

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE RASTROJOS DE TRIGO SOBRE  
LA FAUNA BENÉFICA DE CARÁBIDOS (COLEOPTERA, CARABIDAE) EN UN  
CULTIVO DE AVENA EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CHILE.**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

**TATIANA STEFANI GONZÁLEZ VERGARA**  
**PROFESOR GUÍA: RAMÓN EDUARDO REBOLLEDO RANZ**

**TEMUCO – CHILE**

**2010**

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE RASTROJOS DE TRIGO EN  
LA FAUNA BENÉFICA DE CARÁBIDOS (COLEOPTERA, CARABIDAE) SOBRE UN  
CULTIVO DE AVENA EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CHILE.**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

**TATIANA STEFANI GONZÁLEZ VERGARA**

**TEMUCO – CHILE**

**2010**

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE RASTROJOS DE TRIGO EN LA FAUNA BENÉFICA DE CARÁBIDOS (COLEOPTERA, CARABIDAE) SOBRE UN CULTIVO DE AVENA EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CHILE.**

PROFESOR GUÍA

: RAMÓN REBOLLEDO RANZ

Dr. Ingeniero Agrónomo

Departamento de Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales, de La Universidad de La Frontera.

PROFESOR CONSEJERO

: HERNÁN PINILLA QUEZADA

Ingeniero Agrónomo MSc.

Departamento de Producción Agropecuaria,  
de La Universidad de La Frontera

CALIFICACIÓN PROMEDIO TESIS :

*A mi padre, ya que con él comparto  
un inmenso amor por la tierra.*

## ÍNDICE

Capítulo		Página
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	Antecedentes generales de Carábidos	<b>3</b>
<b>2.1.1</b>	Características de la familia	<b>3</b>
<b>2.1.2</b>	Hábitos alimenticios	<b>5</b>
<b>2.1.3</b>	Especies en Chile	<b>6</b>
<b>2.1.4</b>	Investigaciones de carábidos en Chile	<b>7</b>
<b>2.2</b>	Importancia del grupo	<b>7</b>
<b>2.2.1</b>	Controladores biológicos	<b>7</b>
<b>2.2.2</b>	Bioindicadores	<b>7</b>
<b>2.3</b>	Efecto de la quema de rastrojos	<b>10</b>
<b>2.4</b>	Efecto de la incorporación de rastrojos	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	Ubicación de los ensayos	<b>14</b>
<b>3.2</b>	Antecedentes generales de los ensayos	<b>14</b>
<b>3.3</b>	Muestreo	<b>15</b>
<b>3.4</b>	Tratamientos y diseño experimental	<b>16</b>
<b>3.5</b>	Procedimiento e identificación de las muestras	<b>17</b>
<b>3.6</b>	Índice de diversidad	<b>17</b>
<b>3.7</b>	Análisis estadístico	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>20</b>
<b>4.1</b>	Especies de carábidos capturados	<b>20</b>
<b>4.2</b>	Diversidad de carábidos por tratamientos	<b>23</b>
<b>4.3</b>	Efecto de la incorporación de rastrojos en carábidos	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>SUMMARY</b>	<b>31</b>

<b>8</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>33</b>
<b>9</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>44</b>

## AGRADECIMIENTOS

*En el libro de proverbios salomón insta a buscar la sabiduría antes que todo, porque a él le faltaba sabiduría para poder administrar todo lo que Dios le había dado junto a su padre David. A veces las cosas llegan fácil pero cuesta lograr lo que uno quiere, salomón decía que mientras más conocimiento adquieres, es mas responsabilidad, porque te das cuenta de la ignorancia de los que no tienen conocimiento, también sufres porque quieres cambiar lo malo de las cosas que se presentan y muchas veces te ves limitada, yo elegí el conocimiento porque quiero saber la verdad de lo que me rodea.*

*Como joven quiero dejar un legado a quien lea esta tesis que sepan que el conocimiento y la sabiduría deben siempre estar presentes en la vida de las personas, "busca el conocimiento y se te abrirán caminos y puertas avanza sin importar tus limitaciones".*

*Quiero agradecer primero a Dios por darme este hermoso regalo de poder acceder esta carrera que tanto amo.*

*A mi familia que aunque estemos separados siempre estarán en mi corazón.*

*A mis profesores:*

*Ramón Rebolledo Ranz por su inmenso apoyo.*

*Hernán Pinilla Quezada por sus críticas que me ayudaron bastante.*

*En general a todos los profesores que compartieron sus conocimientos, a los auxiliares y secretarías que también contribuyen a que uno continúe.*

*A mi grandes amigos Daniel M. y Daniel G. que ellos me han aconsejado mucho y me han ayudado cuando los he necesitado.*

*A mis amigos en Temuco y otros lugares de Chile, que no son muchos pero son muy valiosos. A todos los que contribuyeron, aunque fuese con un ánimo e incluso se esmeraron en que yo no lograra llegar hasta acá.*

*A Todos mis más profundos agradecimientos.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El fuego es una fuerza natural en la mayor parte de las comunidades vegetales que existen, por eso es indispensable lograr entender como éste afecta al ecosistema de manera positiva o negativa.

En la Región de La Araucanía la quema de rastrojos es una medida agronómica para deshacerse de los residuos dejados por la producción de grano de manera rápida, ya que estos residuos son un inconveniente para establecer el siguiente cultivo. Este método, posee muchas desventajas tales como, afectar la flora y fauna, por tanto con especies de valor ecológico, aumenta riesgo de incendios, erosiona la tierra, entre otros.

Frente a estas desventajas es importante buscar una manera menos dañina para el ecosistema, de eliminar estos residuos. Existe una medida antagónica a la quema, la incorporación de rastrojos, este manejo posee ventajas como mejora de estructura y capacidad de infiltración, incremento de organismos del suelo, aporte de nutrientes, reducción de erosión hídrica y eólica.

Para evaluar estos cambios producidos por las perturbaciones en un ecosistema, se debe tomar en cuenta los diferentes niveles organizacionales que lo integran y los artrópodos han sido ampliamente reconocidos por su importancia dentro del ecosistema.

El 64% de la diversidad global faunística está constituida por artrópodos, por lo tanto es una importante fuente de información. La familia Carabidae, es una de las familias más estudiadas dentro de los artrópodos en aspectos de biodiversidad. Entre las razones que motivan este interés, están sus patrones de distribución, la cantidad de especies, la importancia económica, su relación con la vegetación y su respuesta rápida ante los cambios de presión antropogénica. Su presencia está asociada al estado de conservación de los suelos y el grado de contaminación del ambiente esto la clasifica como una familia bioindicadora.

Dentro de esta familia se encuentran los geófilos. Pueden constituir elementos de la macrofauna de suelo. Estos insectos son estudiados por su régimen alimenticio, ciclos de vida y preferencias ambientales. También se dice que dentro de los agroecosistemas, son un elemento importante al ser controladores de numerosas plagas.

Esta familia posee muchas características benéficas, pero el propósito de esta investigación es demostrar que existe una gran biodiversidad de carábidos en la incorporación de rastrojos, además que es una manera limpia de deshacerse de los residuos.

Las hipótesis para esta investigación son:

Existe mayor abundancia y diversidad de carábidos en los tratamientos donde hay incorporación de rastrojos con respecto al tratamiento donde existe quema de rastrojos.

Es posible evaluar el impacto que provocan distintos manejos en un cultivo, como incorporación frente a quema de rastrojos, a través de la diversidad de carábidos.

El objetivo general de esta investigación es:

Evaluar la diversidad y abundancia de especies de carábidos en tratamientos con y sin acumulación de residuos de trigo.

Como objetivos específicos se proponen los siguientes:

Determinar las especies y abundancia de carábidos recolectadas para los tratamientos incorporación, control y quema.

Evaluar la biodiversidad de carábidos en incorporación de residuos frente a la quema.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Antecedentes generales de los carábidos.

El nombre de la familia deriva del griego que significa “un coleóptero con cuernos” haciendo alusión a sus enormes mandíbulas (Arias, 2000).

La familia Carabidae reúne aproximadamente unas 40.000 especies en el mundo. (Niemelä 1996). Fue creada por Latreille en 1802 como la tercera familia del grupo de coleópteros pentámeros, hasta ese momento, constituida por 29 géneros agrupados en siete tribus. Posteriormente, comenzó un período en el que los viajes alrededor del mundo aportaron nuevos materiales, aumentando considerablemente el número de especies y géneros conocidos del grupo, por lo que comenzaron a crearse nuevas tribus. Hasta el año 1825, se había publicado muy poco sobre Carabidae neotropicales, sólo unas 59 especies descritas de 25 géneros. Los primeros que describieron especies de Chile, hasta 1825, fueron Linneo y Fabricius, conociéndose sólo cuatro especies. (Roig-Juñent y Domínguez, 2001)

Es la cuarta familia más importante en número de especies de Coleóptera en Chile, después de Tenebrionidae (465), Curculionidae (431) y Staphylinidae (424) (Elgueta y Arriagada, 1989)

**2.1.1 Características de la familia.** Los carábidos se reconocen por tener patas corredoras, coxas posteriores grandes que interrumpen el primer segmento abdominal, no extendidas lateralmente hasta la epipleura del élitro, trocánter posterior grande, y en la mayoría, existencia de sutura metapleural (Borror *et al.*, 1989). Otra característica importante es que tienen un par de glándulas internas en el abdomen, empleadas para producir sustancias químicas defensivas. Éstas liberan olores y chorros distintivos poderosos en varios linajes de carábidos como Brachinini y Paussini (escarabajos bombarderos). Estas sustancias químicas defensivas se liberan en forma

explosiva, a temperaturas de 55 a 100°C (Aneshanley *et al.*; 1969, Moore, 1979; Erwin *et al.*, 1985).

Las larvas de Carabidae son terrestres (Thompson, 1979), la mayoría son campodeiformes, con patas, antenas y mandíbulas bien desarrolladas, activas y rápidas. Las larvas se caracterizan por ser alargadas, en general de márgenes laterales paralelas, ocasionalmente fusiformes, variando de muy convexas a deprimidas; cabeza, protergo y extremidad abdominal bien esclerotizados; poseen cinco segmentos en cada pata, con una o dos uñas; labro y clipeo fusionado con la frente; mandíbulas sin canal succional, sin posteca y con margen cortador simple; maxila con cardo corto o dos aros medios localizados en el mismo eje de los estipes, lóbulo externo insertado dentro de los estipes; ocho pares de espiráculos abdominales (Reichardt, 1977; Costa *et al.*, 1988).

Los carábidos poseen un tamaño corporal desde 1 a 70 mm. La forma de su cuerpo puede ser plana o muy convexa, existiendo gran variedad de formas; asimismo, la coloración varía desde totalmente negra a vivos colores metálicos, pero la mayoría es negra o parda oscura. (Roig-Junent y Domínguez, 2001).

Se caracterizan porque su metamorfosis es holometábola o completa. Se divide en las siguientes etapas: huevo, larva, pupa e insecto adulto o imago (Arias, 2000).

