

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

**Composición de los gremios de artrópodos en sistemas
vegetales monoespecíficos y poliespecíficos de trébol blanco
(*Trifolium repens* L.) y ballica italiana (*Lolium multiflorum*
Lam.)**

Tesis presentada como parte
de los requisitos para optar al
grado de Licenciado en
Agronomía.

ALEJANDRO ALBERTO CORDERO VEAS
VALDIVIA-CHILE
2008

PROFESOR PATROCINANTE

Roberto Carrillo L.

Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

PROFESORES INFORMANTES:

Ricardo Fuentes P.

Ing. Agr., M. Sc.

Oscar Balocchi L.

Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

INSTITUTO DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD VEGETAL

Agradecimientos

En forma especial a mi profesor patrocinante, Dr. Roberto Carrillo Llorente, quien supo aterrizar y dar forma a este trabajo. El punto de partida de esta investigación fue la inquietud personal por desarrollar desde las ciencias básicas estrategias para alcanzar una agricultura sostenible.

A mi Mamá y hermanos por el amor y el constante apoyo en cada proyecto emprendido. A mi Papá, a quien recuerdo por brindar tranquilidad en momentos difíciles y por enseñarme a vivir consciente del día a día. A las familias Veas y Cordero porque todos han ayudado de distinta manera en mi formación profesional, y porque vibran con nuestros logros.

A Carolina por su criterio amplio y sensato que nos ha permitido comunicarnos sin distancia en este proceso. Por lo que hemos construido y lo que podemos construir como pareja.

A Angélica, Marcela y Alejandro por estar a mi lado y apoyar todas las iniciativas personales que nacieron en paralelo al trabajo de tesis. Sin duda serán momentos que se recordarán con mucho cariño. A mis amigos, con quienes comparto sueños, proyectos de vida, pasiones y puntos de vista. Cada conversación es un elemento que forma criterio y también es consejo para alcanzar la felicidad.

A todos con quienes compartí en el Laboratorio de Entomología del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal de la UACH, en especial a Leticia Silvestre quien fue mi guía en el proceso de identificación taxonómica. A Sylvia Oettinger por toda la ayuda brindada.

ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Pérdida de ecosistemas y conservación de la biodiversidad	3
2.2	Diversidad y composición vegetal	4
2.2.1	Diversidad vegetal	4
2.2.2	Número de especies y composición vegetal	5
2.2.3	Grupos funcionales	6
2.2.3.1	Trébol blanco y Ballica italiana	6
2.3	Comunidades de artrópodos	7
2.4	Gremios de artrópodos	7
2.4.1	Fitófagos	8
2.4.2	Depredadores	8
2.4.3	Parásitos	8
2.4.4	Detritívoros (descomponedores)	9
2.5	Efecto de la composición vegetal sobre los gremios tróficos	9
2.5.1	Efecto sobre la riqueza de especies	10
2.5.2	Efecto sobre la abundancia de especies	10
3.	MATERIAL Y MÉTODO	12
3.1	Material	12
3.1.1	Ubicación del área de ensayo	12
3.1.2	Material biológico	12
3.1.3	Instrumentos	12

3.1.3.1	Luxímetro	12
3.1.3.2	Termohigrómetro	13
3.1.3.3	Trampa de caída.	13
3.1.3.4	Red entomológica	13
3.1.3.5	Trampas de intercepción	13
3.1.3.6	Embudo Berlese	14
3.1.4	Fertilizantes	14
3.1.5	Enmiendas	14
3.1.6	Herbicidas	15
3.1.7	Otros materiales y equipos	15
3.2	Método	15
3.2.1	Tamaño de la parcela	16
3.2.2	Época de siembra	16
3.2.3	Diseño experimental	16
3.2.4	Sistema de siembra	16
3.2.5	Distribución espacial de los tratamientos en el terreno	17
3.2.6	Fertilización	18
3.2.7	Aplicación de enmienda	18
3.2.8	Control de malezas	18
3.2.9	Determinación de la riqueza y abundancia de especies por gremios	18
3.2.9.1	Captura de artrópodos	19
3.2.9.2	Conservación de las muestras	19
3.2.9.3	Clasificación por gremios	19
3.2.10	Frecuencia de las mediciones	20
3.2.11	Índice de diversidad Número de Hill (N ₂)	21
3.2.12	Índice de similitud de Sorensen (Iss)	21
3.2.13	Determinación de las variables ambientales	21
3.2.13.1	Determinación de la intensidad lumínica	22
3.2.13.2	Determinación de la temperatura y humedad relativa	22
3.2.14	Determinación de la composición botánica	22

3.2.15	Caracterización de la vegetación adyacente al área de ensayo	22
3.2.16	Análisis estadístico	22
4.	RESULTADOS	24
4.1	Caracterización de la vegetación adyacente	24
4.2	Artrópodos clasificados	24
4.3	Riqueza y abundancia de los gremios tróficos	26
4.3.1	Riqueza de especies por gremio	26
4.3.2	Abundancia de especies por gremio	27
4.3.3	Riqueza y abundancia por gremio, sin especies de otros gremios	28
4.4	Riqueza y abundancia total entre tratamientos	30
4.5	Índice de diversidad	31
4.5.1	Índice de diversidad Número de Hill, N2	31
4.6	Índice de similitud	32
4.7	Variables ambientales	32
4.7.1	Registro de variables ambientales en enero	32
4.7.2	Registro de variables ambientales en abril.	35
4.8	Composición botánica	38
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
5.1	Composición y estructura de los gremios tróficos	39
5.1.1	Riqueza de especies por gremio	39
5.1.2	Abundancia de especies por gremio	41
5.1.3	Análisis de la riqueza y abundancia de gremios según segundo criterio	42
5.2	Efecto del tipo de cultivo en la riqueza y abundancia de especies de artrópodos	45
5.2.1	Riqueza y abundancia total.	45
5.2.2	Índices de diversidad y similitud.	46

6.	CONCLUSIONES	48
7.	RESUMEN	49
	SUMMARY	51
8.	BIBLIOGRAFÍA	52
	ANEXOS	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Dosis de semilla equivalente a 1 ha de trébol blanco y ballica italiana usadas en los tratamientos	16
2	Listado de artrópodos según el número de morfoespecies clasificados por tratamiento	25
3	Riqueza promedio de especies por gremio sin especies que pudieran pertenecer a otros gremios (ZALAZAR y SALVO, 2007)	29
4	Abundancia promedio de especies por gremio sin especies que pudieran pertenecer a otros gremios (ZALAZAR y SALVO, 2007)	30
5	Índice de similitud de Sorensen (<i>I_{ss}</i>) entre tratamientos	32
6	Valor promedio del porcentaje de trébol blanco y ballica italiana en los tratamientos	38
7	Número de especies herbívoros con respuesta particular a policultivos para especies monófagas y polífagas	42
8	Porcentaje de artrópodos con respuesta particular a policultivos	44
9	Abundancia total de artrópodos	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Esquema trampa de caída	13
2	Esquema trampa de intercepción	14
3	Esquema embudo de Berlese	15
4	Distribución espacial de los tratamientos y sus repeticiones en el terreno	17
5	Riqueza promedio de especies por gremios, en los distintos tratamientos	26
6	Abundancia promedio de especies por gremio, en los distintos tratamientos	27
7	Riqueza y abundancia total de especies entre los tratamientos	30
8	Índice de diversidad Número de Hill entre los tratamientos	31
9	Temperatura registrada enero	33
10	Humedad relativa registrada en enero	34
11	Intensidad lumínica registrada en enero	35
12	Temperatura registrada en abril	36
13	Humedad relativa registrada en abril	37
14	Intensidad lumínica registrada en abril	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Listado de especies y/o morfoespecies identificadas a lo largo del estudio	59
2	Composición botánica. Porcentaje promedio de las especies vegetales presentes en los tratamientos.	67

1. INTRODUCCIÓN

El número y la composición de las especies que se encuentran en un área determinada forman parte de un ensamble funcional en el ecosistema. El hombre, de forma premeditada ha cambiado constantemente las componentes del entorno natural, alterando de esta manera el ecosistema. Este cambio en la biodiversidad tiene efectos en las comunidades y procesos de los ecosistemas que aún no son evaluados y entendidos en su totalidad.

La agricultura moderna se ha encargado de simplificar y “monocultivar” el paisaje natural. En los agroecosistemas se utiliza un gran número de plantas por superficie que corresponden a una misma especie reduciendo la diversidad, y como sucede en algunos cultivos de híbridos comerciales, incluso a nivel genético. En estos sistemas la pérdida de diversidad se ha relacionado con un aumento de la población de insectos herbívoros causado por un reducido efecto de la población de depredadores y parásitos. La reducción de especies en los cultivos y en áreas adyacente a éstos, ha restringido los sitios de oviposición y fuente alternativa de alimento para artrópodos que cumplen un rol benéfico dentro de los sistemas agrícolas.

En ecología existe la teoría general que predice que el efecto de la diversidad vegetal, o diversidad funcional, sobre la diversidad de artrópodos sería una función lineal donde incrementos en la diversidad de plantas provocaría aumentos en la diversidad de artrópodos. Sin embargo el efecto de la diversidad vegetal sobre las comunidades o gremios de insectos y los procesos ecosistémicos que podrían ser afectados permanece sin dilucidar completamente.

Se han conducido numerosos trabajos que miden el efecto de la diversificación del medio sobre insectos, principalmente del grupo de depredadores y herbívoros, pero existe investigación insuficiente que señala el efecto de la composición vegetal sobre los distintos gremios de insectos. Esta información es esencial para conocer el efecto de la

pérdida de biodiversidad sobre las comunidades del grupo que domina los ecosistemas terrestres y para diseñar sistemas agrícolas con diversidad funcional cuyo objetivo sea formar composiciones que potencien la regulación natural de herbívoros. De esta forma el efecto de cada componente de la diversidad vegetal entrega información relevante para ser utilizada en la ecología de los ecosistemas.

Hipótesis:

Los sistemas vegetales poliespecíficos incrementan la diversidad de artrópodos y afectan en forma diferente a los distintos gremios de artrópodos

Objetivo general:

- Evaluar el efecto de la composición y diversidad vegetal sobre la riqueza y abundancia de gremios tróficos de artrópodos.

Objetivos específicos:

- Evaluar las diferencias en la composición y estructura de los gremios tróficos de artrópodos en monocultivos de trébol blanco y ballica italiana versus el policultivo trébol blanco-ballica italiana.
- Determinar el efecto del tipo de cultivo en la riqueza y abundancia de especies de la fauna de artrópodos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pérdida de ecosistemas y conservación de la biodiversidad

Los artrópodos son el grupo que domina los ecosistemas terrestres (sea esto medido en especies, individuos, o biomasa) donde la interacción biológica predominante es la relación insecto-planta. Los sistemas vegetales proveen un hábitat no sólo para el amplio rango de flora que lo constituye, sino también para una diversa selección de fauna vertebrada e invertebrada. A pesar de sus conocidos valores ambientales, la intensificación de la agricultura durante el siglo XX ha conducido a una amplia pérdida de hábitats en diversas áreas del mundo. Esta reducción de ecosistemas ha puesto en peligro a gran cantidad de la una vez ampliamente dispersa flora y fauna que la constituían (CHAPMAN, 2001).

Para el año 2050 se estima que 10^9 ha de ecosistemas naturales serán convertidos a la agricultura, con 2.5 veces más eutroficación causada por nitrógeno y fósforo. La pérdida de ecosistemas a causa de la fragmentación y contaminación ambiental, la expansión de los asentamientos urbanos y la agricultura son factores que reducen la viabilidad de las poblaciones y pueden conducir a la extinción de especies (Tilman *et al.*, citado por SAMWAYS, 1993).

La significancia funcional de los artrópodos es enorme debido al gran número de individuos y a la gran variedad intra e interespecífica. La falta de apreciación de la importancia que le da el ser humano, sumado al desinterés y desagrado por los insectos, es una percepción que impide enormemente su conservación (KREMEN *et al.*, 1993 y SAMWAYS, 1993). La diversidad y abundancia de artrópodos terrestres puede proveer una rica base de información que se suma al esfuerzo por la conservación de la biodiversidad y en las estrategias y manejos de reservas naturales (KREMEN *et al.*, 1993)

Aún no son entendidos los mecanismos por los que cientos de especies vegetales y miles de insectos pueden coexistir en una hectárea de bosque lluvioso o en una pradera. O más aun, cómo millones de especies coexisten en la tierra. Existe una vaga visión del impacto a largo plazo de la destrucción y conversión de hábitats, invasión por especies exóticas, enriquecimiento de nutrientes, y otros cambios antropogénicos que afectan la extinción de especies (TILMAN, 1999).

El análisis del efecto de las componentes de la diversidad vegetal sobre las comunidades de artrópodos indaga en la inquietud de conocer el efecto potencial de la pérdida de biodiversidad en los ecosistemas terrestres (TILMAN, 1999 y HADDAD *et al.*, 2001).

2.2 Diversidad y composición vegetal

La diversidad vegetal corresponde al conjunto formado por distintas especies que comparten un nicho. En ecología, existe un criterio funcional que agrupa a las especies que comparten un rol ecológico en “grupos funcionales”. La diversidad vegetal que forma un determinado sistema se puede analizar, separadamente, según el número de especies y el número de grupos funcionales.

2.2.1 Diversidad vegetal En los ecosistemas terrestres la diversidad de especies vegetales tiene un rol fundamental en la dinámica y estructura de las poblaciones y ecosistemas. Las modificaciones en el hábitat y las prácticas de manejo que alteren la diversidad pueden tener gran impacto en los procesos ecosistémicos (TILMAN *et al.*, 1997). Las características de un ecosistema, como la productividad primaria, son afectadas significativamente ante cambios en el número de especies presentes ya que la diversidad vegetal provoca un incremento de la productividad primaria de los sistemas como resultado de la presencia de más especies productivas y por el mejor aprovechamiento de la heterogeneidad del hábitat (TILMAN, 1999).

