

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS, NATURALES Y AMBIENTALES**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE**

**BUENOS AIRES**

**PROYECTO DE TRABAJO FINAL DE GRADO**

**CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“BIODIVERSIDAD DE COLEOPTERA: SCARABAEIDAE EN EL  
NOROESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. ESTUDIO DE LA  
RIQUEZA, ABUNDANCIA Y CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA.”**

**Alumna: MARCELLINO MARÍA AGUSTINA**

**Directora: Ing. Agr. Carolina A. Sgarbi**

**Codirectora: Dra. Mónica E. Ricci**

**Fecha: 4/02/2014.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero manifestar mis sinceros agradecimientos a mis padres, hermanas y pareja por apoyarme y contenerme durante toda la carrera.

A mi directora de tesis, Ing. Agr. Carolina Sgarbi por su acompañamiento, compromiso y guía en la realización del presente estudio. A su familia Hernán, Uriel y Anna Luz Fanelli que con sus esfuerzos contribuyeron a la culminación de este trabajo.

Quiero agradecer también a mi Co-directora de tesis Dra. Mónica Ricci por las enseñanzas transmitidas, por integrarme al grupo de la Cátedra Zoología Agrícola (UNNOBA) y por las oportunidades brindadas que contribuyeron a la formación profesional.

Expreso mis agradecimientos al grupo de trabajo que integra la cátedra de Zoología Agrícola, que de una u otra forma estuvieron presentes en este período.

Agradezco al Dr. M. Ángel Morón (UNAM) y Fernando Fava (Biólogo M.Sc. INTA Manfredi) por la buena predisposición y la valiosa colaboración en la identificación de especies citadas en el presente trabajo.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| AGRADECIMIENTOS.....  | 1  |
| RESUMEN.....  | 3  |
| INTRUDUCCIÓN.....   | 4  |
| 1. MACROFAUNA EDÁFICA Y SU IMPORTANCIA FUNCIONAL.....   | 10 |
| 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ORDEN COLEOPTERA.....  | 12 |
| 3. FAMILIA SCARABAEIDAE.....  | 15 |
| 3.1. SUBFAMILIAS DYNASTINAE, RUTELINAE Y MELOLONTHINAE...<br>(COMPLEJO DE GUSANOS BLANCOS).   | 15 |
| 3.2. SUBFAMILIAS SCARABAEINAE, APHODIINAE, .....<br>CERATOCANTHINAE, HYBOSORINAE Y GEOTRUPINAE<br>(COMPLEJO DE ESCARABAJOS ESTERCOLEROS). | 19 |
| 4. HIPOTESIS.....   | 22 |
| 5. OBJETIVOS.....   | 22 |
| 6. MATERIALES Y METODOS.....  | 23 |
| 7. RESULTADOS.....  | 26 |
| 8. DISCUSION.....   | 40 |
| 9. CONCLUSION.....  | 44 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA.....   | 45 |

## **RESUMEN**

Las actividades humanas a través de las distintas prácticas de manejo y tecnologías aplicadas ejercen importantes efectos en los determinantes de la biota edáfica lo que afecta la composición de estas comunidades y su nivel de actividad.

El presente trabajo tiene por objetivos determinar la riqueza y abundancia de especies de escarabeidos presentes en un sistema productivo ubicado en El Triunfo, Partido de Lincoln; evaluar la biodiversidad de especies y analizar su rol ecológico en el ecosistema donde habitan, elaborar una guía de reconocimiento rápido de larvas de escarabeidos para facilitar su identificación en el monitoreo de los insectos de suelo e inferir el grado de disturbio.

El trabajo se realizó en un lote productivo de la Localidad de Lincoln (35°06' latitud Sur-61°31' longitud Oeste). En él se realiza rotación de cultivos agrícolas con pasturas a base de alfalfa. Se eligió un lote de 5 años de pastura de alfalfa, con una carga ganadera de 3 novillos/ha. Se realizó un monitoreo por mes durante el lapso de un año. Para la extracción de las larvas de escarabeidos se implementó la técnica propuesta por Frana e Imwinkelried (1996). Las larvas se llevaron al laboratorio de Zoología Agrícola (UNNOBA) donde se identificaron taxonómicamente con la ayuda de las claves taxonómicas apropiadas. Los ejemplares recolectados se mantuvieron en condiciones controladas para el seguimiento del ciclo biológico registrando las fechas de aparición de las pupas y

larvas. Durante este período, se fotografiaron estructuras corporales utilizadas en claves taxonómicas por diversos autores.

Se identificaron 53 estados inmaduros (larvas) de gusanos blancos que correspondieron a cinco especies, pertenecientes a la Familia Scarabaeidae, repartidas en tres subfamilias (Melolonthinae, Dynastinae y Rutelinae) y 73 ejemplares que correspondieron a dos especies estercoleras pertenecientes a la Subfamilia Aphodiinae. La familia Chrysomelidae estuvo representada sólo por un individuo. Se incorporaron dos especies a la clave de Alvarado (1980) modificada por Frana (2003) lo que constituye un aporte genuino para la correcta identificación del complejo de escarabeidos.

En base a los análisis realizados en la presente investigación se puede concluir que las prácticas agronómicas, como la agricultura o la ganadería, influyen en la biodiversidad de los escarabeidos que habitan en dicho agroecosistema en términos de riqueza y abundancia de especies.

Palabras clave: Insectos de suelo, Escarabajos estercoleros, Biodiversidad.

### **INTRODUCCIÓN:**

Dentro del Reino Animal los insectos representan el 75% del total de la fauna hasta ahora conocida. La variedad de insectos más comunes como libélulas, chinches, moscas, mosquitos, avispas, hormigas, mariposas y escarabajos se ve reflejada en el papel ecológico que tienen en la naturaleza,

debido a que son elementos de equilibrio entre las comunidades y el ecosistema al formar parte de las cadenas tróficas y los ciclos de la materia, ya sea como depredadores, presas e incluso como recicladores de nutrientes (Martínez *et al.*, 2011). Además participan agentes polinizadores y vectores transmisores de enfermedades, por lo tanto hay especies de insectos que tienen importancia para el ser humano debido a las funciones que desempeñan en los campos de cultivo (agrícolas), en los bosques (forestal), para el ganado (pecuaria), entre otros (Martínez *et al.*, 2011).

En consecuencia, una variedad de procesos de renovación y servicios ecológicos ocurren gracias a la biodiversidad presente en los agroecosistemas. Cuando estos servicios naturales son perdidos debido a la simplificación biológica, los costos económicos y ambientales pueden ser muy significativos (Altieri y Nicholls, 1994).

La agricultura, por ejemplo, implica la simplificación de la estructura del medioambiente de vastas áreas reemplazando la diversidad natural con un pequeño número de plantas cultivadas y animales domésticos. Es un hecho que los paisajes agrícolas mundiales están cultivados con sólo unas 12 especies de cultivos de grano, 23 especies de cultivos hortícolas y cerca de 35 especies de árboles productores de frutas y nueces (Fowler y Mooney, 1990). Esto es, no más de 70 especies vegetales distribuidas sobre aproximadamente 1,440 millones de hectáreas de tierra cultivada en el mundo (Altieri y Nicholls, 1994).

La mayor demanda de alimentos y la degradación de los suelos, consecuencia del crecimiento de la población mundial, determinan la imperiosa necesidad de desarrollar sistemas agrícolas sustentables, que tengan la capacidad de mantener un nivel de producción en el largo plazo sin comprometer los componentes estructurales y funcionales (Zerbino, 2005).

El suelo es un recurso crítico, a escala humana no renovable, cuya condición es vital no sólo para la producción de alimentos sino también para el balance global y funcionamiento de los ecosistemas (Doran *et al.*, 1996; Zerbino, 2005). Es un sistema en el cual la mayoría de sus propiedades físicas y químicas y los procesos que ocurren son mediados por la biota que lo habita (Zerbino, 2005).

Durante los últimos años y a nivel mundial, la degradación de este recurso ha sido cada vez mayor (Gizzi *et al.*, 2008). De acuerdo a Solbrig (1997), la capacidad productiva de un suelo depende del manejo que el agricultor haga del mismo. Los disturbios producidos por la actividad humana tradicionalmente producen erosión, pérdida de la materia orgánica y alteran tanto la biodiversidad como las condiciones del ambiente edáfico (Potter y Meyer, 1990; Gizzi *et al.*, 2008).

En nuestro país, el uso de la labranza convencional ha generado grandes disturbios ecológicos, como la erosión en la Pampa Ondulada (Senigagliesi, 1991).

En los últimos 40 años, ha existido un creciente convencimiento de que los sistemas agrícolas deben ser desarrollados no sólo para cubrir las diferentes

necesidades humanas, sino que también deben recuperar y conservar los recursos naturales para continuar siendo productivos en el futuro (Carmona, 2001).

Como una medida para controlar la erosión y preservar la calidad del sistema suelo, a comienzos de los '90 los productores de la Región Pampeana comenzaron a adoptar con éxito labranzas más conservacionistas, particularmente la siembra directa (García *et al.*, 2000; Gizzi *et al.*, 2008).

El menor grado de disturbio influye sobre las comunidades de la fauna edáfica a través de tres mecanismos: (1) el grado de disturbio mecánico, (2) la cantidad, calidad y ubicación de los residuos del cultivo anterior en el perfil del suelo, y (3) la variación en la composición de las comunidades y en la densidad de las poblaciones de malezas. La acumulación progresiva de los residuos sobre la superficie afecta las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Stinner y House 1990; Curry y Good 1992; Lietti *et al.*, 2008). La cobertura de residuos disminuye la temperatura del suelo, la amplitud térmica y favorece la conservación del agua en el suelo, a través de mayor infiltración, menor evaporación y mayor capacidad de retención del agua en el perfil del suelo (Phillips *et al.*, 1980; Martino y Marelli, 2001; Lietti *et al.*, 2008).

Los artrópodos, por ser poiquiloterms y por su tamaño relativamente pequeño, resultan sensibles a variaciones de temperatura y humedad por lo cual estos cambios alteran su comportamiento, desarrollo y supervivencia (Hammond y Funderburk 1985; Lietti *et al.*, 2008). El proceso de descomposición de los

residuos vegetales a diferente profundidad en el perfil del suelo, puede actuar como fuente de atracción y de alimento para varios insectos plagas y para los invertebrados detritívoros; estos últimos afectan indirectamente la fertilidad y estructura del suelo (Hammond y Funderburk, 1985; Stinner y House 1990; Curry y Good 1992; Lietti *et al.*, 2008). La presencia de malezas modifica el hábitat proveyendo de lugares disponibles de oviposición, alimentación y refugio tanto para artrópodos fitófagos como predadores (Brust y House 1988; House 1989; Stinner y House 1990; Nisensohn *et al.*, 1999; Wardle *et al.*, 1999; Lietti *et al.*, 2008).

