

**“ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES Y GRUPOS FUNCIONALES  
DE FORMICIDOS (Hymenoptera, Formycidae) EN LA LOCALIDAD DE  
JUNÍN (Buenos Aires, Argentina)”**

Tesina

Del Alumno

**Diego Alberto Faroppa**

Este trabajo ha sido presentado como requisito  
para la obtención del título de

**INGENIERO AGRONOMO**

**CARRERA: INGENIERIA AGRONOMICA**

Escuela de Ciencias Agrarias, Ambientales y Naturales  
Universidad Nacional del Noroeste de La Provincia de Buenos Aires

Junín, de de

**“ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES Y GRUPOS FUNCIONALES  
DE FORMICIDOS (Hymenoptera, Formycidae) EN LA LOCALIDAD DE  
JUNÌN (Buenos Aires, Argentina)”**

Tesina

Del Alumno

**Diego Alberto Faroppa**

## **AGRADECIMIENTOS**

La realización de esta Tesis no habría sido posible sin la valiosa ayuda de mis directores: Carolina y Mónica. A ambos, mi sincero agradecimiento no sólo por la formación académica, sino también por el trabajo, la dedicación y la paciencia que tuvieron conmigo.

A la UNNOBA, por hacer posible mi formación universitaria.

A mis familiares, mi novia, amigos y demás personas que han formado parte de mi vida personal, a las que agradezco por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en todos los momentos de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí y por todo lo que me han brindado.

## **INDICE**

Resumen

Introducción

Hipótesis

Objetivo General

Objetivo Especifico

Materiales y métodos

    Monitoreo

    Lugar de Monitoreo

    Identificación de Formícidos Capturados

    Determinación de la riqueza, abundancia, equitatividad, dominancia y  
    diversidad de especies

    Identificación de los grupos funcionales

Resultados

Discusión

Conclusiones

Bibliografía Citada

Anexos

    Anexo 1: Fotografías y claves de identificación de especies encontradas.

## RESUMEN

La familia formícidos constituye uno de los grupos más abundantes de insectos cumpliendo diversas funciones dentro de los ecosistemas naturales o modificados por el hombre. Las hormigas poseen una importante sensibilidad a los factores de disturbio y una serie de características deseables para utilizarlas como indicadores de perturbación de los ecosistemas. Con el objeto de identificar especies o grupos de especies con estas características y de determinar la riqueza, abundancia y diversidad de los formícidos presentes, se realizó un relevamiento de las hormigas presentes en una explotación agrícola del partido de Junín, Provincia de Buenos Aires. Se realizaron monitoreos por captura directa y utilizando trampas pitfall con atrayentes. Se calcularon los índices de riqueza (Margalef), de equitatividad (Pielou), de diversidad (Shannon Wiener) y de dominancia (Berger Parker). A los fines de determinar el grupo funcional dominante, se clasificó a las hormigas de acuerdo al modelo de grupos funcionales desarrollado para comunidades mirmecológicas. Se identificaron 3240 hormigas agrupadas en 4 subfamilias, 11 géneros y 20 especies. El índice de riqueza fue de 2,35, con una equitatividad de 0,7, resultando en una diversidad general de 2,1 y una dominancia general de 31,57, siendo *Solenopsis sp1.* (Myrmicinae) la especie dominante. Los formícidos se repartieron en 6 grupos funcionales: El grupo de las especialistas de climas tropicales (ECT) concentró a la mayoría de los individuos capturados (62,65%), seguidas por las Myrmicinae generalistas (MG) (26,3%) y las Dolichoderinae dominantes (DD) (7,47%). Los restantes grupos funcionales presentaron abundancias relativas menores al 2%. Estas proporciones nos permitirían inferir que dicho ambiente

se encuentra en un estado de estrés moderadamente alto y disturbio moderado. La utilización del modelo de grupos funcionales resultó ser una herramienta muy valiosa para analizar e interpretar el estado de un ecosistema, ayudando a la preservación de los recursos naturales y a la sustentabilidad de los sistemas productivos.

## INTRODUCCIÓN

Los beneficios de la agricultura han sido inmensos. Antes del nacimiento de la agricultura, el estilo de vida cazador - recolector soportaba alrededor de 4 millones de personas, la agricultura moderna ahora alimenta 6.000 millones de personas (Cohen, 1995).

La producción global de cereales se ha duplicado en los últimos 40 años, principalmente debido al aumento de los rendimientos resultantes de una mayor aplicación de fertilizantes, irrigación, uso de pesticidas, nuevas variedades de cultivo y otras tecnologías de la "revolución verde" (FAO, 2001; WHO, 1990; Tilman, 2001). Esto ha generado en las últimas décadas, que las tendencias en la producción de alimentos per cápita hayan sido en general positivas, reduciendo la desnutrición y otros indicadores como la expectativa de vida o los índices de mortalidad infantil, en la mayoría de las regiones (FAO, 2013).

A pesar de su éxito, nuestros sistemas de producción de alimentos se encuentran en el proceso de erosionar las bases fundamentales que los sostienen. Paradójicamente, las innovaciones tecnológicas, las prácticas y las políticas que explican el incremento en la productividad, por otro lado están erosionando las bases de dicha productividad (Gliessman, 2002).

La idea subyacente del actual sistema productivo supone que la capacidad potencial de los cultivos debe ser llevada al máximo, proporcionándoles las condiciones ecológicas ideales, eliminando con plaguicidas a los competidores

(malezas) y depredadores (plagas y patógenos) y suministrando los nutrientes necesarios en forma de fertilizantes sintéticos. Es decir, modificar el ambiente, adecuándolo al genotipo (Sarandon, 2002).

Con estas prácticas, por un lado, se han abusado y degradado los recursos naturales de los que depende la agricultura (suelo, agua, y diversidad genética) y, por otro lado, han creado una dependencia en el uso de recursos no renovables como el petróleo (Gliessman, 2002).

Para el año 2050, se calcula un crecimiento de la población mundial de un 50% y la demanda mundial de cereales se prevé que se duplicará (Cassman, 1999; Cohen & Federoff, 1999; Alexandratos, 1999). Sucesivos aumentos de la producción agrícola son fundamentales para la estabilidad y la equidad política y social global. Duplicar la producción de alimentos nuevamente y el mantenimiento de la capacidad productiva, son los principales retos (Alexandratos, 1999; Ruttan, 1999; Postel, 1999). Además, es importante hacerlo de una manera que no ponga en peligro la integridad del medio ambiente (Vitousek *et. al.*, 1997; Carpenter *et. al.*, 1998; Tilman *et. al.*, 2002) y de la salud pública (Smith *et. al.*, 1999; Gorbach, 2001).

El aumento de la demanda de la humanidad por comida y combustible presiona los ecosistemas alrededor del mundo (MA, 2005) y la necesidad de balancear la biodiversidad y la agricultura nunca ha sido mayor (Fischer *et. al.*, 2008).



En la actualidad los estudios en ecología de plagas, están orientados hacia la evaluación del efecto de los cambios antropogénicos en la estructura y función de las comunidades y ecosistemas, ya que pocas áreas del mundo pueden escapar al impacto producido por la extracción indiscriminada de recursos, la agricultura, la ganadería intensiva y la contaminación. Sin embargo, en muchas regiones los ecosistemas son manejados de tal modo que muchos de sus componentes y funciones originales puedan ser preservados a pesar del uso de recursos naturales (Vittar, 2005).

La conservación de la naturaleza se ha ido convirtiendo en una actividad cada vez más compleja, hasta transformarse en la actualidad, en una necesidad para lograr el desarrollo sustentable de la humanidad, manteniendo la diversidad biológica, ya sea por sus servicios como por su belleza (Bertonatti, 1997).

Un cambio significativo que se ha ido produciendo en este contexto, es la búsqueda incesante de formas alternativas y eficientes para evaluar la riqueza de una región. El conjunto de los seres vivos que habita un país constituye un patrimonio insustituible porque cada especie, e incluso cada población, alberga en su genoma información única e irrepetible (Moreno, 2001). Es posible que una especie perteneciente a un ecosistema nunca alcance un valor económico, pero siempre tendrá un valor ético o de existencia (Burley, 2004).

En el análisis de la biodiversidad, el estudio de artrópodos no debe ser visto como un simple estudio taxonómico o solo dirigido hacia la conservación de estos organismos, si no que su observación permitirá relacionarlos con las

distintas formaciones vegetales, así como determinar la estructura y el funcionamiento de esas comunidades de insectos, desde un punto de vista integral del sistema y prever a corto plazo cambios ambientales en el ecosistema (PIARFON, 2005).

Los organismos que integran los ecosistemas no están aislados, entre ellos se producen interacciones que afectan la biodiversidad de los mismos (Rico & Gray, 2001). Esta diversidad y su distribución están determinadas por la heterogeneidad del ambiente. De esta forma, la diversidad de las especies está relacionada positivamente con la complejidad estructural de la vegetación (Huston, 1994). Los hábitats estructuralmente complejos, proveen por lo general, una mayor cantidad de nichos y formas de explotación de los recursos presentes, lo que hace que la biodiversidad aumente (McCoy & Bell, 1991; Tews *et. al.*, 2004). Uno de los principales factores que dificulta el avance en el conocimiento del efecto de la complejidad del hábitat sobre la diversidad, es el hecho que no todos los organismos se ven afectados en igual forma o escala (Tews *et. al.*, 2004; Lassau & Hochuli, 2004). Debido a lo anterior, la prioridad de las investigaciones encaminadas a determinar el efecto de la complejidad del hábitat sobre la biodiversidad, debe ser la identificación de riqueza sensibles a la alteración del hábitat al igual que la identificación de aquellos factores constituyentes de la complejidad que influyen en mayor grado la riqueza y abundancia de los taxos estudiados (Taniguchi *et. al.*, 2003).

Los factores que controlan la distribución de las especies pueden correlacionarse con factores climáticos, tipo de suelo y vegetación. Estas condiciones

determinantes de las características de una comunidad pueden cambiar como resultado de perturbaciones de origen natural y/o antrópico (Hölldobler & Wilson, 1990; Lobry de Bruyn, 1999).

Los indicadores biológicos son especies o grupos de especies que poseen rangos estrechos de amplitud en relación a uno o más factores ambientales, y su presencia o ausencia indica una situación o situaciones particulares del ambiente (Allaby, 1992). Los organismos indicadores se dividen en tres tipos, en virtud de lo que indican. Así se cuentan: los **indicadores ambientales**, que indican cambios en el estado del ambiente; **indicadores ecológicos** los cuales destacan el impacto de un factor de fragmentación, estrés o perturbación de un ecosistema; y los **indicadores de biodiversidad** que estiman la diversidad de otros taxas en un ecosistema (Arcila & Lozano-Zombrado, 2003).

La mayoría de los insectos poseen la habilidad de detectar cambios en el funcionamiento de los ecosistemas. Esto se pone en evidencia al observar alteraciones en la distribución, abundancia y composición en las comunidades de estos organismos (Langor & Spence, 2003).

Según Pearson (1994), para seleccionar adecuadamente los indicadores más eficientes, se utilizan siete puntos entre los que se destacan criterios biológicos y logísticos:

- 1- Taxonomía conocida y estable que permita que las poblaciones sean bien definidas.
- 2- Historia de vida y biología bien conocidas.

- 3- Fácil observación y manipulación en el campo.
- 4- Amplio rango geográfico y alta diversidad taxonómica y ecológica.
- 5- Especialización dentro de un hábitat restringido y sensibilidad a cambios del mismo.
- 6- Evidencia de que los patrones que siga el taxón indicador se reflejen en otros taxones y que la respuesta a la perturbación sea predecible, rápida, analizable y lineal.
- 7- Que los taxones escogidos puedan tener importancia económica para facilitar la realización y financiación de proyectos.

Los estudios en ecología de comunidades requieren la identificación de grupos funcionales basados en un amplio rango de caracteres ecológicos que trasciende los límites taxonómicos y biogeográficos y varía en respuesta al estrés y condiciones de disturbio ambiental (Andersen, 1991), es decir, aquellas agrupaciones de especies que respondan a disturbios y al estrés de un modo similar (Gitay y Noble, 1997).

El uso de los grupos funcionales constituye una herramienta que posibilita la identificación de patrones generales en la estructura de las comunidades, permitiendo además, realizar comparaciones tanto a nivel de comunidad como de ecosistemas (Azcárate & Peco, 2011; Andersen, 1999, 1997).

Para los estudios de biodiversidad es necesario considerar la mayor cantidad de grupos biológicos posibles, teniendo especial cuidado en incluir a los insectos (Moreno, 2001; Alonso & Agosti, 2000), grupo taxonómico de suma importancia ya que representa la mayor parte de la biodiversidad terrestre. Dentro del mismo,

se destacan las hormigas por su alta biomasa, diversidad, dominancia numérica e importancia ecológica (Hölldobler & Wilson, 1990; Wilson, 1994; Alonso & Agosti, 2000).