De igual manera, la estabilidad de los sistemas vegetales, definida como la capacidad de resistir a perturbaciones, y la resiliencia (tasa de recuperación tras la perturbación), presentan clara dependencia en la diversidad de especies. Los años de

déficit hídrico provocan variaciones en la producción de biomasa en las comunidades vegetales. La recuperación de la producción de biomasa tras los períodos de sequía puede ser considerada como la resiliencia del sistema. Al comparar los cambios en la producción de biomasa anual en monocultivos y comunidades vegetales diversas, frente a perturbaciones en el régimen hídrico (años de sequía), se puede observar el efecto estabilizador de la diversidad en los sistemas vegetales. En un ensayo conducido por TILMAN *et al.* (2006), donde se evaluaron las condiciones y variables antes mencionadas, las comunidades diversas fueron un 70% más estable que los monocultivos validando así el efecto estabilizador de la diversidad.

Aplicando esta definición de estabilidad, por ejemplo, en los sistemas agrícolas se podría inferir que la estabilidad consistiría en fluctuaciones leves de las poblaciones de insectos plaga. En este contexto la diversidad *per se* no es el factor que determina la estabilidad de los sistemas, a menos que las especies adicionales contribuyan a la acción de los enemigos naturales, la adición de diversidad no es una estrategia que funcione por si sola en la estabilidad de sistemas agrícolas (MURDOCH, 1975; ALTIERI, 1992).

2.2.2 Número de especies y composición vegetal. Existen dos características fundamentales dentro del concepto diversidad vegetal, estos corresponden al número de especies presentes en un área determinada (riqueza de especies), y la composición vegetal o riqueza de grupos funcionales a los que pertenecen las especies presentes (HADDAD *et al.*, 2001).

La composición vegetal es tan importante como el número de especies presentes en un ecosistema. La importancia radica en la variación en las señales que las distintas plantas emiten al sistema. Estas señales pueden ser agrupadas ampliamente en físicas o químicas. Las plantas que difieren en estructura física forman relaciones espaciales distinta en el sistema, con efectos consecuentes en caracteres como la competencia por espacio y luz, crear microambientes y la exploración de un volumen distinto de recursos. La influencia química proviene de la capacidad productiva de la planta (por ejemplo, entrada de C y energía al sistema, capacidad competitiva por agua y nutrientes) y los patrones de síntesis de químicos (moléculas alelopáticas, relación carbono lignina, etc.),

los cuales influyen en el comportamiento de otros organismos del ecosistema (SWIFT y ANDERSON, 1994 y TILMAN, 1999).

Los sistemas con mayor diversidad estructural vegetal pueden albergar un mayor número insectos debido a que se crean más hábitats y más diversos, que sirven como fuente de alimento, sitio de oviposición o como refugio. Es así como las distintas especies vegetales soportan distinto número de insectos, como lo señalado por STRONG *et al.* (1984) y LEATHER (1986), quienes señalan que la complejidad morfológica del hospedero es un factor determinante, junto con el tamaño del rango geográfico, del número de especies asociadas. Así, los árboles albergarían más insectos que los arbustos, y éstos a su vez más insectos que las plantas herbáceas.

2.2.3 Grupos funcionales. Los ecólogos creen que las características de una comunidad o un ecosistema se pueden entender y manejar mejor si las especies se agrupan, en el grado posible, en clases que tengan características similares o se comporten de forma similar. Es así como se desarrolla el concepto de “grupos funcionales” (SOLBIRG, 1994). La agrupación funcional de los componentes vegetales en varios criterios tiene una larga historia. Estos criterios se pueden subdividir en tres principales: criterios de calidad (estructural, fisiológica, o características de la estrategia de vida), arreglo espacial, y actividad o aparición espacial (KÖRNER, 1994). Muchas de las características usadas para categorizar a las especies vegetales en grupos, tal como la eficiencia del uso del nitrógeno, morfología y fenología, pueden ser relevantes para las especies que viven y consumen estas plantas por el efecto de tales atributos en la calidad nutritiva, estructura del hábitat, y en la eficiencia de depredación (SYMSTAD *et al.*, 2000).

2.2.3.1 Trébol blanco y ballica italiana. Las especies leguminosas, dentro de las que se encuentra *Trifolium repens* L. (trébol blanco), son clasificadas en un grupo funcional exclusivo. La característica ecológica que las agrupa es la fijación atmosférica de nitrógeno (TILMAN *et al.*, 1997).

Otros grupos funcionales señalados y utilizados ampliamente en ecología corresponden a las gramíneas que ocupan la vía fotosintética C3, grupo al que pertenece *Lolium multiflorum* Lam. (ballica italiana). Estas crecen mejor durante la estación fría y tienen mayor cantidad de nitrógeno en sus tejidos que las gramíneas C4, las cuales crecen mejor durante la estación cálida (TILMAN *et al.*, 1997). Las gramíneas se caracterizan por presentar una arquitectura simple, difícilmente presentan complejos sistemas de ramas, los meristemas intercalares están protegidos por un par de duras hojas y por lo general carecen de la variedad de metabolitos secundarios que poseen las dicotiledóneas para protegerse de la herbivoría (TSCHARNTE y GREILER, 1995).

2.3 Comunidades de artrópodos

Las interrelaciones más comunes entre insecto-planta son básicamente en términos de alimento, refugio y transporte. Las plantas proveen alimento y refugio para los insectos, siendo estas las interrelaciones más importantes, mientras la movilidad de los insectos ha conducido la evolución de la dependencia de las plantas en ellos para el transporte de polen y propágulos (SOUTHWOOD, 1973).

2.4 Gremios de artrópodos

Los gremios se caracterizan por ser grupos funcionales que incluyen a todas las especies que explotan de la misma forma una fuente común. La utilidad de este concepto deriva de dos nociones claves: divide comunidades biológicas complejas en unidades funcionales; y no está restringido por relaciones taxonómicas (ADAMS, 1985).

Como el conjunto de especies que conforman una comunidad no son igualmente afectados por cambios en el ecosistema, el análisis de las comunidades de artrópodos agrupados funcionalmente permite observar con mayor sensibilidad la respuesta de éstos ante cambios en el medio (BELAOUSSOFF *et al.*, 2003). Es así como los artrópodos son agrupados por su funcionalidad, destacando que cada grupo cumple un rol esencial en el ciclo de nutrientes y del flujo energético en los ecosistemas (SPEIGHT *et al.*, 1999).

2.4.1 Fitófagos. Corresponde al complejo de los consumidores primarios del ecosistema. A este grupo pertenecen los consumidores de tejido aéreo, los chupadores de savia, los formadores de galerías, entre otros. Existe una estrecha relación adaptativa en la interacción insecto herbívoro-planta, llegando a la más cercana de los herbívoros especialistas. La funcionalidad de los fitófagos dentro del ecosistema radica en que éstos se encargan de ligar el subsistema vegetal con el de los descomponedores. Además, la pérdida crónica de la actividad de pastoreo de herbívoros que han coevolucionado con la especie hospedera, puede bajo ciertas circunstancias reducir la producción de la planta o cambiar patrones fenológicos (SWIFT y ANDERSON, 1994). Esto coincide con lo mencionado por SPEIGHT *et al.* (1999), quienes además señalan que los fitófagos son una fuente importante de alimento para niveles tróficos superiores, los depredadores y parásitos.

2.4.2 Depredadores. Corresponde al grupo de los consumidores secundarios del sistema, los carnívoros. También son conocidos como enemigos naturales junto a parásitos y parasitoides. Este grupo tiene un consistente rol en la dinámica poblacional del ecosistema y en la estructuración de las comunidades terrestres (SPEIGHT *et al.*, 1999 y ODE, 2006). En efecto, la ampliamente difundida práctica de control biológico en agricultura (aunque no siempre exitosa) se basa en la presunción que la población de artrópodos herbívoros es reducida por los enemigos naturales y, como resultado, aumenta la producción por planta. Muchos estudios de depredadores artrópodos han mostrado evidencia de un efecto cascada trófica en sistemas terrestres (ODE, 2006). Es en sistemas agrícolas donde se ha investigado con mayor interés esta interacción depredador-presa y el efecto en las poblaciones de artrópodos, específicamente, de herbívoros (MURDOCH, 1975; ANDOW y RISCH, 1985; HURD y EISENBERG, 1990; ALTIERI, 1992 y GONZALEZ, 1998).

2.4.3 Parásitos. Corresponde al conjunto de artrópodos que en algún estadio de su ciclo de vida parasitan a un hospedero. Los parásitos y parasitoides son de gran interés en agricultura y en ecología por su rol en controlar las poblaciones de herbívoros. La

eficiencia de parasitismo de algunos insectos de este gremio se ve afectada por la composición botánica presente por lo cual el estudio del arreglo de la composición vegetal que favorezca la tasa de oviposición de estos se ha incrementado en los últimos 20 años, con el objetivo de diseñar agroecosistemas con regulación natural de plagas (ALTIERI *et al.*, 1990).

2.4.4 Detritívoros (descomponedores). Los artrópodos juegan su rol más importante en el ciclo del carbono (y en el ciclo de otros materiales) durante el proceso de descomposición. Las especies, asociadas a biomasa microbiana, se encargan de fragmentar e ingerir hojarasca, produciendo gran cantidad de material fecal con mayor relación área-superficie y mayor capacidad de retención de humedad que la hojarasca original. Restos animales y vegetales sirven como alimento para un amplio grupo de insectos, ácaros y bacterias que degradan sustrato (SPEIGHT *et al.*, 1999 y CHAPIN *et al.*, 2002).

2.5 Efecto de la composición vegetal sobre los gremios tróficos

Según lo señalado por SPEIGHT *et al.* (1999) dentro de las interacciones ecológicas que influyen en el número de especies en cualquier hábitat se pueden señalar la heterogeneidad del hábitat, la arquitectura de la planta, composición química de las plantas, abundancia del hábitat en el tiempo y espacio, tamaño del hábitat y aislamiento, y la latitud y la longitud.

Una sentencia común en teoría ecológica es que un aumento en la diversidad de la fuente puede sostener una mayor diversidad de consumidores. Así, ante un incremento en la diversidad vegetal se esperaría un mayor número de herbívoros. Incrementos en la diversidad de artrópodos herbívoros podría potencialmente provocar un efecto cascada hacia niveles tróficos superiores, permitiendo una mayor diversidad de parásitos y depredadores. Un aumento en la diversidad de plantas también podría incrementar directamente la diversidad de niveles tróficos superiores al aumentar la diversidad de recurso floral que muchos artrópodos parásitos y depredadores utilizan o requieren.

Además, cambios en la diversidad de plantas podría influir también en las interacciones entre herbívoros y sus depredadores y parásitos, por ejemplo, afectando la eficiencia de parasitismo y depredación (SIEMANN *et al.*, 1998).

2.5.1 Efecto sobre la riqueza de especies. El efecto más consistente de la diversidad y composición vegetal sobre la diversidad de artrópodos se puede observar en el estudio realizado por SIEMANN *et al.* (1998). En este ensayo se modificó la diversidad de plantas (número de plantas por parcela) y la diversidad funcional (número de grupos funcionales incluidos en las parcelas), esperando comprobar la hipótesis ecológica que predice un aumento en la riqueza y abundancia de artrópodos ante incrementos en la diversidad de plantas y/o diversidad de grupos funcionales. Los resultados señalan el incremento en la riqueza relativa (diversidad) de especies del gremio de herbívoros, parásitos, depredadores pero no de detritívoros. Finalmente se concluyó además que es más determinante de la riqueza de artrópodos la diversidad de plantas más que la de grupos funcionales, y la diversidad de herbívoros es dependiente de la diversidad de parásitos y depredadores más que de la diversidad vegetal.

2.5.2 Efecto sobre la abundancia de especies. Sobre la discusión del efecto de la diversidad y composición vegetal en las comunidades de artrópodos, HADDAD *et al.* (2001) señalan que estas componentes tienen efectos similares en la riqueza de especies pero efectos contrastantes en la abundancia de especies. La diversidad vegetal se relaciona positivamente con la riqueza y abundancia de artrópodos pero la riqueza en grupos funcionales (mayor número de grupos funcionales) se relaciona negativamente con la abundancia de insectos.

En estudios llevados a cabo en sistemas agrícolas, cuando se compara el número de insectos fitófagos en monocultivos y policultivos, la abundancia de insectos se relaciona negativamente con la diversidad de plantas. Andow (1983) encontró una reducción de los herbívoros monófagos en 66% de 617 trabajos revisados donde se evaluaba la densidad de poblaciones de insectos en sistemas diversificados comparado con el monocultivo correspondiente (ALTIERI *et al.*, 1990). Este efecto no es provocado

íntegramente por el número de especies vegetales. En tales sistemas los cambios en la composición de los grupos funcionales puede ser el factor más importante que provoca la menor abundancia de insectos a niveles mas altos de diversidad vegetal (HADDAD *et al.*, 2001).

El efecto del cambio en las componentes de la diversidad vegetal (número de especies y grupos funcionales) sobre la abundancia y riqueza de artrópodos extiende el interés de considerar cada factor para evaluar cómo la pérdida de biodiversidad afecta las propiedades de comunidades y ecosistemas (TILMAN, 1999 y HADAD *et al.*, 2001).