En general, los sistemas con labranza reducida o sin labranza presentan mayor abundancia y diversidad de artrópodos que los convencionales. Sin embargo, esta tendencia varía con la época del año, la antigüedad del sistema, la secuencia de cultivos y con el grupo de artrópodos considerado (Edwards 1975; Blumberg y Crossley 1983; House y Stinner 1983; House y Parmalee 1985; Stinner *et al.*, 1988; House 1989; House y Alzugaray 1989; Tonhasca 1993; Marasas *et al.*, 1997; Neave y Fox 1998; Rodríguez *et al.*, 2006; Lietti *et al.*, 2008).

El impacto del tipo de labranza en agroecosistemas es mayor sobre la fauna que habita en el suelo con respecto a la que se encuentra sobre el follaje (House y Stinner 1983; Stinner *et al.*, 1988; Tonhasca 1993; Gassen 2001; Lietti *et al.*, 2008).

Algunos de estos organismos, se comportan como plagas, mientras que otros son reguladores de éstas, o actúan en la descomposición, mineralización y

humificación de los residuos orgánicos, movilización de los macro y micro nutrientes y en la estructuración y agregación del suelo (Carmona, 2001).

Según Altieri y Nicholls (1994) la biodiversidad se refiere al conjunto de plantas, animales y microorganismos existentes que interactúan dentro de un ecosistema. Las consecuencias de la reducción de la misma se manifiestan a través del empeoramiento de la mayoría de los problemas de plagas y está ligada con la expansión de monocultivos a expensas de la vegetación natural, decreciendo con ello la biodiversidad del hábitat local (Altieri y Letourneau, 1982; Flint y Roberts, 1988; Altieri y Nicholls, 1994).

Las comunidades de plantas que son modificadas para satisfacer las necesidades particulares de los seres humanos se hacen vulnerables a daños intensos de plagas y generalmente, mientras más modificadas son dichas comunidades, más abundantes y serias resultan sus plagas (Altieri y Nicholls, 1994).

Una de las razones más importantes para mantener la biodiversidad natural es que ésta provee la base genética de todas las plantas agrícolas y los animales. La totalidad de nuestros cultivos domésticos se deriva de especies silvestres que han sido modificadas a través de la domesticación, mejoramiento selectivo e hibridación (Altieri y Nicholls, 1994).

El pasaje de los sistemas con labranza a los sistemas de siembra directa provoca un cambio en los tipos de plagas y sus daños a los cultivos (Stinner y House 1990; Gassen 2001; Lietti *et al.*, 2008).

## 1- MACROFAUNA EDÁFICA Y SU IMPORTANCIA FUNCIONAL

La fauna del suelo o edáfica está constituida por organismos que pasan toda o una parte de su vida sobre la superficie inmediata del suelo, en los troncos podridos y la hojarasca superficial y bajo la superficie de la tierra, incluyendo desde animales microscópicos hasta vertebrados de talla mediana. Para vivir en el suelo, estos organismos han tenido que adaptarse a un ambiente compacto, con baja concentración en oxígeno y luminosidad, pocos espacios abiertos, baja disponibilidad y calidad de alimentos y fluctuaciones microclimáticas que pueden llegar a ser muy fuertes (Lavelle *et al.*, 1992; Brown *et al.*, 2001).

Se destacan porque su actividad tiene efectos en la fertilidad y estructura del suelo, en el control de insectos y enfermedades y en el crecimiento de las plantas (Curry, 1987; Curry y Good, 1992; Linden *et al.*, 1994; Zerbino, 2005).

La fauna animal más conspicua del suelo incluye a los invertebrados con un diámetro mayor de 2 mm y fácilmente visibles en la superficie o interior del suelo. Entre sus miembros se encuentran los termes, las lombrices de tierra, los escarabajos, las arañas, las larvas de mosca y de mariposa, los caracoles, los milpiés, los ciempiés y las hormigas (Brown *et al.*, 2001).

De estos organismos, los escarabajos suelen ser los más diversos (con mayor número de especies), aunque en abundancia predominan generalmente los termes y las hormigas y en biomasa las lombrices de tierra (Lavelle *et al.*, 1994; Brown *et al.*, 2001).

Como se mencionó anteriormente, las actividades humanas a través de las distintas prácticas de manejo y tecnologías aplicadas ejercen importantes efectos en los determinantes de la biota del suelo y sobre ella misma, lo que afecta la composición de las comunidades y su nivel de actividad (Lavelle, 2002; Zerbino, 2005).

Estudios realizados por Aragón y Flores (2005), indican que las prácticas de manejo asociadas a la menor remoción del suelo han aumentado la incidencia de plagas, siendo una de ellas, el complejo de gusanos blancos (Coleóptera: Scarabaeidae).

En la región Neotropical, este grupo de insectos evolucionó en los pastizales naturales. Posteriormente, con el advenimiento de la agricultura, los escarabeidos fueron encontrados en pasturas donde hallaron condiciones favorables para su reproducción y el sustrato alimentario para el desarrollo de las larvas. Si bien existen datos referidos al daño que producen las mismas a diversos cultivos (trigo, avena, cebada, centeno, maíz, caña de azúcar, papa, hortalizas, etc.), generalmente se considera que las larvas provienen del cultivo antecesor, pastura permanente o potrero duro (siembra directa) (Frana e Imwinkelried, 1996).

## 2- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÓRDEN COLEÓPTERA.

El Orden Coleóptera es considerado como el más rico y diverso de la clase Insecta con aproximadamente 357.899 especies descritas, representa el 40% del total de insectos conocidos y el 30% de los animales (Costa *et al.*, 2006). Un aspecto a resaltar, y que explica el éxito de este grupo, es la presencia de una coraza formada por el endurecimiento del tegumento, que incluye el primer par de alas transformado en élitros. Éstos protegen las alas posteriores y el abdomen dándole una cierta resistencia. No son aptas para el vuelo, cumpliendo la función de protección de las alas membranosas del segundo par. Asimismo, el blindaje del que gozan favorece su presencia en sitios confinados (debajo de la corteza de árboles o de piedras), como así también la capacidad de cavar y resistir golpes y caídas sin sufrir daños mayores (Bentancourt *et al.*, 2006).

Las piezas bucales se encuentran adaptadas para masticar. Presentan mandíbulas fuertes y, a veces muy desarrolladas. Varían mucho en cuanto a forma y tamaño y en ocasiones muestran dimorfismo sexual acentuado. Las patas, usualmente destinadas para la marcha, puede estar adaptadas para cavar, nadar, saltar, entre otras (Bentancourt *et al.*, 2006).

Entre sus miembros se incluyen algunos de los insectos más pequeños, pues no sobrepasan los 0,5 mm de longitud, pero también se encuentran algunos de los más grandes que alcanzan los 150 mm (Bentancourt *et al.*, 2006).

En cuanto a su biología, Ricci y Culebra Mason (1998) señalan que estos individuos poseen metamorfosis completa u holometabolía, por lo tanto se caracterizan por presentar dos tipos de formas juveniles bien diferenciadas, las activas y perjudiciales (larvas) y las inactivas (pupas). Las larvas de Coleópteros pueden presentar apéndices locomotores y en otros casos, estar ausentes.

Las larvas de coleópteros se encuentran en gran diversidad de ambientes. En los terrestres la mayoría pueden ser fitófagas, xilófagas, polinífagas, fungívoras, necrófagas (carroña), coprófagas (excrementos), depredadoras, parásitas o infestar productos almacenados (granos, tejidos de fibras animales o vegetales, pieles). En los ambientes acuáticos es posible encontrar especies depredadoras (de insectos y otros pequeños artrópodos) o fitófagas (algas y plantas acuáticas) (Costa *et al.*, 2006).

Éste grupo taxonómico adquiere importancia económica debido a los enormes perjuicios que causan. La magnitud de sus daños sólo es comparable a los observados en lepidópteros y hemípteros. Sin embargo, otros integrantes son considerados útiles debido a sus hábitos depredadores y al papel benéfico que cumplen en la polinización de un gran número de plantas (Bentancourt *et al.*, 2006).

Las especies fitófagas pertenecen a las Familias Elateridae, Melolonthidae (Superfamilia Scarabaeoidea), Curculionidae y Chrysomelidae (Zerbino, 2005) y pueden estar biológica e íntimamente asociadas a un determinado tipo de planta, aunque también existen especies polífagas que emplean diversas plantas en su

dieta. No obstante, su papel en la naturaleza es fundamental debido a su contribución en el reciclaje de la materia vegetal y por consiguiente al mantenimiento de los ecosistemas. Además, ocupan los eslabones más importantes de las cadenas tróficas, con lo cual constituyen la dieta de numerosos animales (Ugarte San Vicente, 2005).

Las Familias de Tenebrionidae y Dermestidae se alimentan de carroña en descomposición, mientras que la dieta de las sub-familias Scarabaeinae y Aphodiinae de la Familia Scarabaeidae se basa excrementos de vertebrados (Zerbino, 2005).

Los Coleópteros depredadores son integrantes de las Familias Carabidae y Staphylinidae. Los primeros se alimentan de Collembola, Díptera, Coleóptera, Homóptera (Aphididae), Oligochaeta y otras presas (Curry, 1987b; Zerbino, 2005) y los segundos de insectos, ácaros y algunos se pueden alimentar de hongos o de materia orgánica en descomposición, e incluso de excrementos (Bentancourt y Scatoni, 2001; Zerbino, 2005).

Los escarabajos se encuentran dentro de la Superfamilia Scarabaeoidea. Si bien la monofilia de los escarabeoideos está ampliamente aceptada, la clasificación jerárquica de los distintos grupos dentro de la superfamilia ha cambiado considerablemente a lo largo del tiempo. Este hecho se basa principalmente en similitudes morfológicas no necesariamente debidas a un ancestro común. Por esta razón, muchas familias y subfamilias no constituyen linajes naturales, por lo contrario, son grupos que han sido constituidos

históricamente sobre la base de una similitud superficial entre sus miembros (Ocampo, 2008).

Según Alvarado (1980), la Superfamilia Scarabaeoidea comprende tres familias: Passalidae, Lucanidae y Scarabaeidae. Los escarabeidos están integrados por doce subfamilias (Melolonthinae, Rutelinae, Dynastinae, Cetoniinae, Aphodiinae, Scarabaeinae, Hybosorinae, Geotrupinae, Troginae, Ceratocanthinae, Pleocominae, Glaphyrinae). En el presente trabajo se adopta esta clasificación.