Los carábidos son insectos muy abundantes en ecosistemas húmedos, siendo su diversidad menor en ambientes templados áridos. Pueden pertenecer principalmente a tres grupos ecológicos: higrófilos, que viven en los bordes de arroyos o estanques; arborícolas, que viven en troncos u hojas; y geófilos, que viven en el suelo sin estar asociados al agua. (Erwin, 1985).

La familia Carabidae presenta variaciones debidas a adaptaciones al hábitat. Así, pueden encontrarse modificaciones del plan morfológico general que facilitan su capacidad para correr, excavar o nadar. Estos insectos, utilizan además mecanismos como relojes internos, ciclos circadianos, captación de la presencia de algas o percepción de sustancias volátiles para la

elección de condiciones de hábitat favorables. Dentro de los principales factores limitantes que inciden en el óptimo desarrollo de las poblaciones de carábidos están la temperatura, la humedad, la disponibilidad de alimento, la presencia de competidores y las estaciones climáticas (Thiele, 1977; Nagel, 1979; Lövei y Sunderland, 1996).

La importancia del vuelo en las especies de carábidos, radica en la necesidad de emigración bajo circunstancias medioambientales adversas; la pérdida de la facultad del vuelo es producto de fuerzas de selección que actúan, ya sea en parte de la población, o en la totalidad de los miembros de una especie. Ésta se manifiesta directamente sobre la reducción de la talla de las alas y/o del metatórax, la fusión de élitros, o sobre los músculos que permiten el vuelo (Brandmayr, 1983, 1991; Ball y Currie, 1997).

Existe presión constante de la selección natural sobre el poder de dispersión de las especies de Carabidae, manifestándose sobre los genes que regulan dicha capacidad. La braquiptería es un carácter dominante de las comunidades, donde sólo individuos homocigóticos recesivos presentan capacidad de vuelo, y es entonces esta presión natural la que determina la formación de nuevas especies y la extinción de otras (Brandmayr, 1983; 1991).

**2.1.2 Hábitos alimenticios.** La mayoría de los adultos de Carabidae son depredadores nocturnos, generalistas de artrópodos o huevos de insectos, existiendo algunas especies fitófagas, de las tribus Zabryini y Harpalini. (Moore, 1979; Martínez, 2005).

Hengeveld (1980) divide dos grandes grupos de carábidos según esta característica: los Harpalinos y los Carabinas. Los primeros, son el grupo más reciente de carábidos, y está integrado por especies generalistas y los Carabinae, más antiguos, presentan especies depredadoras especialistas.

Dentro de los Carabinae se distinguen dos grandes grupos de especies, unos especializados en colémbolos y otros, los Carabiini, especializados en caracoles y lombrices de tierra. Las preferencias alimenticias parecen estar relacionadas con características anatómicas, fisiológicas, morfológicas externas, ópticas y etológicas (Martínez, 2005).

Se sabe que las larvas son principalmente depredadores, algunas comen frutos o semillas, otras son comensales de hormigas y otras son ectoparásitas que comen pupas de coleópteros, cáscaras de huevos de insectos o miriápodos juveniles (Roig-Juñent, 1998; Erwin, 1985).

**2.1.3 Especies en Chile.** Recientemente Roig-Juñent y Domínguez (2001) señalan que esta familia estaría representada en Chile por 21 tribus, 95 géneros y 365 especies, de las cuales 6 tribus son relictuales, y 18 géneros y 204 especies son de carácter endémico.

El conocimiento taxonómico de Carabidae en Chile es adecuado; sin embargo, es necesaria la confección de catálogos actualizados. Para ello, es imprescindible estudiar exhaustivamente las ricas colecciones existentes en el país y otras del extranjero y la realización de viajes de colecta en áreas deficientemente conocidas (Roig-Juñent y Domínguez, 2001).

Según Peña (2006), entre los géneros más notables figuran *Cnemalobus*, con varias especies de gran tamaño y oscuros colores. Entre los más hermosos se menciona la especie *Cnemalobus peñai* (Negre), de color azul eléctrico y hallada solamente en las terrazas costeras del norte de Los Vilos, en Coquimbo. Otro género notable por la hermosura de sus especies es *Ceroglossus*, de los cuales se conocen 7 especies. Estos hermosos insectos habitan los bosques y se encuentran por lo general bajo palos secos, desde Santiago hasta el extremo sur del continente. En bosques de *Nothofagus* o en quebradas de la precordillera con diversa vegetación. Una especie muy característica y habitante de la zona central es el *C. chilensis* (Esch.). Otra es *C. valdiviae* (Hope), conocido también de la zona central y hasta Chiloe. Una muy interesante es el *C. sutaralis* (Fabr.), que vive en las islas del extremo sur del continente. *Calosoma* es otro género, con dos especies: *C. vagans* (Dej.) y *C. rufipennis* (Dej.), el primero de amplia distribución y el segundo propio de la zona norte del país y del Perú. Otros géneros son *Creobius*, con la especie *C. eydouxii* Uer., conviviente con *Ceroglossus*. Hay varias especies distribuidas en muchos géneros, como *Paramecus*, *Nothaphus*, *Ferionomorpha*, *Notholopha*, *Metius*, *Feroniola*, *Momodromius*, y otros.

**2.1.4. Investigaciones de carábidos en Chile.** Es una familia no muy bien estudiada, faltando mucha investigación por hacer, sobre todo en el campo de la distribución y biología de estos insectos (Peña, 2006).

Se destaca los aportes realizados por Grez *et al.*, (2004) quienes estudiaron el efecto de la fragmentación sobre las especies de coleópteros en alfalfa. Barbosa y Marquet (2002), estudiaron el efecto de la fragmentación sobre los coleópteros del relicto forestal Fray Jorge. Jiroux (2006), actualiza el estatus taxonómico del género *Ceroglossus* en el país. Roig-Juñent y Domínguez (2001), en su estudio, informan acerca de la diversidad de la familia Carabidae en Chile.

## **2.2. Importancia del grupo en Chile.**

Los adultos son omnívoros, depredadores o carnívoros, destacándose en el control biológico de plagas. Se caracterizan por ser corredores, cuando son perturbados se esconden rápidamente. Muchas especies no pueden volar. Muchos son enteros o parcialmente negros, y otros son brillantemente coloreados. Las antenas son generalmente filiformes, insertas entre los ojos y las mandíbulas; los elitros son estriados (Moore, 1979; Arias, 2000).

**2.2.1. Controladores biológicos.** El género *Calosoma* es el más importante en programas de control de plagas, como es el caso de *Calosoma sycophanta* L., especie muy estudiada en Europa en el control de diversas plagas, y que fue llevada desde Europa a Estados Unidos para el control de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* S., Lepidoptera, Thaumetopoeidae) (Gschwantner *et al.*, 2002; Kanat y Toprak, 2005; Kanat y Ösbolat, 2006). A pesar de la reconocida importancia de esta familia en el control de plagas, en Chile aún no ha sido estudiado.

**2.2.2. Bioindicadores.** El estudio de la fauna de insectos proporciona información sobre el estado de los ecosistemas, su productividad y los niveles de contaminación acuática y atmosférica, puesto que interacciones como intercambios genéticos, biomasa y energía transferidas en los ecosistemas, se encuentran directamente relacionadas con las poblaciones de

insectos (Brown, 1991). Es importante la identificación de especies de insectos indicadoras de los diferentes tipos de ecosistemas, que mediante monitoreos periódicos, registren su continuidad en el tiempo (Nilsson *et al.*, 1994).

Al ser depredadores se sitúan en la cima de la pirámide trófica, esto les permite vivir en ecosistemas oligotróficos, poco apropiados para otros insectos. El relativamente buen grado de conocimiento taxonómico de esta familia permite comparar los resultados y sacar conclusiones a partir de estudios faunísticos de zonas con diferente grado de presión antropogénica. Todas estas razones les hacen unos bioindicadores perfectos del estado medioambiental (Anichtchenko, 2006). Los primeros trabajos sobre la utilización de carábidos como bioindicadores fueron propuestos por Freitag *et al.*, (1973) y Luff (1996), en la evaluación del impacto que producen las prácticas agrícolas sobre el ecosistema, así como sobre el estado general de conservación del mismo. El mayor valor como bioindicadores lo poseen las especies con incapacidad de vuelo o con capacidad de dispersión limitada. Esta propiedad ha permitido el desarrollo de los denominados índices bióticos, basados en la tolerancia de los diferentes especies de invertebrados a la contaminación u otras agresiones antropogénicas (Chandler, 1970; Barton y Metcalfe-Smith, 1992; Camargo, 1993).

Piezzolotto (1994) considera cinco características de las comunidades de carábidos como indicadores del grado de perturbación de un ecosistema, proponiendo el cálculo de un índice compuesto de dichas variables, IFV, para indicar el valor faunístico del ecosistema. Los cinco parámetros considerados son la capacidad de dispersión, la diversidad, la presencia de especies endémicas, la presencia de especies en el límite de la distribución y la presencia de especies zooespermófagas.

Para la fauna de carábidos, las zonas con gran amenaza para la biodiversidad en general tienen pocas de sus especies (Walsh *et al.*, 1993). Cada especie tiene su propio índice de tolerancia, el cual varía con respecto a las distintas sustancias tóxicas, y por lo tanto, tiene que ser considerada de manera individualizada (Anichtchenko, 2006).

Existen variados trabajos a nivel mundial donde se ha utilizado los carábidos como bioindicadores. Se mencionan algunos a continuación:

Trabajo realizado en La Sierra Nevada De Santa Marta, Colombia, utilizando trampas de caída (pitfall) y métodos de recolección manual en sitios de bosque nativo y de plantaciones de coníferas. Los resultados de composición y distribución de la fauna recolectada muestran diferencias entre las trampas utilizadas en cada sitio de muestreo a lo largo del perfil altitudinal, al igual que diferencias en abundancia de especies. Concluyendo: El 97% del total de las poblaciones de carábidos fue recolectado en zonas de bosque; no se encontraron especies de carábidos en las plantaciones de pino; en los cafetales el registro de especies se limitó a tres: *Paratachys sp.*, *Glyptolenus chalybeus* Dejean, 1831 y *Notiobia sp.*, las cuales pueden considerarse como bioindicadoras de alteración en bosques nativos por acción antrópica (Camero, 2003).

Van Essen (1994) propone un método para evaluar la calidad del hábitat basado en el número de especies de carábidos con clara preferencia por ambientes oligotróficos. Szyszko *et al.*, (2000) utilizan los carábidos como indicadores del estado sucesional de los bosques polacos, holandeses y alemanes. Utilizan un índice, biomasa de los individuos media (MIB), definido como la suma de la biomasa de todos los carábidos de una muestra dividida por el número total de individuos. Szyszko *et al.* (2000), encuentran un aumento del índice con el progreso de la sucesión (citado por Pardo, 2003).