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Material

Los materiales que se utilizaron durante el desarrollo del experimento se describen a continuación:

3.1.1 Ubicación del área de ensayo. El trabajo experimental se realizó en la Estación Experimental Santa Rosa, perteneciente a la Universidad Austral de Chile, ubicada a 3 km al norte de la ciudad de Valdivia (39°48" lat. sur y 73°14" long. oeste).

3.1.2 Material biológico. Las semillas utilizadas en el ensayo corresponden a:

- Trébol blanco cv. Huia (*Trifolium repens* L.) en dosis de 20 kg ha⁻¹ en las parcelas con monocultivo y dosis de 10 kg ha⁻¹ en las parcelas con policultivo.
- Ballica italiana cv. Tama (*Lolium multiflorum* Lam.) en dosis de 30 kg ha⁻¹ en las parcelas con monocultivo y dosis de 15 kg ha⁻¹ en las parcelas con policultivo.

3.1.3 Instrumentos. Se empleó el siguiente material instrumental.

3.1.3.1 Luxímetro. Este instrumento de marca Lutron, modelo 202 Lx (lux meter), se caracteriza por ser un instrumento digital y de alta precisión que permite medir intensidad lumínica con una resolución de 100 lux dentro de un rango de 0 – 50000 lux.

3.1.3.2 Termohigrómetro. Instrumento digital y de alta precisión que permite medir tanto temperatura ($^{\circ}\text{C}$) como humedad relativa HR (%).

3.1.3.3 Trampa de caída. Corresponde a una trampa formada por dos vasos sobrepuestos con un tamaño aproximado de 9 cm de diámetro. El primero de ellos tiene perforaciones en su base lo cual permite drenar el exceso de agua, mientras el otro, que posee dos perforaciones laterales para drenar el exceso de agua, se llena en su tercio inferior con formalina al 4%, lo cual permite recibir y mantener al insecto una vez que este cae en su interior (Figura 1).

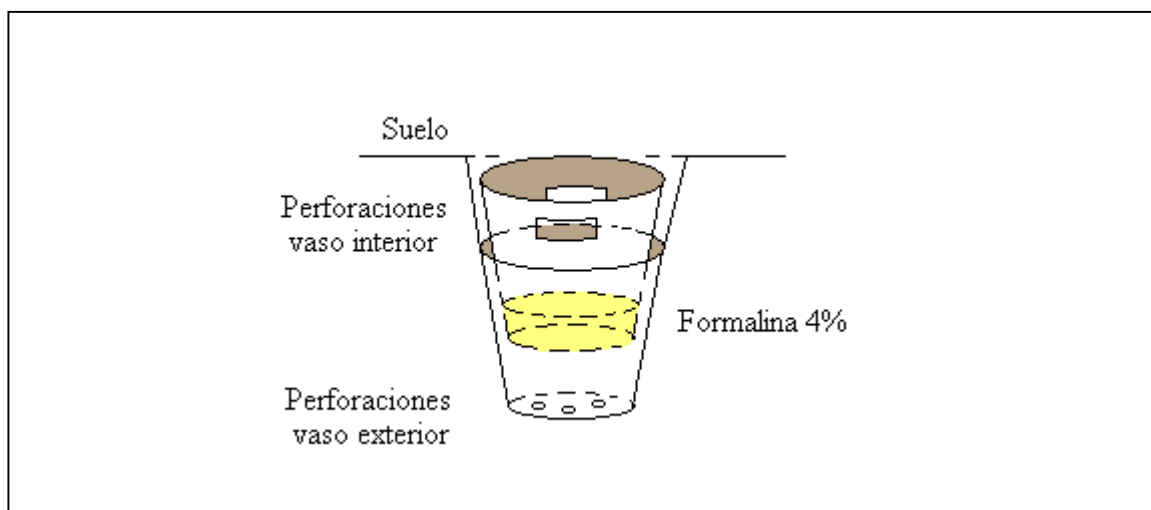


FIGURA 1 Esquema trampa de caída

3.1.3.4 Red entomológica. Consiste en una bolsa de tul (visillo) sostenida por un aro de alambre acerado, de 30 cm de diámetro unida a un mango metálico de unos 70 cm. Se utilizará para coleccionar insectos en vuelo o sobre las plantas.

3.1.3.5 Trampas de intercepción. Las trampas de intercepción o pasivas son más adecuadas que las trampas activas para evaluaciones cuantitativas de las poblaciones ya que se descarta la variación provocada por la atracción (cebo). Se colocaron tres trampas de intercepción de 100 x 10 cm de color blanco con pegamento en cada parcela a una

altura de 150 cm sobre el suelo. Las trampas se pusieron durante cinco días para efectuar las mediciones (Figura 2).

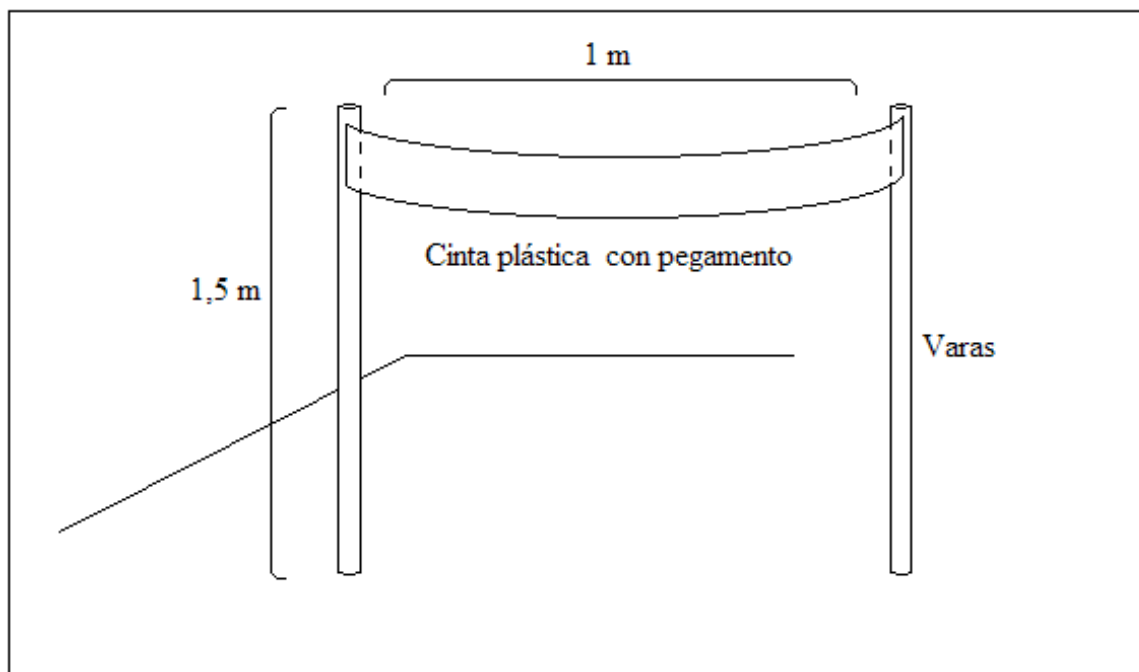


FIGURA 2 Esquema trampa de intercepción

3.1.3.6 Embudo de Berlese. Para capturar los insectos desde muestras de suelos se utiliza un contenedor metálico con forma de embudo al cual se le dirige una fuente de calor (ampolleta de 60 Watts) en la parte superior sobre la muestra de suelo, y a medida que el suelo se seca los insectos migran hacia el extremo inferior donde son recibidos en un frasco que contiene formalina al 4% (Figura 3).

3.1.4 Fertilizantes. Para la fertilización se utilizó Superfosfato Triple (46% P_2O_5), Muriato de Potasio (60% K_2O), y Nitromag (25% N y 6% MgO).

3.1.5 Enmiendas. Para corregir la acidez del terreno se aplicó Magnecal® (95% $CaCO_3$ y 5% Oxido de magnesio).

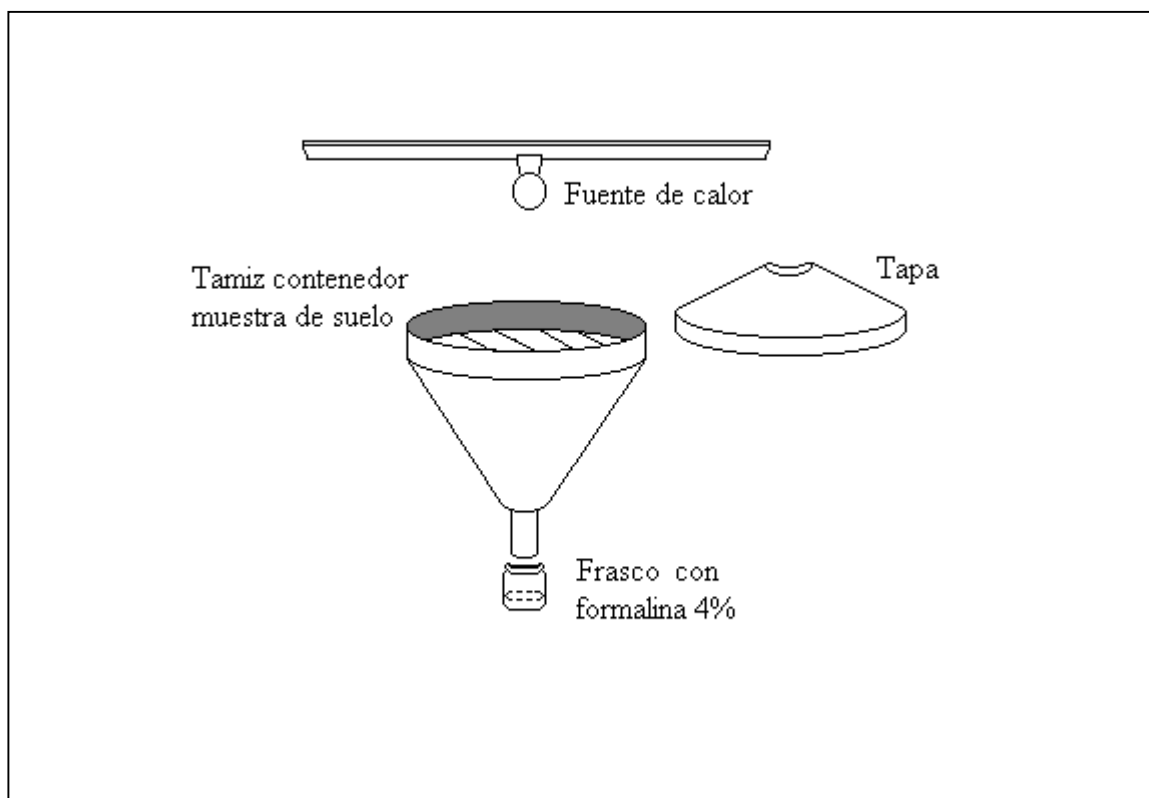


FIGURA 3 Esquema embudo de Berlese

3.1.6 Herbicidas. Para eliminar la cubierta vegetal (pradera naturalizada) en el sitio donde se estableció el ensayo se aplicó un herbicida total, Round up® (glifosato). Para el control durante el transcurso del ensayo se utilizó Preside® (flumetsulam), MCPA® (MCPA sal dimetilamina), Ally® (metsulfuron metil), Campogran® (bentazon + 2,4 DB), Caimán® (sal sódica del ácido dicamba), y un surfactante.

3.1.7 Otros materiales y equipos. Arado, rastra, tractor, bomba de espalda, frascos plásticos, bolsas plásticas, papel adhesivo, alcohol al 70%, n-hexano, refrigerador, placa petri (170.52 cm²), combo, estacas, lupas estereoscópicas, pintura blanca, pinzas, coladores, barreno, pala, tijeras.

3.2 Método

El método que se empleó se describe a continuación:

3.2.1 Tamaño de la parcela. El ensayo se realizó en parcelas cuadradas, con un largo y ancho de 20 m cada una (400 m²). La separación entre parcelas fue de 20 m donde mensualmente se removió el suelo con una rastra, de manera de mantener el suelo libre de malezas entre las parcelas. Las dimensiones de las parcelas se basan en trabajos que buscaban evaluar preguntas similares con organismos similares (ALTIERI, 1992; GONZALEZ, 1998 y GREZ *et al.*, 2004)

3.2.2 Época de siembra. La siembra se realizó a salidas de invierno, en los días 20 y 25 de septiembre, después de ser eliminada la cubierta vegetal con un herbicida total, Round up® (glifosato) en dosis de 3 L ha⁻¹. El herbicida fue aplicado con un aspersor Hardi® de 16 boquillas dos semanas antes de ser preparado el terreno entre agosto y septiembre del mismo año. Se realizaron 2 araduras y posteriormente una pasada de rastra.

3.2.3 Diseño experimental. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos correspondieron a monocultivo de trébol blanco, monocultivo de ballica italiana, y policultivo trébol blanco-ballica italiana. Las dosis de semillas que se utilizaron se describen en el Cuadro 1.

CUADRO 1 Dosis de semilla equivalente a 1 ha de trébol blanco y ballica italiana usadas en los tratamientos.

Tratamientos	Dosis (kg ha ⁻¹)	
	Trébol blanco	Ballica italiana
Monocultivo trébol blanco	20	0
Monocultivo ballica italiana	0	30
Policultivo trébol blanco-ballica italiana	10	15

3.2.4 Sistema de siembra. *Lolium multiflorum* (ballica italiana cv. Tama) se sembró a una distancia de 17.5 cm entre hileras y *Trifolium repens* (trébol blanco cv. Huia) se sembró a voleo.

3.2.5 Distribución espacial de los tratamientos en el terreno. La distribución de los tratamientos fue al azar dentro de cada bloque, obteniéndose la configuración que se presenta en la Figura 4.