En cambio, el ordenamiento taxonómico de los escarabajos típicos de acuerdo a Morón (2004), incluye cinco subfamilias, adicionando al nivel anterior otras dos familias: Trogidae y Melolonthidae. Éste último taxón se encuentra constituido por las siguientes subfamilias: Dynastinae, Rutelinae, Melolonthinae, Cetoniinae, Trichiinae (Morón, 2004).

### 3- FAMILIA SCARABAEIDAE.

#### 3.1- Subfamilias Dynastinae, Rutelinae y Melolonthinae (Complejo de Gusanos Blancos).

Dentro de la familia Scarabaeidae, son nueve las especies que integran el complejo de “gusanos blancos” incluidos en tres Subfamilias (Dynastinae, Rutelinae y Melolonthinae) como: *Diloboderus abderus* Sturm, *Botynus striatellus* Farmaire, *Archophileurus vervex* Burmeister; *Cyclocephala signaticollis* Burmeister; *C. putrida* Burmeister y *C. modesta* Burmeister (Dynastinae);

*Heterogeniates bonariensis* Chaus, *Anomala testaceipennis* Blanchard (Rutelinae) y *Philochloenia bonariensis* Bruch (Melolonthinae) (Alvarado, 1980).

Este es uno de los grupos que más se relaciona con la no perturbación del hábitat, condición ésta, que aumentaría la tasa neta de crecimiento de sus poblaciones a través de los años. Por este motivo, antes de adoptar cualquier medida de control es imperioso efectuar muestreos para poder cuantificar la densidad poblacional de “gusanos blancos” y realizar una correcta identificación de especies (Imwinkelried, 2003; Bonivardo *et al.*, 2013).

Las larvas del complejo de “gusanos blancos” son de hábitos subterráneos y se nutren de las raíces de las plantas y restos vegetales en superficie, aún cuando el grupo se ha especializado en la descomposición de heces de mamíferos superiores (Frana e Imwinkelried, 1996). Los adultos presentan hábitos alimentarios variados, desde algunas especies que succionan jugos de materia orgánica en descomposición hasta otras que actúan como defoliadores de árboles (Frana e Imwinkelried, 1996). Los lotes con pasturas perennes y la siembra directa son favorables para este grupo de insectos, ya que el laboreo del suelo no permite su desarrollo poblacional (Aragón y Flores, 2005).

*Diloboderus abderus* es considerada como la especie más perjudicial por su frecuencia, abundancia y la voracidad del último estadio larval (Zerbino, 2002). Sin embargo las pérdidas por estos insectos comienzan desde la implantación de los cultivos, por cuanto también hacen de la semilla su alimento (Alvarado, 1980).

Las hembras oviponen en galerías durante enero-febrero en medio de pequeños restos vegetales (Zerbino, 2002). Los estados inmaduros pueden

provocar daños en verdeos y trigo desde Abril hasta Junio-Julio, momento en que por los fríos del invierno disminuye su actividad y se los encuentra a mayor profundidad. Bajas poblaciones de gusanos blancos son consideradas de gran utilidad en siembra directa por facilitar la aireación e infiltración del agua y el reciclaje de nutrientes (Aragón y Flores, 2005). Las larvas del primer estadio, se alimentan de material provisto por la madre durante una a dos semanas y se encuentran agrupadas cerca de la superficie del suelo (Zerbino, 2002). Las larvas del segundo estadio, comienzan la dispersión y se alimentan de raíces de distintas plantas, principalmente gramíneas, y de los restos vegetales que van conformando la cobertura de los suelos. Desde fines de abril, mayo y junio pasan al tercer y último estadio larval donde adquieren el máximo tamaño y durante el cual, la alimentación no cesa hasta fines de octubre-principios de noviembre (Frana, 2005). En este momento, la larva puede terminar con el consumo total de plantas de trigo. Prueba de ello, es la observación de espigas secas atascadas al ras del suelo en el orificio de la cueva durante octubre (Frana e Imwinkelried, 1996)

Al poco tiempo, comienzan profundos cambios fisiológicos que desembocan en la transformación a prepupa, pupa y finalmente, adultos que emergen en diciembre (Frana, 2005).

El Umbral de Daño Económico estimado para *D. abderus* en trigo varía según autores entre 5 larvas/m<sup>2</sup> (Aragón, 2002) y 6-8 larvas/m<sup>2</sup> (Iannone, 1998). La presencia de 30 larvas/m<sup>2</sup> de *D. abderus* puede generar pérdidas de 70 a 90% de la producción (Aragón, 2002; Bertone, 2011).

El género *Cyclocephala* es considerado el más diverso dentro de la subfamilia Dynastinae, con aproximadamente 335 especies descritas (Ratcliffe, 2008; Ratcliffe y Cave, 2006; Mondaca, 2011).

Algunas especies alcanzan importancia económica puesto que sus larvas (presentes desde enero a noviembre) atacan el sistema radical de una amplia gama de cultivos agrícolas, a veces en asociación con otros géneros como *Anomala*, *Archophileurus*, *Diloboderus*, *Heterogeniates*, *Philochloenia* y *Phyllophaga*, entre otros. En nuestro país ha sido reportada como parte del complejo de gusanos blancos que ataca trigo (Mondaca, 2011).

Presenta un ciclo de vida anual. Se considera polífitófaga, pudiéndose encontrar tanto en sistemas agrícolas como en pasturas. No obstante, estas larvas no alcanzan el carácter de plagas (Alvarado, 1980).

En cuanto a *P. bonariensis*, Alvarado (1980) no logró establecer la duración exacta del ciclo de vida, pero estima que es más de un año. Ésta especie presenta una mayor frecuencia en pasturas, comparado con la densidad hallada en campos agrícolas.

Bertone (2011) concluyó que *P. bonariensis* presenta cuatro estadios larvales y que su ciclo de vida dura más de un año, presentando superposición de generaciones. Esto podría atribuirle a la especie ventajas frente a los factores de mortalidad natural, otorgándole una mayor supervivencia y perpetuación.

Frecuencias de capturas aún menor, corresponden a *B. striatellus*, *H. bonariensis*, *A. testaceipennis* y *A. vervex* (Alvarado, 1980).

En el núcleo pampeano, se indica que las especies más abundantes del complejo de gusanos blancos son: *P. bonariensis*, *C. signaticolis*, *C. putrida*, *C. modesta*, *A. testaceipennis*, *H. bonariensis* y *D. abderus* (Bonivardo *et al.*, 2013).

3.2- Subfamilias Scarabaeinae, Ceratocanthinae, Hybosorinae, Aphodiinae y Geotrupinae (Complejo de Escarabajos Estercoleros).

Distribuidos desde Argentina hasta Canadá, se encuentran presentes además, los denominados “escarabajos coprófagos”, integrantes de la familia Scarabaeidae (Pulido Herrera, 2003), comprendidos dentro de las subfamilias Scarabaeinae, Ceratocanthinae, Hybosorinae, Aphodiinae y Geotrupinae (Morón, 2004; Amat García *et al.*, 2005). El estiércol de mamíferos es su principal recurso alimenticio, aunque también se pueden presentar dietas alternas dirigidas hacia la necrofagia o dietas saprófagas, como es el caso de los escarabajos pertenecientes a Ceratocanthinae (Amat García *et al.*, 2005). Estos insectos localizan el excremento fresco por el olor, orientándose hacia los mismos en contra de la dirección del viento (Mourglia Pons, 2010).

Esta fuente de alimento sirve además, para que los adultos se congreguen, formen parejas, copulen y nidifiquen. Los llamados escarabajos cavadores o paracópridos separan porciones de estiércol que después llevan por debajo de la boñiga, en galerías hechas por ellos mismos hasta el fondo donde elaboran su nido. Los escarabajos rodadores o telecópridos cortan y modelan bolas de

estiércol que después empujan con sus patas traseras hasta cierta distancia para después enterrarla, consumirla o bien hacer un nido. Los moradores o endocópridos no relocalizan el alimento, sino que permanecen dentro o debajo de él, donde ponen sus huevos sin hacer nidos. La mayoría de las especies de Scarabaeinae y todas las de Geotrupinae son cavadoras, mientras que todas las rodadoras son Scarabaeinae y todas las moradoras son Aphodiinae (Cruz Rosales, 2011).

Se ha comprobado que la actividad de estos escarabajos reporta grandes beneficios a los sistemas agrícola- ganaderos: I) evitan que el estiércol se acumule en la superficie, aumentando el área útil de pastoreo. Una res adulta puede producir 4 Kg de materia seca de estiércol al día. Si cada deposición ocupa un área aproximada de 0.07 m<sup>2</sup>, al año cada res cubriría potencialmente 300 m<sup>2</sup> (Cruz Rosales, 2011); II) aceleran las tasas de reciclaje de minerales y otros nutrientes. El estiércol pierde por volatilización 15 % de su nitrógeno en forma de óxido nitroso o amoníaco. En caso de no ser enterrado por estos organismos, la pérdida de estas sustancias a la atmósfera aumenta hasta un 80 % (Cruz Rosales, 2011) ; III) mejoran la textura, aireación del suelo y permeabilidad del agua al remover el suelo y reincorporar nutrientes; IV) aumentan la producción de materia seca de pasturas y V) controlan las poblaciones de diversos parásitos del ganado (Dípteros y Helmintos) que desarrollan parte de su ciclo vital en el estiércol, como la mosca de los cuernos (Lobo *et al.*, 1990; Mourglia Pons, 2010). Este servicio se aprovechó a gran escala en Australia a fines de los años 70´ donde gracias a la introducción de escarabajos de origen africano y europeo, se logró resolver el

problema ocasionado por estas plagas. Esta misma experiencia también fue adoptada por Estados Unidos, Brasil y Chile (Cruz Rosales, 2011) .

La expansión de la frontera agrícola -ganadera, verificada en los últimos años, se cumple a expensas de las áreas forestadas naturales. La tala de bosques nativos es una actividad que altera las condiciones ambientales y modifica la estructura de las comunidades biológicas, por eso la deforestación de ambientes naturales se considera una de las principales causas de la pérdida de diversidad de un amplio rango de grupos taxonómicos (Didham *et al.*, 1998; Damborsky, *et al.*, 2008).

Esta y otras acciones antrópicas provocan la disminución de la diversidad biológica en numerosas ecorregiones de Argentina, entre las más afectadas se mencionan los pastizales pampeanos, el monte del Espinal, los bosques y sabanas del Chaco, las yungas y la selva paranaense (Damborsky *et al.*, 2008).

Las especies de Scarabaeinae son muy estudiadas como bioindicadores de la calidad ambiental dada su sensibilidad a la destrucción del hábitat y a la verificación de que su riqueza declina al disminuir la estructura vegetal del ambiente (Damborsky, *et al.*, 2008).

