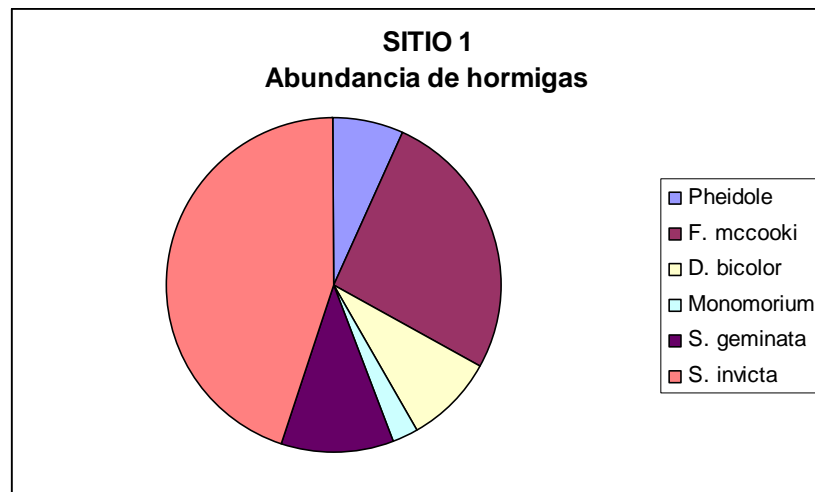
Grafica 5. Promedios de hormigas *S. invicta*, datos ordenados por áreas infestadas y no infestadas por *solenopsis invicta* en el sitio 3.



Grafica 6. Promedios de hormigas no-*S. invicta*, datos ordenados por áreas infestadas y no infestadas por *solenopsis invicta* en el sitio 3.



Graficas de la abundancia de hormigas



IMÁGENES

Imágenes de hormigas tomadas en el Departamento de Parasitología Agrícola.



Solenopsis invicta



Forelius mccooki



Dorymyrmex bicolor



Neivamyrmex



Pachycondyla villosa



Camponotus



Tetramorium



Pogonomyrmex