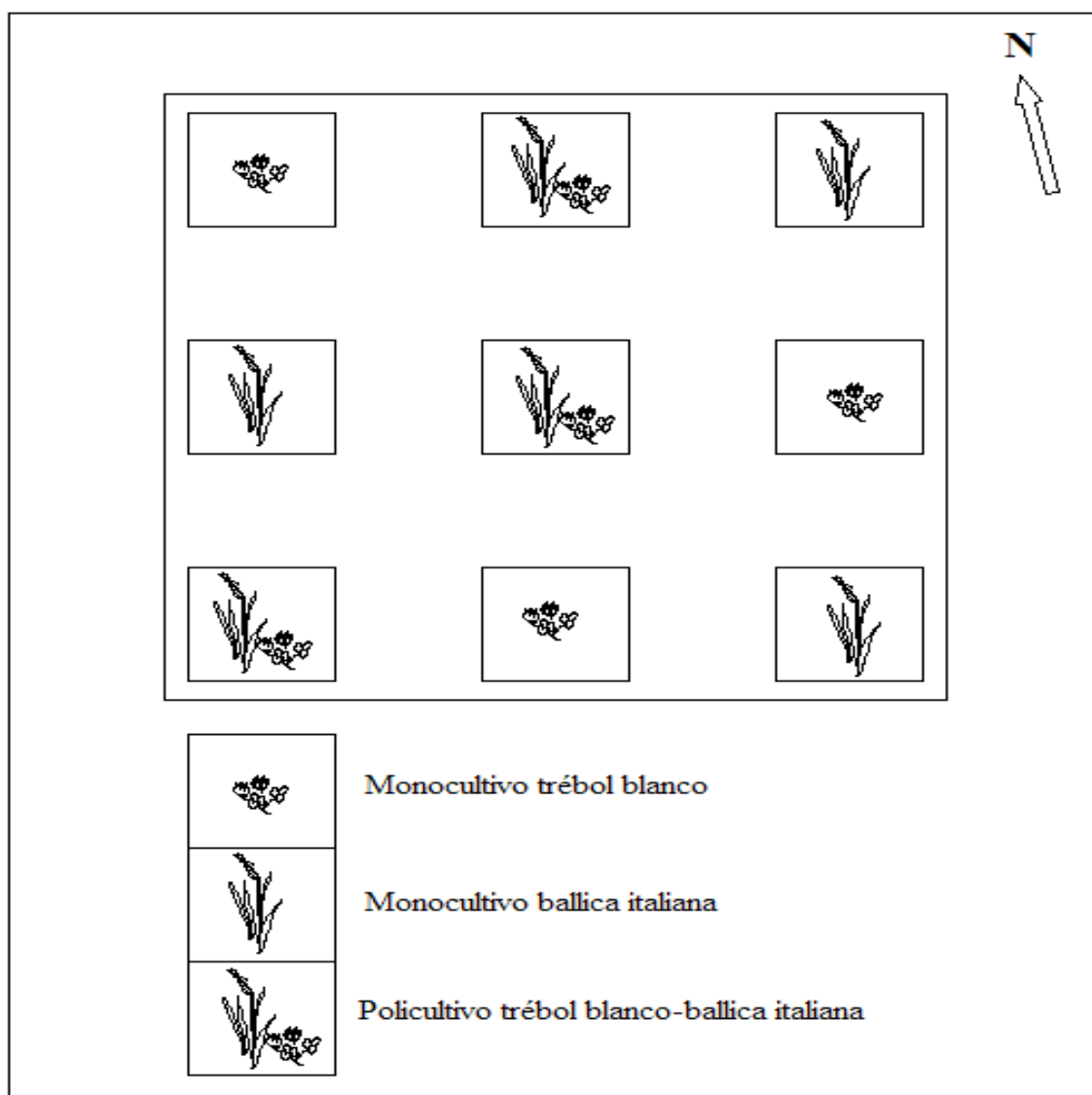


FIGURA 4 Distribución espacial de los tratamientos y sus repeticiones en el terreno.

3.2.6 Fertilización. A la siembra se aplicó 280 unidades de P_2O_5 equivalentes por hectárea como Superfosfato Triple y 164 unidades de K_2O equivalentes por hectárea como Muriato de potasio al surco. Además, también a la siembra, 40 unidades de nitrógeno equivalentes por hectárea como Nitromag se aplicaron a voleo.

3.2.7 Aplicación de enmienda. Se aplicó Magnecal® (95% $CaCO_3$ y 5% Oxido de magnesio) en dosis equivalente de 2 t ha^{-1} . La enmienda se aplicó con maquinaria, en surcos en el mes de agosto.

3.2.8 Control de malezas. El control de malezas durante el desarrollo del ensayo se realizó a través de herbicidas y manualmente. Se aplicó Preside® (flumetsulam) y MCPA® (MCPA sal dimetilamina) en mezcla, en dosis de 60 g ha^{-1} y 750 cc ha^{-1} de producto comercial, respectivamente en las parcelas establecidas con trébol blanco y trébol blanco-ballica italiana. En las parcelas establecidas solo con ballica italiana se aplicó una mezcla de Ally® (metsulfuron metil) y MCPA® en dosis de 8 g ha^{-1} y 750 cc ha^{-1} de producto comercial, respectivamente. Esta aplicación se hizo con bomba de espalda de una boquilla, entre la primera quincena de noviembre. Además se aplicó Campogran® (bentazon + 2,4 DB) y surfactante en dosis de 2.5 L ha^{-1} y 20 cc ha^{-1} de producto comercial, respectivamente, en las parcelas establecidas con trébol blanco y trébol blanco-ballica italiana. En las parcelas establecidas con ballica italiana se aplicó MCPA® y Caimán® (sal sódica del ácido dicamba) en dosis de 600 cc ha^{-1} y 170 cc ha^{-1} de producto comercial, respectivamente. Esta aplicación se realizó con una bomba de espalda de 4 boquillas durante los primeros días de enero. Se segaron las parcelas el 25 de enero del 2007 a una altura de corte de 7 cm aproximadamente. Para eliminar la cobertura vegetal entre las parcelas se pasó rastra una vez al mes.

3.2.9 Determinación de la riqueza y abundancia de especies por gremios. Se define como riqueza al número de especies por gremio y abundancia al número de artrópodos por gremio. A continuación se describe cómo se realizó la determinación.

3.2.9.1 Captura de artrópodos. En cada parcela se colocaron el día 14 de enero del 2007 (día 1) 16 trampas de caída con una distancia de 4 m entre ellas. Las trampas se retiraron al quinto día de estar operativas. Se establecieron el día 1 3 trampas de intercepción a una altura de 150 cm sobre el suelo en dirección de los vientos predominantes. Estas trampas también se retiraron del terreno al quinto día de ser montadas. Se tomaron el día 1, 14 muestras con barreno de 7 cm de profundidad x 7 cm de diámetro. Estas muestras se pusieron posteriormente en embudos de Berlese durante cinco días. Se tomaron, durante el día 1, 4 muestras con pala por parcela, hasta una profundidad de 20 cm, estas muestras fueron harneadas para obtener larvas y estados adultos. Al día quinto del establecimiento de las trampas se hicieron capturas en cada parcela con la red entomológica, utilizando 30 golpes de red a una altura promedio de 1 m. Las trampas y muestras fueron obtenidas en cada parcela dejando una distancia mínima de 2 m desde el borde.

3.2.9.2 Conservación de las muestras. Los artrópodos capturados fueron conservados en frascos plásticos rotulados y, para preservarlos hasta su posterior clasificación, cada frasco fue llenado con alcohol al 70%,. Para retirar los insectos capturados en las trampas de intercepción se utilizó un pincel untado en n-hexano. Las muestras se mantuvieron refrigeradas a 5 °C en el Laboratorio de Entomología de la Universidad Austral de Chile.

3.2.9.3 Clasificación por gremios. Los artrópodos capturados fueron clasificados al máximo nivel taxonómico posible (especie y/o morfoespecie), utilizando claves de identificación y consulta a especialistas. Para la clasificación taxonómica se utilizarán las claves de identificación entomológicas de BORROR y DELONG (1964), ANGULO y WEIGERT (1975), Mc ALPINE *et al.* (1987), STEHR (1987), ARTIGAS (1994a), ARTIGAS (1994b), RIPA y LUPPICHINI (2004), entre otras. Además se revisó colecciones pertenecientes al Laboratorio de Entomología del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal de la Universidad Austral de Chile (UACH).

Cada especie se asignó a un grupo funcional basado en categorías tróficas - herbívoros, parásitos, depredadores, y detritívoros- basado en si la alimentación principal del adulto corresponde a plantas, animales, o restos orgánicos u hongos. La categoría fitófagos incluye a todas las especies que consumen y explotan tejidos vegetales (follaje, raíces) y subproductos vegetales (néctar y polen). En el gremio depredadores se incluye a todas las especies que sean se alimenten de otros artrópodos, ya sea en su estado adulto o para alimentar a sus estados inmaduros. La categoría parásitos incluye a todas las especies que parasitan en estado adulto o parasitan en estado larval sin considerar la dieta del estado adulto (principalmente néctar, polen, o fluidos del hospedero). En el gremio detritívoros se incluye a las especies que se alimentan de restos vegetales y/o animales en descomposición u hongos.

El gremio trófico asignado a cada individuo dependió de los hábitos alimenticios de la mayoría de los integrantes de la familia a la que pertenecen, utilizando las referencias bibliográficas de BORROR y DELONG (1964), Mc ALPINE *et al.* (1987), ARTIGAS (1994a), ARTIGAS (1994b), RIPA y LUPPICHINI (2004), NIEVES-ALDREY y GREZ (2007).

Se utilizó un segundo criterio de agrupación funcional. Este es el aplicado por ZALAZAR y SALVO (2007) donde se excluye del gremio fitófagos a las especies consumidores de néctar y polen, asignándoles un gremio especial: gremio polenófagos. Las especies que sean clasificadas en este gremio serán excluidas del análisis de riqueza y abundancia de especies por gremio.

3.2.10 Frecuencia de las mediciones. Se realizaron dos muestreos independientes a lo largo del ensayo, donde se midió la riqueza y abundancia de artrópodos. La primera medición se realizó en la estación estival, según lo especificado en el capítulo 3.2.9.1, entre los días 14 y 18 de enero del 2007. La segunda medición se realizó en la estación de otoño, entre los días 20 y 25 de abril del 2007 utilizando el mismo método de captura señalado en el capítulo 3.2.9.1.

3.2.11 Índice de diversidad Número de Hill (N₂) A los artrópodos capturados en cada tratamiento se les calculó el índice de diversidad a través de número de Hill, cuya fórmula se describe en la ecuación 3.1:

$$N_2 = \frac{1}{\sum p_i^2} \quad (3.1)$$

Donde:

N_2 = Índice de diversidad

p_i = Abundancia proporcional de la especie i

Según SEGNINI (s.f) el número de Hill (N₂) es el menos afectado por los cambios en la uniformidad y en el número de especies raras de la muestra. Además, es un índice superior al índice de Shannon-Wiener (H'), cuando se trata de identificar la diversidad en muestras sometidas a variaciones aleatorias en el número de especies.

3.2.12 Índice de similitud de Sorensen (Iss). Para determinar la similitud entre los tratamientos, en relación a las especies presentes, se calculó el índice de similitud de Sorensen, cuya fórmula se describe en la ecuación 3.2:

$$Iss = \frac{2C}{(A + B)} \times 100 \quad (3.2)$$

Donde:

Iss = Índice de similitud

A = Número de especies de la muestra A

B = Número de especies de la muestra B

C = Número de especies en común

3.2.13 Determinación de las variables ambientales. Para evaluar la diferencia de microambientes entre tratamientos se midieron las siguientes variables ambientales:

3.2.13.1 Determinación de la intensidad lumínica. Se midió con luxímetro la intensidad lumínica a nivel de suelo y a 20 cm del nivel del suelo, al centro de la hilera, eligiéndose 3 puntos al azar dentro de cada parcela. Esta medición se realizó al quinto día del establecimiento de las trampas (ver capítulo 3.2.10) para ambos muestreos. Cada medición se realizó a la misma hora (13:00 hrs.) para reducir variabilidad en la medición.

3.2.13.2 Determinación de la temperatura y humedad relativa. Se midió la temperatura y humedad relativa entre la captura de los artrópodos con un termohigrómetro y se utilizaron los mismos 3 puntos donde se midió la intensidad lumínica, ubicando el instrumento a nivel del suelo y a 20 cm del suelo al centro de la hilera. Se midió en los mismos puntos en que se midió la intensidad lumínica, el mismo día y en el mismo rango de hora.

3.2.14 Determinación de la composición botánica. Para determinar la proporción relativa de las especies vegetales establecidas en cada parcela se cortó el día 25 de abril del 2007 la vegetación de 16 submuestras de 16 cm² para realizar identificación manual de las especies. Posteriormente se secaron las muestras a 60° C por 72 horas para determinar materia seca y la proporción relativa por especie.

3.2.15 Caracterización de la vegetación adyacente al área de ensayo. Para caracterizar la flora circundante a las parcelas se identificaron las especies en un radio de 30 m.

3.2.16 Análisis estadístico. Para determinar diferencias en la abundancia y en la riqueza para entre los tratamientos se utilizó Andeva de una vía para cada gremio evaluado. Para establecer cuales son los tratamientos que presentan diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey (*t*) entre pares. En el caso que los grupos de

datos no cumplían la homogeneidad de varianzas, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para determinar diferencias entre los tratamientos.

Para establecer las diferencias significativas en el Índice de diversidad se aplicó Andeva no paramétrica entre los tratamientos.