Conocer la diversidad de los artrópodos presentes en un suelo así como su hábito alimenticio, permite entender cómo se desarrolla ese ecosistema y qué función cumplen los diversos grupos (Boito *et al.*, 2009).

El desconocimiento de las características morfológicas y de los hábitos de las larvas de los coleópteros Scarabaeoidea o Lamelicornios, pone en riesgo a las

especies benéficas cuando se trata de controlar a las especies nocivas (Ramírez-Salinas *et al.*, 2004). Por esta misma razón, el muestreo de ejemplares previo a la siembra, la separación de especies y la cuantificación de larvas parasitadas permitiría conocer la densidad de individuos que puedan causar problemas en el lote, resguardando su contribución benéfica en relación a la movilización de la materia orgánica y capacidad aireadora o mejoradora de la infiltración del agua de lluvia (Frana e Imwinkelried, 1996).

### **HIPÓTESIS:**

Las prácticas agronómicas, como la agricultura o la ganadería, influyen en la biodiversidad de los escarabeidos que habitan en dicho agroecosistema en términos de riqueza y abundancia de especies.

### **OBJETIVOS:**

- Determinar la riqueza y abundancia de especies de escarabeidos presentes en sistemas productivos.
- Evaluar la biodiversidad de especies y analizar su rol ecológico en el ecosistema donde habitan.
- Elaborar una guía de reconocimiento rápido de larvas de escarabeidos para facilitar su identificación en el monitoreo de los insectos de suelo.
- Inferir en base a los índices de diversidad obtenidos el grado de disturbio del agroecosistema en estudio.

## **MATERIALES Y METODOS.**

### **Monitoreo**

Los monitoreos se realizaron sobre un predio productivo ubicado en El Triunfo (35°06' latitud Sur-61°31' longitud Oeste), Partido de Lincoln. En él se realiza rotación de cultivos agrícolas con pasturas a base de alfalfa. Se escogió un lote (diez hectáreas) de 5 años de pastura de alfalfa, con una carga ganadera de 3 novillos/ha con pastoreo intensivo. El ganado vacuno se encuentra durante primavera-verano y otoño en pastoreo con parcelas diarias.

Se realizó un monitoreo por mes durante el lapso de un año. Para la extracción de las larvas de escarabeidos se implementó la técnica propuesta por Frana e Imwinkelried (1996), consistente en la utilización de una pala de punta, para la realización de un pozo 50 cm x 25 cm (1/8 m<sup>2</sup>) en el cual se registra la presencia de toda la fauna de suelo, luego de haber depositado la tierra extraída sobre un lienzo blanco extendido sobre la superficie. Para una óptima observación, se realizó una segunda inspección a medida que la tierra era devuelta al pozo. Se tomó una (1) muestra por hectárea de manera totalmente aleatorizada, tal como indican los autores anteriormente citados, siguiendo una transecta diagonal en zig-zag.

Las larvas se colocaron en recipientes plásticos con una mezcla de tierra y arena, debidamente rotulados y se llevaron al laboratorio de Zoología Agrícola (UNNOBA). Allí se identificaron taxonómicamente con la ayuda de la clave de Alvarado (1980), modificada por Frana (2002) y bibliografía correspondiente

(Arnett, *et al.*, 2002). Se tomaron las mediciones de capsula cefálica (CC) y longitud corporal (LC) para estimar los estadios larvales. Los ejemplares recolectados se mantuvieron en condiciones controladas para el seguimiento del ciclo biológico hasta la aparición de las pupas y adultos, registrando las fechas de aparición de las mismas. Durante este período, se tomaron fotografías de estructuras corporales utilizadas para la identificación de géneros y especies por diversos autores.

### **Determinación de la riqueza, abundancia y diversidad de especies**

Para determinar la diversidad de especies se utilizó el índice de Shannon o de Shannon-Wiener ( $H'$ ).

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

Donde:

$S$ : número de especies o riqueza de especies

$p_i$ : proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos

(es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ):  $\frac{n_i}{N}$

$n_i$ : número de individuos de la especie  $i$

$N$ : número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Además de evaluar la riqueza presente en el agroecosistema, se determinó la uniformidad con la que los individuos están distribuidos dentro las especies a través del Índice de Pielou:

$$J = H / \ln(S)$$

Donde:

H: Índice de Diversidad de Shannon.

S: número de especies (o riqueza).

Índice de Berger – Parker o de abundancia:

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

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

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

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

## RESULTADOS

Se identificaron 53 estados inmaduros (larvas) de gusanos blancos que correspondieron a cinco especies, pertenecientes a la Familia Scarabaeidae, repartidas en tres subfamilias (Melolonthinae, Dynastinae y Rutelinae) y 73 ejemplares que correspondieron a dos especies estercoleras pertenecientes a la Subfamilia Aphodiinae. La familia Chrysomelidae estuvo representada sólo por un individuo (Tabla 1).

| <b>Subfamilia</b> | <b>Especies presentes</b>   | <b>Frecuencia Absoluta</b> |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Melolonthinae     | <i>P. bonariensis</i>       | 26                         |
| Rutelinae         | <i>A. testaceipennis</i>    | 2                          |
| Dynastinae        | <i>C. modesta</i>           | 17                         |
| Dynastinae        | <i>C. pútrida</i>           | 6                          |
| Dynastinae        | <i>C. signaticollis</i>     | 2                          |
| Aphodiinae        | <i>Aphodius</i> Illiger sp. | 70                         |
| Aphodiinae        | <i>Ataenius</i> Harold sp.  | 3                          |
| Eumolpinae        | No identificada             | 1                          |
| TOTAL             |                             | 127                        |

La diversidad general ( $H'$ ) calculada a partir del índice de Shannon-Wiever fue de 1,32. Según el índice de Pielou, la uniformidad con que los individuos están distribuidos dentro de las especies equivale a  $J' = 0,63$ .

De acuerdo a los valores de frecuencias absolutas se determinó que la especie dominante pertenece al género *Aphodius* ( $d_{Aphodius}=0,55$ ).

Según los objetivos propuestos, se mantuvo a la especie dominante en condiciones de laboratorio para determinar el ciclo biológico y caracterizar estructuras morfológicas externas que faciliten la identificación de la especie.

#### Caracterización de los estados inmaduros de los Géneros *Aphodius* y *Ataenus*.

Los individuos fueron recolectados en los meses de Abril, Mayo, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre.

Los promedios obtenidos a partir de las larvas que sobrevivieron a las condiciones ambientales provistas artificialmente (en laboratorio), indicaron que la duración del ciclo biológico abarca aproximadamente 30 días.

#### Género *Aphodius*.

El cuerpo de los estadios inmaduros adquiere forma de “C” y son de color blanquecino. Son pequeños, no superan los siete milímetros (Fig. 1).



FIGURA 1: Larva del género *Aphodius* sp.

La cabeza, en posición hipognata, es de color anaranjada. Presenta setas en forma dispersa y la sutura epicraneal es poco visible. La región cercana al clípeo se torna más oscura hacia el extremo (Fig. 2).

El área incisiva de la mandíbula izquierda con un sólo diente posterior a la escotadura incisiva, gálea con cinco o más sedas erectas dorsales (Deloya, 2003).



FIGURA 2: Cápsula cefálica de *Aphodius* sp.

Poseen tres pares de patas verdaderas, largas de cinco segmentos. El fémur se encuentra reducido y los tarsos se agudizan hacia el extremo distal. Todos los apéndices presentan pilosidad (Fig. 3).

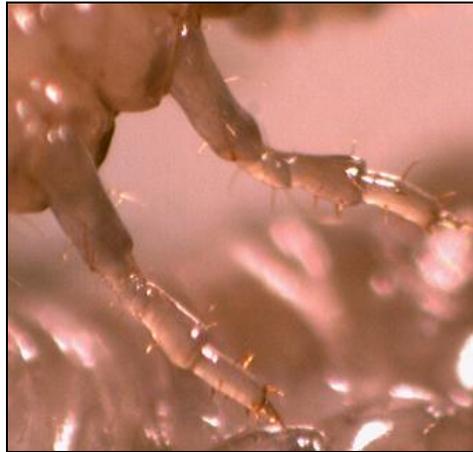


FIGURA 3: Segundo y tercer par de patas de *Aphodius sp.*

En la parte caudal del abdomen, se encuentran un conjunto de setas denominados palus. Estos se encuentran distribuidos uniformemente conformando un ráster sin palidia. Además, se observa el labio anal emarginado en dos óvalos sobresalientes con respecto al resto del ano (Fig. 4).



FIGURA 4: Ráster de *Aphodius* sp.

La pupa es pequeña (6,3 mm), exarata y de color amarillento. El abdomen concluye en dos estructuras divergentes aguzadas, que contienen al pigidio (Fig. 5 A y B).

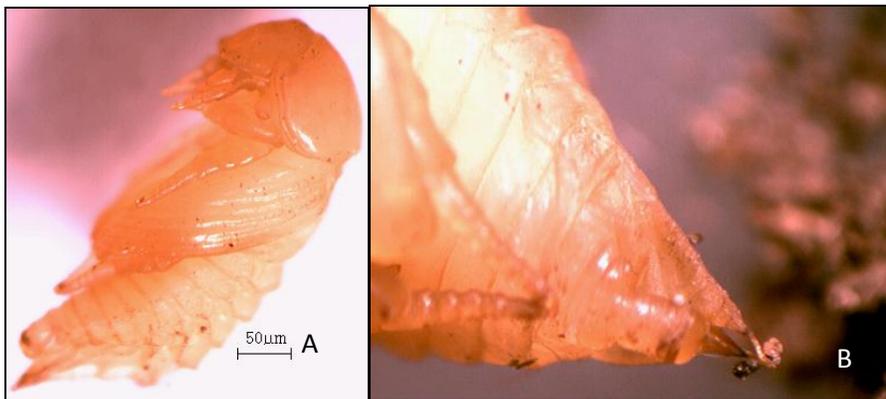


FIGURA 5: Pupa de *Aphodius* sp. Vista ventral (A). Pigidio (B).

El adulto es de tamaño pequeño (6 mm de largo y 2,3 mm de ancho), de color ocre amarillento, con puntuaciones longitudinales y tonalidades más claras en los élitros (Fig. 6).