Los Formícidos son considerados indicadores sensibles a los cambios de calidad ambiental, pues presentan una serie de características deseables a este fin: son funcionalmente importantes en los ecosistemas; su respuesta a las perturbaciones es predecible, rápida, analizable y generalmente lineal; son especies abundantes, fáciles de encontrar en el campo; existe buen conocimiento de su taxonomía y su identificación es relativamente fácil (Brown, 1989).

Las hormigas pertenecen al orden Hymenoptera, el cual ocupa el tercer puesto en cuanto al número de especies. Los himenópteros pueden ser definidos como insectos holometábolos haplodiploides con piezas bucales masticadoras y dos pares de alas membranosas. Existen más de 150.000 himenópteros identificados y es el grupo taxonómico más difundido y diversificado (Nieves-Aldrey *et. al.*, 1999; Klots & Klots, 1961). Dentro de éste orden, las hormigas pertenecen a la familia Formicidae, que se ubica dentro de la superfamilia Vespoidea (Cuezzo, 1998).

Dentro de las características morfológicas más notorias que las distingue de otros insectos, se encuentran: que el primer segmento de la antena (escapo) está alargado, la disposición de la cabeza es prognata, tienen castas de obreras sin alas, presentan una glándula en el tórax que secreta sustancias con actividad

antibacteriana y antimicótica (llamada glándula metapleural) y tienen un pecíolo. Éste último es un nodo prominente, como resultado de la constricción entre el segundo y tercer segmento abdominal. A veces también puede haber un postpecíolo que es una constricción adicional entre los siguientes dos segmentos (Branstetter & Sáenz, 2012).

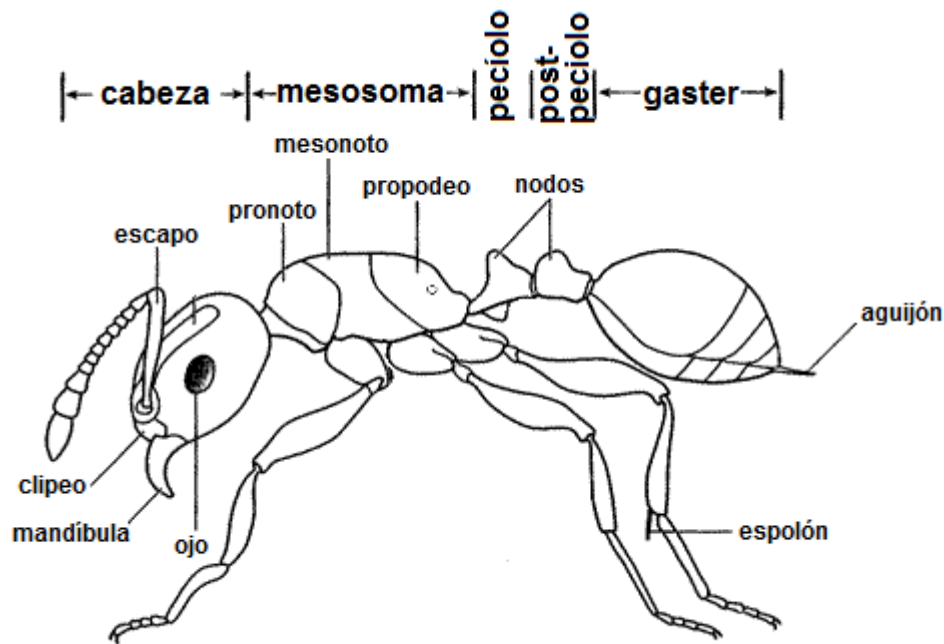


Figura 1: adaptada de Shattuck 1999.

Constituye uno de los grupos animales más abundantes en muchos de los ecosistemas terrestres (Hölldobler & Wilson, 1990). A escala mundial se estima que existen alrededor de 21.000 especies de hormigas, distribuidas en 16 subfamilias, de las cuales sólo 11.079 han podido ser descritas (Agosti & Johnson, 2003). En la región Neotropical, existen unas 3.000 especies de hormigas distribuidas en 8 subfamilias (Brandão, 1991) y 119 géneros, que representarían un 40% de la mirmecofauna mundial (Bolton, 1994; Fernández *et. al.*, 1996). Un total de 65 géneros, pertenecientes a 7 subfamilias, son endémicos del neotrópico (Cuezzo, 1998). En comparación con otros insectos

eusociales se conocen más géneros y especies de hormigas que de todos los demás grupos reunidos (Mackay & Mackay, 1989). En algunos sitios, particularmente en zonas tropicales, las hormigas tienen una gran diversidad local, de modo que existen reportes de varios cientos de especies en áreas de unos pocos kilómetros cuadrados (Hölldobler & Wilson, 1990). Así lo han demostrado diferentes estudios, como el de Tobin (1994) quien, en aproximadamente 5 ha de la selva tropical peruana, encontró 365 especies pertenecientes a 68 géneros y el de Wilson (1987) quien en un sólo árbol de dicho ambiente colectó 25 géneros y 43 especies.

Además, en casi todos los ambientes terrestres las hormigas son ecológicamente dominantes, constituyendo el 1,5% de la fauna de insectos global (Wilson, 2000). Estudios realizados en los bosques del Amazona central han demostrado que este grupo representa hasta el 15% del total de la biomasa animal (Fittkau & Klinge, 1973). En estudios de artrópodos para la localidad de Santos Lugares, Santiago del Estero, la familia Formicidae, presentó la mayor abundancia con respecto a las demás familias de insectos (Diodato *et. al.*, 2005).

Por esta alta diversidad y dominancia, las hormigas han podido colonizar un amplio rango de nichos de alimentación en el suelo y la vegetación, estando presentes en casi todos los ambientes terrestres (Hölldobler & Wilson, 1990). Se encuentran desde el Ecuador y hasta latitudes de 50°, desde el nivel del mar hasta los 3.000 m de altura (Brandão, 2001). Habitan desde los desiertos hasta los bosques húmedos tropicales y en sus ambientes, pueden encontrarse desde

más de dos metros de profundidad hasta en la copa de los árboles (Cuezzo, 1998).

La Argentina, por su ubicación geográfica particular, ofrece una amplia gama de nichos susceptibles de ser ocupados por las hormigas, favoreciendo así su diversidad específica (Cuezzo, 1998). Se conocen 71 géneros pertenecientes a 7 subfamilias. De acuerdo con estas cifras, el país contaría con el 24% de los géneros mundiales de hormigas y casi el 60 % de la mirmecofauna neotropical (Fernández *et al.*, 1996). Sin embargo el número de especies que aún no se han descubierto y descrito es increíblemente alta (Hölldobler & Wilson, 1990; Folgarait, 1998).

Entre los aspectos biológicos más relevantes, se puede considerar el carácter social de todas las especies de la familia Formicidae y las importantes funciones que ellas cumplen en los ecosistemas (Branstetter & Sáenz, 2012). Utilizan distintos estratos en la nidificación, tienen un amplio espectro de alimentación y se asocian con numerosas especies de plantas y animales (Farji Brener, 1992). Muchos estudios han demostrado que el impacto de las hormigas en los ambientes terrestres es grande con relación a su tamaño (Silvestre, 2003). Hölldobler & Wilson (1990), comprobaron que en la mayoría de los hábitats terrestres las hormigas se encuentran entre los principales depredadores de otros insectos y pequeños vertebrados. Algunos autores han demostrado su importante papel como agentes de control natural de fitófagos plaga (Valenzuela González *et al.*, 1994). Las especies omnívoras que viven en praderas pueden consumir cerca del 3% de la producción primaria y 40% de la biomasa de sus



presas disponible por estación (Petal, 1980). Cumplen un importante rol de herbívoras en Sudamérica (Hölldobler & Wilson, 1990). El impacto provocado por las hormigas cortadoras (fundamentalmente del género *Atta* y *Acromyrmex*) sobre la comunidad vegetal, ha llevado a considerarlas como los principales herbívoros de los trópicos y subtrópicos, afectando el 17 % de la producción de hojas en los bosques tropicales (Weber, 1966). Un hormiguero de *Atta* puede consumir 1-2 tn de hojas frescas por año, (Coutinho, 1982; Folgarait, 1998) mientras que en algunos ecosistemas, el 35 % de las semillas de las plantas herbáceas es dispersado por este grupo (Beattie *et al.*, 1985).

Por otra parte son el alimento de una variedad de predadores especialistas, incluyendo reptiles (Pianka & Parker, 1975), mamíferos (Redford, 1987), arañas (Porter & Eastmond, 1982) e insectos (Gotelli, 1996) y son hospederos de dípteros (Feener & Brown, 1997) e himenópteros parasitoides (Heraty, 1994).

Por estas posturas dicotómicas entre hormigas dañinas y benéficas, se las podría considerar como un factor clave del equilibrio natural (Kusnezov, 1978).

## **HIPÓTESIS**

Los sistemas productivos actuales provocan un gran impacto sobre las poblaciones animales y vegetales que lo habitan. A partir del estudio de la diversidad de especies y de los grupos funcionales de Formicidae presentes en un agroecosistema se puede inferir si los mismos se encuentran en estado de equilibrio o de disturbio.

## **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo del trabajo es realizar un aporte al conocimiento de los Formicidae presentes en la localidad de Junín, Provincia de Buenos Aires, caracterizada por un uso intensivo de la tierra con fines productivos, a los fines de registrar la diversidad de hormigas medida en términos de riqueza y abundancia e identificar los grupos funcionales, que permitirán inferir el grado de disturbio que presentan los sistemas productivos de la región.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Identificar las especies de hormigas presentes en un predio agrícola de la Localidad de Junín, Provincia de Buenos Aires.
- Estimar la riqueza y abundancia de las especies presentes.
- Identificar las especies de hormigas dominantes.
- Clasificar las especies en las subfamilias correspondientes a los fines de determinar el grupo funcional dominante.

- Evaluar el daño o beneficio potencial que puede generar sobre el sistema productivo.
- En base al objetivo anterior, elaborar estrategias de manejo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1- Metodos de colecta:

Para la colecta de los Formícidos, se utilizaron como métodos a la captura directa (CD) y trampas Pitfall (TP)

**a) Trampas Pitfall:** Es una trampa de intercepción conformada por un vaso que se entierra a ras del suelo, de manera tal que toda hormiga o insecto que se desplace sobre la superficie del suelo una vez que caiga en la misma no podrá salir. Para acelerar la captura y obtener una mayor cantidad de individuos, se utilizaron como cebo aceite de soja sin refinar y jugo de naranja (ambos mezclados con harina de maíz).

Las trampas se dispusieron en estaciones de muestreo distribuidas al azar sobre la superficie del lote. En cada lugar de monitoreo se colocaron dos TP apareadas, una con aceite de soja y otra con naranja. Las mismas se dejaron actuar durante tres horas, para evitar que los cebos sean comidos por roedores y otros animales presentes en el lugar. Pasado dicho lapso de tiempo, se recolectaron las hormigas presentes en cada estación.

Dado que esta técnica se ve afectada por las condiciones climáticas, se realizó en días de sol, sin viento, en los horarios en los cuales las hormigas presentan mayor actividad, en verano en las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde.

**b) Captura directa:** Se realizó en las cercanías de las estaciones de muestreo mientras se dejaron actuar los cebos. Se seleccionaron puntos al azar, y por un lapso de tiempo de 10 minutos en una superficie de 1m<sup>2</sup>, se colectaron con la

ayuda de pinzas entomológicas, aspiradores y pinceles, todas las hormigas presentes en dicha superficie. Dado que muchas especies son arborícolas se relevaron además los árboles y arbustos del lugar de estudio. En laboratorio se procedió a la separación, identificación y recuento de las especies colectadas.

## **2.- Área de estudio**

El estudio se realizó en un predio agrícola de la Localidad de Junín, Provincia de Buenos Aires, Argentina (34° 37' 3.6" LS; 60° 49' 33.4" LO). La localidad se caracteriza por presentar un clima templado y un régimen pluviométrico subhúmedo a húmedo. Las precipitaciones medias anuales son de 900 mm, con mayor incidencia en los meses de verano y menor en invierno. Los suelos corresponden a un Hapludol Típico. Es un suelo profundo y oscuro con aptitud agrícola que se encuentra en un paisaje ondulado, ocupando los sitios de lomas de la Subregión Pampa Arenosa. Son suelos de buen drenaje, relativamente jóvenes con escaso desarrollo, habiendo evolucionado sobre un sedimento eólico franco arenoso, no alcalino, no salino con pendiente predominante de 0-1 % y hasta 3 % en pendientes muy cortas (Carta de suelo de la República Argentina)

El agroecosistema evaluado consistió en un establecimiento de 84 ha destinado a la producción agrícola, con un sistema de rotación de cultivos (trigo-soja, maíz, soja) y un historial de siembra directa. La superficie productiva, que al momento del inicio de los monitoreos se encontraba cubierta aproximadamente por un 25% de trigo, 25% soja de primera y 50% de maíz, está dividida en loma, media loma y una porción menor de bajo. Dentro de la loma existe un monte con especies

leñosas y dentro del bajo una laguna con pastizal no pastoreado rodeándola.