Para establecer diferencias en las variables ambientales registradas a entre los tratamientos se utilizó Andeva de una vía para 0 cm y para 20 cm del suelo. Se aplicó la prueba de Tukey (t) entre pares para determinar diferencias. En el caso que los grupos de datos no cumplían la homogeneidad de varianzas, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para establecer diferencias entre los tratamientos.

Cada parámetro evaluado se comparó entre los tratamientos en forma separada para cada fecha de muestreo (enero y abril).

4. RESULTADOS

4.1 Caracterización de la vegetación adyacente

Se identificó la composición florística presente en un radio de treinta metros (30 m) circundante a las parcelas establecidas en el ensayo.

El sector Oeste estaba constituido básicamente por un cerco vivo de ligustrina (*Ligustrum* sp) de 100 m de extensión. Contiguo a este, en el límite norte del las parcelas, se estableció entre octubre y febrero un cultivo de trigo (*Triticum aestivum*). Tras las parcelas de trigo establecidas se encontraba una quebrada de más de 100 m de extensión, donde la vegetación ribereña formaba un cerco vivo en la cara Norte del ensayo. En esta formación vegetal las especies predominantes correspondieron a maqui (*Aristotelia chilensis*) y maitén (*Maytenus boaria*). También se registró matico (*Buddleja globosa*) y boldo (*Peumus boldus*) y en menor frecuencia quintral (*Tristerix* sp), arrayán (*Luma apiculata*) y murra (*Rubus ulmifolius*). En el sector Este del ensayo se mantuvo un corredor biológico formado por una pradera naturalizada y 50 m más al Este se estableció un ensayo de papas (*Solanum tuberosum*). En la cara Sur del ensayo, a 40 m de las parcelas se estableció una siembra con especies pratenses, fundamentalmente de ballica inglesa (*Lolium perenne*). Entre el ensayo establecido y la siembra con especies típicas de pradera se erguía un roble (*Nothofagus obliqua*) que podría ser un remanente del bosque que se encontraba en el terreno años antes de ser transformado en superficie utilizada para ensayos y cultivos.

4.2 Artrópodos clasificados

En el total de las unidades experimentales y los muestreos realizados se capturó 3855 individuos¹, clasificados en 209 morfoespecies. Se identificaron 3 clases, 12

¹ Valor total de individuos sin considerar orden Collembola. El número de individuos en el muestreo de abril genera un valor de abundancia muy por sobre los valores registrados en otros órdenes.

órdenes y 83 familias. Los individuos capturados pertenecen principalmente a la clase Insecta y los órdenes con mayor número de morfoespecies corresponden a Coleoptera e Hymenoptera (Cuadro 2). El listado de artrópodos agrupados en gremios se presenta clasificado en orden, familia, morfoespecie y la referencia bibliográfica del gremio asignado en ANEXO 1.

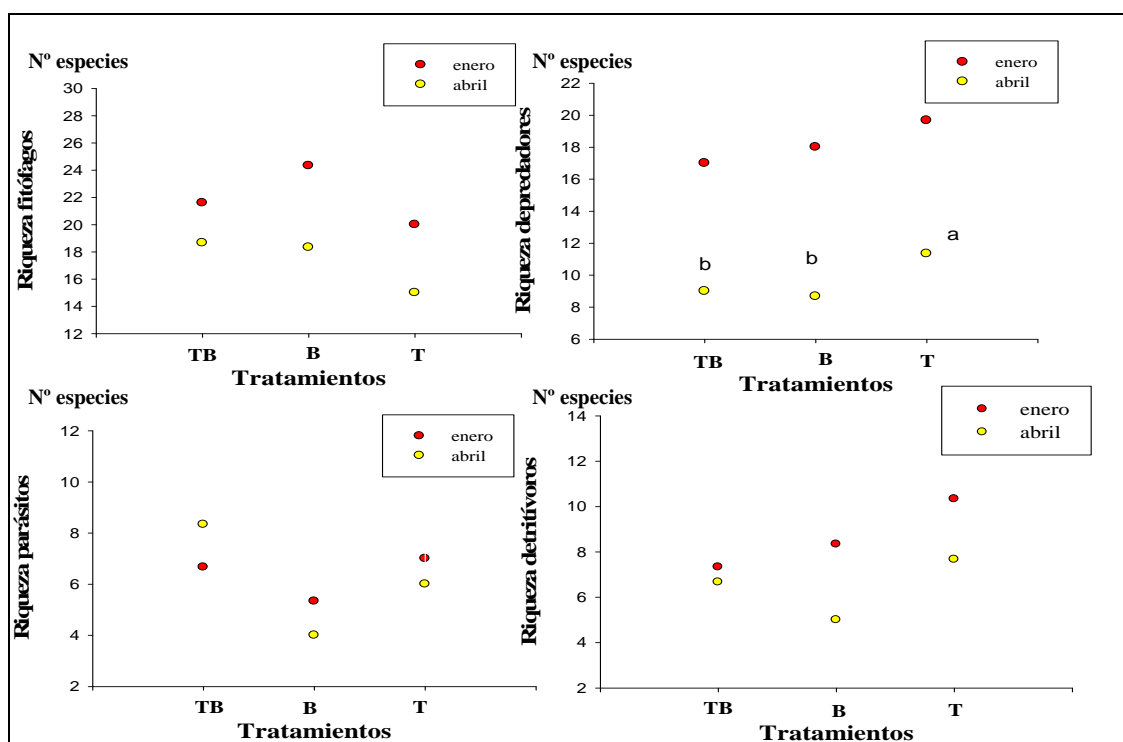
CUADRO 2 Listado de artrópodos según el número de morfoespecies clasificados por tratamiento

Clase	Orden	Número de especies y/o morfoespecies por tratamiento		
		Trébol-ballica	Ballica italiana	Trébol blanco
Insecta	Coleoptera	37	46	39
	Hymenoptera	38	31	34
	Diptera	21	21	23
	Hemiptera	12	13	14
	Orthoptera	5	7	7
	Lepidoptera	6	5	5
	Thysanoptera	2	0	0
	Isoptera	1	0	0
	Odonata	1	1	0
	Collembola	1	1	1
	Aracnida	Araneida	3	3
Chilopoda	Lithobiomorpha	1	1	1

4.3 Riqueza y abundancia de los gremios tróficos.

Se comparó la riqueza y abundancia por gremio trófico entre los tratamientos. A continuación se presentan los resultados después de ser analizados estadísticamente.

4.3.1 Riqueza de especies por gremio. Al comparar la riqueza de especies por gremio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el muestreo de enero. En el muestreo de abril se encontraron diferencias significativas en la riqueza del gremio depredadores (Figura 5). El tratamiento trébol blanco presentó mayor riqueza de depredadores (promedio=11,33 ± 0,33 error estándar) que los tratamientos trébol blanco-ballica italiana (promedio=9 ± 0,57 error estándar) y ballica italiana (promedio=8,6 ± 0,66 error estándar).

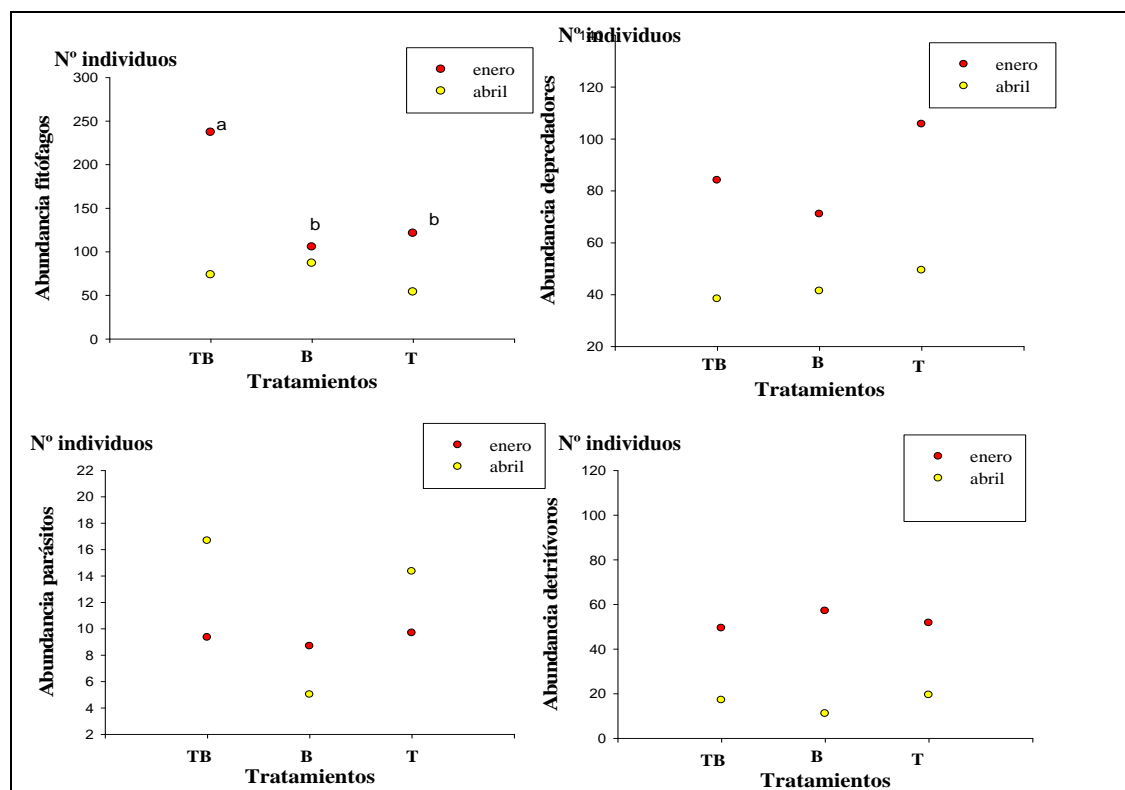


*Letras distintas (a,b) indican diferencias significativas. Andeva de una vía. $F=7,125$; Tukey ($\alpha=0,05$): Trébol blanco $p<0,05$. Tratamientos TB: Trébol-ballica; B: Ballica italiana; T: Trébol blanco

FIGURA 5 Riqueza promedio de especies por gremios, en los distintos tratamientos

No se presentaron diferencias significativas en la riqueza de los gremios fitófagos, parásitos y detritívoros.

4.3.2 Abundancia de especies por gremio. Al analizar la abundancia por gremio se encontraron diferencias significativas en la abundancia del gremio fitófagos en el muestreo de enero. La diferencia se presentó en el tratamiento trébol blanco-ballica italiana (promedio=237 \pm 37,02 error estándar) siendo significativamente mayor que los tratamientos ballica italiana (promedio=105,3 \pm 9,27 error estándar) y trébol blanco (promedio=121 \pm 24,55 error estándar) (Figura 6).



*Letras distintas (a,b) indican diferencias significativas. Andeva de una vía. $F=7.533$, $p=0.023$; Tukey ($\alpha=0,05$): Trébol-ballica $p<0.05$. Tratamientos TB: Trébol-ballica; B: Ballica italiana; T: Trébol blanco.

FIGURA 6 Abundancia promedio de especies por gremio, en los distintos tratamientos

No se encontraron diferencias significativas en la abundancia de los gremios depredadores, parásitos y detritívoros. En el muestreo de abril no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la abundancia de gremios por tratamiento.

4.3.3 Riqueza y abundancia por gremio, sin especies de otros gremios. Se comparó la riqueza y abundancia de los gremios tróficos utilizando un segundo criterio de agrupación descrito por ZALAZAR y SALVO (2007). Según este criterio, de las especies capturadas e identificadas en esta investigación, las familias excluidas del gremio fitófagos fueron: Mordellidae (Coleoptera), Halictidae (Hymenoptera), Apidae (Hymenoptera), Colletidae (Hymenoptera), Megachilidae (Hymenoptera) y Chloropidae (Diptera). También se excluyeron las especies pertenecientes a familias de hábitos diversos o de difícil clasificación: Formicidae (Hymenoptera) y Cypselosomatidae (Diptera).

Al analizar la riqueza de especies por gremio no se encontraron diferencias en el muestreo de enero. En el muestreo de abril se encontraron diferencias significativas en la riqueza del gremio depredadores, siendo mayor en el tratamiento trébol blanco al ser comparado con la riqueza de depredadores de los tratamientos trébol blanco-ballica italiana y ballica italiana, esta situación también había sido observada en enero, mes en el cual a pesar de la magnitud similar de las diferencias estas no fueron significativas probablemente por la mayor variabilidad de los resultados obtenidos entre repeticiones (Cuadro 3). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la riqueza de especies de los gremios fitófagos, parásitos y detritívoros.

CUADRO 3 Riqueza promedio de especies por gremio sin especies que pudieran pertenecer a otros gremios (ZALAZAR y SALVO, 2007)

Tratamientos	Riqueza fitófagos		Riqueza depredadores		Riqueza parásitos		Riqueza detritívoros	
	Enero	Abril	Enero	Abril	Enero	Abril	Enero	Abril
Trébol-ballica	18,3a	15,6a	7,0a	9,0 b	6,6a	8,3a	7,3a	5,6a
Ballica italiana	19,6a	13,3a	18,0a	8,6 b	5,3a	4,0a	7,6a	4,0
Trébol blanco	15,6a	12,6a	19,6a	11,3 a	7,0a	6,0a	9,6a	6,3

*Valores promedio de riqueza por tratamiento.

**Letras distintas (a,b) indican diferencias significativas. Andeva no paramétrica, prueba de Kruskal-Wallis para riqueza de gremios por tratamientos Riqueza de depredadores $H=5,778$, 2 g.l.; $p=0.05$. Trébol blanco $p<0,05$.