En Europa se han desarrollado numerosos trabajos sobre efectos de los diferentes manejos agrícolas y forestales en la diversidad de los carábidos desde el punto de vista de su importancia como controladores naturales de plagas y su conservación (Loreau, 1988; Fournier *et al.*, 1998; Lock *et al.*, 2001; Pearmann *et al.*, 2002; Purtauf *et al.*, 2005; Jopp y Reuter, 2005; Thébault y Loreau 2005; De la Poza *et al.*, 2005). En Estados Unidos Hooper *et al.*, (2005) demostraron los efectos negativos que han tenido las diferentes actividades del hombre sobre los ecosistemas y su acción negativa sobre la fauna de carábidos.

En Chile, en la Región de La Araucanía, sólo se ha realizado dos trabajos en que se utilizan los carábidos como bioindicadores. El primero consistió en evaluar el efecto de la aplicación de biosólidos provenientes de tratamientos de aguas servidas en un cultivo de trigo. Concluyendo que los biosólidos no tienen efecto negativo sobre la fauna de carábidos (Canuillan, 2009). El segundo, evaluó el efecto del uso de cubiertas sintéticas sobre las comunidades de carábidos en un huerto arándanos bajo manejo orgánico. En donde los resultados sugieren que la incorporación de material vegetal a las cubiertas sintéticas mejora la capacidad de albergar carábidos y por tanto mejora los procesos de regulación biológica de plagas, especialmente en sistemas bajo manejo orgánico (Ganter, 2010).

### **2.3. Efecto de la quema de rastrojos en artrópodos.**

Para evaluar estos cambios producidos por las perturbaciones en un ecosistema, se debe tomar en cuenta los diferentes niveles organizacionales que lo integran, los artrópodos han sido ampliamente reconocidos por su importancia dentro del ecosistema. (Castañeda *et al.*, 2007).

Según Finnamore (1996), el 64% de la diversidad global faunística está constituida por los mismos, constituyendo la infraestructura invisible que dirige la dinámica del ecosistema, por lo tanto es una importante fuente de información, con una resolución muy fina al medir las perturbaciones, pudiendo ser complementada con la de otros organismos.

Komarek (1962), sostiene que el fuego es una gran fuerza rejuvenecedora de la naturaleza. Sin ella, la sucesión vegetal y animal sería retardada de modo tal que la tierra estaría cubierta de comunidades decadentes. Se trata del conocido hecho de que los ecosistemas, mientras más se acercan al clímax, al tiempo que incrementan su organización disminuyen su productividad neta, con lo que la cosecha que de ellos se puede extraer también disminuye sensiblemente.

En el trabajo, Respuesta a la quema en los pastizales del sudeste de Idaho, las abundancias relativas de hormigas y escarabajos requirieron de tres a cinco años para regresar a los niveles de población existentes antes de la quema, concluyendo que la quema daña el ecosistema matando la microfauna del suelo (Nelle *et al.*, 2000).

La quema con fuego de baja intensidad, empleada en los bosques secos de eucaliptos en el Sudeste de Australia, también afecta de manera drástica a los invertebrados reduciendo significativamente el número de arácnidos, ácaros, pseudoescorpiones, colémbolo, hemípteros, coleópteros, hormigas y larvas de insectos que habitan en la hojarasca (York, 1999). Sin embargo, las cucarachas (Blattodea), grillos y saltamontes (Orthoptera), fueron evaluados en un ecosistema similar en el Oeste de Australia, presentando una alta subsistencia a la tala y a la quema. Los cambios en la estructura de la comunidad causada por las perturbaciones impuestas fueron mínimas y por corto tiempo (Abbott *et al.*, 2003).

Aunque se conocen muy bien los efectos negativos de la quema de rastrojos, tales como reducción de materia orgánica del suelo en forma de CO<sub>2</sub>, muerte de fauna y microorganismos del suelo, degradación de las propiedades físicas, aumento del riesgo de inundaciones, y encostramiento o sellado de la superficie del suelo, entre otros, la quema es una práctica muy arraigada entre los productores de cereales en Chile (Mellado, 2007).

Esto se explica porque la cantidad de rastrojo producido en algunas sementeras es tan abundante, que llega a constituir un problema en la preparación de suelo para el establecimiento del cultivo siguiente, especialmente cuando se siembra en cero labranza sin quema de rastrojo, ya que muchas veces la capa de residuos muy espesas dificultan la llegada de la semilla hasta el suelo (Mellado, 2007).

Estudios realizados en Perú, indican que la quema de pastizales no tiene un efecto significativamente negativo sobre los microorganismos del suelo, bajo la condición experimental conducida. Los elementos minerales y las características del suelo tampoco se vieron afectadas por la quema controlada realizada en la zona (Torres *et al.*, 2004, Castañeda *et al.*, 2007).

#### **2.4. Efecto de la incorporación de rastrojos.**

El incorporar residuos de un cultivo es una manera de devolver al suelo parte de los minerales que han sido extraídos por el cultivo (Mellado 2007).

Se recomienda al incorporar rastrojo aplicar Nitrógeno adicional para acelerar la descomposición y disminuir la relación C/N. Otra práctica que ayuda es el picado del rastrojo, debido a que con ello aumenta el contacto de los trozos de paja con la humedad ambiental, con el suelo y eventualmente con los fertilizantes que se agreguen para su transformación (Mellado, 2007).

La humedad ayuda a la descomposición de la paja y con el tiempo se tiene la ventaja que en seco por ejemplo los productores han incorporado riego y luego de la cosecha se da la posibilidad de mojar la paja para ayudar a actuar mejor algunos microorganismos como hongos y bacterias (Mellado, 2007).

La aplicación de residuos al suelo conlleva una serie de beneficios físicos, biológicos y nutritivos, como mejorar su estructura y capacidad de infiltración (Roose y Barthes, 2001), producir un incremento en los organismos del suelo por la incorporación de materia orgánica como fuente energética (Vetterlein y Hüttl, 1999), aportar nutrientes liberando nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, entre otros (Tang y Yu, 1999), reducir la erosión hídrica y eólica y disminuir el contenido de aluminio potencialmente fitotóxico (Vetterlein y Hüttl, 1999).

La adición de residuos al suelo promueve el desarrollo de todo tipo de microorganismos, sean éstos de vida libre o simbióticos (Kabir *et al.*, 1997). La aplicación de restos de cosecha en suelos ácidos adquiere especial importancia por la acción del residuo que disminuye la actividad fitotóxica del aluminio (Borie y Rubio, 1999).

En el trabajo de Riquelme (2010), se evaluó el efecto de la incorporación de diferentes cantidades de residuo de cosecha y algunas variables químicas, físicas y biológicas de un suelo Andisol en La Región de la Araucanía, se concluyó que esta práctica mejoró significativamente la estabilidad de agregados y densidad aparente del suelo, además que la incorporación de residuos incrementó el K intercambiable del suelo, mejoró la estabilidad de agregados y densidad aparente del suelo.

Según Clark *et al*, (1997) las prácticas de manejo y las características del hábitat pueden influir fuertemente en la abundancia de especies de carábidos, así como también afectan la estructura de las comunidades.

La evolución de diferentes artrópodos en la transición de los sistemas tradicionales con laboreo a los sistemas de siembra directa, indica que las poblaciones de algunas especies aumentan y otras disminuyen, siendo que en general los enemigos naturales se encuentran en el primer grupo (Luff, 1993).

El manejo de rastrojo y de malezas, tienen incidencia directa en la evolución de muchas especies de enemigos naturales. Medidas de manejo de rastrojos como la quema, retiro o pulverización con agroquímicos, afectan más a las poblaciones de los habitantes de la superficie, entre ellos muchos enemigos naturales, que a las plagas del suelo (Andow, 1991).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación de los ensayos.**

El ensayo se situó en el campo Experimental Maquehue de la Universidad de La Frontera, ubicado en la comuna de Freire, región de La Araucanía, a 15 kilómetros de la ciudad de Temuco. Su ubicación geográfica es 38° 50' latitud Sur y 72° 42' longitud Oeste.

Para llevar a cabo el muestreo, se instalaron trampas pitfall en ensayos donde se evalúa el efecto de la incorporación de residuo de cosecha, el cual lleva 6 años consecutivos sometándose a una rotación de trigo-avena. La temporada 2009-2010, en que fue llevado a cabo el muestreo, correspondió a incorporación de residuo de cosecha de trigo de la temporada anterior y el cultivo establecido fue de avena.

#### **3.2. Antecedentes generales de los ensayos.**

Las características del suelo son de tipo Andisol, presenta una topografía casi plana a suave ondulada con pendiente entre 0 a 1 %, levemente profundos con alto contenido de M.O. (CIREN, 2002).

El clima predominante en la zona de estudio es mediterráneo frío, con una temperatura media anual de 12 °C. El período libre de heladas corresponde a los meses de enero y febrero. El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual promedio de 1.328 mm, siendo junio el mes más lluvioso. La estación seca se encuentra entre los meses de noviembre a marzo (Rouanet, 1983).

El diseño experimental de la siembra de avena fue de bloque completamente aleatorizado, con 6 tratamientos, con 0, 2, 4, 6, 8 y 10 toneladas de residuo incorporado y cuatro repeticiones utilizando parcelas de 2 x 6 metros, equivalentes a 12 m<sup>2</sup>.

Para incorporar el residuo, se preparó previamente el suelo en los primeros 20 cm. con rastra de discos y vibrocultivador. Posteriormente se procedió a incorporar residuos previamente picados al suelo, el 7 de febrero del 2009.

La siembra se realizó el día 6 de septiembre con la variedad de avena SUPERNOVA INIA, con una fertilización base de 108 unidades de Nitrógeno más 92 unidades de Fósforo.

El manejo fitosanitario. Primera aplicación el día 17 de octubre, para el control de áfidos pirimicarb\* (PIRIMOR®). Segunda el día 19 de noviembre, para el control de áfidos lambdacihalotrina\* (KARATE®) y por último el 26 de noviembre, donde se aplicó herbicida tritosulfuron + dicamba\* (ARRAT®) para el control de malezas hoja ancha. Para el control de enfermedades fúngicas se utilizó prothioconazole + tebuconazole\* (PROSARO®).

Para llevar a cabo el muestreo se instalaron trampas pitfall en ensayos de avena con incorporación de residuos y tres trampas adicionales frente al ensayo, en un cultivo de avena con quema tradicional.

Las trampas fueron instaladas el día 20 de diciembre del año 2009, siendo la primera recolección el día 20 de enero del año 2010, las siguientes recolecciones fueron los días 18 de febrero, 25 de febrero, 4 de abril respectivamente.

### **3.3. Muestreo.**

Se utilizaron trampas de caída tipo Pitfall, consistentes en, vasos plásticos de 400 ml con una altura de 15 cm, diámetro de 7 cm enterrados a ras de suelo, a modo de techos se utilizaron platos de aluminio sujetos sobre alambre, el objetivo del techo era evitar caída de material inerte

y lluvia. El vaso fue llenado a tres cuartos de su capacidad con una solución de formalina al 10% con agua y detergente. Este último, para romper la tensión superficial, de esta manera el insecto cae y muere inmediatamente además que se conserva sin deterioro alguno, hasta ser retirados de las trampas.

En cada parcela se instalaron 2 trampas a distancia de 2 metros lejos de los extremos y tres en un cultivo con roce ubicado en frente del ensayo (Figura1).