(Fig. 2)



Figura 2. Fotografía satelital del campo en la cual se puede apreciar el bajo (1) con la laguna (5), la media loma (2) y la loma (3) con el monte.

### c) Descripción de la vegetación:

**Leñosas:** eucalipto medicinal (*Eucalyptus globulus Labill.*), eucalipto colorado (*Eucalyptus camaldulensis*), eucalipto de adorno (*Eucalyptus cinérea*), aromo (*Acacia dealbata*), casuarina (*Casuarina cunninghamiana*), pino Paraná (*Araucaria angustifolia*), pino piñonero (*Pinus pinea*), olivo (*Olea europea*), siempreverde (*Ligustrum lucidum Aiton*), ciprés Piramidal (*Cupressus sempervirens*), ciprés portugués (*Cupressus lusitánica*), cedro del atlas (*Cedrus*

atlántica), magnolia (*Magnolia grandiflora* L.), laurel de flor (*Nerium oleander*), laurel (*Laurus nobilis* L.), ligustrina (*Ligustrum sinense* L.), jazmín amarillo (*Jasminum mesnyi*), limpiatubos (*Callistemon citrinus*), palmera excelsa (*Trachycarpus fortunei*), pomelo (*Citrus paradisi*), naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), limonero (*Citrus limón*), quinoto (*Fortunella margarita*), níspero (*Eriobotrya japónica*), palta (*Persea americana*)

**Leñosas de follaje caduco:** plátano (*Platanus acerifolia*), acacia blanca (*Robinia pseudo-acacia*), alamo de carolina (*Populus canadensis*), ceibo (*Erythrina cristagalli*), ciruelo de jardín (*Prunus cerasifera*), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), nogal europeo (*Juglans regia*), olmo (*Ulmus pumila*), ombú (*Phytolacca dioica*), paraíso (*Melia azedarach*), roble (*Quercus robur*), sauce (*Salix alba*), sauce llorón (*Salix babylonica*), sauce eléctrico (*salix erythroflexuosa*), tilo (*Tilia moltkei*), higo (*Ficus carica*), mora salvaje (*Rubus adenotrichos Schltl.*), Durazno (*Prunus persica*), damasco (*Prunus armeniaca*), caqui (*Diospyros kaki*), ciruelo (*Prunus domestica*).

**Herbáceas:** cebadilla criolla (*Bromus unioloides H.B.K.*), borraja pampeana (*Anchusa arvensis*), trébol blanco (*Trifolium repens* L.), Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* L.), llantén (*Plantago lanceolata* L.), lengua de vaca (*Rumex crispus* L.) caapiqui (*Stellaria media* L. Vill), diente de león (*Taraxacum officinale* Weber). Verónica (*Veronica pérsica* Poir.), Verónica arvense (*Veronica arvensis* L.). Violeta silvestre (*Viola arvensis*), Pasto amargo (*Eriochloa punctata* L.), Chinchilla (*Tagetes minuta* L.) Verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), Gramilla

rastrera (*Cynodon hirsutus* Stent), Pasto miel (*Paspalum dilatatum* Poir), rama negra (*Conyza bonariensis* L.), Yuyo colorado (*Amaranthus quitensus* H.B.K), cicuta (*Conium maculatum* L.) Cardo (*Carduus nutans* L.), cardo negro (*Cirsium vulgare*), Gramillón (*Stenotaphrum secundatum* Walt), Gramón (*Cynodon dactylon* L.), espina colorada (*Solanum sisymbriifolium* Lamarck ), junquillo (*Juncus acutus* L.), paragüita (*Hydrocotyle bonariensis* Lam.), Junco (*Scirpus californicus* Mey.), totora (*Typha latifolia* L.), Roseta (*Acicarpa tribuloides* Juss.), Cebollín (*Cyperus rotundus* L), Abrojo Chico (*Xanthium spinosum* L ), Abrojo grande (*Xanthium cavanillesii*), Raygrás criollo (*Lolium multiflorum*), Cerraja (*Sonchus oleraceus*), Albahaca silvestre (*Galinsoga parviflora*), Zapallito amargo (*Cucurbita andreana* Naudin), Manzanilla (*Matricaria chamomilla*), Manzanilla Cimarrona (*Anthemis cotula*), Quínoa (*Chenopodium album* L.),ortiga (*Urtica urens*), ortiga mansa (*Lamium aplexicaule*), bolsa de pastor (*Capsella bursa-pastoris*), cola de zorro (*Setaria* spp.), malva (*Malva parviflora*), mastuerzo (*Coronopus didymus*), nabo (*Brassica campestris*), nabón (*Raphanus sativus* L.)

### **3.- Identificación de los Formícidos capturados.**

Una vez finalizada la captura se inició la etapa de separación y montaje de los especímenes a los fines de su identificación. Para ello se utilizaron las claves taxonómicas de Gonçalves (1961), Kusnezov (1978), Borgmeier (1959), Hölldobler & Wilson (1990) y Fernández (2003). Además, se realizaron claves de identificación de los géneros de formícidos (Fig. 34) y de especies de hormigas cortadoras colectadas (Fig. 35) acompañadas de fotografías, con la finalidad de facilitar la identificación de las especies locales.



#### **4.- Determinación de la riqueza, abundancia y diversidad de especies:**

La diversidad específica es una propiedad emergente de las comunidades biológicas que se relaciona con la variedad dentro de ellas. Este atributo es la expresión de dos componentes, el primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitatividad, y describe cómo se distribuye la abundancia entre las especies que integran la comunidad (Magurran, 1988).

Los índices que combinan tanto la riqueza de especies como la equitatividad en un solo valor se denominan índices de diversidad (Krebs, 1989, 1995; Ludwig & Reynolds, 1988)

**Riqueza específica (S):** Número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

#### **Índice de Riqueza Específica. Margalef (1958)**

$$R_1 = \frac{S - 1}{\ln(n)}$$

Expresa la riqueza específica de una muestra de forma sencilla, teniendo en cuenta simultáneamente el número de taxos (S) y el número de individuos (n). Es decir, tiene en cuenta el tamaño de la muestra.

### Índices de Equitatividad. Pielou (1969)

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde

$$H'_{\max} = \ln S.$$

H' = índice de diversidad Shannon–Weiner

Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la de equitatividad debería ser máximo (1) y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

### Índice de Diversidad de Shannon-Weiner (1949)

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \ln p_i)$$

Pi = abundancia relativa de la i-ésima especie

H' = índice de Shannon-Wiener que en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies "**S**". También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de **S** especies y **N** individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de

individuos “ $n_i$ ”, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa ( $H'$ max).

### **Índice de Berger – Parker o de abundancia (1970)**

Este índice expresa la importancia proporcional de las especies más importantes a través de la siguiente expresión:

$$d = \frac{N_{\max}}{N}$$

$N_{\max}$ : N° de individuos de la especie más abundante

$N$ : N° total de individuos de todas las especies

### **5.- Caracterización del ambiente de acuerdo a la clasificación de grupos funcionales.**

Para la identificación de los grupos funcionales, se aplicó un modelo desarrollado por Grime (1977) y adaptado por Andersen (1995) para comunidades mirmecológicas. Las investigaciones de Andersen en Australia han permitido integrar 7 grupos funcionales (Tabla 1), en función de su actividad dentro de los ecosistemas (Vittar, 2008).

Tabla 1. Clasificación para las comunidades mirmecológicas del modelo de grupos funcionales desarrollado por Grime (1977) y adaptado por Andersen (1995)

GRUPOS FUNCIONALES	CARACTERISTICAS
Dolichoderinae Dominantes (DD)	Abundantes, especies activas y agresivas, ejercen una fuerte influencia competitiva sobre otras hormigas, tienen un comportamiento dominante, favorecidas por ambientes abiertos, con poca vegetación a nivel del suelo. Predominantes en ambientes que experimentan bajos niveles de tensión y perturbación.
Camponitini Subordinadas (SC)	Representado por el genero Camponotus, muy diverso y conspicuo en las comunidades de hormigas. Tiene un comportamiento sumiso a DD y por lo tanto son subordinadas a éstas. Tienen el tamaño del cuerpo grande y forrajeo nocturno o crepuscular (por lo general). Pueden tener hábitos arbóreos.
Especialistas de clima frio (ECF), cálido (ECC) y tropical (ECT)	Distribución principalmente en ambientes cálidos (H), en fríos (C) y tropicales y subtropicales húmedos (T). Presentes en ambientes en los cuales DD son poco abundantes. Son especies tolerantes al estrés.
Especies Crípticas (C)	Cuerpo pequeño. Anidan y forrajean predominantemente entre la hojarasca y el suelo, poseen relativamente baja interacción epigea
Especies Oportunistas (O)	Son generalistas, especies características de sitios sometidos a altos niveles de disturbio y tensión. Son especies con baja competitividad por lo tanto están presentes donde el comportamiento dominante es bajo.
Myrmicinae Generalistas (GM)	Cosmopolitas. Generalmente muy abundantes. Interaccionan competitivamente con DD, pero son subordinadas a éstas. Son exitosas en reclutar y defender la comida, pero comparado con DD tienen menor actividad, colonias más pequeñas y territorio de forrajeo reducido. Resisten mejor el disturbio y el estrés ambiental tendiendo a predominar moderadamente en esos ambientes.
Predadoras Especialistas (SP)	Son hormigas de tamaño mediano y grande. Predadoras de otros artrópodos. Tiene la visión desarrollada y son activas. Forrajeo solitario o en pequeños grupos. Excepto por la predación directa, no interaccionan con otras hormigas. Normalmente tienen densidades bajas.

Este modelo clasifica las comunidades de hormigas en relación al disturbio y al estrés, los cuales son considerados de mayor importancia en la determinación de la estructura de las comunidades de hormigas. Un disturbio es un evento discreto y puntual de mortalidad, desplazamiento o daño de uno o más individuos (o colonias), que crea directa o indirectamente una oportunidad para el

establecimiento de nuevos individuos (o colonias) (Sousa 1984). Mientras que el estrés puede definirse como restricciones externas que limitan la tasa de producción de materia seca de la comunidad (Grime, 1977).

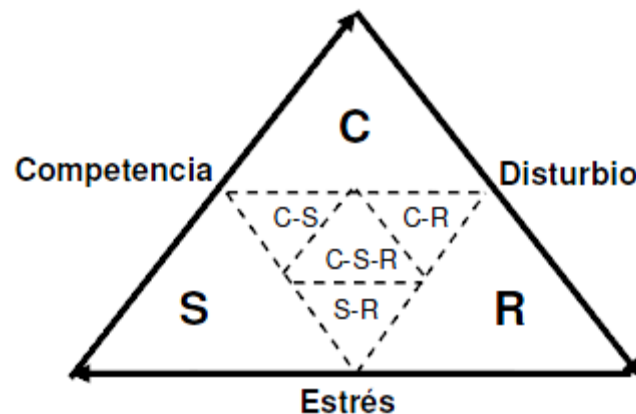


Figura 3: Clasificación de las comunidades vegetales en relación al estrés y la perturbación (Grime 1977). Modificado a partir de Andersen (2000) para comunidades mirmecológicas.

Como puede observarse en la Fig. 3, existen tres tipos primarios de comunidades que pueden ser reconocidas en los ápices del triángulo: **Resistentes** (*Ruderal* "R") que se caracterizan por estar en lugares sometidos a bajo estrés y alto disturbio, **Tolerantes** al estrés (*Stress Tolerant* "S") que se caracterizan por estar en sitios que experimentan un alto estrés y un bajo disturbio, y **Competitivas** (*Competitive* "C") características de sitios que experimentan un bajo disturbio y estrés, en los cuales la competencia se convierte en el principal factor que determina la estructura de las comunidades (Faccioli *et al.*, 2010).

El primer tipo de estas comunidades se caracteriza por poseer especies resistentes y no especializadas como lo serían las que integran el grupo de

Oportunistas (*Paratrechina* sp.). En tanto, el segundo tipo se caracteriza por estar formada por especies altamente especializadas y tolerantes al estrés como lo sería el grupo de Especialistas en Climas Tropicales (*Acromyrmex* sp., *Atta* sp.). Finalmente, el tercer tipo de comunidades estaría constituido principalmente por especies fuertemente competitivas como lo serían las que integran el grupo de las Dolichoderinae Dominantes (*Linepithema* sp.). No obstante, a diferentes gradientes de estrés y disturbio pueden identificarse una variedad de comunidades secundarias, que poseen características intermedias entre estos tres tipos básicos de comunidades (Vittar, 2005; Vittar & Cuezco, 2008).