Al comparar la abundancia de especies por gremio no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para ninguno de los cuatro gremios analizados (Cuadro 4). Los resultados señalan una mayor abundancia del gremio fitófagos en el tratamiento trébol blanco-ballica italiana y mayor abundancia del gremio depredadores en el tratamiento trébol blanco en el muestreo de enero. En el muestreo de abril se registró mayor abundancia del gremio parásitos en el tratamiento trébol blanco-ballica italiana y trébol blanco en relación a ballica italiana y mayor abundancia del gremio depredadores en el tratamiento trébol blanco.

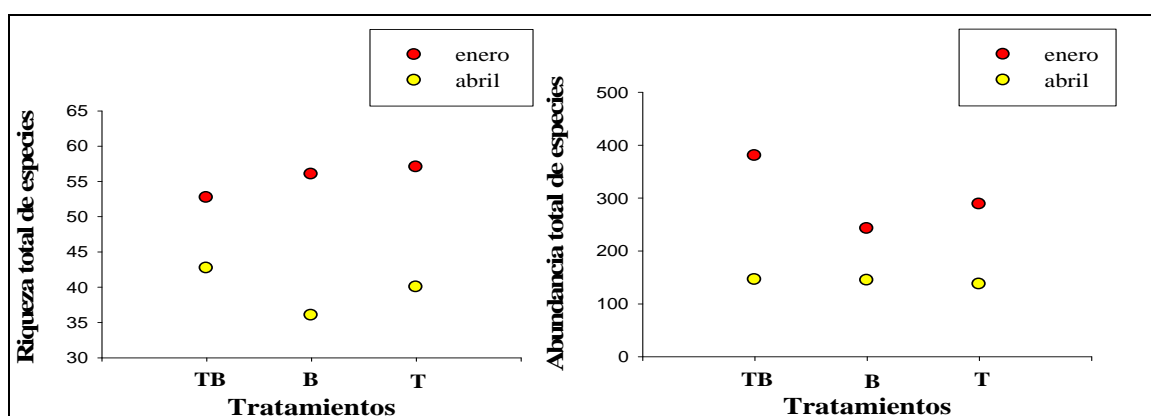
CUADRO 4 Abundancia promedio de especies por gremio sin especies que pudieran pertenecer a otros gremios (ZALAZAR y SALVO, 2007)

Tratamientos	Abundancia fitófagos		Abundancia depredadores		Abundancia parásitos		Abundancia detritívoros	
	Enero	Abril	Enero	Abril	Enero	Abril	Enero	Abril
Trébol-ballica	223,0	54,6	84,0	38,3	9,3	16,6	49,3	17,0
Ballica italiana	85,3	75,0	71,0	41,3	8,6	5,0	50,0	11,0
Trébol blanco	75,3	44,0	105,6	49,3	9,6	14,3	51,0	19,0

*Valores promedio de riqueza por tratamiento

4.4 Riqueza y abundancia total entre tratamientos

Al analizar la riqueza y abundancia total de artrópodos se encontró que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos aunque la abundancia total de artrópodos es mayor en el tratamiento trébol blanco – ballica italiana en los muestreos de enero y abril (Figura 8).



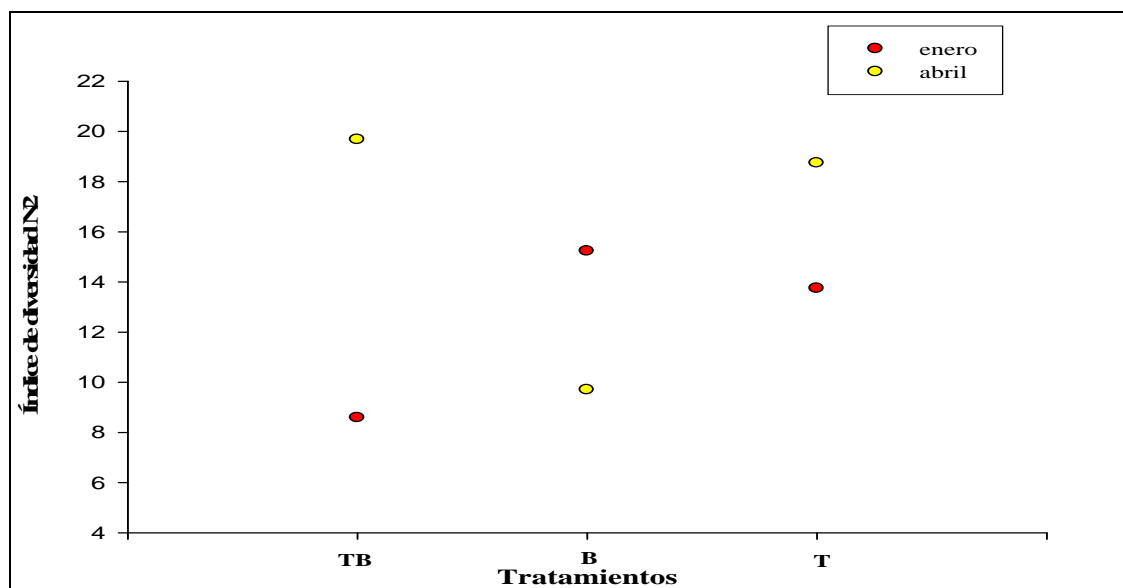
* Tratamientos TB: Trébol-ballica; B: Ballica italiana; T: Trébol blanco.

FIGURA 7 Riqueza y abundancia total de especies entre los tratamientos

4.5 Índice de diversidad

Para el cálculo del índice de diversidad se eliminó el orden Collembola, debido a que presentó una media poblacional en el muestreo de abril (promedio Collembola abril = $6999,33 \pm 16693,65$ desviación estándar) muy superior a la abundancia total por tratamiento (promedio abundancia abril = $142 \pm 25,50$ desviación estándar). Estos valores afectan el cálculo del índice al generar una abundancia de especies y un valor de diversidad sobredimensionado.

4.5.1 Índice de diversidad Número de Hill, N2. Al comparar el índice de diversidad no se encontraron diferencias significativas en el muestreo de enero. En este muestreo se obtuvo el menor índice de diversidad en el tratamiento trébol blanco-ballica italiana (Figura 8). En el muestreo de abril tampoco se presentaron diferencias significativas ($H=5,60$ $p>0,05$) y el tratamiento que presentó el menor índice de diversidad fue ballica italiana siendo menor con respecto al tratamiento trébol blanco-ballica italiana y al tratamiento trébol blanco.



* Tratamientos TB: Trébol-ballica; B: Ballica italiana; T: Trébol blanco.

FIGURA 8 Índice de diversidad Número de Hill entre los tratamientos

4.6 Índice de similitud

Se calculó el índice de similitud de Sorensen entre tratamientos para ambos muestreos (enero y abril). A través de este índice se pudo determinar el porcentaje de similitud entre los tratamientos basándose en las especies presentes en cada tratamiento. En el análisis realizado los tratamientos con mayor índice de similitud corresponden a trébol blanco-ballica italiana y trébol blanco, tanto para el muestreo de enero como en el muestreo de abril, en enero el índice de similitud fue también alto para trébol blanco-ballica italiana y ballica italiana. Por otra parte, los tratamientos con menor índice de similitud corresponden a ballica italiana y trébol blanco (Cuadro 5).

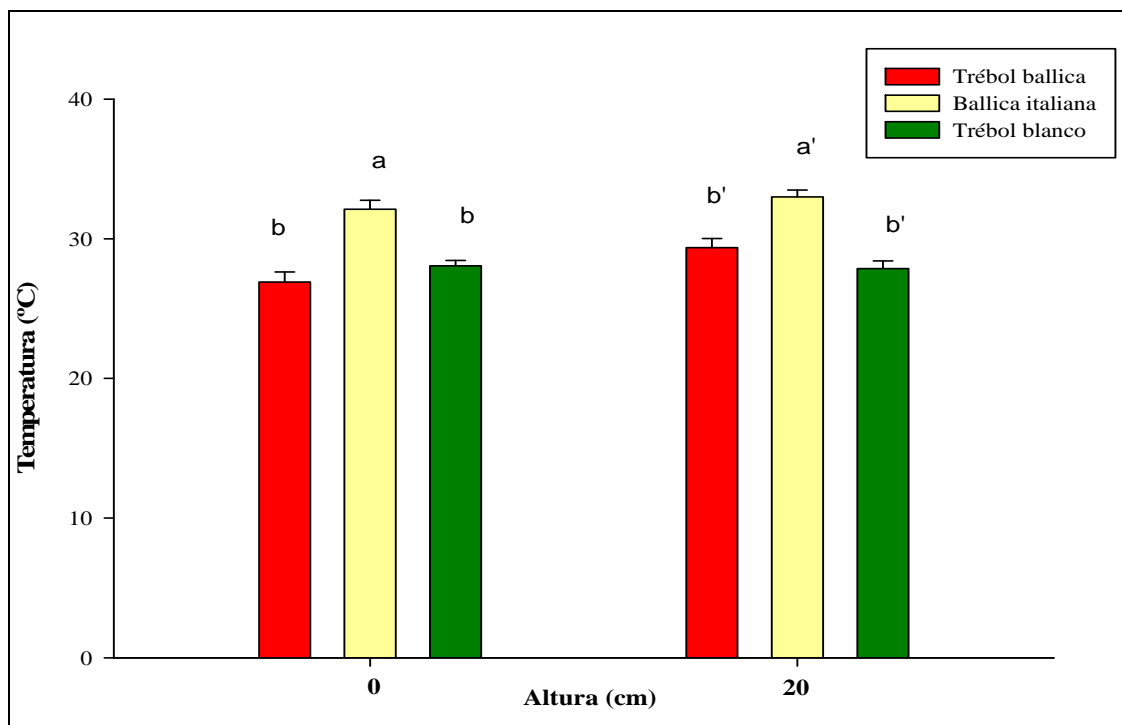
CUADRO 5 Índice de similitud de Sorensen (*I_{ss}*) entre tratamientos

	Trébol ballica Ballica italiana	Trébol ballica Trébol blanco	Ballica italiana Trébol blanco
Enero	61,92	62,8	56,25
Abril	56,94	65,27	55,07

4.7 Variables ambientales

Se registraron las variables ambientales temperatura, humedad relativa e intensidad lumínica a 0 cm del suelo y a 20 cm del suelo.

4.7.1 Registro de variables ambientales en enero. Al comparar estas variables a 0 cm y 20 cm del suelo se encontraron diferencias significativas en la temperatura. Para ambas mediciones de altura el tratamiento ballica italiana presentó un registro de temperatura significativamente mayores que los tratamientos trébol blanco-ballica italiana y trébol blanco (Figura 9).

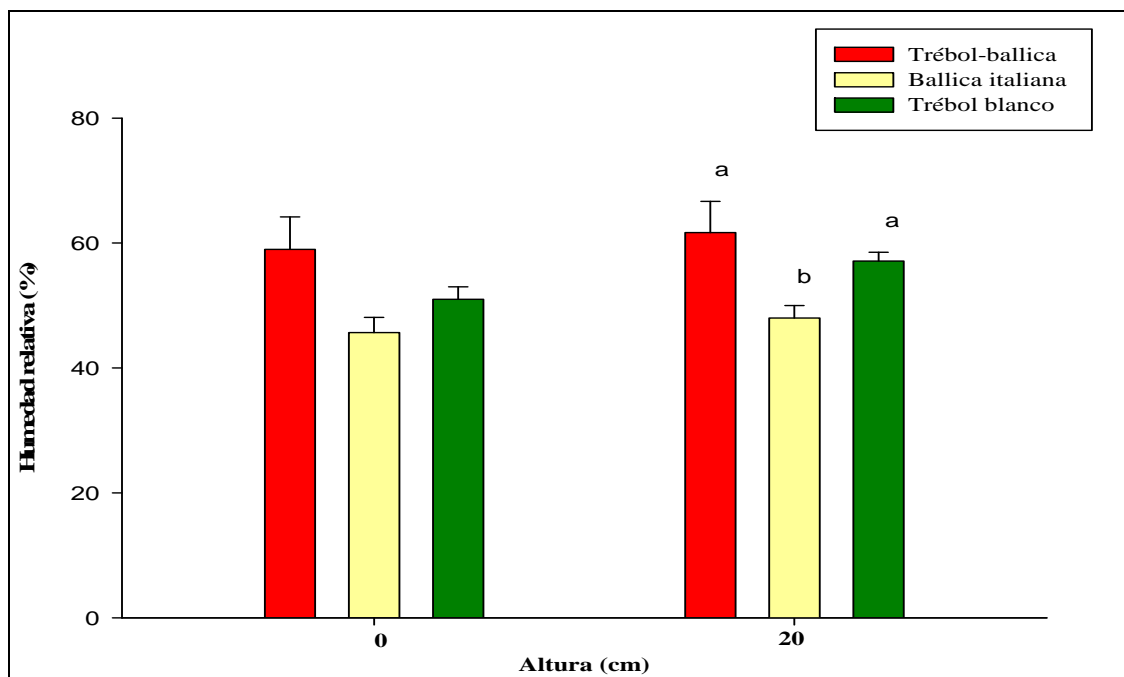


*Letras distintas (a,b) indican diferencias significativas. Para tratamientos a 0 cm Andeva no paramétrica. Prueba de Kruskal-Wallis. Ballica italiana $H= 18,132; 2 \text{ g.l.}; p<0,05$.

**Letras distintas (a', b') indican diferencias significativas. Para tratamientos a 20 cm Andeva de una vía. $F=21,567, p=0,000$. Tukey ($\alpha=0,05$): Ballica italiana $p<0,05$.