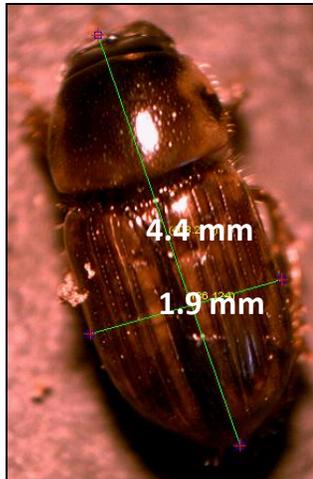


FIGURA 6. Adulto de *Aphodius sp.*

La cabeza tiene textura porosa dada por las puntuaciones distribuidas en todo el tagma cefálico y está separada del tórax por un delgado cuello. El clipeo adquiere forma lanceolada y protege al aparato bucal de tipo masticador. Se observa una pequeña protuberancia en el punto medio (Fig. 7 A y B). Las antenas son lameladas (Fig. 8 A, B y C).

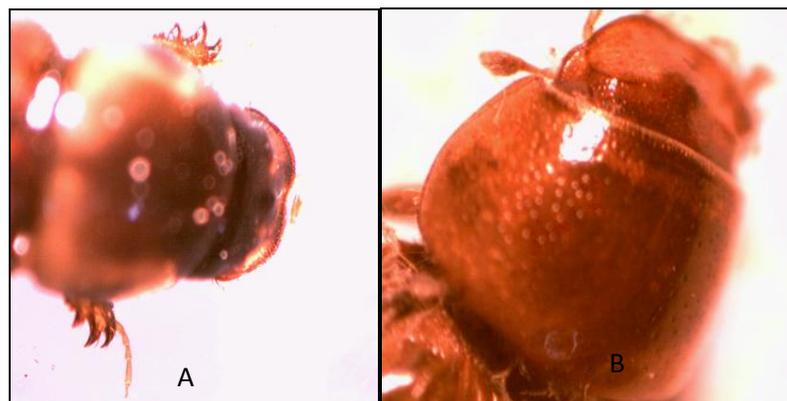


FIGURA 7: Adulto de *Aphodius sp.* Clipeo (A). Cranium (B).

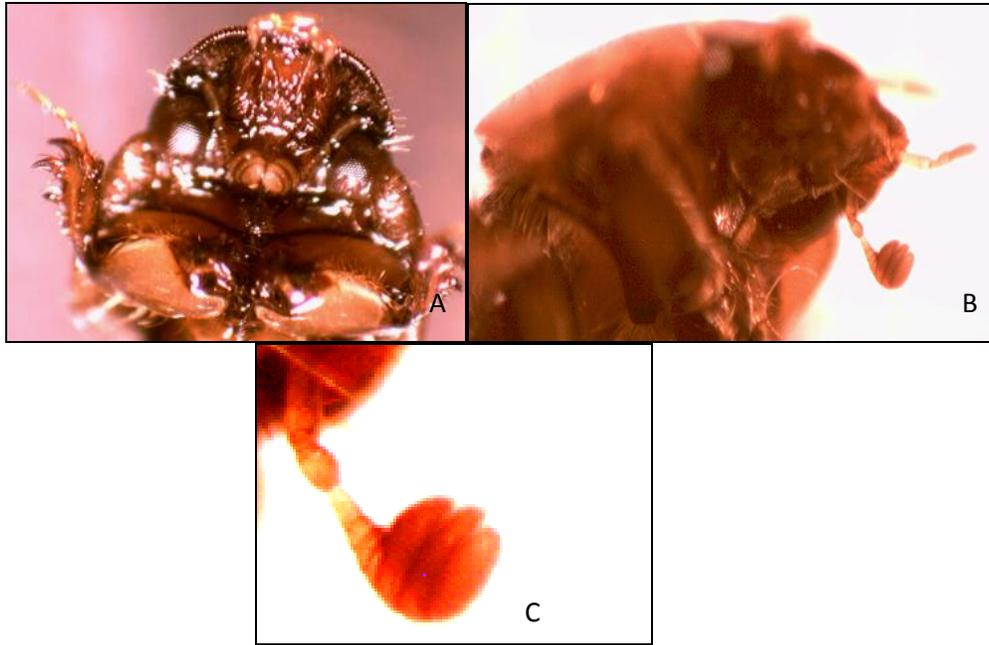


FIGURA 8: Antenas. Cápsula cefálica vista ventral(A). Vista dorsal (B). Antena lamelada (C).

El primer par de patas cavador presenta una prolongación de cinco tarsos, y las restantes ambulatorias (Fig. 9 A, B y C).

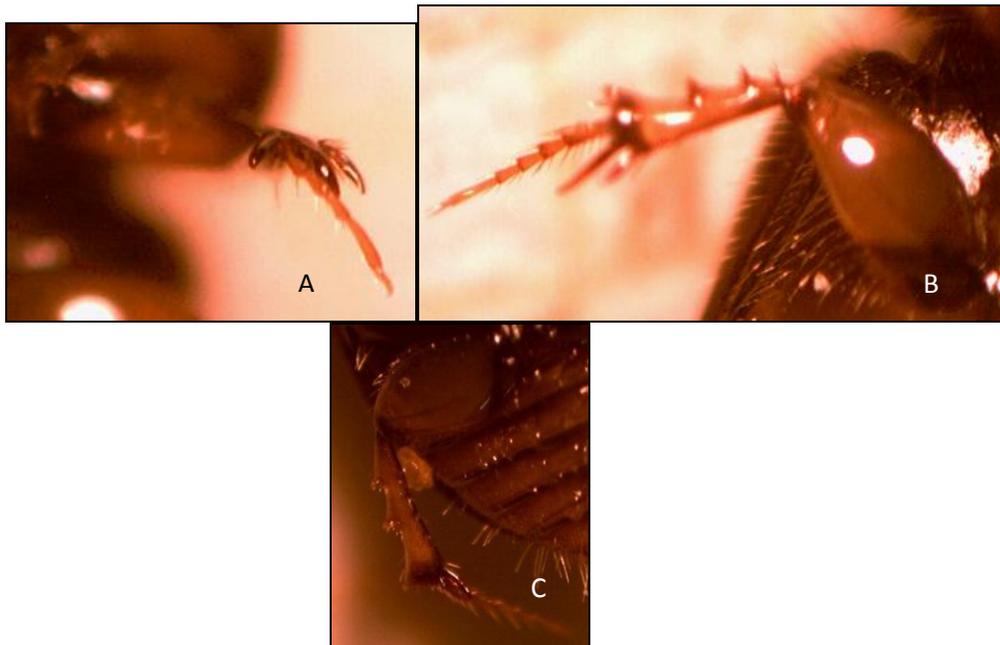


FIGURA 9: Patas cavadoras(A) y ambulatorias (B y C) de *Aphodius sp.*

Género *Ataenius*.

Las características morfológicas larvales referidas a *Aphodius*, son coincidentes con el presente género, debido al nivel de detalle observado (Fig. 10).



FIGURA 10: Estadio juvenil de *Ataenius sp.*

La característica distintiva resultante entre ambos géneros radica en el ráster formado por palidia. Las setas están dispuestas en dos semicírculos separados por un área desnuda, denominada séptula (Fig. 11).

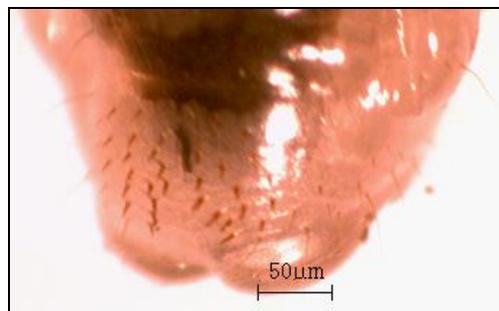


FIGURA 11: Ráster de *Ataenius sp.*

El adulto mide seis milímetros de longitud y tres milímetros de ancho, de coloración negra. Presenta nervaduras punteadas en los élitros y cabeza. El primer par de patas es cavador, mientras que el segundo y el tercer par son caminadoras (Fig. 12).

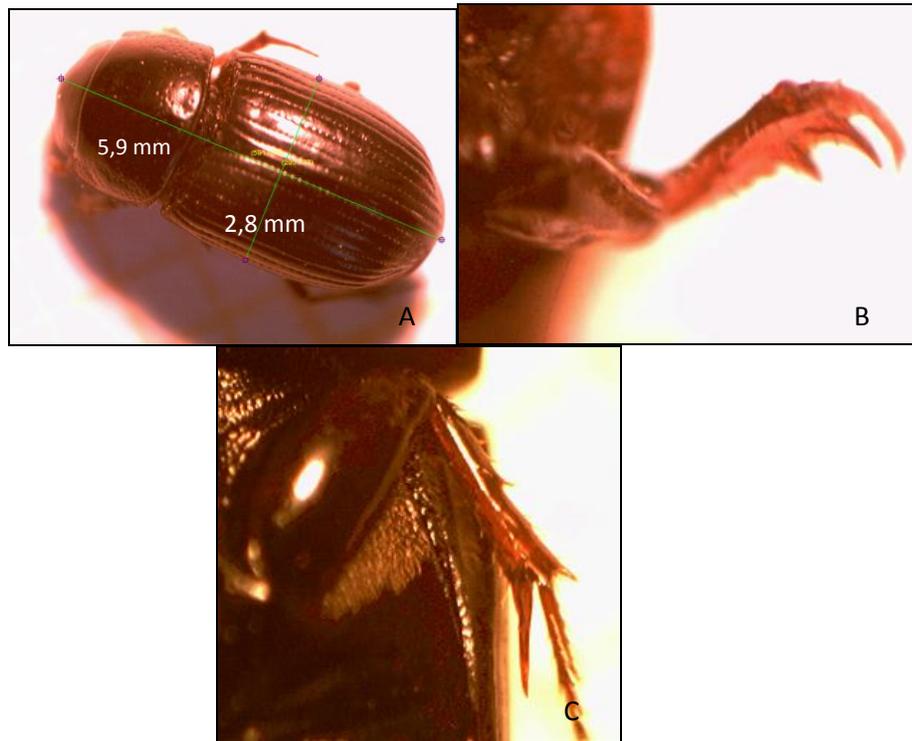


FIGURA 12: *Ataenius sp.* Medidas Corporales del adulto (A). Primer par de patas (B). Tercer par de patas (C).

### Familia Chrysomelidae subfamilia Eumolpinae

El cuerpo de los estados juveniles adquiere forma de “C”. No superan los diez milímetros y son de color blanquecino. Poseen tres pares de patas torácicas de longitud media, con presencia de pelos en los tarsos. A partir del tercer

urómero y en cada uno de ellos, se observa un par de apéndices que probablemente contribuyan a la locomoción (Fig. 13).