## RESULTADOS

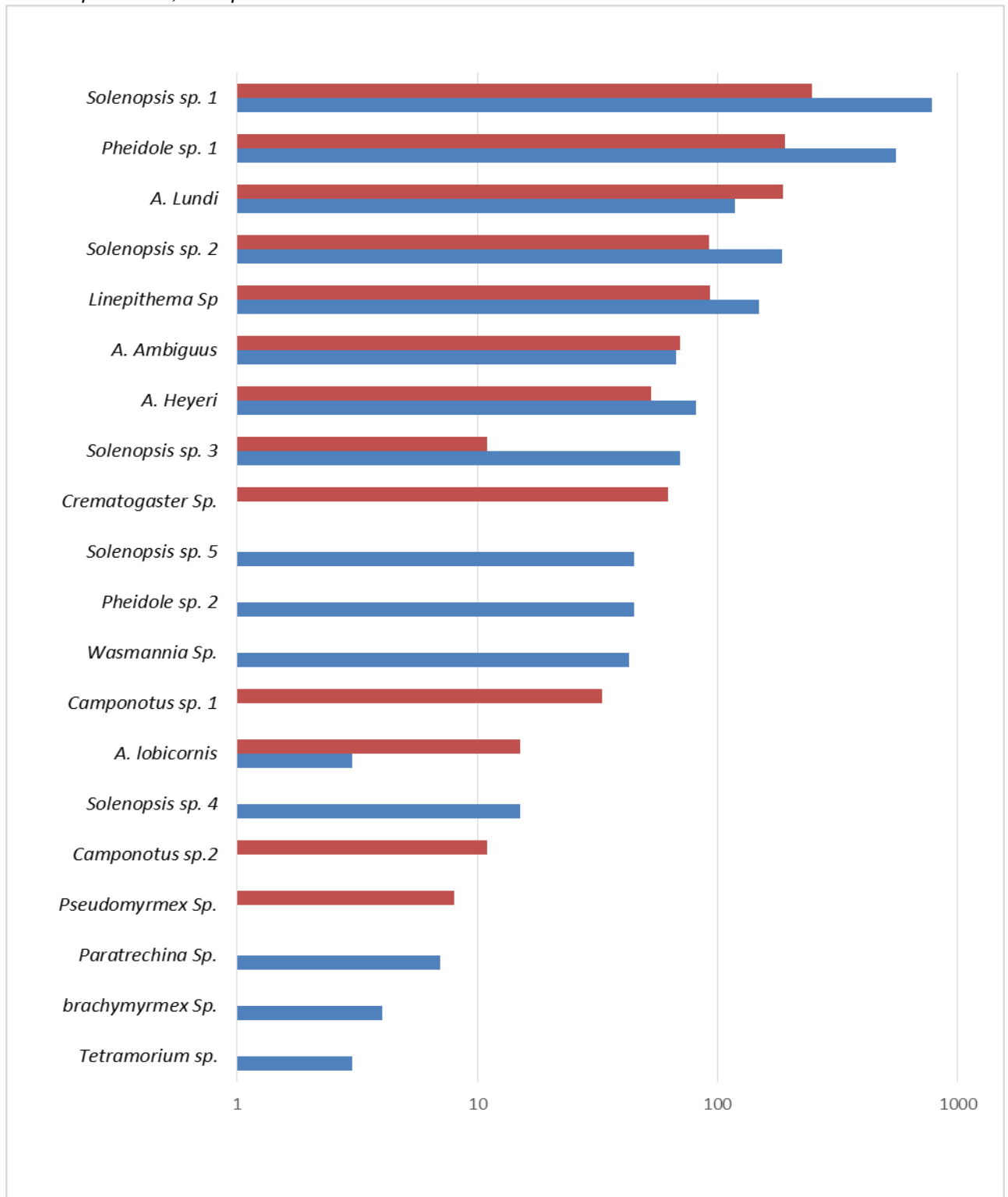
Se capturaron e identificaron en total 3.240 hormigas agrupadas en 4 subfamilias (Myrmicinae, Pseudomyrmecinae, Dolichoderinae y Formicinae) y 11 géneros (*Solenopsis*, *Pheidole*, *Linepithema*, *Acromyrmex*, *Brachymyrmex*, *Crematogaster*, *Camponotus*, *Pseudomyrmex*, *Wasmannia*, *Tetramorium* y *Paratrechina*), de los cuales se pudieron identificar un total de 20 especies. (Tabla 2; Fig. 4).

Tabla 2. Especies encontradas, frecuencias observadas (%), método de captura y clasificación en grupos funcionales.

Especie	Subfamilia	Grupo funcional	Método de captura		Frecuencia observada	Individuos capturados
			CD	TP		
<i>Solenopsis sp.1</i>	Myrmicinae	ECT	X	X	31,6	1023
<i>Solenopsis sp.2</i>		ECT	X	X	8,6	278
<i>Solenopsis sp.3</i>		ECT	X	X	2,5	81
<i>Solenopsis sp.4</i>		C	X		0,5	15
<i>Solenopsis sp.5</i>		ECT	X		1,4	45
<i>Pheidole sp.1</i>		MG	X	X	23,0	745
<i>Pheidole sp.2</i>		MG	X		1,4	45
<i>A. lundi</i>		ECT	X	X	9,4	306
<i>A. ambiguus</i>		ECT	X	X	4,2	137
<i>A. heyeri</i>		ECT	X	X	4,1	134
<i>A. lobicornis</i>		ECT	X	X	0,6	18
<i>Crematogaster sp.</i>		MG		X	1,9	62
<i>Wasmannia sp.</i>		C	X		1,3	43
<i>Tetramorium</i>		O	X		0,1	3
<i>Camponotus sp.1</i>		Formicinae	CS		X	1,0
<i>Camponotus sp.2</i>	CS			X	0,3	11
<i>Brachymyrmex sp.</i>	C		X		0,1	4
<i>Pseudomyrmex sp.</i>	Pseudomyrmecinae	ECT		X	0,2	8
<i>Linepithema sp.</i>	Dolichoderinae	DD	X	X	7,5	242
<i>Paratrechina sp.</i>		O	X		0,2	7

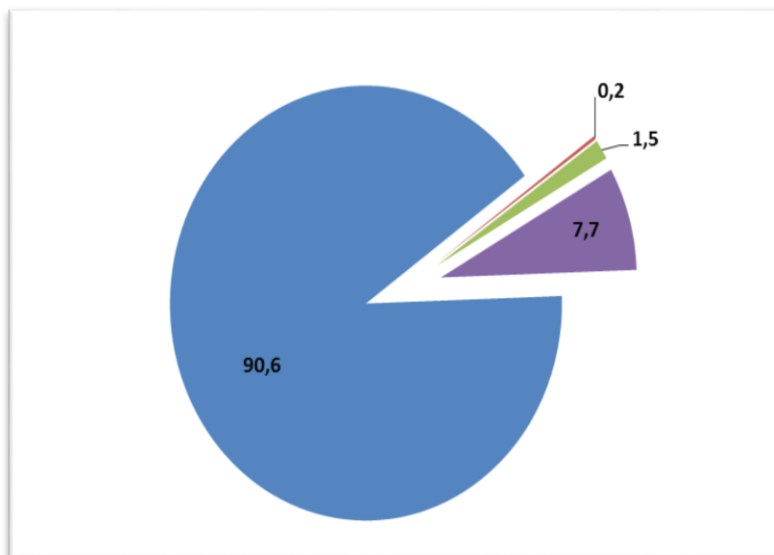
Figura 4. Cantidad de hormigas recolectadas por especie en función de la metodología de muestreo.

■ Trampas Pitfall; ■ Captura Directa.





La contribución de cada taxa (Subfamilia) a la **abundancia** total de hormigas fue heterogénea (Fig. 5). La subfamilia Myrmicinae fue la más abundante, representada por el 90.6% del total de hormigas capturadas. La segunda subfamilia más abundante fue Dolichoderinae, constituida por el 7.5% del total de individuos. Las dos restantes subfamilias participaron con valores menores al 1% del total de individuos.



*Figura 5. Contribución de cada subfamilia a la abundancia total de hormigas (%).* ■ Myrmicinae; ■ Formicinae; ■ Dolichoderinae; ■ Pseudomyrmecinae.

La contribución de cada subfamilia a la **riqueza** total de hormigas también fue diferente (Fig. 6). En este caso, la subfamilia Myrmicinae fue la que contribuyó con la mayor cantidad de especies (6 géneros y 14 especies), seguida de la subfamilia Formicinae, que contribuyó con tres géneros y cuatro especies, luego le siguen las subfamilias Dolichoderinae y Pseudomyrmecinae con una especie cada una.

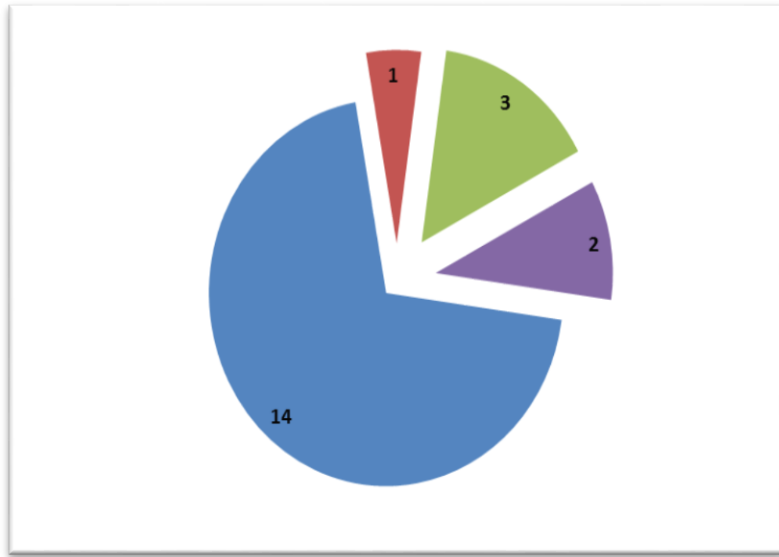


Figura 6. Contribución de cada subfamilia a la riqueza específica.  
 ■ Myrmicinae; ■ Formicinae; ■ Dolichoderinae; ■ Pseudomyrmecinae.

Los géneros colectados con mayor frecuencia fueron *Solenopsis* (44,51%), *Pheidole* (24,38%), *Acromyrmex* (18,36%) y *Linepithema* (7,47%). el resto de los géneros presentaron frecuencias menores al 2 % (Fig. 7).

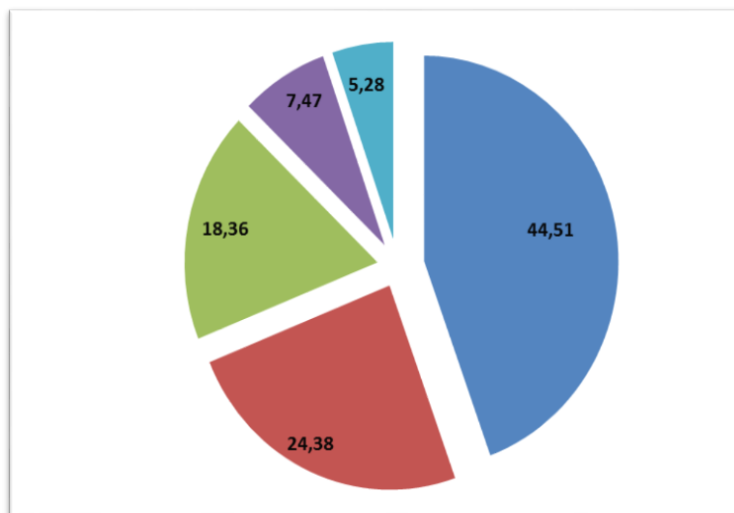


Figura 7. Contribución de cada género a la abundancia total de hormigas (%). ■ *Acromyrmex*; ■ *Linepithema*; ■ *Pheidole*; ■ *Solenopsis*; ■ Otros.

El empleo de TP con cebos permitió relevar géneros como *Brachymyrmex*, *Wasmannia*, *Paratrechina*, *Tetramorium*, *Solenopsis* sp<sub>4</sub>, *Solenopsis* sp<sub>5</sub>. y *Pheidole* sp<sub>2</sub>, que no se hubieran capturado empleando como único método de muestreo a la captura directa. Los géneros *Wasmannia*, *Solenopsis* sp<sub>4</sub> y *Paratrechina* solo fueron capturado mediante la utilización de aceite de soja como cebo, de la misma manera que el jugo de naranja posibilitó la captura de *Brachymyrmex* y *Tetramorium*. Las demás especies fueron atraídas por ambos cebos, aunque no con la misma abundancia de captura. Por otra parte el empleo de captura directa posibilitó la captura de cuatro especies que no hubieran sido recolectadas si solo se usaban TP (*Camponotus* sp<sub>1</sub>, *Camponotus* sp<sub>2</sub>, *Crematogaster* sp. y *Pseudomyrmex* sp.) (Tabla 2, Fig. 4).