FIGURA 9 Temperatura registrada en enero

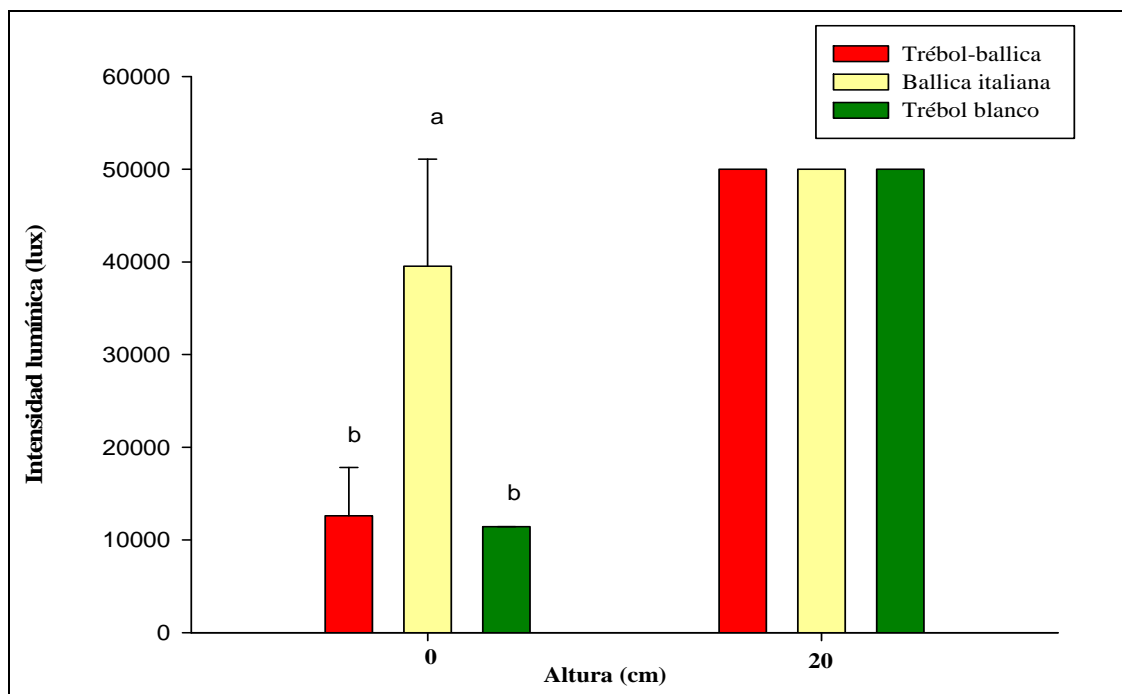
Al comparar los registros de humedad relativa a 0 y 20 cm los del suelo se encontraron diferencias significativas en la medición a 20 cm del suelo (FIGURA 11). La diferencia la presentó el tratamiento Ballica italiana siendo significativamente menor que los tratamientos Trébol-ballica y Trébol blanco.



*Letras distinta (a,b) indican diferencias significativas. Andeva no paramétrica. Prueba de Kruskal Wallis. Ballica italiana a 20 cm $H=7,918$, 2 g.l.; $p<0,05$.

FIGURA 10 Humedad relativa registrada en enero

Al comparar los registros de intensidad lumínica entre los tratamientos se encontraron diferencias significativas en la medición a 0 cm del suelo. En el tratamiento Ballica italiana el valor registrado fue significativamente mayor al ser comparado con los tratamientos Trébol-ballica y Trébol blanco (Andeva una vía $F=6,911$; $p=0,004$. Tukey ($\alpha=0,05$), Ballica italiana $p<0,05$). En la medición a 20 cm del suelo todos los valores registrados fueron mayores al máximo que el instrumento podía registrar (50000 lux).

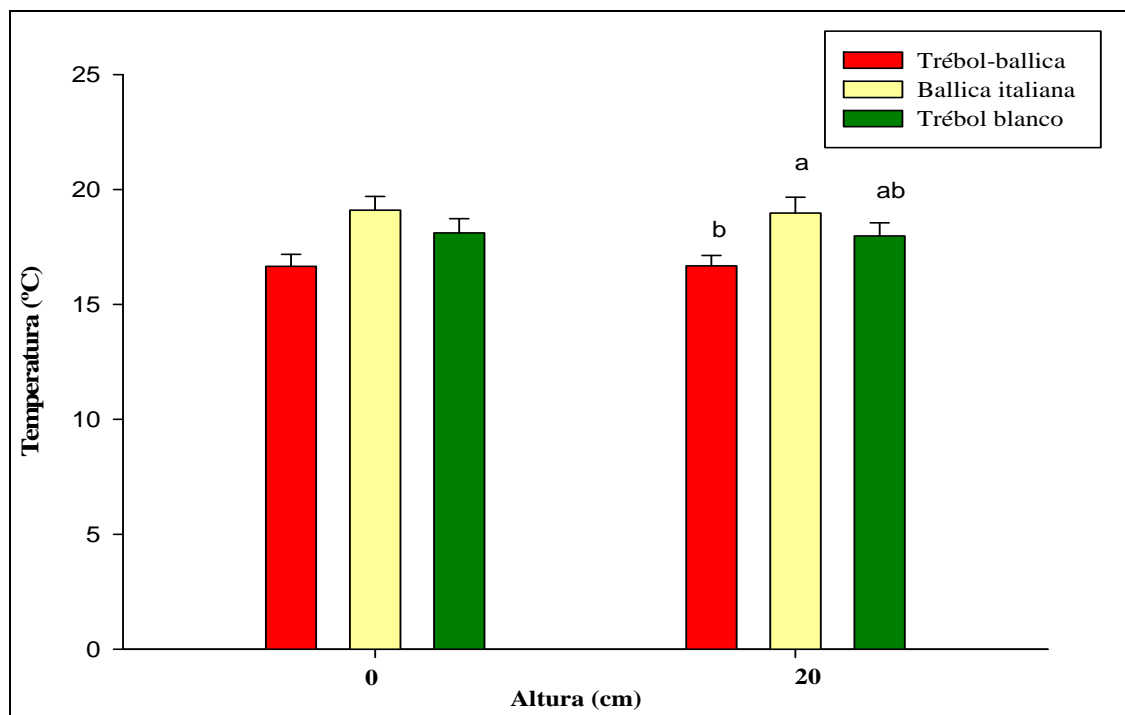


*Las letras distintas (a,b) indican diferencias significativas. Andeva una vía $F=6,911$; $p=0,004$. Tukey ($\alpha=0,05$), Ballica italiana $p<0,05$.

**Todos los valores registrados a 20 cm del suelo fueron superior al valor máximo de registro del instrumento (50000 lux).

FIGURA 11 Intensidad lumínica registrada en enero

4.7.2 Registro de variables ambientales en abril. Al analizar los registros de temperatura tomados en las mediciones de abril no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos a 0 cm del suelo. Se encontraron diferencias significativas en la temperatura medida a la altura de 20 cm del suelo. El tratamiento Ballica italiana presentó un valor significativamente mayor al compararlo con el tratamiento Trébol-ballica (Tukey ($\alpha=0,05$): Ballica italiana $<0,05$)



*Las letras distintas (a,b) indican diferencias significativas. Andeva de una vía. $F=4,007$; $p=0,032$. Tukey ($\alpha=0,05$): Ballica italiana a 20 cm $p<0,05$.

FIGURA 12 Temperatura registrada en abril

Al comparar el registro de humedad relativa a 0 y 20 cm del suelo no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (FIGURA 13). Para ambas altura de medición se registró el valor más alto en el tratamiento Ballica italiana y el valor más bajo en el tratamiento Trébol-ballica.

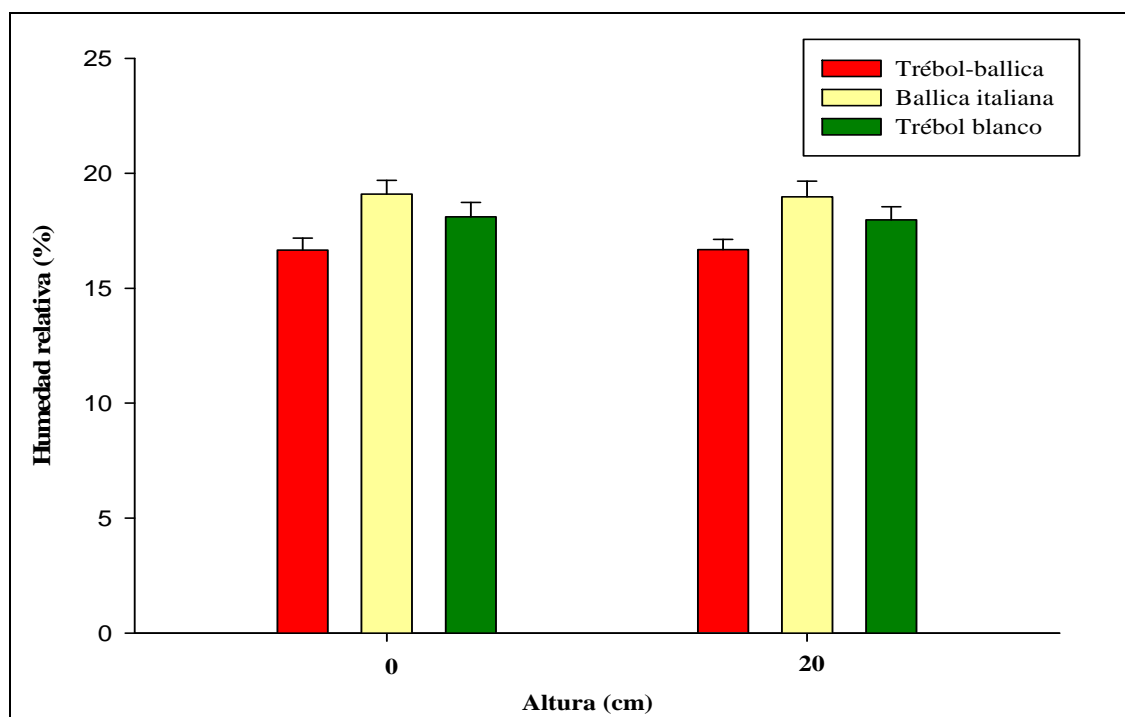
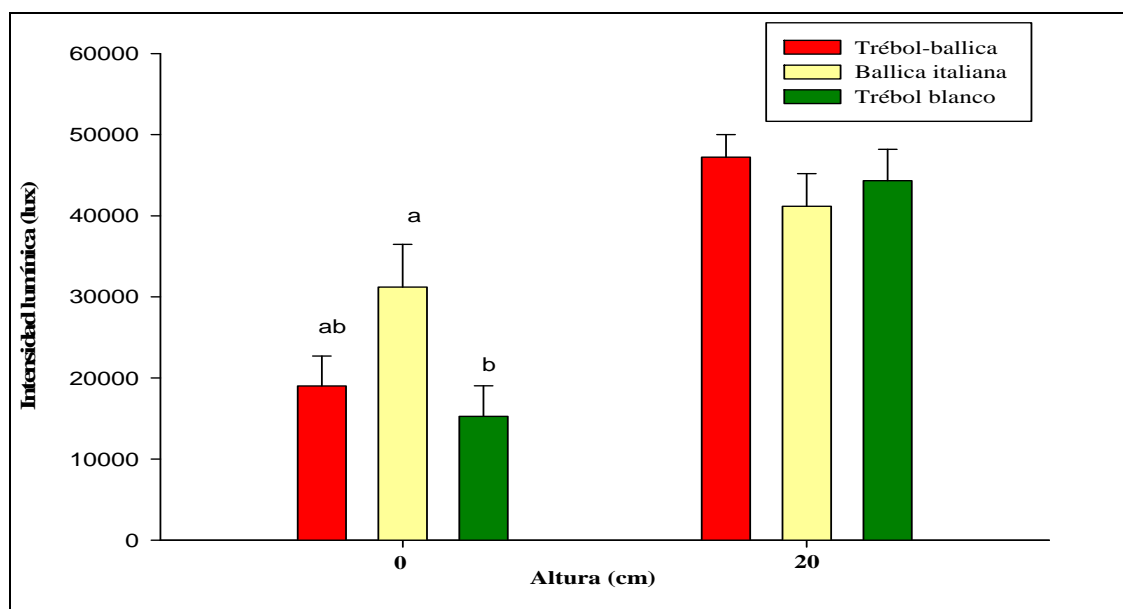


FIGURA 13 Humedad relativa registrada en abril

Al comparar el registro de intensidad lumínica se encontraron diferencias significativas en el registro a 0 cm del suelo. Se presentaron diferencias entre el tratamiento Ballica italiana y Trébol blanco, siendo significativamente mayor el tratamiento Ballica italiana (FIGURA 14).



*Letras distintas (a,b) indican diferencias significativas. Andeva de una vía. $H=3,746$; $p=0,038$. Ballica italiana a 0 cm $p<0,05$.

FIGURA 14 Intensidad lumínica registrada en abril

4.8 Composición botánica

Se identificaron por separación manual 12 especies vegetales distribuidas en el total de parcelas. La composición por parcela se presenta en ANEXO 2. El resumen de la composición porcentual de las especies de interés -trébol blanco y ballica italiana- por tratamiento se presenta en Cuadro 4.

CUADRO 6 Valor promedio del porcentaje de trébol blanco y ballica italiana en los tratamientos

Tratamientos	Porcentaje Trébol blanco		Porcentaje Ballica italiana	
	Valor	Desviación estándar	Valor	Desviación estándar
Trébol-ballica	16,50	(11,97)	53,14	(14,98)
Ballica italiana	0,06	(0,11)	76,42	(12,62)
Trébol blanco	75,24	(2,75)	6,65	(4,90)

*Valores entre paréntesis corresponde a la desviación estándar.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Composición y estructura de los gremios tróficos

Para evaluar si existen diferencias en la composición y estructura de los gremios tróficos de artrópodos en los monocultivos de trébol blanco y ballica italiana versus el policultivo trébol blanco-ballica italiana, se comparó la riqueza de especies por gremio (composición) y la abundancia de especies por gremio (estructura) entre los tratamientos. Los resultados serán comparados centrandó el análisis en el número de especies vegetales establecidas por tratamiento.