**Figura1.** Vista general de las trampas.

La recolección del material, debido a condiciones climáticas, se realizó en 4 ocasiones. Los insectos reunidos fueron dispuestos en frascos plásticos de 80 ml con alcohol al 70%, trasladados al laboratorio de entomología aplicada de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de La Universidad de La Frontera y luego refrigerados para su posterior análisis.

### **3.4 Tratamientos y diseño experimental.**

El diseño experimental para este estudio fue de bloque completamente aleatorizado, con 6 tratamientos y 4 repeticiones. En cada parcela se instalaron 2 trampas y en el cultivo de avena con roce fueron tres las trampas instaladas (Anexo 1a).

Para analizar los datos, se dividieron en tres tratamientos. El primero, correspondió a cero toneladas que se utilizó como control, ya que en este no se incorporó ni quemó rastrojo. El segundo, correspondió a quema, es decir, las muestras recolectadas del cultivo de avena donde se eliminaron los rastrojos a través de la quema. El último tratamiento correspondió a incorporación, donde se reunieron todos los datos de las distintas dosis de acumulación. En este último tratamiento, se compararon entre sí las distintas dosis de acumulación, 2, 4, 6, 8 y 10 toneladas para lograr comprender si hay diferencias entre ellas.

### **3.5 Procedimiento y determinación de las muestras.**

El material inicialmente fue lavado y separado para ser determinado. Se utilizaron para la identificación muestras del museo de entomología de La Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de La Universidad de La Frontera.

### **3.6. Índice de diversidad.**

Los tratamientos fueron analizados con el programa Biodiversity Pro (software libre) para obtener la Diversidad alfa, método propuesto para medir la diversidad dentro de las comunidades, y así obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, siendo recomendable cuantificar el número de especies y su representatividad (Moreno, 2001).

Se analizaron los siguientes índices:

Riqueza específica (S) corresponde al número total de especies identificadas (Moreno, 2001).

Abundancia (N) lo cual hace referencia al número de individuos recolectados, sin distinguir entre especies (Moreno, 2001).

Abundancia Relativa (AB%) corresponde al porcentaje relativo de las diferentes especies en relación a total muestreado (Moreno, 2001).

$$AB\% = \frac{n_i}{N} * 100$$

Donde:

$n_i$ : Número total de individuos por especie muestreadas.

$N$ : Número total de de individuos de todas las especies.

AB%: Abundancia relativa.

Índice de Dominancia de Simpson, manifiesta la probabilidad de dos individuos tomados al azar sean de la misma especie (Moreno, 2001)

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde  $p_i$  corresponde a la abundancia de la especie,  $i$  al número de la especie dividido entre el total de individuos de la muestra.

El índice de diversidad de Shannon relaciona la riqueza de especies de una comunidad con su equidad. Este último índice se incrementa cuando hay un mayor número de especies en una comunidad y también cuando las especies están representadas de forma más equitativa dentro de la misma (Moreno, 2001).

Diversidad máxima ( $H'$  Máx.) mide la diversidad de las especies de la muestra, si todas las especies tuvieran igual abundancia (Krebs, 1985).

Homogeneidad ( $J'$ ) corresponde a la igualdad de la distribución en las distintas especies.

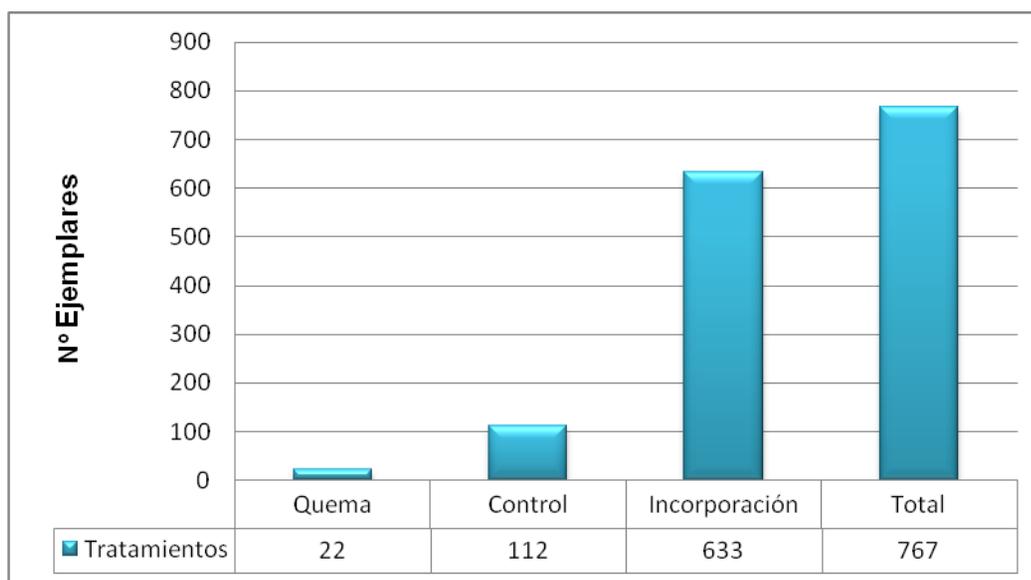
### **3.7. Análisis estadístico.**

Se realizó a través del software SPSS en español. Para llevar a cabo el análisis de los datos cuantitativos fueron llevados a una planilla Microsoft Excel y posteriormente analizados. El análisis se realizó a través de prueba no paramétrica de Friedman, que sirve para comparar  $J$  promedios poblacionales cuando se trabaja con muestras relacionadas y, de esta manera obtener si existen diferencias significativas entre los tratamientos (Litle y Hills, 1998; Ruiz y Pardo, 2005).

## 4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Especies de carábidos capturados.

Se recolectó un total de 767 ejemplares pertenecientes a los tres tratamientos, siendo el tratamiento con incorporación el que obtuvo mayor número de carábidos y menor número, el tratamiento quema (Figura 2).



**Figura 2.** Cantidad total de ejemplares capturados y por tratamiento.

En total se identificaron 23 especies, siendo el género *Trirammatus* el que presentó el mayor porcentaje de ejemplares capturados, obteniendo un 59,6% del total, correspondiente a 457 ejemplares. Coincidiendo con Canuillan (2009) y Ganter (2010), quienes indican en sus trabajos que el género *Trirammatus* presentó el mayor porcentaje de capturas, concluyendo que estas especies son muy características de sistemas agrícolas.

Los géneros más abundantes fueron *Trirammatus* en primer lugar, seguido por *Metius* y en tercer lugar *Ceroglossus*. Los dos primeros tienen la capacidad de volar y el último es una especie que no presenta capacidad de vuelo. Para los primeros se explica que tienen una alta capacidad, en caso de perturbaciones como aplicación de plaguicidas, de migración de su ecosistema y también de volver a colonizar el lugar (Bravo, 2009).

En cada uno de los tratamientos la especie más colectada fue *Trirammatus unistriatus*, con un total de 377 individuos, que correspondió al 49,2% de las especies capturadas. En cada tratamiento se repitió esta especie como la más recolectada (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Porcentaje de especies más abundantes por tratamientos.**

Especie	Quema %	Control %	Incorporación %	Total %
<i>Trirammatus unistriatus</i> D.	50,0	49,1	49,1	49,2
<i>Metius</i> sp.	22,7	28,6	12,2	14,9
<i>Trirammatus striatula</i> F.	0,0	6,3	8,4	7,8
<i>Ceroglossus chilensis gloriosus</i> G.	9,1	4,5	4,6	4,7
<i>Bradycellus</i> sp.	0,0	0,0	4,4	3,7
<b>Total %</b>	<b>81,8</b>	<b>88,4</b>	<b>74,2</b>	<b>76,5</b>

Se registró la especie *Calosoma vagans* con un total de seis ejemplares equivalentes a un 0,8% del total de la población capturada, no deja de ser importante, ya que este género es utilizado como controlador de diversas plagas (Gschwantner *et al.*, 2002; Kanat y Toprak, 2005; Kanat y Ösbolet, 2006). Morón y Terrón (1988), indican que larvas de *Calosoma* sp. depredan a larvas de lepidópteros y otros artrópodos del suelo. La alta actividad de *Calosoma* es importante en la regulación de algunas especies fitófagas (larvas de noctuidos), que se encuentran infestando las sementeras de cereales durante los meses de diciembre y enero (Alarcón, 1997), meses que coinciden con el alto número y actividad de individuos colectados en cultivos de trigo y avena (Carrasco, 2002).

Se encontraron ocho larvas correspondiendo al 1% del total de los ejemplares recolectados, debido a la escasa información de estados inmaduros de carábidos en Chile no fue posible su identificación.

El efecto de la aplicación de productos fitosanitarios según Chiverton (1984) y Rosenstein *et al* (2007) pudo haber incidido en la cantidad de carábidos capturados, ya que al aplicar productos fitosanitarios, elimina a todos los insectos sin discriminar si son benéficos o plagas. Aunque este efecto no fue evaluado es importante mencionarlo como una posible causa de menor población de especies capturadas.

La cantidad de ejemplares recolectados y la totalidad de especies dependió de la capacidad de vuelo de estas, ya que la importancia del vuelo en las especies de carábidos, radica en la necesidad de emigración bajo circunstancias medioambientales adversas; la pérdida de la facultad del vuelo es producto de fuerzas de selección que actúan, ya sea en parte de la población, o en la totalidad de los miembros de una especie (Brandmayr, 1983, 1991; Ball y Currie, 1997). Es por esto que las especies que presentaron mayor cantidad de ejemplares se debió a su capacidad de vuelo, ya que al verse sometida a alguna presión antropogénica tienen la facultad de poder huir y, luego que pase el peligro, volver a recolonizar (Bravo, 2009). Esta característica de la capacidad de vuelo es de gran importancia, ya que cuando se realiza la quema de rastrojos también mueren todo tipo de organismos, incluyendo los insectos con incapacidad de vuelo y solo los que pueden volar logran huir del peligro.

#### 4.2. Diversidad de carábidos por tratamientos

Según Alonso y Camargo (2005), existen índices bióticos que suelen ser específicos para un tipo de contaminación y/o región geográfica, y se basan en el concepto de organismo indicador. Para obtener los resultados de diversidad de esta familia los datos de cada tratamiento fueron sometidos a un análisis de diversidad, indicando la calidad de ese ecosistema.

El tratamiento con incorporación fue el que presentó mayor índice de abundancia (N) y riqueza específica (S) teniendo 23 especies y con una abundancia de 633 individuos (Cuadro 2). Harwood *et al.*, (2009) señalan que el incremento en la diversidad de presas es fundamental para mantener altas poblaciones de carábidos esto explica por qué se obtuvo un mayor índice de diversidad en el tratamiento con incorporación, ya que al aumentar la cantidad de materia orgánica en el suelo favorece todo tipo de organismo incluidos los artrópodos.