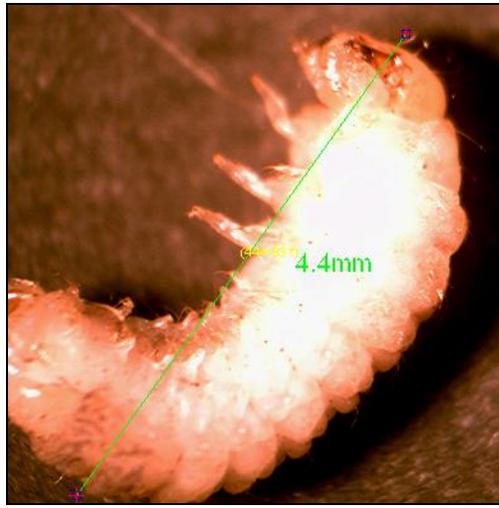


FIGURA 13: Vista lateral de larva Eumolpinae (Chrysomelidae).

Posición de la cabeza hipognata. Color castaño claro. Sutura epicraneal levemente marcada en tono más claro que la cápsula cefálica. (Fig. 14).

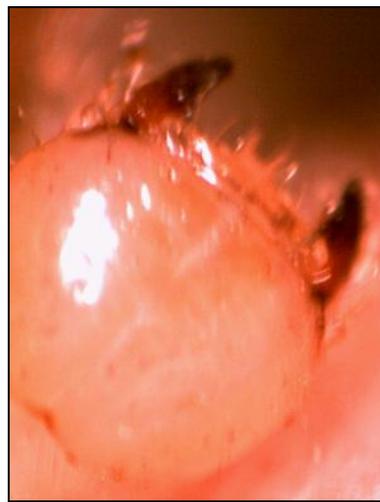


FIGURA 14: Cranium de Eumolpinae (Chrysomelidae).

El último segmento abdominal presenta tres zonas esclerosadas, dos con forma elíptica y una circular, formando un triángulo en cuyo centro se observa el pigidio expuesto. Las estructuras están rodeadas por setas (Fig. 15 A y B).

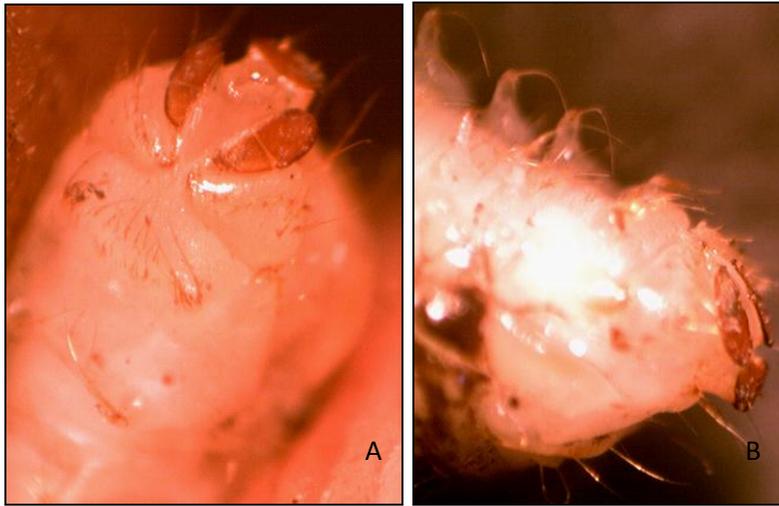
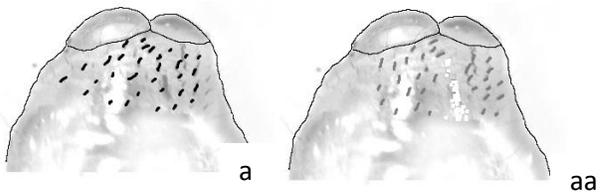


FIGURA 15: Extremo caudal. Vista de frente (A). Vista lateral (B).

**CLAVE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LARVAS DE SCARABAEIDAE QUE HABITAN EN EL SUELO DEL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES.**



- 1-a. Labio anal con presencia de dos lóbulos.....2.
- 1-aa. Labio anal sin presencia de lóbulos.....3.

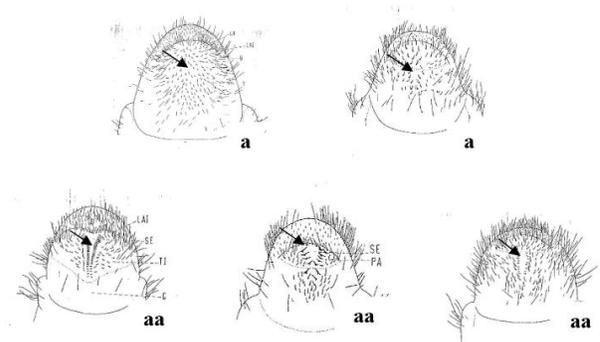


2-a. Pali distribuídos uniformemente. Longitud corpo..... ***Aphodius sp.***

**(Aphodiinae).**

2-aa. Pali formando dos semicírculos, separados entre sí por el séptula.....***Ataenius sp.***

**(Aphodiinae).**



3(1)-a. Ráster sin palidia.....4

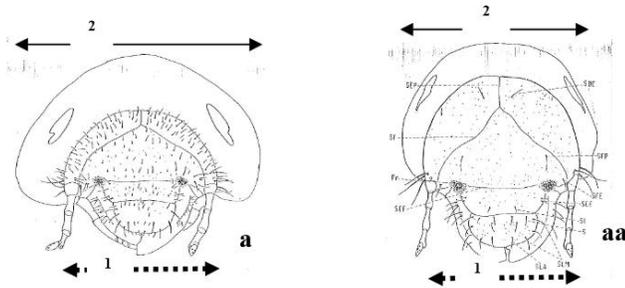
3-aa. Ráster con palidia.....7



4(3)-a. Antenas con dos máculas sensoriales dorsales (grandes).....***Cyclocephala pútrida***

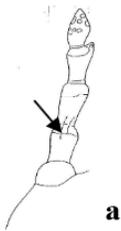
**(Dynastinae).**

aa. Antenas con tres o más máculas sensoriales pequeñas.....5



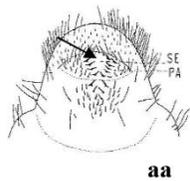
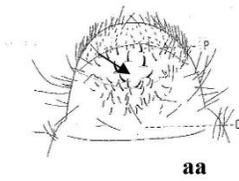
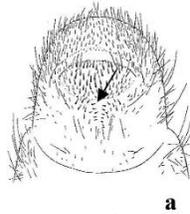
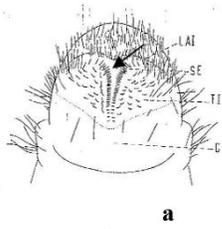
5(4)-a. Capsula cefálica con superficie porosa y cubierta con setas, cuyo ancho es menor a 2/3 el ancho del cuerpo. Generalmente opaca y de color pardo violáceo oscuro..... *Archophileurus vervex* (Dynastinae).

aa. Cápsula cefálica con superficie lisa y con pocas setas cuyo ancho es mayor a 2/3 el ancho del cuerpo. Generalmente brillante y de color pardo.....6



6(5)-a. Antenas con setas.....*Botynus striatellus*(Dynastinae)

aa. Antenas glabras.....*Diloboderus abderus*(Dynastinae).

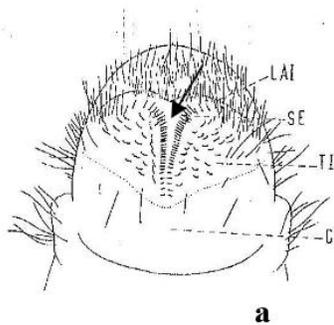


7(3)-a. con dos hileras de pali.

b. Antena con una mácula sensorial en el antenito distal.....8

aa. Los pali no forman dos hileras y rodean completamente el séptula.

bb. Antenas con dos máculas sensoriales dorsales.....10



8(7)-a. Dos palidia paralelos en la parte anterior, divergen bruscamente cerca del labio

anal.....*Philochloenia bonariensis* (Melolonthinae).

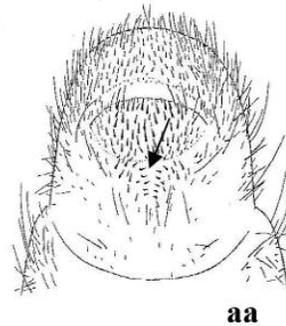
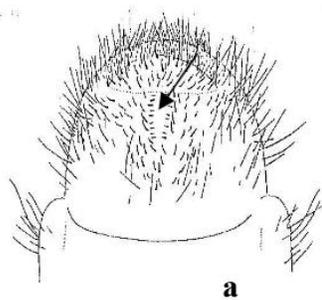
aa. Dos palidia dispuestos en forma casi paralela.....9

9(8)-a. Los palidia forman un óvalo casi incompleto. Cada palidium con 8 o mas

palus.....*Anomala testaceipennis*

(Rutelinae).

aa. Los palidia subparalelos, tienen 5-6 palus cada uno.....*Heterogeniates bonariensis* (Rutelinae)



10(7)-a. Pali curvos en forma circular, con un palus interior.....*Cyclocephala signaticollis* (Dynastinae).

aa. Pali rectos, dispuestos en forma de romboide.....*Cyclocephala modesta* (Dynastinae)

## DISCUSIÓN

A partir del estudio realizado se comprobó que la mayor frecuencia de individuos corresponde a los escarabajos coprófagos.

Entre los insectos es un grupo prioritario junto a los demás grupos saprófagos que desarrollan una actividad trófica fundamental, como el reciclaje de

excrementos de vertebrados terrestres cuyos nutrientes se reincorporan a la cadena alimenticia o al ciclo de nutrientes (Vidaurre *et al.*, 2008).

Según el patrón de distribución observado en el transcurso del monitoreo, se infiere que las larvas habitan en los primeros centímetros de la superficie del suelo en forma agrupada. Se estima que los adultos seleccionan nichos particulares que garanticen la supervivencia de su prole, debido al hallazgo de las especies en zonas con gran acumulación de materia orgánica. En el presente trabajo, las especies se recolectaron en zonas cercanas a la deposición de recursos alimenticios (rollos de alfalfa) para el ganado, estando ausentes en el resto del predio analizado. Esta característica, sumada a la acumulación del estiércol bovino afirman la distribución poblacional antes mencionada. De acuerdo a Mourglia Pons (2010) estos insectos localizan los excrementos frescos por el olor, acercándose en contra de la dirección del viento.

Estos escarabeidos, además, responden en forma dramática a la modificación de los ambientes naturales por acción del hombre: por esta razón son utilizados en la realización de estudios de biodiversidad a corto (evaluaciones ecológicas rápidas) y a largo plazo (monitoreos) (Pulido Herrera *et al.*, 2003).