El índice de riqueza específica general calculada por el índice Margalef fue de 2,35, mientras que al discriminar el índice por los dos sistemas de captura empleados se encontró que para las TP fue de 2,15 y para la CD de 1,69. (Tabla 3)

Tabla 3. Índices calculados en función de la metodología de captura.

	Riqueza específica	Margalef	Pielou	Shanon & Wiener	Berger & Parker
Captura Directa	13	1,72	0,84	2,16	22,95 ( <i>Solenopsis</i> sp.1)
Trampa Pitfall	16	1,95	0,69	1,93	32,86 ( <i>Solenopsis</i> sp.1)
General	20	2,35	0,7	2,1	31,57 ( <i>Solenopsis</i> sp.1)

La diversidad general, calculada a partir del índice de Shannon–Wiener, fue de 2,1, mientras que para las TP y la CD fueron de 1,93 y 2,16 respectivamente (Tabla 3).

La dominancia general, calculada a partir del índice de Berger-Parker fue de 31,57, mientras que al evaluar los dos sistemas de muestreo, para las TP fue de 35,86 y para la CD de 22,93, siendo *Solenopsis* sp<sub>1</sub>. (Myrmicinae) la especie dominante de la comunidad en los tres casos (Tabla 3). La equitatividad general calculada a partir del índice de Pielou fue de 0.7, variando desde 0.69 para las TP a 0.84 para la CD (Tabla 3)

La clasificación de cada una de las especies en grupos funcionales determinó que la abundancia relativa de hormigas se distribuyó en seis grupos funcionales de manera diversa. El grupo de las Especialistas de Climas Tropicales (ECT) concentró a la mayoría de los individuos capturados (62,65%), seguidas por las Myrmicinae Generalistas (MG) (26,3%) y las Dolichoderinae Dominantes (DD) 7,47%. Los restantes grupos funcionales presentaron abundancias relativas menores al 2% (Fig. 8).

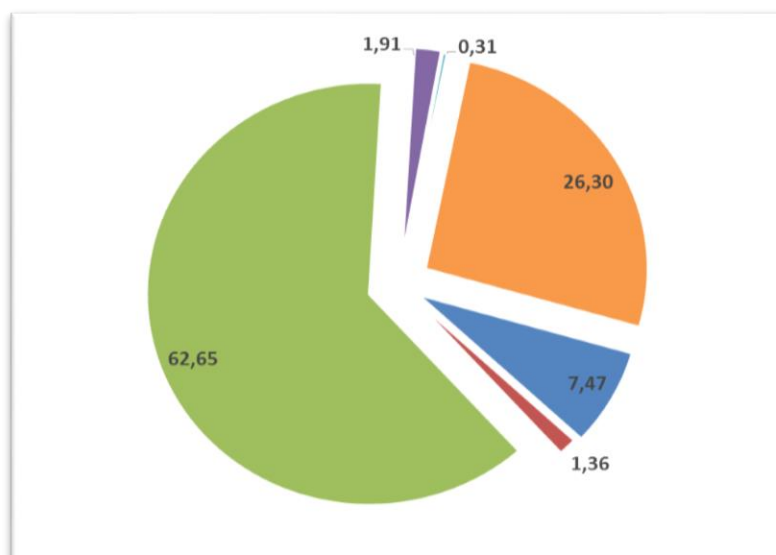
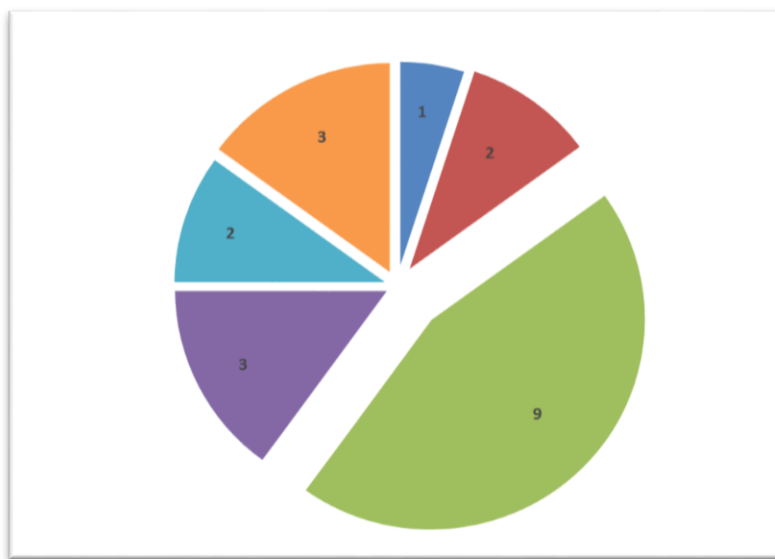


Figura 8. Contribución de cada grupo funcional a la abundancia total de hormigas (%).  
■ ECT; ■ C; ■ MG; ■ O; ■ CS; ■ DD

En cuanto al número de especies por grupo funcional el grupo de las ECT fue el que presentó mayor riqueza contando con nueve especies, seguido por las Cripticas (C) y las MG con 3 especies cada uno. Los grupos funcionales de las Oportunistas (O) y Camponotinis subordinadas (CS) estuvieron representados por dos especies cada uno, mientras que el grupo de las DD solo obtuvo un sola especie (Fig. 9).



*Figura 9. Contribución de cada grupo funcional a la riqueza específica.*  
■ ECT; ■ C; ■ MG; ■ O; ■ CS; ■ DD

Según el modelo de grupos funcionales, las abundancias relativas de la comunidad se condicen con las de un ecosistema con estrés moderadamente alto y un disturbio moderado. (Fig. 10)

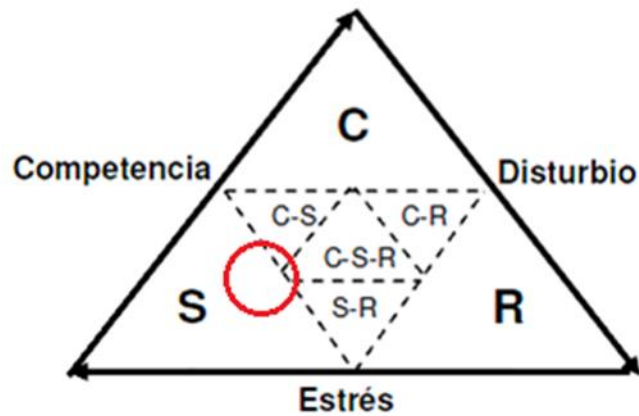


Figura 10. Clasificación de las comunidades vegetales en relación al estrés y la perturbación, siguiendo la nomenclatura de Grime (1977). Modificado a partir de Andersen (2000) para comunidades mirmecológicas. El círculo rojo indica el estado de la comunidad estudiada; disturbio intermedio y estrés moderadamente alto.

No se observaron diferencias significativas en abundancia relativa y riqueza de los grupos funcionales predominantes para los distintos métodos de monitoreo (Fig.11 y Fig. 12).

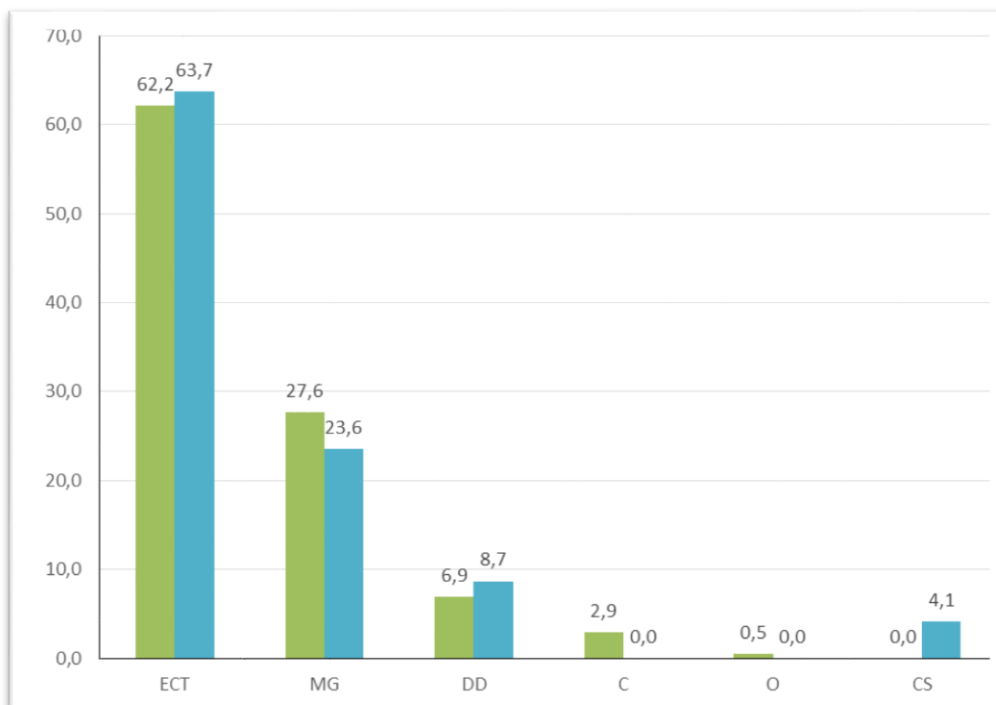


Figura 11. Proporción de los distintos grupos funcionales en función de la metodología de captura. ■ Trampas Pitfall; ■ Captura Directa

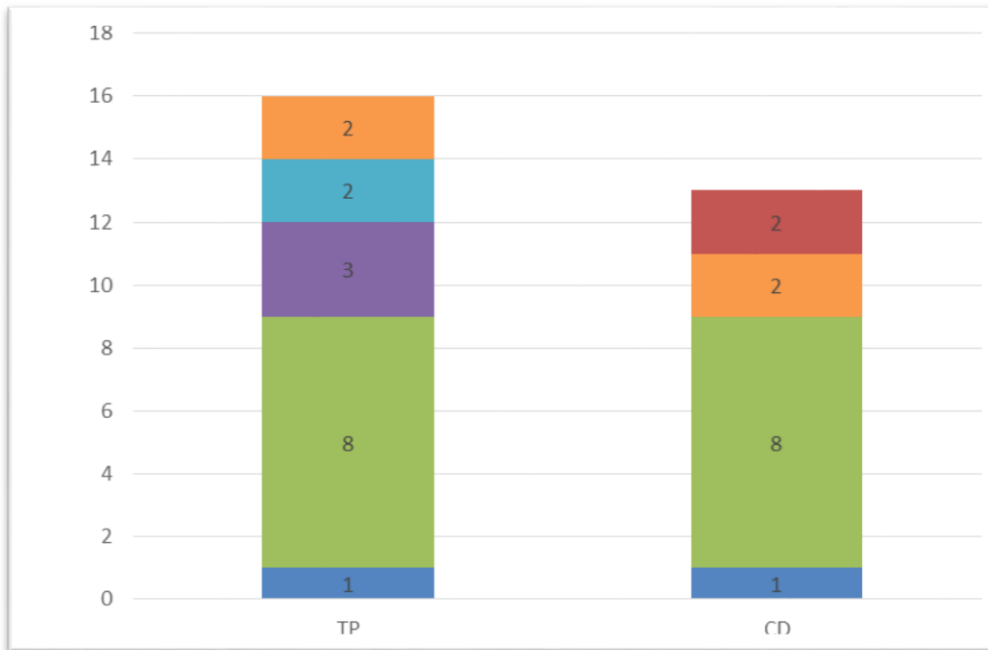


Figura 12. Especies encontradas por grupo funcional en trampas pitfall (TP) y captura Directa (CD). ■ ECT; ■ C; ■ MG; ■ O; ■ CS; ■ DD

Se realizó una curva de acumulación para los distintos índices a partir de los sucesivos monitoreos, de la cual, observamos las tendencias logarítmicas características de los índices de riqueza y de diversidad, y una tendencia a la estabilidad del índice de equitatividad a medida que aumenta el número de monitoreos (Fig. 13).