El tratamiento quema fue el que mostró menor índice de riqueza específica (S) y de abundancia (N) obteniendo 5 especies y 22 individuos, estos valores se ven respaldados al calcular el índice de diversidad Shannon - Wiener ( $H'$ ) siendo para quema, incorporación y control los valores 0,57, 0,632, 0,840 respectivamente (Cuadro 2). Los valores obtenidos se deben a que en ambientes donde hay gran disponibilidad de insectos plagas como fuente de alimento, pero una baja disponibilidad de presas alternativas debido a una menor diversidad de invertebrados, los depredadores generalistas, como los carábidos, tienden a disminuir su abundancia (Harwood *et al.*, 2009).

El tratamiento que presentó mayor homogeneidad ( $J'$ ) fue quema, con un índice de 0,816 y el que obtuvo menor homogeneidad fue el tratamiento con incorporación con un índice ( $J'$ ) de 0,617. Esto indica que en el tratamiento quema existió mayor igualdad de distribución de las especies y para incorporación el menor, ya que solo *Trirammatus unistrustus* presentó alrededor del 49,2% del total de los ejemplares recolectados. El tratamiento que mostró mayor dominancia fue control con un índice (S) de 0,326. Esto quiere decir que es el tratamiento control el que obtuvo la mayor probabilidad de tomar dos individuos al azar y que estos sean de la misma especie (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Índices de diversidad para cada tratamiento.

Parámetros	Quema	Control	Incorporación
Abundancia (N)	22	112	633
Riqueza específica (S)	5	10	23
Índice Dominancia Simpson ( $\lambda$ )	0,299	0,326	0,274
Índice de diversidad Shannon - Wiener ( $H'$ )	0,57	0,632	0,84
Índice máximo teórico ( $H'$ Máx.)	0,699	1	1,362
Homogeneidad ( $J'$ )	0,816	0,632	0,617

Se obtuvo mayor abundancia y riqueza específica en el tratamiento incorporación y menores índices en el tratamiento quema, coincidiendo con Walsh *et al* (1993) quienes aseguran que para la fauna de carábidos, las zonas agrícolas donde se aplica el roce, tienen pocas especies de esta familia.

Hooper *et al.*, (2005) demostraron los efectos negativos que han tenido las diferentes actividades del hombre sobre los ecosistemas y su acción negativa sobre la fauna de carábidos. Esto indica que mientras menos intervención tenga el hombre sobre un ecosistema habrá mayor abundancia y riqueza específica de carábidos, es por esto que hubo mayores índices en tratamientos con incorporación y menores índices en quema.

Según el índice de Shannon - Wiener ( $H'$ ), el valor mayor se obtuvo en el tratamiento incorporación, para el tratamiento control un valor medio y el menor valor obtenido fue para el tratamiento quema. Coincidiendo estos resultados con Ganter (2010), quien indica que al incorporar material vegetal a cubiertas sintéticas aumenta la capacidad de albergar carábidos y por tanto mejora además procesos de regulación biológica de plagas.

### 4.3. Efecto de la incorporación de rastrojos en carábidos.

Los resultados obtenidos entre el tratamiento incorporación frente al tratamiento quema, arrojaron un valor de significancia de 0,046, esto indica que hay diferencia significativa entre ambos tratamientos (Anexo 1f). Indicando que es el tratamiento incorporación quien presenta mayor presencia de carábidos que el tratamiento quema. Esto coincide con Kabir *et al.* (1997) y Mellado (2001), quienes aseguran que la incorporación de rastrojos es una buena medida agronómica que favorece el desarrollo de todo tipo de organismos encontrándose entre ellos los artrópodos.

El tratamiento quema obtuvo los valores más bajos de diversidad y una diferencia significativa entre los tratamientos quema frente a incorporación. Según Spieles y Horn (1998), la presencia o no de presas afecta positiva o negativamente la postura de huevos y su viabilidad, señalando como ejemplo que la capacidad reproductiva de *Calosoma sycophanta* declina significativamente cuando el número de presas es limitado, es por esto que en el tratamiento quema los valores son bajos ya que existe poca disponibilidad de alimento y la capacidad reproductiva de los carábidos depende de esto.

Al comparar el tratamiento quema frente al tratamiento control resultó un valor de significancia de 0,046. Esto quiere decir que hay diferencia significativa, entre las poblaciones de un cultivo donde se quema frente a uno donde no existe roce ni incorporación (Anexo 1d). Según York (1999) esta acción, donde no existió incorporación y quema, tiene un efecto favorable debido al aumento de insectos benéficos, situación que se dio en el presente estudio.

Al comparar control frente a incorporación, el valor de significancia fue de 0,463, por lo tanto no hay diferencia significativa entre tratamientos de incorporación de rastrojos con el tratamiento control. (Anexo 1e).

Por último se compararon dentro del tratamiento incorporación las distintas dosis de acumulación de residuos, esto dio como resultado un valor de significancia de 0,571, por lo tanto no hay

diferencias importantes, entre las distintas dosis de acumulación de residuos (Anexo 1g). Esto quiere decir que no existe mayor incidencia en la población de insectos entre distintas dosis de acumulación de residuos.

York (1999), en Australia, asegura que la quema empleada en los bosques secos de eucaliptos afecta de manera drástica a los invertebrados reduciendo significativamente el número de coleópteros y larvas de insectos que habitan en la hojarasca, coincidiendo con los datos obtenidos en esta investigación, ya que existen diferencias significativas entre los tratamientos con quema frente a control.

Abbott *et al* (2003) evaluaron cucarachas (Blattodea), grillos y saltamontes (Orthoptera), en el oeste de Australia, presentando una alta subsistencia a la tala y a la quema. Los cambios en la estructura de la comunidad causada por las perturbaciones impuestas fueron mínimas y por corto tiempo. Castañeda *et al.*, (2007), aseguran que la quema controlada de pastizales no tiene un efecto negativo en la comunidad de artrópodos. Aunque en estos trabajos no fueron evaluados, los carábidos muestran que no hay mayor daño entre las especies de artrópodos frente a una quema, esto contradice los resultados obtenidos, la diferencia significativa se debió a que en este estudio se compararon ambos manejos de residuos.

Vetterlein y Hützl (1999), mencionan que la incorporación de rastrojos produce un incremento de los organismos del suelo por aumento de materia orgánica como fuente energética, esto explica que debido al hábito de alimentación de los carábidos, existirá mayor cantidad de estos donde hay incorporación por un aumento de presas (Martínez, 2005).

Mathews *et al.* (2002), aseguran que la incorporación de materia orgánica al suelo es una estrategia fundamental para el aumento de las poblaciones de saprófagos los que constituyen un alimento alternativo fundamental para muchos depredadores epigeos como los carábidos. Esto quiere decir que la incorporación de rastrojos tuvo un efecto positivo en cuanto a la cantidad de especies y de ejemplares encontrados comparándolos con el tratamiento donde existe quema de rastrojos.

Luff (1986), indica que las especies que se presentan juntas en un hábitat tienen tolerancia similar para ciertas condiciones ambientales, lo que les permite actuar como indicadores de condiciones particulares del ambiente, como son la estructura del suelo, la vegetación, el microclima y el pH, las principales variables abióticas que afectan el carácter y distribución de la fauna del suelo. Esto quiere decir que la evaluación de este manejo a través de la fauna de carábidos es confiable ya se encontraron mayores índices de diversidad y por lo tanto respalda que la incorporación de rastrojos es una medida agronómica que debe reemplazar a la quema por los beneficios que presenta.

Altieri (1983), indica que adiciones altas de materia orgánica, una adecuada rotación de cultivos y un reciclaje eficiente de nutrientes, confieren estabilidad a las poblaciones de insectos y otras plagas, esto quiere decir que el manejo que se le está dando al ensayo de incorporación, favorece la presencia de insectos plagas y benéficos ocasionando un equilibrio entre ellos para no llegar al daño económico.

## 5. CONCLUSIONES

Se determinaron 767 ejemplares de carábidos, los cuales estaban divididos en 23 especies: El tratamiento que mostró mayor índice de diversidad y abundancia fue el tratamiento con incorporación de rastrojos. Por el contrario, el que obtuvo menor índice de abundancia y diversidad de especies fue el tratamiento con quema.

La especie más abundante correspondió a *Trirammatus unistriatus*, con un total de 377 individuos, que corresponde al 49,2% del total de especies capturadas. El tratamiento que presentó menor diversidad y abundancia de especies corresponde al tratamiento quema, por lo tanto el hecho de no quemar y además incorporar los residuos provoca un aumento de la población de insectos benéficos como los carábidos.

El índice de diversidad fue mayor en el tratamiento de incorporación, en segundo lugar el control y por último quema, esto quiere decir que es benéfica la incorporación de residuos evaluados a través de la diversidad de carábidos. Además que este método favorece la presencia de enemigos naturales controladores de diversas plagas.

Los manejos que se realizan en el ensayo de incorporación como rotación de cultivos, incorporación de rastrojos y un reciclaje eficiente de nutrientes, favorecen la presencia de insectos plaga y así también insectos benéficos controladores de estas.

Los carábidos, según los índices obtenidos, permiten discriminar calidad del manejo de un cultivo. Es importante tener en cuenta la importancia de esta familia e incentivar su investigación y utilización.

## 6. RESUMEN

La familia Carabidae, es una de las familias más estudiadas dentro de los artrópodos. Entre las razones que motivan este interés, están sus patrones de distribución, la importancia económica, su relación con la vegetación y su respuesta rápida ante los cambios de presión antropogénica.

Es una familia bioindicadora, ya que su presencia indica el estado de conservación de los suelos y el grado de contaminación del ambiente. En nuestra región la quema de rastrojos es una medida agronómica recurrente para deshacerse de los rastrojos dejados por la producción de grano de manera rápida, ya que estos residuos son un inconveniente para establecer el siguiente cultivar.

Una medida antagónica a la quema es la incorporación de los residuos al suelo, es necesario evaluar los cambios que se producen en el ecosistema, se debe tomar en cuenta los diferentes niveles organizacionales que lo integran y los carábidos han sido ampliamente reconocidos por su importancia dentro del ecosistema y lograr obtener si la incorporación de rastrojos es una medida ventajosa frente a la quema.

En un ensayo de incorporación de residuos se instalaron trampas pitfall con el objeto de evaluar la diversidad de especies de Carábidos en distintas dosis de acumulación de residuos de trigo en un cultivo de avena (*Avena sativa* L.), además fueron instaladas en un cultivo tradicional de avena con quema para lograr una comparación entre estos distintos manejos.

Las hipótesis para esta investigación fueron: existe mayor abundancia y diversidad de carábidos en los tratamientos donde existe incorporación de rastrojos y que es posible evaluar el impacto que provocan distintos manejos en un cultivo a través de los carábidos.

El objetivo general es evaluar la diversidad y abundancia de especies de carábidos en tratamientos con y sin acumulación de residuos de trigo y objetivos específicos son: determinar

las especies y abundancia de carábidos recolectadas para cada tratamiento y evaluar la biodiversidad de carábidos en incorporación de residuos frente a la quema.

La muestra se dividió en tres tratamientos: el primero correspondió a quema, el segundo a control y último a incorporación.