Marcellino y colaboradores (2009) sostienen la conclusión anterior, según los datos obtenidos en estudios de biodiversidad en un predio productivo con actividad agrícola, en cual el relevamiento de estos insectos benéficos fue nulo. Los resultados de la presente investigación indicarían que la evolución poblacional de estos organismos se ve favorecida por las diferentes condiciones del ambiente

edáfico generadas por la actividad ganadera, a través de la inclusión de materia orgánica por diferentes vías, como materiales de desecho provenientes de animales superiores o descomposición de restos alimenticios (rollos) acumulados en superficie, y distintas prácticas de manejo. Ensayos realizados por Speicys y Mariategui (2011) demuestran que los afóidos reducen el nacimiento de las moscas de los cuernos que afectan al ganado entre un 98 y 100%.

Estos organismos se encuentran bajo la presión de algunos factores que limitan su supervivencia. Uno de ellos es la rápida desecación y endurecimiento de los excrementos que los convierten en inaprovechables tanto para la alimentación como nidificación; por otro lado, la rápida oviposición y posterior desarrollo de larvas de moscas, impide la utilización del recurso. Esto unido a la distribución desuniforme de los residuos alimenticios del ganado ha sido y sigue siendo decisivo en la evolución de este grupo (Mourglia Pons, 2010).

Por otra parte, según Iannone (2006) en el núcleo pampeano las especies más abundantes del complejo de gusanos blancos son: *P. bonariensis*, *C. signaticollis*, *D. abderus*, *C. putrida*, *C. modesta*, *A. testaceipennis* y *H. bonariensis*. Las tres primeras especies mencionadas de este complejo de gusanos blancos son las que normalmente se encuentran presentes en mayor cantidad, dependiendo su abundancia relativa, principalmente del sistema de siembra y de la rotación (Iannone, 2012).

Los resultados actuales coinciden con la mayor abundancia de las especies *C. modesta*, *C. putrida*, *C. signaticollis* y *P. bonariensis*.

En la zona de influencia de la UNNOBA, los estudios referidos a biodiversidad de escarabeidos en Arribeños por Bertone (2011) demuestran la dominancia de *P. bonariensis* con diferencias significativas entre lotes con diferente manejo. La mayor densidad de la especie fue encontrada en aquel destinado a soja con rotación de gramíneas. El segundo lugar corresponde al monocultivo de soja y por último, la menor frecuencia se observó en el cultivo de alfalfa.

Marcellino y colaboradores (2009), evaluaron la riqueza y abundancia en predios productivos de la Ciudad de Junín. Las especies presentes fueron *C. putrida* (3.7%); *A. testaceipennis* (7.4%); *D. abderus* (7.4%); *C. modesta* (18.5%); y *P. bonariensis* (59.3%). Los resultados en ambos estudios coinciden con la dominancia de *P. bonariensis* en la presente investigación.

Dentro del complejo de gusanos blancos la especie más voraz, *D. abderus*, no tuvo participación en ninguna de las muestras efectuadas y los demás géneros que podrían causar daños significativos en altas densidades poblaciones no alcanzaron tal umbral. La realización de monitoreos y la identificación de especies contribuyen en gran parte a mantener la biodiversidad y proteger a la fauna benéfica de medidas de control innecesarias.

Conocer la diversidad de los artrópodos presentes en un suelo así como su hábito alimenticio, permite entender cómo se desarrolla ese ecosistema y qué función cumplen los diversos grupos (Boito *et al.*, 2009).

## **CONCLUSIONES**

Las prácticas agronómicas, como la agricultura o la ganadería, influyen en la biodiversidad de los escarabeidos que habitan en dichos agroecosistemas en términos de riqueza y abundancia de especies.

La hipótesis es aceptada debido a que en el lote estudiado, se registró la presencia de escarabajos estercoleros que aportan beneficios al ambiente, especies que no se encuentran en predios modificados por la actividad agrícola.

Se infiere que la rotación con la actividad ganadera y un correcto manejo de las tierras productivas incrementan la biodiversidad de organismos deseables. Tal es el caso de ciertas especies de escarabeidos que, según su rol ecológico en el ecosistema, podrían aportar grandes beneficios al sistema productivo.

Se incorporaron dos especies a la clave de Alvarado (1980) modificada por Frana (2002) lo que constituye un aporte genuino para la correcta identificación. Dicho aporte además es de gran relevancia por dos motivos:

- I. Para evaluar en forma parcial el grado de disturbio del agroecosistema, a través de la cuantificación de la biodiversidad.
- II. Para diferenciar los organismos plagas de los benéficos evitando medidas de control innecesarias, resguardando el medio ambiente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Altieri, M.A. y Letourneau, D.K. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection* 1:405-430.
- Altieri, M.G. y Nicholls C. 1994. *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystem*, Haworth Press. New York. 185 pp.
- Alvarado, L. J. 1980. Sistemática y bionomía de coleópteros que en estados inmaduros viven en el suelo. Tesis Doctoral N° 386. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de La Plata. 199 pp.
- Amat García, G.; Gasca H.J. Y Amat García, E. 2005. Guía para la Cría de Escarabajos. Fundación Natura- Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Bancoideas Impresores. 80 pp.
- Aragón, J. 2002. Guía para el reconocimiento y manejo de plagas tempranas relacionadas a la siembra directa.. Agroediciones INTA. SAGP y A. 14-15 pp
- Aragón, J. y Flores, F. 2005. Insectos de suelo perjudiciales para el maíz: Alternativas de manejo. Sección Entomología Área Suelos y Producción Vegetal. INTA Marcos Juárez. 6 pp.

- Arnett, R. H; Thomas M. C.; Skelley, P.E.; Frank, J. H. 2002. American Beetles: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, Volumen 2. North América. Pp. 39-81.
- Bentancourt, C.M.; Scatoni, I.B. y Morelli, E. 2006. Insectos del Uruguay. Universidad de la República-Facultad de Agronomía- Facultad de Ciencias. Montevideo. 321 pp.
- Bentancourt, C.M. y Scatoni, I.B. 2001. Enemigos Naturales: Manual ilustrado para la agricultura y forestación. Montevideo, Ed. Agropecuaria Hemisferio Sur. Facultad de Agronomía. PREDEG. GTZ. 169 p.
- Bertone, K. 2011. "Scarabeidos presentes en Arribeños, Provincia de Buenos Aires: Determinación de la diversidad y especies dominantes". Universidad: UNNOBA. Trabajo de Tesis para optar por el Título de Ingeniero Agrónomo. Fecha defensa: 4/3/11.
- Blumberg, A.Y. y Crossley, D.A. JR. 1983. Comparison of soil surface arthropods populations in conventional tillage, no tillage and old fields systems. *Agro-Ecosystems* **8**:247-253.
- Boito, G.T.;Ornaghi, J.A.; Gerardo, U.A.; Giovanini, D. y Giuggia, J. A. 2009. Uso de trampas "Barber" para determinar la diversidad de coleópteros epigeos asociados al cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.). Córdoba, Argentina. *Rev. FCA UN Cuyo*. Tomo XLI. N°1. Pp 9.

- Bonivardo, S.L.; Martínez, A.N.; Funes, A.S. y Perassi, G. 2013. Determinación de Especies de Gusanos Blancos (Coleóptera: Scarabaeidae) presentes en lotes de pastizal natural, Pasto Llorón y cultivados de la Provincia de San Luis. Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam, Vol. 22 Serie supl. 2. Congreso de Pastizales. Santa Rosa, Argentina. Pp 9-12.
- Brown, G.G.; Fragoso, C.; Barois, I.; Rojas, P.; Patron, J.C.; Bueno, J.; Moreno, A. G.; Lavelle, P.; Ordaz, V.; Rodriguez, C. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. Acta Zoológica Mexicana, 1, 79-110.
- Brust, G.E. y House G.J. 1988. Weed seed destruction by arthropods and rodents in low-input soybean agroecosystems. Am. J. Altern. Agric. **3**(1):19-25.
- Carmona, D. 2001. Plagas emergentes en Siembra Directa. Zoología Agrícola. Unidad Integrada Balcarce. Revista Visión Rural. 4 pp.
- Costa, C.; Ide, S. y Simonka, C.E. (eds.) 2006. Insectos Inmaduros, Metamorfosis e Identificación. M3M-Monografías Tercer Milenio, Vol 5. SEA, CYTED Y RIBES, Zaragoza. Pp. 99-134.
- Cruz Rosales M.M. 2011. Contribución de los Escarabajos Estercoleros a la productividad ganadera en Veracruz. Tesis para optar por el Título de Doctora en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Veracruz, México. 94 pp.

- Curry, J.P. 1987. The invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. III. Effects on soil fertility and plant growth. *Grass and Forage Science* 42 (4) 325-341.
- Curry, J.P. 1987b. The invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. I. The composition of the fauna. *Grass and Forage Science* 42:103-120.
- Curry, J.P. y Good, J.A. 1992. Soil faunal degradation and restoration. *Advances in Soil Science* 17: 171-215.
- Damborski, M.P.; Bar, M.E.; Álvarez, M.C. y Oscherov E.B. 2008. Comunidad de escarabajos coproneprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae) en dos bosques del Chaco Oriental Húmedo, Argentina. *Rev. Soc. Entomológica Argent.* 67 (1-2):145-153.
- Deloya, C. 2003. Subfamilia Aphodiinae. Pp 75-93. En: Morón, M.A. (Ed.). *Atlas de los escarabajos de México. Vol. II.* Argania Editio. Barcelona.
- Didham, R.K.; Hammond, P.; Lawton, J.H.; Eggleton, P. y Stork, N.E. 1998. . . Beetle species responses to tropical forest fragmentation. *Ecol. Monographs* 68: 295-323.
- Doran, J.W.; Sarrantonio, M. y Liebig, M. 1996. Soil health and sustainability. *Advances in Agronomy* 56: 1-54.
- Edwards, CA. 1975. Effects of direct drilling on the soil fauna. *Outlook Agric.* 8:243-244.

- Flint, M.L. y Roberts, P.A. 1988. Using crop diversity to manage pest problems: some California examples. *Am. J. Of Alternative Agriculture* 3:164-167.
- Fowler, C. y Mooney, P. 1990. *Shattering: Food, politics and the loss of genetic diversity*. Univ. Of Arizona Press. Tucson. 278 pp.
- Frana, J. E. 2002. Clave para la identificación de larvas de Scarabaeidae que habitan en el suelo de la Región Central de Santa Fe. Publicación Miscelánea N° 99. 5 pp. E.E.A INTA Rafaela.
- Frana, J. E. e Imwinkelried J. M. 1996. El complejo de gusanos blancos en trigo. Publicación Miscelánea N° 74. Información técnica de trigo. E.E.A. INTA Rafaela. 7 pp.
- Frana, J.E. 2005. Evaluación del impacto del muestreo para el control de gusano blanco en lotes de producción de trigo: campaña 2004. Publicación miscelánea N°103. Información técnica de trigo campaña 2005. EEA Rafaela. pp. 51-53.
- García, F.O.; M. Ambrioggio y V. Trucco. 2000. No-tillage in the Pampas of Argentina: A Success store. *Better Crops Int.* 14: 24-27.
- Gassen, D.N. 2001. As pragas sob plantio direto. Pp. 103-120 en: R Díaz Rosello (coordinador). *Siembra directa en el cono sur*. PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 450 pp.