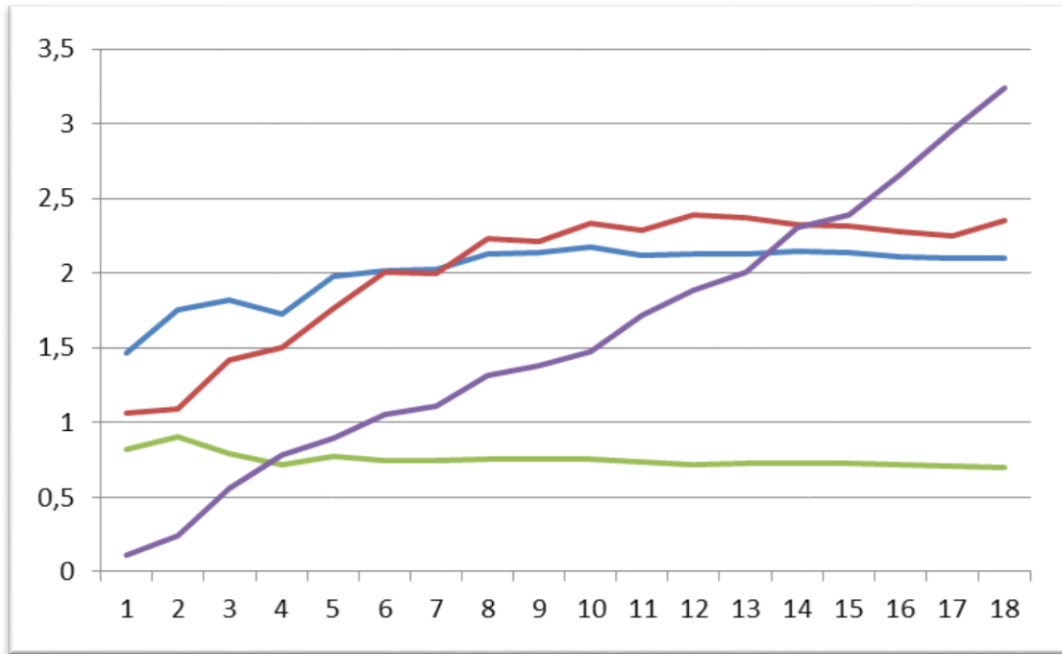


Figura 13. Curvas de acumulación de índices. ■ Shannon & Weiner; ■ Pielou; ■ Margalef; ■ Hormigas/1000.



## DISCUSIÓN

La subfamilia que resulto ser más abundante en el presente estudio fue Myrmicinae representando el 90,6% de las hormigas identificadas. Estudios similares realizados por Vittar (2005) en Esperanza (Santa Fe), en una comunidad de hormigas asociadas a un monte de algarrobos, encontraron que esta subfamilia suele ser la más abundante. Sin embargo, el valor de abundancia en nuestra localidad para ésta subfamilia fue muy superior respecto al 54% del total de la comunidad de hormigas en el monte de algarrobos. En cambio, los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los logrados por Verzero Villalba (2011) en la localidad de 9 de Julio (Buenos Aires) con una representación de la mirmicinas del 89,5% para una comunidad de hormigas en un lote de pastura naturalizada, o los alcanzados por Catalano (2010) en pasturas implantadas y naturales en la localidad de Saladillo (Buenos Aires) con un 92,49% de Myrmicinae.

Por otro lado, se destaca que en los trabajos mencionados anteriormente, la segunda subfamilia más abundante fue Formicinae, mientras que en este estudio en la Localidad de Junín, ésta subfamilia quedó en tercer lugar con un 1,5%, luego de las Dolichoderinae con un 7,7%. Además del gran predominio de individuos de la subfamilia Myrmicinae, es notable la riqueza dentro de la misma, habiéndose identificado 14 especies que representan el 70% del total.

El índice de diversidad general alcanzado en el presente trabajo (2,1) resulto ser superior al obtenido por Catalano (2010) que osciló entre 0,90 y 0,23, valores que son considerados muy bajos, teniendo en cuenta que el índice de diversidad

de Shannon se encuentra entre 1 y 3,5 en hábitats muy disturbados y en equilibrio respectivamente (Alonso & Agosti, 2000). Sin embargo, la diversidad obtenida resultó ser levemente inferior a la del estudio de Vittar (2005) en Santa Fe (2,22) y al de Verzero Villalba de 2,33 (2011).

Estas diferencias en el valor del índice de diversidad pueden atribuirse a distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes. Una de las principales críticas a estos índices es que combinan y, por lo tanto, confunden las de variables (Riqueza específica, equitatividad y tamaño del muestreo) que caracterizan a la estructura de la comunidad.

Si analizamos los valores de diversidad, riqueza y equitatividad para los dos métodos de captura utilizados, observamos que el máximo índice de diversidad se dio en la CD. Pero ese valor de diversidad se debe principalmente a la gran equitatividad obtenida con ese método de recolección, ya que el índice de riqueza específica es menor que en las TP. En otras palabras, la captura directa fue muy equitativa pero menos rica en especies y las TP fueron más ricas en especies pero menos equitativas. La mayor equitatividad de la CD podría deberse a cuestiones inherentes a éste método de muestreo, es decir, uno tiende a no coleccionar todas las hormigas que encuentra en gran densidad pero sí a las que están en menor proporción debido a que es más fácil atraparlas todas. Esto

también puede observarse a partir del índice Berger-Parker, en donde la importancia proporcional de la especie más abundante es menor con la CD (Tabla 3). Por otra parte, la menor riqueza obtenida por la CD puede deberse a la dificultad de recolección que presentan algunas especies de tamaño pequeño o que habitan lugares crípticos, pero que si pueden ser atraídas y capturadas por las TP.

Haciendo un análisis más amplio, el valor de diversidad obtenido se condice con la teoría propuesta por Connell (1978) acerca de que los mayores valores de diversidad se obtienen en ambientes con niveles moderados de estrés y disturbio. Las perturbaciones moderadas producen un mosaico de hábitats. Si estas perturbaciones están desfasadas (es decir que no se dan simultáneamente), la comunidad resultante comprende un mosaico de manchas en etapas distintas de sucesión (Begon *et al.*, 1995). Los micro hábitats, producidos por disturbios intermedios, poseen diferentes condiciones de temperatura, cobertura del suelo y complejidad estructural que aumentaría la cantidad y disponibilidad de sustrato para la nidificación y forrajeo de las hormigas (Wilson, 1987; Andersen, 1990).

Pero, el entorno físico de un ecosistema (Tremper, 1976; Ward, 1987; Holway, 1998) y su historia de disturbios antropogénicos (Tschinkel, 1988) y de fragmentación (Suarez *et al.* 1998) influyen en la susceptibilidad a la invasión (Holway *et al.* 2002). En ese sentido, es importante resaltar el hecho de haber encontrado, aunque en baja densidad, hormigas del género *Wasmannia*. Varios autores, como Armbrrecht y Ulloa Chacón (2003), han demostrado que la

presencia de estas hormigas está vinculada al nivel de disturbio y estrés de los ecosistemas y, que altas densidades de este género se correlacionan con una caída en los valores de diversidad de la fauna mirmecológica. Por estas razones es que dichos autores proponen a éste género como indicador directo disturbio y de pérdida de diversidad, sugiriendo que un futuro aumento en la abundancia del mismo estaría asociado a un incremento de los niveles de disturbio y a una consecuente pérdida de diversidad.

La predominancia de especies invasoras como *Solenopsis* sp. y *Pheidole* sp., podría atribuirse a las fuentes de alimento que explotan en los mismos, ya que todas las especies invasoras son omnívoras. Existen numerosos estudios que enfatizan la importancia de los tejidos animales como fuente proteica en su dieta, sin embargo obtienen energía a través los carbohidratos del exudado de plantas y/o el melado producido por pulgones (Hemíptera: Aphididae), como así también de algunas semillas. Ellas además pueden producir daños en cultivos agrícolas y presumiblemente coleccionar el floema que fluye directamente de las plantas dañadas por el corte durante el forrajeo (Helms & Vinson, 2008). Dichos autores encontraron que existe entre la gramínea invasora *Cynodon dactylon* y *Solenopsis invicta* una asociación positiva, dado que en los hábitats donde se encuentran ambas se observaron las mayores tasas de crecimiento de las colonias de la hormiga invasora.

La abundancia del género *Solenopsis*, según Burns & Melancon (1977), puede llegar a considerarse beneficiosa en la agricultura, ya que estas hormigas son predadores voraces y podrían ayudar a controlar plagas en los cultivos. Sin

embargo, en el caso de pretender realizar una explotación ganadera en el campo, la proporción elevada de especies pertenecientes a este género podría afectar producción, tanto por los daños directos que provoca sobre el ganado al picarlos con el aguijón durante el pastoreo, como a los terneros recién nacidos. Además, de mantenerse los factores que provocan estrés, el género *Pheidole* sp. podría ocasionar problemas en la resiembra natural de forrajeras, dado que dentro de su dieta se encuentran las semillas.

La clasificación de cada una de las especies en grupos funcionales permitió determinar que la abundancia relativa de hormigas se distribuyera en seis grupos funcionales de manera heterogénea. El grupo de las Especialistas de Climas Tropicales (ECT) son hormigas típicas de ambientes con cierto grado de estrés. Este grupo concentró a la mayoría de los individuos capturados (62,65%), seguidas por las Myrmicinae Generalistas (MG) (26,3%) y las Dolichoderinae Dominantes (DD) 7,47%. Los restantes grupos funcionales presentaron abundancias relativas menores al 2%. Considerando esto, y de acuerdo al modelo de ordenación triangular de conceptos (Fig. 10), la comunidad estudiada estaría en un nivel intermedio entre comunidades típicamente tolerantes al estrés y típicamente ruderal. Teniendo en cuenta además que los Dolichoderinae Dominantes aportaron muy pocos individuos a la abundancia total (7,47%), podría decirse que la competencia no sería un factor determinante de la estructura de esta comunidad. Por todas estas razones, el ambiente se encontraría con un estrés moderado a alto y un disturbio moderado.

El hecho que los Myrmicinae Generalistas hayan sido relativamente abundantes corroboraría esta idea, ya que este grupo tiende a predominar en ambientes de estas características.

Con respecto al grupo funcional de las Oportunistas, que incluye especies de baja competitividad, si bien estuvo presente con bajo número de especies, su presencia se encuentra asociada a ambientes con altos niveles de disturbio, por lo tanto su incremento a futuro, podría asociarse a malas prácticas de manejo del rodeo y/o al impacto ambiental.

Si bien existen diferencias de riqueza, abundancia y diversidad de especies para las distintas formas de muestreo (TP y CD) (Fig. 11, Fig. 12), es notable que no existan diferencias significativas de riqueza y abundancia en los grupos funcionales más abundantes entre la CD y la utilización de TP, aunque si puedan observarse diferencias en los grupos menos abundantes. Además, al comparar los índices de diversidad obtenidos en ambos sistemas de captura con los valores de grupos funcionales, se puede observar que la CD si bien presentó una mayor diversidad, obtuvo un menor número de grupos funcionales que las TP. Podría inferirse que los grupos funcionales ofrecen mayor información en lo que se refiere al estado de una comunidad y a su posible evolución en el tiempo que un índice de diversidad. Esto hace que sea destacable la importancia del modelo de grupos funcionales planteado por Grime (1977) y adaptado por Andersen (2000) para las comunidades mirmecológicas como una valiosa herramienta que nos ofrece mayor facilidad de interpretación de los datos y mayor información acerca del estado en que se encuentran los ecosistemas, de

cómo altera la actividad humana a los mismos y cómo podemos generar prácticas agronómicas que no repercutan negativamente en los ecosistemas.

Al ir acumulando los sucesivos muestreos e ir calculando los distintos índices para cada una de las subpoblaciones resultantes, pueden generarse curvas de acumulación de los índices (Fig. 13). Al analizarlas, podemos ver que los índices de riqueza (Margalef) y de diversidad (Shannon-Weiner) adoptan una forma logarítmica característica al medir estos parámetros, mientras que el índice de equitatividad se mantiene sin variaciones, lo que estaría demostrando cierto grado de estabilidad en las proporciones de los muestreos. Además, del mismo gráfico se desprende que no es necesario realizar una gran cantidad de muestreos o recolectar una gran cantidad de hormigas para estudiar el estado de un ecosistema con la metodología de grupos funcionales. Esto se debe a que los formícidos que se encuentran en grandes proporciones son aquellos que tienen mayor peso en la determinación del estado de un ecosistema. Sin embargo, si lo que se pretende es un análisis de la riqueza presente en un determinado ecosistema, sería importante realizar gran cantidad de monitoreos y utilizar distintas metodologías y cebos, de manera tal, de poder capturar aquellas especies “raras” que se encuentran en una menor proporción.

Hasta el presente, son escasos los estudios en Argentina sobre el efecto de las prácticas agrícolas sobre la diversidad de insectos y/o de hormigas. Sólo existen estudios del efecto del fuego como agente de disturbio en la Patagonia Argentina. Sasal y colaboradores (2010), concluyeron que el fuego, al eliminar las comunidades vegetales existentes en el lugar, altera la cadena de alimentación como los herbívoros y predadores asociados a las mismas. Lo cual

podría ser comparable con el impacto que tendría aplicación de un herbicida en la agricultura.