Como resultados se obtuvo una diferencia significativa de la biodiversidad de carábidos comparando un cultivo de avena con quema (convencional) frente a uno con incorporación de residuos según prueba no paramétrica de Friedman.

Se registraron un total 767 ejemplares de 23 especies en donde destacaron por su abundancia los generos *Trirammatus*, *Metius* y *Ceroglossus*. Fue el género *Trirammatus* el que presentó mayor abundancia relativa (59,6%), por lo tanto el solo hecho de no quemar indica que existe menor grado de daño en el ecosistema, ya que los mayores índices de diversidad se encontraron en los tratamientos incorporación y control donde no existe roce. El mayor índice de diversidad se encontró en el tratamiento incorporación.

Es posible utilizar carábidos como bioindicadores y estos permiten discriminar calidad del manejo en un cultivo. Es importante tener en cuenta la importancia de esta familia e incentivar la investigación y su utilización.

La práctica de incorporación de residuos de trigo en un cultivo de avena, es adecuada y menos dañina para el ecosistema, basándose en el análisis de presencia de carábidos como bioindicadores.

## 7. SUMMARY

Carabidae family is one of most studied inside the arthropods. Between the reasons that motivates this interest are it bosses of distribution, it economic importance, it relationship with vegetation, and it fast answer to anthropogenic pressure changes.

An antagonistic measure to burning is the incorporation of residues to the soil, it is necessary to evaluate the changes that take place in the ecosystem, it is necessary to bear in mind the different levels of organization that integrate it, and the carábidos have been widely recognized by its importance inside the ecosystem and manage to obtain if the incorporation of stubbles is a profitable measure on front of the burning.

In a test of incorporation of residues pitfall traps were installed in order to evaluate the diversity of Carabids's species in different doses of accumulation of residues of wheat in a farm of oats (*Avena sativa* L.), in addition they were installed in a traditional farming of oats by burning to achieve a comparison between these different managing.

The hypotheses for this investigation were: there is a major abundance and diversity of carabids in treatments where exists incorporation of stubbles and is possible to evaluate the impact that different managings make in a farm through the carabids.

The hypothesis for this study was: there is a greater abundance and diversity of beetles in treatments where there is incorporation of stubble and it is possible to assess the impact that different management in a culture through the carabids.

The main objective is to evaluate the diversity and abundance of species of carabids in treatments with and without accumulation of residues of wheat and specific aims were to determine the

species and abundance of carabids gathered for every treatment and to evaluate the biodiversity of carabids in incorporation of residues opposite to the burning

The sample was divided into three treatments: the first one was burned, the second and final control to incorporation.

The result obtained was a significant difference of the biodiversity of carabids comparing a farm of oats with burning (conventional), opposite to one with incorporation of residues according to the not parametric test of Friedman.

There were registered a total of 767 copies of 23 species where stood out for its abundance kinds of *Trirammatus*, *Metius* and *Ceroglossus*. The kind *Trirammatus* was the one that presented major relative abundance (59,6%), therefore the only fact of not burn indicates that there is a minor degree of hurt to the ecosystem, since the major indexes of diversity were in the treatments of incorporation and control where fret does not exist. The major index of diversity was in the treatment incorporation.

It is possible to use carabids as bioindicators and these allow discriminating against quality of managing in a farm. It is important bear in mind the importance of this family and to stimulate the investigation and its utilization.

The practice of incorporation of residues of wheat in a farm of oats is adapted and less harmful to the ecosystem, being based on the analysis of presence of carabids as bioindicators.

## 8. LITERATURA CITADA

**Abbott I., Burbidge T., Strehlow K., Mellican A. y Wills A.** 2003. Logging and burning impacts on cockroaches, crickets and grasshoppers, and spiders in Jarrah forest, Western Australia. *Forest Ecology and Management*. Australia. 174: 383-399.

**Alonso, A. y Camargo, J.** 2005. Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas (España)*. 3: 87-99.

**Alarcón, R.** 1997. Respuesta numérica y comportamiento de depredador de especies de carábidos. Tesis M.Sc. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 120 p.

**Altieri, M.** 1983. Agroecology: The scientific basis of alternative agriculture. Division of Biological Control, University of California, Berkeley. 162 p.

**Andow, D.** 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annu. Rev. Entomol.*, 36:562-586.

**Aneshansley D., Eisner T., Widom J. y Widom B.** 1969. Biochemistry at 100° C: explosive secretory discharge of bombardier beetles (*Brachinus*). *Science (EEUU)*. 165:61-63.

**Anichtchenko A.**, 2006, Estudio del orden *Coleoptera* en las marismas de Txingudi, Sociedad de Ciencias Aranzadi (España). 54p.

**Arias T.** 2000. Coleópteros de Chile, 1° edición. Ocho Libros Editores. Santiago Chile. 209p.

**Ball, G. y Currie, D.** 1997. Ground beetles (Coleoptera: Trachypachidae and Carabidae) of the Yucon: geographical distribution, ecological aspects and origin of the extinct fauna. Insects of the Yucon. H. V. Danks and J. A. Downes (Eds.). Biological Survey of Canada. Annals of the Entomological Society of America. Ottawa, Canada. 6:951-959.

**Barbosa, O. y P. Market** 2002. Effects of forest fragmentation on the beetle assemblage at the relict foresto f Fray Jorge, Chile. *Ecologia (Chile)*. 132:296-306

**Barton, D. y Metcalfe-Smith, J.** 1992. A comparison of sampling techniques and summary indices for assessment of water quality in the Yamaska River, Québec, based on benthic macroinvertebrates. *Environmental Monitoring and Assessment(Canada)* 21: 225-244.

**Borie, F. and Rubio R.** 1999. Effects of arbuscular mycorrhizae and liming on growth and mineral acquisition on aluminum-tolerant and aluminum-sensitive barley cultivars. *J. Plant Nutr. (Chile)*. 22:121-137.

**Borrer, D., Triplehorn C. y Johnson N.** 1989. An introduction to the study of insects. 6° edition. Sarenders. College Publishing. 875 p.

**Bravo, R. y Loza, A.** 2009. Predadores de plagas en cultivos andinos del altiplano Peruano *CienciAgro*. 1 (4): 124-129.

**Brandmayr, P.** 1983. The main axes of the coenoclineal continuum from macroptery to brachyptery in carabid communities of the temperate zone. Report 4th Symp. *Carab*.81: 147-169.

**Brandmayr, P.** 1991. The reduction of metathoracic alae and of dispersal power of carabid beetles along the evolutionary pathway into the mountains. Form and function in zoology. G. Lanzavecchia and R. Valvassori Eds. Selected Symposia and Monographs U.Z.I. Mucchi Modena. 363-378p.

**Brown, K.** 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. The conservation of insects and their habitats. In Collins N., J. Thomas (Editors). The conservation of insects and their habitats. Academic Press, London . Chap 14, 350-423.

**Camargo, J.** 1993. Macrobenthic surveys as a valuable tool for assessing freshwater quality in the Iberian Peninsula. Environmental Monitoring and Assessment (España) 24: 71-90.

**Camero R.** 2003. Caracterización de la fauna de carábidos (Coleóptera: Carabidae) en un perfil altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta-Colombia. Revista Académica de ciencia Colombiana. (Colombia) 27 (105): 491- 516.

**Canuillan A.** 2009. Efecto de la aplicación de biosólidos provenientes de tratamientos de aguas servidas sobre la fauna benéfica de carábidos (Coleóptera, Carabidae) en trigo en La Araucanía, Chile. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 19p.

**Carrasco S.** 2002. Biología de *Calosoma vagans* (Dejean) (Coleoptera: Carabidae). Tesis Grado de Licenciado en Agronomía .Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 131p.

**Castañeda C., Arellano C. y Sánchez I.** 2007 Efecto de una quema controlada en los artrópodos epígeos de pasturas en la sais Túpac Amaru, Junín – Perú. Ecología. Aplicada (Perú) 6:47-58.

**CIREN.** 2002. Estudio Agroelógico. Descripciones de suelos materiales y símbolos. IX Región. CIREN (Centro de Información de Recursos Naturales). Chile. 122, 360 p.

**Costa C., Vanin S. y Casari-Chen S.** 1988. Larvas de Coleoptera do Brasil. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, Brasil, 282 p.

**Chandler, J.** 1970. A biological approach to water quality management. Water Pollution Control 69: 415-421.

**Chiverton, P.** 1984. Pitfall-trap catches of the carabid beetle *Pterostichus melanarius*, in relation to gut contents and prey densities in insecticide treated and untreated spring barley. *Entomol. exp. Appl. Holanda.* 36: 23-30.

**Clark M., Stuart, G. and Spence, J.** 1997. Habitats and management associated with common ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in Michigan agricultural landscape. *Environ. Entomol. E.E.U.U.* 26(3): 519-527.

**De La Poza, M., Pons, X., Farinos, G., López, C., Ortego, F., Eizaquirre, M., Castañera, P. and Albajes R.** 2005. Impact of faro-scale Bt Maite on abundance of predatory arthropods. *Crop Protection (Spain).* 24:677-684.

**Elgueta M. y Arriagada G.** 1989. Estado actual del conocimiento de los coleópteros de Chile (Insecta: Coleoptera). *Revista Chilena de Entomología (Chile).*17: 5-60.

**Erwin, T.** 1985. The taxon pulse: a general pattern of lineage radiation and extinction among carabid beetles. In: Ball GE (edition) *Taxonomy, phylogeny and biogeography of beetles and ants.* Dr. W. Junk Publisher, The Hague, The Netherlands. 437- 488p.

**Finnamore A.** 1996. The advantages of using arthropods for ecosystem management. Abrief prepared on behalf of the Biological Survey of Canada. 11p.

**Fournier, E., Loreau, M. and Havet, P.** 1998. Effects of new agricultural management practices on the structure and diversity of ground-beetle communities (Coleoptera: Carabidae). *Gibier Faune Sauvage. Game Wild.* Vol 15. 43-53p.

**Freitag, R., Hastings, L., Mercer, W. y Smith, A.,** 1973. Ground beetle populations near a kraft mill. *Can. Ent.* 105: 299-310.

**Ganter A.** 2010, Efecto del uso de cubiertas sintéticas sobre las comunidades de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en un huerto arándanos bajo manejo orgánico. Tesis Grado De Magíster. La Universidad De La Frontera. Temuco, Chile.43p.

**Grez, A., Zaviezo, T. y Reyes S.** 2004. Short-term effects of habitat fragmentation on the abundance and species richness of beetles in experimental alfalfa micro-landscapes. Rev. Chi. His. Nat. (Chile).77(3): 547-558

**Gschwantner, T., Hoch, G. y Schopf A.** 2002. Impact of predators on artificially augmented populations of *Lymantria dispar* L. pupae (Lep., Lymantriidae). Journal of Applied Entomology 126(2-3):66-73.

**Harwood, J., Phillips, S., Lello, J., Sunderland, K., Glen, D., Bruford, M., Harper, G. and Symondson, W.** 2009. Invertebrate biodiversity affects predator fitness and hence potential to control pests in crops. Biological Control 51(3):499-506.