- Gizzi, A.H.; Álvarez Castillo, H.A.; Manetti P.I.; López A.N.; Clemente N. L. y Studdert G.A., 2008. Caracterización de la meso y macrofauna edáfica en sistemas de cultivo del Sudeste Bonaerense. *Cienc. suelo* vol.27 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires ene./jun. 2009.
- Hammond, R.B. y Funderburk, J.E. 1985. Influence of tillage practices on soil-insects population dynamics in soybean. In: R Shibles (ed.). *Proceedings of the III World Soybean Conference*. Westview Press. Boulder, CO, USA. Pp. 659-666.
- House, G.J. 1989. Soil arthropods from weed and crop roots of an agroecosystem in a wheat-soybean-corn rotation: Impact of tillage and herbicides. *Agric. Ecosyst. Environ.* **25**:233-244.
- House, G.J. y Alzugaray M. del R. 1989. Influence of cover cropping and no-tillage practices on community composition of soil arthropods in a North Carolina agroecosystem. *Environ. Entomol.* **18**(2):302-307.
- House, G.J. y Parmalee, R.W. 1985. Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional and no-tillage agroecosystems. *Soil Tillage Res.* **5**: 351-360.
- House, G.J. y Stinner B.R. 1983. Arthropods in no-tillage soybean agroecosystems: Community composition and ecosystem interactions. *J. Environ. Manage.* **7**(1):23-28.

- Iannone, N. 1998. Toma de decisión para el control de gusanos blancos en el cultivo de trigo. Revista de Tecnología Agropecuaria. Divulgación Técnica del INTA. Volumen 3, N°7. INTA E.E.A Pergamino. 24-26 pp.
- Iannone, N. 2006. Manejo de los gusanos blancos (primera parte). Marca Líquida Agropecuaria. 41-44 pp.
- Iannone, N. 2012. Manejo del Bicho Torito (*Diloboderus abderus*) en el cultivo de trigo. Sistema de alerta- INTA Pergamino.
- Imwinkelried, J. M. 2003. Boletín información técnica: Gusanos blancos en trigo. INTA EEA Manfredi, Argentina. pp. 4.
- Lavelle, P. 2002. Functional domains in soils. Ecological Research 17:441-450.
- Lavelle, P.; Blanchart, A. Martin; Spain, A.V. y Martin, S. 1992. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. Pp. 157-185. En: R. Lal y P.A. Sánchez (eds.). Myths and science of soils in the tropics. SSSA Special Publication No. 29, Madison.
- Lavelle, P.; Dangerfield, M.; Fragoso, C.; Eschenbrenner, V.; López-Hernández, D.; Pashanasi, B. y Brussaard, L. 1994. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. Pp. 137-169. En: P.L. Woomer y M.J. Swift (eds.). The biological management of tropical soil fertility. John Wiley y Sons, Chichester.
- Lietti, M.; Gamundi J.C.; Montero G.; Molinari, A. y Bulacio V. 2008. Efecto de dos sistemas de labranza sobre la abundancia de artrópodos que habitan en el suelo.. Ecol. austral v.18 n.1 Córdoba.

- Linden, D.R.; Hendrix, P.F.; Coleman, D.C.; Van Vilet, P.C.J. 1994. Faunal indicators of soil quality. In Doran, J.W.; Jones, A.J. (Eds.). Defining soil quality for a sustainable Environment. SSSA. Special Publication no. 35. p. 91-106.
- Lobo, J.M.; Martín-Piera, F. y Veiga, C.M. 1990. Interés ecológico y económico de la fauna coprófaga en pastos de uso ganadero. *Ecología*, 4:313-331.
- Marasas, M.E.; Sarandón, S.J. y Cicchino, A.C. 1997. Efecto de la labranza sobre la coleopterofauna edáfica en un cultivo de trigo en la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Ciencia del Suelo* **15**(2): 59-63.
- Marcellino, A.; Sgarbi, C.; Bertone, K. y Ricci, M. 2009. Estudio de la riqueza de especies de gusanos blancos (Coleoptera: Scarabaeidae). XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Termas de Río Hondo. Santiago del Estero. 30 de septiembre – 1 y 2 de octubre 2009. (Z48).
- Martínez, M.I.; Cruz, R. M.; Montes de Oca, T.E. y Suárez, L.T. 2011. La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos. México. 73 pp.
- Martino, D.L. y Marelli, H.J. 2001. Manejo de restricciones físicas del suelo en sistemas de siembra directa. El agua y la siembra directa. Pp. 225-273 en: R Díaz Rosello (coordinador). Siembra directa en el cono sur. PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 450 pp.

- Mondaca, J. 2011. Primer registro de *Cyclocephala modesta* (Scarabaeidae: Dynastinae: Cyclocephalini) en Chile. *Revista chilena de Ent.* 36:33-38.
- Morón, M.A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología, AC y Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza España. 204 pp.
- Mourgliá Pons, V. 2010. Selección de microhábitat y variación estacional de Coleópteros coprófagos en Sierras de Minas, Uruguay. Tesina de pasaje de curso. 26 pp.
- Neave, P. y Fox, C.A. 1998. Response of soil invertebrates to reduced tillage systems established on a clay loam soil. *Applied Soil Ecology* 9:423-428.
- Nisensohn, L.; Faccini, D.; Montero, G. y Lietti, M. 1999. Predación de semillas de *Amaranthus quitensis* H.B.K. en un cultivo de soja. Influencia del sistema de siembra. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 34(3):377-384.
- Ocampo, F.C. 2008. Scarabaeoidea. Systematics Research Collections, W 436 Nebraska Hall. University of Nebraska State Museum. Lincoln. Pp 495-500.
- Phillips, R.E.; Blevins, R.L.; Thomas, G.W.; Frye, W.W. y Phillips, H. 1980. No-tillage agriculture. *Science* 208(6):1108-1113.
- Potter, C.S. y Meyer, R.E. 1990. The role of biodiversity in sustainable dryland farming systems. *Adv. Soil Sci.*13: 241-251.

- Pulido Herrera, L.A.; Riveros Cañas, R.A.; Gast Harders, F. y Von Hilderbrand, P. 2003. Escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Natural "Serranía de Chiribiquete, Caqueta, Colombia (Parte I). M3M-Monografías Tercer Milenio, Vol. 3. SEA, Zaragoza. Pp. 51-58.
- Ramírez-Salinas, C.; Morón, M.A. y Castro-Ramírez, A.E. 2004. Descripción de los estados inmaduros de tres especies de *Anomala*, *Ancognatha* y *Ligyris* (Coleóptera: Melolonthidae: Rutelinae y Dynastinae) con observaciones de su biología. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20(3): 67-82.
- Ratcliffe, B.C. 2008. More new species of *Cyclocephala* Dejean, 1821 from South America. *The Coleopterists Bulletin*, 62(2): 221-241.
- Ratcliffe, B.C. y Cave, R. 2006. The Dynastinae scarab beetles of Honduras, Nicaragua and El Salvador. *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 21: 1-424.
- Ricci, M.E. y Culebra Mason, S. 1998. Embriología-Metamorfosis y madurez sexual. *Zoología Agrícola*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. La plata. 26 pp.
- Rodríguez, E.; Fernández-Anero, F.J.; Riuz, P. y Campos M. 2006. Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in a Mediterranean climate. *Soil Till. Res.* **85**:229-233.
- Senigagliaesi, C. 1991. Estado actual y manejo de los recursos naturales, particularmente el suelo, en el Sector Norte de la Pampa Húmeda.

Seminario Juicio a nuestra agricultura. Hacia el desarrollo de una agricultura sostenible. SAGPyA. INTA. Editorial Hemisferio Sur, Argentina.

Solbrig, O.T. 1997. Sembrando el futuro. Como desarrollar una agricultura para conservar la tierra y la comunidad. En: 5º Congreso Nacional de AAPPRESID, Mar del Plata.

Speicys, C. y Mariategui, P.G. 2011. Efecto desecador de *Aphodius lividus* (O.) en deposiciones bovinas sobre huevos de *Haematobia irritans* (L.) en condiciones controladas de laboratorio. Sitio Argentino de Producción Animal-[www.producción-animal.com.ar](http://www.producción-animal.com.ar). Última revisión: 10/11/2013.

Stinner, B.J.; Mc. Cartney D.A. y Van Doren, D.M. JR. 1988. Soil and foliage arthropod communities in conventional, reduced and no-tillage corn (Maize, *Zea mays* L.) systems after 20 years of continuous cropping. *Soil Tillage Res.* **11**:147-158.

Stinner, B.R. y House, G.J. 1990. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* **35**:299-318.

Tonhasca, A. JR. 1993. Effects of agroecosystem diversification on natural enemies of soybean herbivores. *Entomol. Ext. Appl.* **69**:83-90.

Ugarte San Vicente, I. 2005. Coleópteros Fitófagos (INSECTA: COLEÓPTERA) de los Encinares Cantábricos de la Reserva de la Biósfera de Urdaibai. Asociación naturística AMALUR NATURA ELKARTEA. DEPARTAMENTO

DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO (GOBIERNO VASCO).

Vidaurre, T.; Gonzales L.; Ledezma, M.J. 2008. Escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Palmar de las Islas, Santa Cruz-Bolivia. *Kempffiana* 4(1):3-20.

Wardle, D.A.; Nicholson, KS; Bonner K.I. y Yeates, G.W. 1999. Effects of agricultural intensification on soil-associated arthropod population dynamics, community structure, diversity and temporal variability over seven-year period. *Soil Biol Biochem.* **31**:1691-1706.

Zerbino Bardier, M.S. 2002. Efecto de la siembra directa sobre la macrofauna del suelo. Informe N°30. 31 pp.

[www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/pol/2002/informe-30](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/pol/2002/informe-30). Última revisión: 25/10/2013.

Zerbino Bardier, M. S. 2005. Evaluación de la Densidad, Biomasa y Diversidad de la Macrofauna del Suelo en diferentes Sistemas de Producción. Tesis de Grado Magister en Ciencias Ambientales. Universidad de la República, Facultad de Ciencias. Maestría en Ciencias Ambientales Montevideo, Uruguay 92 pp.