Si bien todo agroecosistema implica un cambio antropogénico respecto de un ecosistema natural, sería importante plantear un cambio en los sistemas productivos, de modo tal de aliviar el estrés y el disturbio al que se los está sometiendo. Como primera medida habría que reducir todos aquellos factores que generen disturbios, como por ejemplo no realizar labranzas, establecer un sistema de manejo integrado de plagas en la cual se utilicen agroquímicos solo cuando son necesarios y que los mismos posean selectividad y escasa persistencia en el medio. Además habría que reducir el estrés con prácticas como la rotación de cultivos, policultivo, abono verde, cultivos de cobertura, cuidar las áreas que pueden ser utilizadas por los insectos como refugio (alambrados, bajos, mangas), entre otras.



## CONCLUSIONES

A partir del estudio de la diversidad de especies y de los grupos funcionales de Formicidae presentes en el predio en estudio de la localidad de Junín, se puede inferir que, debido al predominio del grupo de las Especialistas de Clima Tropical y por las abundancias relativas que obtuvieron los demás grupos funcionales, se concluye que la comunidad se encuentra en un estado de estrés moderadamente alto y un disturbio moderado, que podría atribuirse a la influencia que tiene la actividad antrópica en dicho sistema productivo.

Los géneros más abundantes fueron *Solenopsis* y *Pheidole*. Posiblemente, la gran abundancia de estas hormigas se deba a que éste tipo de ambiente, con cierto grado de disturbio, favorece la predominancia de especies omnívoras invasoras.

En cuanto al índice de diversidad, podemos concluir que la comunidad de hormigas posee una diversidad moderada a alta para este ecosistema. El cual, podría deberse a niveles moderados de disturbios generados por la actividad productiva.

La presencia del genero *Wasmannia*, aunque en baja abundancia, también nos estaría indicando cierto grado de disturbio y de perdida de diversidad de artrópodos debido a si carácter invasivo.

De acuerdo a esto, podría inferirse que las prácticas agronómicas son las responsables de la composición de las comunidades de hormigas presentes en el lugar probando la hipótesis planteada.

Es importante al determinar índices de diversidad utilizar índices para calcular la riqueza de especies y la equitatividad y, de esta manera, poder realizar un análisis más exacto de los resultados.

La utilización del modelo de grupos funcionales es una herramienta muy valiosa para analizar e interpretar el estado de un ecosistema y los efectos negativos que la actividad del agrícola supone, de manera tal de poder mejorar las practicas agronómicas, con el objetivo de reducir la presión sobre los ecosistemas y las especies que en ellos habitan, para generar un sistema productivo sustentable y preservar el patrimonio natural.

El presente trabajo constituye uno de los pocos aporte al conocimiento de la mirmecofauna presente en la zona de influencia de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, evidenciando la necesidad de implementar nuevos estudios que permitan describir mejor la composición y estructura de la comunidad de hormigas, así como su ecología, respuesta a los cambios ambientales, determinación de especies claves o grupos claves en los ecosistemas y la utilización de las mismas como bio-indicadores del estado de conservación de los distintos ambientes.

## **Bibliografía.**

- Agosti, D. & J. F., Johnson. 2003. La nueva taxonomía de hormigas. In: Fernández, F. (Ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. (pp. 29-44).
- Alexandratos, N. 1999. World food and agriculture: outlook for the medium and longer term. Proc. Natl Acad. Sci. USA 96, pp: 5908–5914.
- Allaby, M. 1992. The Concise Oxford dictionary of Zoology. Oxford University Press, Oxford, 442 pp
- Alonso, E. & D. Agosti. 2000. Biodiversity studies, monitoring ants: an overview. En: Agosti, D., J. D. Majer, L. E. Alonso & T. S. Schultz (eds.), *Ants. Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*, Smithsonian Institution Press, Washington and London, pp.1-8.
- Andersen, A. N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. *Proceedings of the Ecological Society of Australia* 16: 347-357
- Andersen A. N. 1991. Parallels between ants and plants: implications for community ecology. En: C.R. Huxley y D.C. Cutler, (eds). *Ant-plant interactions*. Oxford University Press, Oxford, England, pp. 539-558.
- Andersen A. N. 1995. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography*. 22: 15–29.
- Andersen, A.N. 1997. Ants as indicators of ecosystem restoration following mining: a functional group approach. *Conservation Outside Nature Reserves* (eds P. Hale & D. Lamb), pp. 319-325.
- Andersen, A.N. 1999. My bioindicators or yours? Making the selection. *Journal of Insect Conservation* 3:61-64.
- Andersen A. N. 2000. Global ecology of rainforest Ants. In D. Agosti, J. Mayer, L. Alonso and T. Schultz (eds.). *Ants. Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian institution pres, London, 1215pp. p. 25-34
- Arcila A. M. & Lozano-Zambrano, F. H. 2003. Hormigas como herramientas para la bioindicación y el monitoreo. Capítulo 9. pp. 159-166. en: F. Fernández (ed.). *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398 p.

- Ambrecht, I. & Ulloa-Chacón, P. 2003. The little ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) as a diversity indicator of ants in tropical dry forest fragments of Colombia. *Environmental Entomology* 32(3): 542-547.
- Azcárate, F.M. y Peco, B. 2011. Abandonment of Mediterranean grasslands: consequences for ant assemblages. *Insect Conservation and Diversity*. pp: 1752-4598.
- Beattie, A. J., Turnbull, C., Hough, T., Jobson, S., Knox, R. B. 1985. The vulnerability of pollen and fungal spores to ant secretions: evidence and some evolutionary implications. – *Am. J.Bot.* 72: 606–614.
- Begon, M., Harper, J. L., y Townsend, C. R. 1995. *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. Omega, Barcelona. Pp: 886
- Berger, W.H., Parker, F.L. 1970. Diversity of planktonic foraminifera in deep sea sediments. *Science* 168, 1345-1347
- Bertonatti C. 1997. Estrategia de conservación para las aves de la Argentina: antecedentes & propuestas. Asociación Ornitológica del Plata. BirdLife International, Buenos Aires. P: 92
- Bolton, B. 1994. *Identification Guide to the Ant Genera of the World*. Harvard University Press, Cambridge.
- Borgmeier, T. 1959. Revision der Gattung *Atta* Fabricius. *Studia Entomologica*. 2: 321-390.
- Brandao, C. R. F. 1991 Adendos ao catálogo abreviado das formigas da regio Neotropical. *Revta. Bras. Entomol.*, 35: 319-412
- Brandao, C. R. F. 2001. Curso de Posgrado “Lombrices de tierra y Fauna asociada”. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Carrera del Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina. 90-103 p
- Branstetter, M. G., and L. Sáenz. 2012. Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Guatemala, Pages 221-268 in E. B. Cano, and J. C. Schuster, eds. *Biodiversidad de Guatemala, Vol. 2*. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala
- Brown, K. Jr. 1989. The conservation of neotropical environments. Insects as indicators. En N.M. Collins y J. A. Thomas, eds., *The conservation of insects and their habitats*. 15th Simposium of Royal Entomological Society of London. Academic Press. Hartcourt Brace Jovanovich Pbs. pp. 354-404.
- Burley, J. 2004. Panorámica de la diversidad biológica forestal. *Unasyuva*. Nro 209. Sitio Web: <http://www.fao.org/docrep/004/y3582s/y3582s02.htm> ultimo acceso: febrero 2014

- Burns, E. C. & Melancon, D.G. 1977. Effects of imported fire ant invasion on lone star tick populations. *J. Med. Entomol.* 14: 247-249.
- Carpenter S.R., Caraco N.F., Correll D.L., Howarth R.W., Sharpley A.N., Smith V.H. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications* 8: 559–568.
- Cartas de suelos de la república Argentina. Carta serie Junín. Web:<http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/3560/Junin/3560-8-3.htm>  
Ultimo acceso: febrero 2014
- Cassman, K. G. 1999. Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 96, 5952–5959
- Catalano, Pablo. 2010. Monitoreo de los formícidos presentes en un predio agrícola ganadero de la localidad de Saladillo. Determinación de las especies dominantes y su impacto económico. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Informe de trabajo final.
- Cohen, J. E. 1995. *How Many People Can the Earth Support?*. W. W. Norton & Company, New York. Pp: 532
- Cohen, J. E. & Federoff, N. V. 1999. Colloquium on Plants and Population: Is There Time? *National Academy of Sciences. Washington DC*.pp. 5903–5907
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science* 199:1302-1310
- Coutinho, L. 1982. Aspectos ecológicos da savana no cerrado. Os murundus de terra, as características psamofíticas das espécies de sua vegetação e a sua invasão pelo Capim gordura. *Rev. Bras. Biol.* 42: 147-153.
- Cuezzo, F. 1998. Formicidae. En: Morrone, J. J. & S. Coscarón (eds.), *Diversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva biotaxonomica*. Ediciones Sur, La Plata, pp. 452-462.
- Diodato, L, Iturre, M., Fuster, A., Lorea, L. & Darchuk, A. 2005. Estructura de las comunidades de insectos en diferentes formaciones vegetales del chaco semiárido Tercer Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes. Argentina, 11pp.
- Faccioli, V.; Cáceres M.; Panozzo L & Vittar F. 2010. Primeros aportes al conocimiento de la mirmecofauna del parque escolar rural Enrique Berduc, Entre Ríos. *Biologica* 12:17-24.

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2001. FAO Statistical Databases <<http://apps.fao.org/>> .
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2013. World Food and Agriculture. FAO Statistical yearbook. Roma. Pp: 289
- Farji Brener A.G. 1992. Modificaciones del suelo realizadas por hormigas cortadoras de hojas (Formicidae, Attini): una revisión de sus efectos sobre la vegetación. Ecol. Aust. 2:87-94.
- Feener DH, Brown BV. 1997. Diptera as parasitoids. Annu. Rev. Entomol. 42:73–97
- Fernández F., E. E. Palacios, W. P. Mackay y E. Macky. 1996. Introducción al estudio de las Hormigas (Hymenoptera:Formicidae) de Colombia. En: Andrade, C. M., G. Amat y F. Fernández. (eds.), Insectos de Colombia: Estudios escogidos, 349-412 p.
- Fernández, F. 2003. Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Fernández, F (ed). Bogotá, Colombia. 398 pp.
- Fischer, J., Brosi, B., Daily, G. et al. 2008. Should agricultural policies encourage land sparing or wildlife-friendly farming? Front Ecol. Environ., 6, 380-385.
- Fittkau, E. J. & Klinge, H. 1973. On biomass and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem. Biotropica 5:2-14.
- Folgarait, P. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. Biodiversity and Conservation 7, 1221-1244.
- Gitay H., Noble I.R. 1997. What are functional types and how should we seek them? In: Smith TM, Shugart HH, Woodward FI (eds) Plant Functional Types. Their Relavance to Ecosystem Properties and Global Change. Cambridge University Press, Cambridge, pp 3–19
- Gliessman, Stephen R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Editorial AGRUCO-CATIE. Turrialba, Costa Rica P. 359.
- Gonçalves, C. R. 1961. O Genero *Acromyrmex* no Brasil (Hym. Formicidae). Studia Entomologica. 4(1-4): 113-174.
- Gotelli NJ. 1996. Ant community structure: effects of predatory ant lions. Ecology 77:630– 38
- Gorback, S. L. 2001. Antimicrobial use in animal feed—time to stop. New Engl. J. Med. 345, 1202–1203

- Grime J.P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Am. Nat.* 111, 169–1194
- Helms, K. & Vinson B. 2008. “Plant resources and colony growth in an invasive ant: the importance of honeydew-producing Hemiptera in carbohydrate transfer across trophic levels”, *Environ. entomol.* 37(2): 487-493.
- Heraty JM. 1994. Biology and importance of two eucharitid parasites of *Wasmannia* and *Solenopsis*. See Williams 1994, pp. 104– 20
- Hölldobler, B. y E. O. Wilson. 1990. *The Ants*. Cambridge. Harvard University Press. 732p.
- Holway DA. 1998. Effect of Argentine ant invasions on ground-dwelling arthropods in northern California riparian woodlands. *Oecologia* 116:252–58
- Holway, D.A., Suarez, A.V., Case, T.J. 2002. Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasion: a test with Argentine ants. *Ecology* 83:1610–19
- Huston, M. A. 1994. *Biological diversity*. London: Cambridge University Press. 681 p
- Klots, A. y E. Klots, 1961. *Los Insectos*. Ed. Seix barral, S. A. Barcelona. 329pp.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers, New York, 653 p.
- Krebs, C.J. 1995. *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper Collins Publishers, New York, 801 p.
- Kusnezov, N. 1978. *Hormigas Argentinas. Clave para su identificación*. (Editada por R. Golbach). Fundación Miguel Lillo. Ministerio de Cultura y Educación (61): 35-139.
- Langor D. & Spence, J. 2003. Los Artrópodos Como Indicadores Ecológicos De Sostenibilidad En Los Bosques Canadienses. *Unasyuva* [en línea]. Nro 214/215. Sitio Web: [www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/006/y5189e/y5189e00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/006/y5189e/y5189e00.htm). Revisado: Diciembre 2005.
- Lassau, S. A. & F. Hochuli. 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography*. 27: 157-164.
- Lobry de Bruyn, L. A. 1999. Ants as bio indicators of soil function in Rural Environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 425-441.
- Ludwig, J. & F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology. A Primer on Methods and Computing*. John Wiley & Sons, 337 p.