**Hengeveld R.** 1980. Food specialization in ground beetles: an ecological or phylogenetic process? (Coleoptera, Carabidae). Netherlands Journal of Zoology 30(4):585-894.

**Hooper, D., Chapin, F., Ewel, J., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J., Lodge, D., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A., Vandermeer, J. and Wardle, D.** 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. Ecological Monographs. 75(1): 3-35.

**Jiroux, E.** 2006. Le genre *Ceroglossus*. Collection Systematique Vol. 14. Magallanes. France. 173p.

**Jopp, F. and Reuter H.** 2005. Dispersal of carabid beetles-emergence of distribution patterns. Ecological modelling 186:389-405

**Kabir, Z., Halloran Y., Fyles, J. and Hamel, C.** 1997. Seasonal changes of arbuscular mycorrhizal fungi affected by tillage practices and fertilization: hyphal density and mycorrhizal root colonization. *Plant Soil*. 192:285-293.

**Kanat, M. y Toprak O.** 2005. Determination of Some Characteristic of *Calosoma sycophanta* L. (Coleoptera: Carabidae) *Turk. J. Zool.* 29:71-75

**Kanat, M. and Osbolat, M.** 2006. Mass Production and Release of *Calosoma sycophanta* K L. (Coleoptera: Carabidae) Used against the Pine Processionary Moth, *Thaumetopoea pityocampa* (Schiff.) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) in Biological control. *Turk. J. Zool.* 20:181-185p.

**Komarek E.** 1962. Fire ecology Proc. Lst. Ann. Tall Timbres Fire ecological conference. Tallahassee. Florida. 95-107p.

**Krebs, Ch.** 1985. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. Segunda Edición. Instituto Ecológico de Recursos Animales. Universidad de Columbia Británica. D.F. (México) 753p.

**Litle, T. y Hills, F.** 1998. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2º edición. Editorial Trillas. Mexico. 272p.

**Lock, K., Desender, K. and Janseen, C.** 2001. Effects of metal contamination on the activity and diversity of carabid beetles in an ancient Pb-Zn mining area at Plombières (Belgium). *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 99:355-360

**Loreau, M.** 1989. Coexistence of Temporally Segregated Competitors in a Cyclic Environment. *Theoretical Population Biology*. Academic Press. New York. Vol 36. N°2

**Lövei, G. and Sunderland, K.** 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review Entomology*. 41: 231- 256.

**Luff, M.** 1986. Aggregation of some carabidae in pitfalls traps. In: Carabid Beetles their adaptations and dynamics. Den Boer, P.; Luff, M.; Mossakowowski, D.; Weber, F. (eds.) Gustav Fisher. New York. 385-398p.

**Luff, M. y Woiwod, I.** 1993. Insects as indicators of land-use change: a european perspective, focusing on months and ground beetles. Changes in land use. In: Harrington, T.; Stork, N. E. Edition. Insects in a changing environment. London: Adademic Press. 399.422p.

**Luff, M.** 1996. Use of Carabids as environmental indicators in grasslands and cereals. *Annales Zoologici Fennici*. 33: 185-195.

**Martínez, C.** 2005. Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleoptera) de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 546p.

**Mathews, C., Bottrell, D. and Brown, M.** 2002. A comparison of conventional and alternative understory management practices for apple production: multitrophic effects. *Applied Soil Ecology*. 21(3):221-231.

**Mellado M.** 2007, El trigo en Chile. Cultura, Ciencia y Tecnología, Colección Libros INIA N°. 21. 684 p.

**Moore, B.** 1979. Chemical composition of the defensive secretion in *Dyschirius* Bonelli (Coleoptera: Carabidae: Scaritinae) and its taxonomic significance. *J. Aust. Ent. Soc.* 18:123-125.

**Moreno, C.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T Manuales y Tesis SEA, volumen1. Zaragoza, España. 84p.

**Morón, M. y Terrón, R.** 1988. Entomología práctica. Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, médica, forestal y ecológica de México. Instituto de Ecología, A.C. México. 501p.

**Nagel, P.** 1979. The classification of Carabidae. On the evolution of behavior in carabid beetles. P. J. Den Boer, H. V. Thiele and F. Weber (editors.). Miscellanius Papers 18. Landbowhog School Wageningen. Netherlands. 222p.

**Nelle P., Reese K. and Connelly J.** 2000. Long-term effects of fire on sage grouse habitat. Journal of Range Management. 53: 586-591.

**Niemelä J.** 1996. From systematics to conservation-carabidologist do it. Annales Zoologici Fennici. 33: 1-4.

**Nilsson, S., Arup, V., Baranowski, R. and Ekmons, S.** 1994. Tree dependent lichens and beetles as indicators in conservation forest. Conservation Biology. 9 (5): 1208-1215

**Pardo M.** 2003. Revisión de indicadores ambientales aplicados a La Laguna Del Mar Menor. Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia.14p.

**Pearmann, W., Adis, J., Stock, N. and Da Fonseca, C.** 2002. The structure of Ground Beetle Assemblages (Coleoptera: Carabidae) at Fruit Falls of Melastomataceae Trees in a Brazilian Terra Firme Rain forests. Biothropica. 34 (3):368-375

**Peña L.** 2006. Introducción al estudio de los insectos de Chile, editorial universitaria, séptima edición.252p.

**Piezzolotto, R.** 1994. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as a tool for environmental management: a geographical information system based on carabids and vegetation for the Karst near Trieste (Italy). In: Desender, K. *et al.* (Editors.), Carabid beetles: ecology and evolution. Kluwer Academic Publishers, Holanda. 343-351p.

**Purtauf, T., Roschewitz, I., Dauber, J., Thies, C., Tscharnike, T. and Wolters, V.** 2005. Landscape context of organic and conventional farms: Influences on carabid beetle diversity. *Agriculture Ecosystems and Environment* 108: 165-174

**Reichardt H.** 1977. A Synopsis of the Genera of Neotropical Carabidae (Insecta: Coleoptera). *Quaestiones Entomologicae* 13(4):346-493.

**Riquelme C.** 2010. Efecto de la incorporación de diferentes cantidades de residuos de cosecha de avena en la producción de trigo (*Triticum aestivum* L.) y algunas variables químicas, físicas y biológicas de un suelo Andisol de La Región de La Araucanía. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Frontera .Temuco, Chile. 66p.

**Roig-Juñent S.** 1998. Carabidae. En: Morrone JJ & S Coscarón (eds) Biodiversidad de artrópodos argentinos, un enfoque biotaxonómico. Ediciones Sur, La Plata, Argentina. 194-209p.

**Roig-Juñent, S. y Domínguez, M.** 2001. Diversidad de la familia Carabidae (Coleoptera) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 74:549-571

**Roose, E., and Barthes, B.** 2001. Organic matter management for soil conservation and productivity restoration in Africa: a contribution from Francophone research. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 61:159-170.

**Rosenstein S., Bulacio L., Escolá F., Guilani S. and Paleno M.,** 2007. Prácticas y representaciones acerca del “riesgo”: el uso de productos fitosanitarios en la agricultura. *Revista Theomai*, Quilmas, Argentina. 15,20p.

**Rouanet, J.** 1983. Clasificación agroclimática Novena Región, Macroárea II. Segunda aproximación. Investigación y Progreso Agropecuario. INIA Carillanca, Chile 2, 23-26.

**Ruiz, D. y Pardo, M.** 2005. Análisis de datos con SPSS 13 Base. McGraw-Hill. Interamericana de España, S.A. 1ª ed., 1ª imp. 624p.

**Spieles, D. y Horn, D.** 1998. The importance of prey for fecundity and behavior in the Gypsy Moth (Lepidoptera:Lymantriidae) predator *Calosoma sycophanta* (Coleoptera:Carabidae). Environ. Entomol. E.E.U.U. 27(2):458-462.

**Szyszko, J., Vermeulen, H., Klimaszewski, K., Abs, M. and Schwerk, A.** 2000. Mean Individual Biomass (MIB) of ground beetles (Carabidae) as an indicator of the state of the environment. In: Brandmayr et al. (Eds.), Natural History and Applied Ecology of Carabid Beetles: 289-294p.

**Tang, C. and Yu, Q.** 1999. Impact of chemical composition of legume residues and initial soil pH on pH change of a soil after residue incorporation. Plant and Soil. 215: 29-38.

**Thébault, E. and Loreau, M.** 2005. Trophic Interactions and the Relationship Between Species Diversity and Ecosystem Stability. The American Naturalist. 16(4):95-114

**Thiele, H.** 1977. Carabid beetles in their environments: a study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. Springer-Verlag, Berlin, Germany.360 p.

**Thompson R.** 1979. Larvae of North American Carabidae with a key to the tribes. In: Erwin TL, GE Ball & DR Whitehead (eds) Carabid beetles, their evolution, natural history, and classification. The Netherlands. 209-291p.

**Torres, D., Quiroz, R. y Juscamaita, J.** 2004 Efecto de una quema controlada sobre la población microbiana en suelos con pasturas en la SAIS Tupac Amaru - Junín, Perú. *Ecología aplicada*. 3(1-2):139-147.

**Van Essen, S.** 1994. A method to evaluate the condition of heathlands by using catches of carabid beetles. In: Desender, K. et al. (Editors.), *Carabid beetles: ecology and evolution*. 383-386p.

**Vetterlein, D. and Hüttl, R.** 1999. Can applied organic matter fulfill similar functions as soil organic matter? Risk-benefit analysis for organic matter application as a potential strategy for rehabilitation of disturbed ecosystems. *Plant and Soil*. 213:1-10.

**Walsh, P., Day, K., Leather, S. and Smith, A.** 1993. The influence of soil type and pine species on the carabid community of a plantation forest with a history of pine beauty moth infestation. *Forestry*. 135-146 p.

**York, A.** 1999. Long-term effects of frequent low-intensity burning on the abundance of litter-dwelling invertebrates in coastal blackbutt forests of southeastern Australia. *Journal of Insect Conservation*. 3: 191-199.

# **ANEXOS**

**Anexo 1a. Mapa de trampas pitfall en ensayo y cultivo de avena con quema.**

Ensayo de incorporación de Rastrojos									
IV	○ 4 TON	○ 6 TON	○ 0 TON	○ 8 TON N/25 C/RES	○ 8 TON N/25 SIEMB	○ 10 TON	○ 2 TON	○ 8 TON	○ 8 TON N/26 Z:21
III	○ 8 TON N/26 Z:21	○ 8 TON N/25 SIEMB	○ 2 TON	○ 8 TON	○ 10 TON	○ 6 TON	○ 0 TON	○ 8 TON N/25 C/RES	○ 4 TON
II	○ 10 TON	○ 8 TON	○ 8 TON N/25 C/RES	○ 8 TON N/25 SIEMB	○ 8 TON N/26 Z:21	○ 4 TON	○ 2 TON	○ 6 TON	○ 0 TON
I	○ 0 TON	○ 2 TON	○ 4 TON	○ 6 TON	○ 8 TON N/25 C/RES	○ 8 TON N/25 SIEMB	○ 8 TON N/26 Z:21	○ 8 TON	○ 10 TON
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Cultivo de avena con quema									
			○		○			○	

### Anexo 1b. Datos de cada muestreo.

20/01/2010	0 ton	2 ton	4 ton	6 ton	8 ton	8 ton siemb	8 ton c/res	8 ton Z21	10 ton	control
<i>Ceroglossus chilensis gloriosus</i> G.	3	0	1	0	0	1	1	0	0	0
<i>Ceroglossus chilensis</i> E.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trirammatus striatula</i> F.	4	1	2	0	4	3	0	3	3	0
<i>Trirammatus chalceus</i> D.	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0
<i>Trirammatus aerea</i> D.	1	1	2	0	0	0	3	4	0	0
<i>Trirammatus unistriatus</i> D.	9	3	3	10	6	7	3	7	11	1
<i>Metius sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Metius sp2</i>	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0
<i>Metius sp4</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metius sp5</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Mimodromius cyanipennis</i> B.	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Tetragonoderus viridis</i> D.	1	1	2	0	2	0	0	2	0	0
<i>Trechisibus sp1</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp2</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp3</i>	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Trechisibus sp4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Memaglossa brevis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mimodromites nigrotestaceus</i> S.	0	1	4	0	1	1	2	2	2	2
<i>Bradycellus sp1</i>	0	3	3	1	6	5	1	0	4	0
<i>Bradycellus sp2</i>	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
<i>Androcella fasciata</i> S.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parhypates chilensis</i> D.	0	0	2	3	2	1	0	1	0	0
<i>Sistolosoma breve</i> S.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sistolosoma lateriticum</i> N.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aemalodera limbata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cyanatarsus andinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Tropopterus duponcheli</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calosoma vagans</i> D.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Troposis marginicollis</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>3</b>

18/02/2010	0 ton	2 ton	4 ton	6 ton	8 ton	8 ton siemb	8 ton c/res	8 ton Z21	10 ton	control
<i>Ceroglossus chilensis gloriosus</i> G.	1	2	1	2	4	1	1	3	4	1
<i>Ceroglossus chilensis</i> E.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trirammatus striatula</i> F.	1	18	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>Trirammatus chalceus</i> D.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trirammatus aerea</i> D.	0	0	0	2	0	0	0	1	2	0
<i>Trirammatus unistriatus</i> D.	12	0	15	7	19	10	11	10	21	1
<i>Metius sp1</i>	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metius sp2</i>	0	1	1	2	0	1	0	1	1	0
<i>Metius sp4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metius sp5</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Mimodromius cyanipennis</i> B.	0	2	0	1	1	1	0	1	6	0
<i>Tetragonoderus viridis</i> D.	2	3	1	2	0	0	4	2	0	0
<i>Trechisibus sp1</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp3</i>	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp4</i>	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Memaglossa brevis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mimodromites nigrotestaceus</i> S.	0	0	0	0	1	0	2	3	0	0
<i>Bradycellus sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bradycellus sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Androcella fasciata</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parhypates chilensis</i> D.	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sistolosoma breve</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sistolosoma lateriticum</i> N.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aemalodera limbata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cyanatarsus andinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tropopterus duponcheli</i> S.	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
<i>Calosoma vagans</i> D.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Troposis marginicollis</i> S.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>18</b>	<b>33</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>36</b>	<b>2</b>

<b>25/02/2010</b>	<b>0 ton</b>	<b>2 ton</b>	<b>4 ton</b>	<b>6 ton</b>	<b>8 ton</b>	<b>8 ton siemb</b>	<b>8 ton c/res</b>	<b>8 ton Z21</b>	<b>10 ton</b>	<b>control</b>
<i>Ceroglossus chilensis gloriosus</i> G.	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
<i>Ceroglossus chilensis</i> E.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Trirammatus striatula</i> F.	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Trirammatus chalceus</i> D.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trirammatus aerea</i> D.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Trirammatus unistriatus</i> D.	7	2	5	10	6	5	4	6	6	0
<i>Metius sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metius sp2</i>	3	1	0	2	2	0	1	0	1	0
<i>Metius sp4</i>	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0
<i>Metius sp5</i>	1	0	0	1	2	0	0	0	2	0
<i>Mimodromius cyanipennis</i> B.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Tetragonoderus viridis</i> D.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Memaglossa brevis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mimodromites nigrotestaceus</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bradycellus sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bradycellus sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Androcella fasciata</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parhypates chilensis</i> D.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sistolosoma breve</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sistolosoma lateriticum</i> N.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aemalodera limbata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyanatarsus andinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tropopterus duponcheli</i> S.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calosoma vagans</i> D.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Troposis marginicollis</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larvas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>0</b>

04/04/2010	0 ton	2 ton	4 ton	6 ton	8 ton	8 ton siemb	8 ton c/res	8 ton Z21	10 ton	control
<i>Ceroglossus chilensis gloriosus</i> G.	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
<i>Ceroglossus chilensis</i> E.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Trirammatus striatula</i> F.	2	2	2	1	2	3	3	1	0	0
<i>Trirammatus chalceus</i> D.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trirammatus aerea</i> D.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trirammatus unistriatus</i> D.	27	14	14	11	17	24	18	16	10	9
<i>Metius sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metius sp2</i>	3	0	1	2	3	1	2	0	0	0
<i>Metius sp4</i>	8	3	3	1	5	5	4	1	0	5
<i>Metius sp5</i>	14	0	2	2	1	0	2	1	0	0
<i>Mimodromius cyanipennis</i> B.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tetragonoderus viridis</i> D.	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Trechisibus sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trechisibus sp4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
<i>Memaglossa brevis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mimodromites nigrotestaceus</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bradycellus sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bradycellus sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Androcella fasciata</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parhypates chilensis</i> D.	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sistolosoma breve</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sistolosoma lateriticum</i> N.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aemalodera limbata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyanatarsus andinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tropopterus duponcheli</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calosoma vagans</i> D.	1	0	0	0	2	1	0	0	1	0
<i>Troposis marginicollis</i> S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larvas	0	0	3	1	0	0	1	1	0	1
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>17</b>

**Anexo 1c. Especies por tratamientos y porcentajes de participación.**

<b>Especie</b>	<b>Quema</b>	<b>%</b>	<b>Control</b>	<b>%</b>	<b>Incorporación</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<i>Ceroglossus chilensis gloriosus</i> G.	2	9,1	5	4,5	29	4,6	36	4,7
<i>Ceroglossus chilensis</i> E.	0	0,0	0	0,0	3	0,5	3	0,4
<i>Trirammatius striatula</i> F.	0	0,0	7	6,3	53	8,4	60	7,8
<i>Trirammatius chalceus</i> D.	0	0,0	0	0,0	3	0,5	3	0,4
<i>Trirammatius aerea</i> D.	0	0,0	1	0,9	16	2,5	17	2,2
<i>Trirammatius unistriatus</i> D.	11	50,0	55	49,1	311	49,1	377	49,2
<i>Metius</i> sp.	5	22,7	32	28,6	77	12,2	114	14,9
<i>Mimodromius cyanipennis</i> B.	0	0,0	1	0,9	16	2,5	17	2,2
<i>Tetragonoderus viridis</i> D.	0	0,0	4	3,6	21	3,3	25	3,3
<i>Trechisibus</i> sp.	0	0,0	4	3,6	19	3,0	23	3,0
<i>Memaglossa brevis</i>	0	0,0	0	0,0	1	0,2	1	0,1
<i>Mimodromites nigrotestaceus</i> S.	3	13,6	0	0,0	19	3,0	22	2,9
<i>Bradycellus</i> sp.	0	0,0	0	0,0	28	4,4	28	3,7
<i>Androcella fasciata</i> S.	0	0,0	0	0,0	1	0,2	1	0,1
<i>Parhypates chilensis</i> D.	0	0,0	2	1,8	14	2,2	16	2,1
<i>Sistolosoma breve</i> S.	0	0,0	0	0,0	1	0,2	1	0,1
<i>Sistolosoma lateriticum</i> N.	0	0,0	0	0,0	1	0,2	1	0,1
<i>Aemalodera limbata</i>	0	0,0	0	0,0	2	0,3	2	0,3
<i>Cyanatarsus andinus</i>	0	0,0	0	0,0	1	0,2	1	0,1
<i>Tropopterus duponcheli</i> S.	0	0,0	0	0,0	4	0,6	4	0,5
<i>Calosoma vagans</i> D	0	0,0	1	0,9	5	0,8	6	0,8
<i>Troposis marginicollis</i> S.	0	0,0	0	0,0	1	0,2	1	0,1
Larvas	1	4,5	0	0,0	7	1,1	8	1,0
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100</b>	<b>112</b>	<b>100</b>	<b>633</b>	<b>100</b>	<b>767</b>	<b>100</b>

## Anexo 1d. Pruebas no paramétricas para quema versus control

### Estadísticos descriptivos

#### Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
Control	4	28,00	20,183	12	57	13,25	21,50	49,25
Quema	4	5,50	7,767	0	17	,50	2,50	13,50

#### Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
CONTROL	2,00
Quema	1,00

#### Estadísticos de contraste(a)

N	4
Chi-cuadrado	4,000
gl	1
Sig. asintót.	,046

a Prueba de Friedman

## Anexo 1e. Pruebas no paramétricas para incorporación y control

#### Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
Control	4	28,00	20,183	12	57	13,25	21,50	49,25
Incorporación	4	19,75	7,719	9	27	11,75	21,50	26,00

#### Rangos

	Rango promedio
Control	1,75
Incorporación	1,25

#### Estadísticos de contraste(a)

N	4
Chi-cuadrado	1,000
gl	1
Sig. asintót.	,317

a Prueba de Friedman

### Anexo 1f. Pruebas no paramétricas para incorporación frente a quema.

#### Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Incorporación	4	19,75	7,719	9	27
QUEMA	4	5,50	7,767	0	17

#### Rangos

	Rango promedio
Incorporación	2,00
QUEMA	1,00

#### Estadísticos de contraste(a)

N	4
Chi-cuadrado	4,000
gl	1
Sig. asintót.	,046

a Prueba de Friedman

### Anexo 1g. Pruebas no paramétricas para incorporación y distintas dosis

#### Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
2 ton	4	17,25	11,147	4	31	6,75	17,00	28,00
4 ton	4	20,25	9,032	7	26	10,75	24,00	26,00
6 ton	4	18,75	2,217	16	21	16,50	19,00	20,75
8 ton	4	20,25	8,655	9	30	11,75	21,00	28,00
10 ton	4	21,75	10,436	11	36	13,00	20,00	32,25

#### Rangos

	Rango promedio
2 ton	1,88
4 ton	3,50
6 ton	3,13
8 ton	3,00
10 ton	3,50

#### Estadísticos de contraste(a)

N	4
Chi-cuadrado	2,923
gl	4
Sig. asintót.	,571

a Prueba de Friedman

Anexo 1g. Fotos de especies de carábidos determinadas.



Imagen 1. *Calosoma vagans* D



Imagen 2. *Ceroglossus chilensis gloriosus* G.



Imagen 3. *Metius* sp.



Imagen 4. *Trirammatus unistriatus* D.