- MA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and human well-being: synthesis report. Washington, DC: Island Press.
- MacKay, W.P. & MacKay, E.E. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México. 2nd Simposio Nacional de Insectos Sociales: 1-18.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 pp.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst. 3:36-7 1. Transl. from Mem. R. Acad. Cienc. Artes. Barc. 32:373-449.
- McCoy, E.D. & Bell, S.S. 1991. Habitat structure: the evolution and diversification of a complex topic. Habitat Structure: the Physical Arrangement of Objects in Space (eds E.D. McCoy, S.S. Bell & H.R. Mushinsky), pp. 3–27. Chapman & Hall, London
- Moreno C. E., 2001. Métodos para Medir la Biodiversidad. Volumen I. Manuales y Tesis. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 84 pp.
- Nieves-Aldrey J. L., Fontal-Cazalla F. M. 1999. Filogenia y Evolucion del Orden Hymenoptera. Bol. SEA, 26 : 459-474
- Pearson, D. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative of biodiversity. Phil. Trans R. Soc. Lond. B. 345: 75-79.
- Petal, J. 1980. Ant populations, their regulation and effect on soil in meadows. Ekologia Polska 28:297-326.
- PIARFON. 2005. Proyecto de investigación aplicada a los recursos forestales nativos Parque Chaqueño, subregión Chaco Semiárido. BIRF. 4085/AR. Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable. Sitio Web: [www.medioambiente.gov.ar](http://www.medioambiente.gov.ar) . Revisado: febrero 2014
- Pianka ER, Parker WS. 1975. Ecology of horned lizards: a review with special reference to *Phrynosoma platyrhinos*. Copeia 1975:141–62
- Pielou, E.C. 1969. Introduction to Mathematical Ecology. Wiley-Interscience, New York. ISBN 0-471-68918-1
- Porter S.D. & Eastmond D.A. 1982. *Euryopsis coki* (Theridiidae), a spider that preys upon *Pogonomyrmex* ants. J. Arachnol. 10:275–77
- Postel, S. 1999. Pillar of Sand: Can the Irrigation Miracle Last? Norton, New York.
- Redford KH. 1987. Ants and termites as food: patterns of mammalian myrmecophagy. In Current Mammalogy, ed. HH Genoways, pp. 349–99. New York: Plenum



- Rico & Gray, V. 2001. Interspecific interaction. In *Enciclopedia of life science*, Macmillan Press, Londres. Sitio Web: [www.els.net](http://www.els.net): Revisado: Abril 2006.
- Ruttan, V. W. 1999. The transition to agricultural sustainability. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 96, 5960–5967
- Sarandón SJ. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. In: *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable* (Sarandón SJ, ed). Ediciones Científicas Americanas: 393-414
- Sasal, Y., Raffaele E. , Farji-Brener A.G. 2010. Succession of ground-dwelling beetle assemblages after fire in three habitat types in the Andean forest of NW Patagonia, Argentina. *Journal of Insect Science* 10(37):1-17.
- Shannon, C.E. & W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University Illinois Press, Urbana, IL.
- Shattuck, S. O. 1999. *Australian ants. Their biology and identification*. Collingwood, Victoria. CSIRO Publishing, pp: 226
- Silvestre, R., Brandão, C. R. F. and Da Silva, R.R. 2003. “Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado, Brasil,” in *Introducción a Las Hormigas de la Región Neotropical*, F. Fernández, Ed., pp. 113–143, Instituto Humboldt, Bogotá, Colômbia.
- Smith, K. E., Besser, J. M., Hedberg, C. W., Leano, F. T., Bender, J. B., Wicklund, J. H. 1999. Quinolone-resistant *Campylobacter jejuni* infections in Minnesota, 1992-1998. *New Engl. J. Med.* 340, 1525–1532
- Sousa, W.P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 15:353-391.
- Suarez, A.V.; Bolger D.T. & Case T.G. 1998. Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in coastal southern California. *Ecology*, 79: 2041-2056.
- Taniguchi, H., S. Nakano y M. Tokeshi. 2003. Influences of habitat complexity on the diversity and abundance of epiphytic invertebrates on plants. *Freshwater Biology*. 48: 718 – 728.
- Tews J, Brose U, Grimm V, Tielborger K, Wichmann MC, Schwager M, Jeltsch F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *J Biogeogr* 31: 79–92
- Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A, Naylor, R. & Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671-677.

- Tilman, D. et al. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* 292, 281–284.
- Tobin j. E. 1994. Ants as primary consumers: diet and abundance in the Formicidae. pp. 278–309 nourishment and evolution in insect societies. Hunt j. H. y c. a. nalepa (eds.). Westview press, Boulder, colorado.
- Tremper BS. 1976. Distribution of the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* Mayr, in relation to certain native ants of California: ecological, physiological, and behavioral aspects. PhD thesis. Univ. Calif., at Berkeley
- Tschinkel, W. 1988. Colony growth and the ontogeny of worker polymorphism in the fire ant, *Solenopsis invicta*. *Behavior Ecol. Sociobiol.* 22: 103-115.
- Valenzuela González J., A. Lopez-Mendez y A. Garcia-Ballinas. 1994. Ciclo de actividad y aprovisionamiento de *Pachycondyla villosa* (Hymenoptera: Formicidae) en agroecosistemas cacaoteros del Soconusco, Chiapas, Mexico. *Folia Entomol. Mex.* 91: 9-21.
- Verzero, F.I. 2011. Relevamiento de hormigas presentes en un pastizal natural de la localidad de 9 de Julio: determinación de las especies dominantes. Tesis de grado. UNNOBA. Pp: 86
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J. & Melillo, J. M. 1997. Human domination of earth's ecosystems. *Science* 277, 494–499
- Vittar, F. 2005. Diversidad, distribución y estructura de la comunidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en el monte de algarrobos de la Reserva de la Escuela Granja de Esperanza, Santa Fe, Argentina. Tesina Final. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Humanidades y Ciencias. Licenciatura en Biodiversidad. 55 pp.
- Vittar f. 2008. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Mesopotamia Argentina MISCELÁNEA INSUGEO 17(2): 447-466
- Vittar F. y Cuezco F. 2008. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la provincia de Santa Fe, Argentina. *Rev. Soc. Entomolol. Argent.* 67(1-2):175-178.
- Ward PS. 1987. Distribution of the introduced Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) in natural habitats of the lower Sacramento Valley and its effects on the indigenous ant fauna. *Hilgardia* 55(2):1–16
- Weber, N. 1966. Fungus growing ants. *Science* 153: 587-604.
- WHO (World Health Organization), 1990. Public Health Impacts of Pesticides Used in Agriculture (WHO in collaboration with the United Nations Environment Programme, Geneva).
- Wilson, E. O. 1987. The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon forests: a first assessment. *Biotropica.* 19: 245-251.

Wilson, E. O. 1994. *The Diversity of Life*. Belknap Press of Harvard University Press Cambridge, Mass. 422 pp.

Wilson, E. O. 2000. Prefacio. En: D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso y T. S. Schultz (eds.). *Ants. Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington and London, pp. XV-XVI.

Zunino H.A. 1971. Hormigas podadoras. Datos biológicos. Daños. Distribución geográfica. Métodos de lucha. *IDIA*. 277: 64-74.

## Anexo 1: Fotografías y claves de identificación de especies encontradas.

Subfamilia Myrmicinae

Género *Acromyrmex*



Figura 14. *Acromyrmex heyeri*



Figura 15. *Acromyrmex ambiguus*



Figura 16. *Acromyrmex lundii*



Figura 17. *Acromyrmex lobicornis* con su característico lóbulo en la base del escapo.

Género *Wasmannia*



Figura 18. *Wasmannia* sp.

Género *Crematogaster*



Figura 19. *Crematogaster* sp.

Género *Tetramorium*



Figura 20. *Tetramorium* sp.

Género *Pheidole*



Figura 21. *Pheidole* sp.1



Figura 22. *Pheidole* sp. 2

Género *Solenopsis*



Figura 23. *Solenopsis* Sp.1



Figura 24. *Solenopsis* sp.2



Figura 25. *Solenopsis* sp.3



Figura 26. *Solenopsis* sp.4



Figura 27. *Solenopsis* sp.5

Subfamilia Pseudomyrmecinae

Género *Pseudomyrmex*



Figura 28. *Pseudomyrmex* sp.

Subfamilia Formicinae

Género *Camponotus*



*Figura 29. Camponotus sp.1*



*Figura 30. Camponotus sp.2*

Género *Brachymyrmex*



*Figura 31. Brachymyrmex sp.*



Género *Paratrechina*



Figura 32. *Paratrechina* sp.

Subfamilia Dolichoderinae

Género *Linepithema*



Figura 33. *Linepithema* sp.

Figura 33. Clave para la identificación de los géneros encontrados

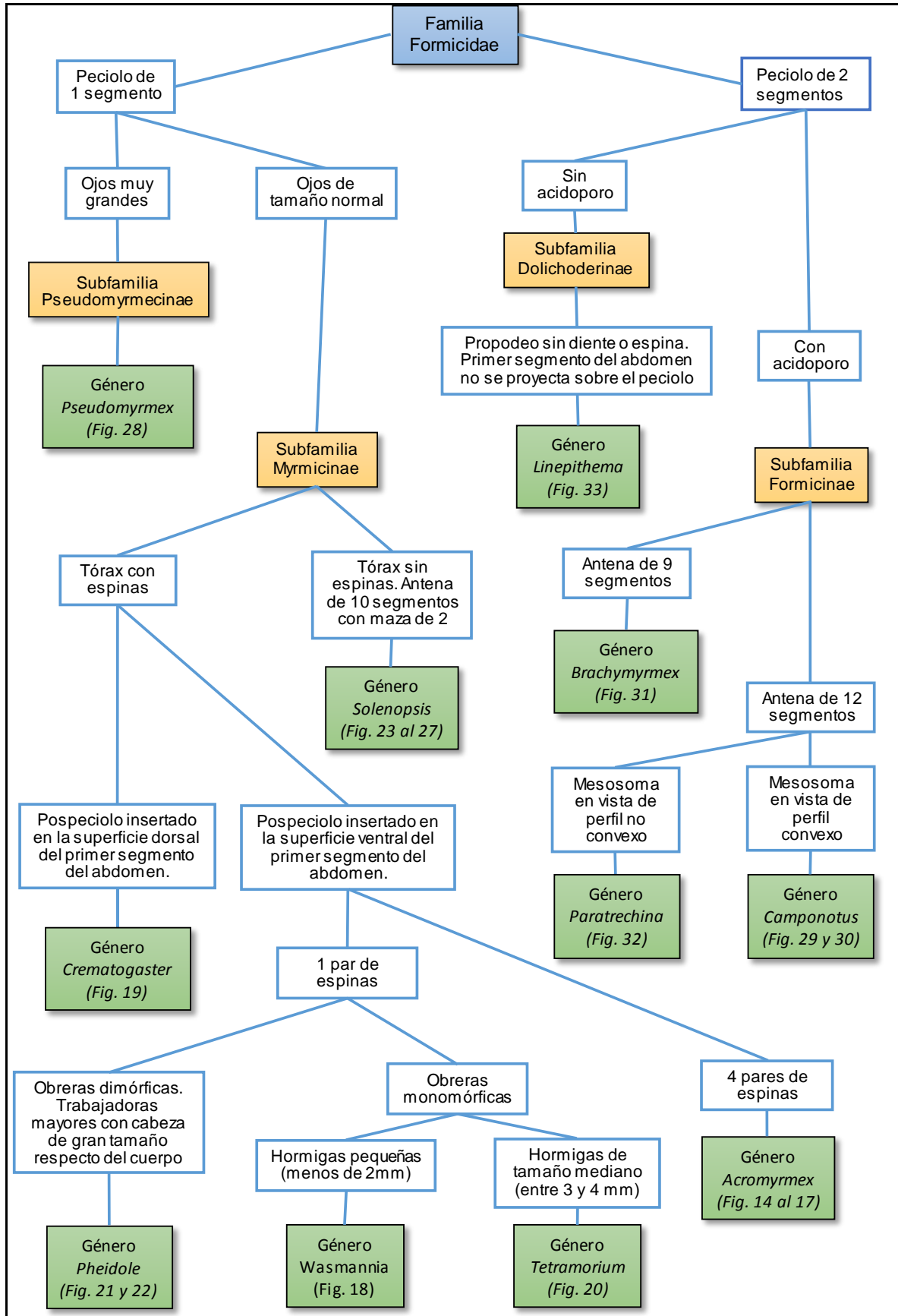


Figura 34. Clave de identificación para las especies del género *Acromyrmex* encontradas