5.1.1 Riqueza de especies por gremio Una sentencia común en teoría ecológica es que un aumento en la diversidad de la fuente puede sostener una mayor diversidad de consumidores. Así, ante un incremento en la diversidad vegetal es de esperar un consecuente incremento en la diversidad de artrópodos herbívoros que podría potencialmente provocar un efecto cascada hacia niveles tróficos superiores, permitiendo una mayor diversidad de parásitos y depredadores (SIEMANN *et al.*, 1998).

En el presente estudio los resultados obtenidos no concuerdan con lo señalado y obtenido por SIEMANN *et al.* (1998) y HADDAD *et al.* (2001). En los ensayos realizados por estos autores se obtuvo mayor riqueza de especies de los gremios fitófagos, depredadores y parásitos en los tratamientos con mayor diversidad vegetal, encontrando una relación positiva entre el número de especies vegetales y el número de especies de artrópodos. Contrariamente, en el presente estudio el tratamiento con 2 especies vegetales, trébol blanco-ballica italiana, no presentó mayor riqueza de especies para ningún gremio evaluado al ser comparado en ambos muestreos realizados (enero y abril) con los tratamientos monoespecíficos ballica italiana y trébol blanco. Al contrario de lo esperado, la riqueza de especies por gremio fue significativamente mayor solamente en el muestreo de abril y el tratamiento que presentó la diferencia fue el

monocultivo trébol blanco, registrando un valor de riqueza de especies del gremio depredadores superior a los tratamientos trébol blanco-ballica italiana y ballica italiana. Según ANDOW (1991), se podría sostener una mayor diversidad de depredadores en sistemas vegetales poliespecíficos porque las presas son más abundantes y/o son más accesibles, probablemente debido a que los policultivos presentan mayor humedad y suelos cubiertos y sombríos. En el presente estudio, la riqueza de depredadores fue superior en un monocultivo, pero según lo señalado anteriormente, la condición microclimática presente en este tratamiento pudo favorecer la permanencia de las especies que forman parte de este gremio, principalmente de las especies de la familia Carabidae (Coleoptera). El tratamiento trébol blanco presentó en abril el menor valor de intensidad lumínica a nivel de suelo (0 cm), siendo significativamente menor que el tratamiento ballica italiana. Los valores de temperatura y humedad relativa registrados en este tratamiento en abril no presentaron diferencias significativas al ser comparados con los otros tratamientos. Tomando como referencia lo señalado por ANDOW (1991) esto podría explicar en parte la mayor cantidad de especies depredadoras en el monocultivo de trébol blanco. En enero se observó una tendencia similar en la riqueza de artrópodos depredadores pero sin ser significativa la magnitud de estas diferencias.

Según BOTTRELL y BARBOSA (1998), otra condición que favorecería la permanencia y diversidad de depredadores es la cantidad y calidad del recurso floral. En particular, proveer de recurso floral a depredadores y parásitos puede potenciar la efectividad de los enemigos naturales a través de la agregación, cambios en la proporción de sexos, aumentar longevidad, fecundidad y tasa de depredación y parasitismo (LAVANDERO *et al.*, 2006). Algunos coccinelidos (Coleoptera) y antocóridos (Hemiptera) depredadores pueden completar su ciclo de vida y sostener sus poblaciones por periodos largos cuando hay polen disponible. También los carábidos (Coleoptera), grupo considerado de gran actividad depredadora, son importantes consumidores de polen (ESPINDOLA, 2002). De las especies vegetales establecidas en los ensayos, es el trébol blanco la que genera una oferta floral atractiva en polen y néctar para la fauna de artrópodos. Por el contrario, ballica italiana es una especie que se poliniza por el viento y no utiliza como estrategia para la fecundación y diseminación de

sus simientes una interrelación con la entomofauna por lo que no sería considerada como una especie atractiva para depredadores y parásitos desde el punto de vista de calidad floral (DARWIN, 1981). Según el análisis de la composición botánica, el tratamiento trébol blanco-ballica italiana tenía en promedio 16,5% de trébol blanco y 53,14% de ballica italiana, mientras que el tratamiento trébol blanco tenía en promedio 75,24% de trébol blanco, superando con creces la oferta floral de los otros tratamientos.

5.1.2 Abundancia de especies por gremio. Al analizar la abundancia de especies por gremio se encontraron diferencias significativas en la medición de enero en la abundancia del gremio fitófagos. El tratamiento trébol-ballica fue significativamente mayor que los tratamientos ballica italiana y trébol blanco. Este resultado es congruente con lo señalado por ANDOW (1991) quien sostiene que, si la hipótesis de la concentración de recursos explica mejor la respuesta de los herbívoros polífagos, sería más frecuente encontrar mayor abundancia en policultivos que en monocultivos. En la revisión realizada por este autor, se encontró mayor abundancia de fitófagos polífagos en policultivos y menor abundancia de fitófagos monófagos (Cuadro 7). Más especies polífagas tuvieron mayor densidad en policultivos (33,3%) al comparar con las especies monófagas (5,1%) y más especies monófagas tuvieron menor densidad en policultivos (45,8%) que las especies polífagas (23,8%). Este resultado se explica porque los policultivos podrían sostener a un mayor número de consumidores polífagos.

CUADRO 7 Número de especies herbívoros con respuesta particular a policultivos para especies monófagas y polífagas

	Densidad poblacional de especies de artrópodos en policultivos comparado con monocultivos ¹			
	Variable	Mayor	Sin cambio	Menor
Fitófagos	30,0	12,5	17,5	40,0
Monófagos	30,5	5,1	18,6	45,8
Polífagos	28,6	33,3	14,3	23,8

¹ La densidad corresponde al porcentaje del total de especies evaluadas en los estudios revisados. Trabajos con pruebas estadísticas.

FUENTE: ANDOW (1991)

Los resultados sugieren que la concentración de recursos tiene mayor influencia que los enemigos naturales sobre la respuesta de artrópodos fitófagos a los policultivos, pero no excluye la posibilidad que conjuntamente esté la acción de los enemigos naturales.

5.1.3 Análisis de la riqueza y abundancia de gremios según segundo criterio. Para el análisis realizado con el segundo criterio de clasificación (ZALAZAR y SALVO, 2007) se encontraron, al igual que en análisis en el que se consideró a las especies polenófagas como fitófagas, diferencias en la riqueza de depredadores en el muestreo de abril. Las diferencias las presentó el tratamiento trébol blanco siendo significativamente mayor que los tratamientos trébol blanco-ballica italiana y ballica italiana. Este resultado se atribuye a que la dieta de los depredadores no está constituida exclusivamente por presas sino también por fuentes alternativas de energía obtenida de subproductos florales (néctar y pólen), y a una condición microclimática de intensidad lumínica favorable, permitiendo el establecimiento de un mayor número de especies y asegurando su permanencia (ANDOW, 1991 y BOTTRELL y BARBOSA, 1998).

Al analizar la abundancia de especies por gremio, al contrario de lo obtenido en el análisis con el primer criterio de clasificación, no se encontraron diferencias significativas en ningún gremio evaluado, en ninguno de los muestreos realizados. El excluir especies que en el primer análisis se asignaron al gremio fitófagos afecta directamente en la riqueza y abundancia de especies. No obstante, en el muestreo de enero el tratamiento que presentó en promedio un número mayor de especies fitófagas fue el tratamiento trébol blanco-ballica italiana (223), comparado con los tratamientos ballica italiana (85,3) y trébol blanco (75,3), siendo una tendencia relacionada con la del análisis realizado con todas las especies. Según lo señalado por ANDOW (1991), lo policultivos pueden sostener un mayor número de fitófagos polífagos al presentar mayor oferta de recursos comparado con el monocultivo.

Existen diferencias en la composición y estructura de los gremios tróficos de artrópodos en monocultivos de trébol blanco y ballica italiana versus el policultivo trébol blanco-ballica italiana. El policultivo trébol blanco-ballica italiana presentó mayor abundancia de especies del gremio fitófagos probablemente debido a que el policultivo podría sostener un mayor número de consumidores polífagos; el monocultivo trébol blanco presentó mayor riqueza de especies del gremio depredadores, esto probablemente se deba a que la dieta de las especies que componen este gremio no es solamente de presas sino que consumen polen y néctar. Estos resultados no presentaron consistencia en los dos muestreos realizados por lo que, observados en su conjunto, no son concluyentes y no responden a la hipótesis planteada.

Por otro lado, este resultado concuerda con el trabajo publicado por ANDOW (1991). Según el análisis realizado por el autor, de los estudios establecidos para determinar el efecto de la diversidad vegetal sobre las comunidades de artrópodos, los resultados obtenidos son variables. Analizando un universo de 209 publicaciones, donde se evaluaron las poblaciones de especies de artrópodos fitófagos, depredadores y parásitos en monocultivos y policultivos, el porcentaje de especies con respuesta variable es igual o superior al 15% del total de las especies analizadas en estos estudios (Cuadro 8). Esta respuesta variable significa que la especie evaluada no tuvo una población consistentemente mayor o menor en policultivos comparado con

monocultivos cuando la respuesta fue medida varias veces. En dicho análisis se observa el número de casos en que se comprobó la hipótesis de esos trabajos (menor número de fitófagos y mayor número de depredadores y parásitos en policultivos) pero además revela la ocurrencia de una respuesta variable y los casos en que no existen cambios, resultados con los cuales no se puede probar la hipótesis.

CUADRO 8 Porcentaje de artrópodos con respuesta particular a policultivos

	Densidad poblacional de especies de artrópodos en policultivos comparado con monocultivos			
	Variable	Mayor	Sin cambio	Menor
Fitófagos (Monófagos y polífagos)	20,2	15,3	12,5	51,9
Depredadores (Generalistas y especialistas)	30,3	42,7	15,7	12,4
Parásitos	15,0	75,0	7,5	2,5

FUENTE: ANDOW (1991)

Esta variabilidad e inconsistencia en la respuesta ante cambios en el ecosistema puede estar determinada por un factor intrínseco de los artrópodos evaluados (ANDOW, 1991) como la actividad de los artrópodos en distintas estaciones del año (CARRILLO *et al.*, s.f). Otro factor que podría afectar los resultados obtenidos es la captura de artrópodos en un sistema recién establecido. Este registro podría relacionarse con una etapa de colonización de los artrópodos en los cultivos. Las comunidades de artrópodos se van desarrollando en el tiempo a través de la interacción entre las especies, con lo cual se da lugar a la organización de las comunidades (LISS *et al.*, 1986). Según TSCHARNTE y GREILER (1995) es probable encontrar una situación más representativa, diversa y estable en praderas antiguas que en praderas recién establecidas debido al crecimiento paulatino y la prolongada exposición de los cultivos a distintas

especies de artrópodos. Por otra parte, los manejos culturales y el diseño de los tratamientos influye en la respuesta de los artrópodos que sean medidos (ALTIERI, 1992). En este sentido, la variabilidad en los resultados también puede estar dada por prácticas de cultivo como el uso de herbicidas para el control de malezas en los tratamientos, lo cual podría acelerar la migración de los artrópodos a áreas circundante a los cultivos (VAN EMDEN y WILLIAMS, 1974). En el presente trabajo, un factor que pudo determinar una respuesta inconsistente es la composición botánica encontrada en los tratamientos. Según el análisis realizado, los tratamientos presentaron en promedio 19,8% (\pm 8,1 desviación estándar) de malezas. Este resultado pudo alterar la respuesta de los artrópodos al no encontrar tratamientos con 100% de monocultivos o la proporción diseñada de 50% de trébol blanco y ballica italiana en el policultivo.

5.2 Efecto del tipo de cultivo en la riqueza y abundancia de especies de artrópodos

Para determinar el efecto del tipo de cultivo sobre la riqueza y abundancia de la fauna de artrópodos se analizó la riqueza y abundancia total por tratamiento en ambos muestreos además de comparar los índices de diversidad y similitud entre tratamiento.

5.2.1 Riqueza y abundancia total. Al comparar la riqueza total de especies por tratamiento no se encontraron diferencias significativas y, al observar los datos en ambos muestreos, no se observa una tendencia en los resultados obtenidos. Al analizar los datos en su conjunto no se puede indicar cuál de los tratamientos presenta mayor riqueza de especies de artrópodos.

Al analizar la abundancia de especies por tratamiento no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en ambos muestreos. Al analizar los datos en su conjunto se observa una tendencia en el tratamiento trébol blanco-ballica italiana, registrando mayor abundancia total de artrópodos. Aunque esta diferencia no es significativa, se puede decir que existe una tendencia positiva entre el número de artrópodos y el número de especies vegetales al comparar los tratamientos de monocultivos con el policultivo (Cuadro 9). Si bien la magnitud de la respuesta no es

significativa, esta tendencia respalda la teoría ecológica que señala que una mayor diversidad vegetal podría sostener un mayor número de consumidores debido a presentar mayor oferta de alimento, lo cual podría potencialmente provocar un efecto cascada hacia niveles tróficos superiores, permitiendo una mayor diversidad de parásitos y depredadores (SIEMANN *et al.*, 1998).

CUADRO 9 Abundancia total de artrópodos

Tratamientos	Abundancia total de artrópodos			
	enero		abril	
Trébol-ballica	379,6	(102,9)	145,3	(24,0)
Ballica italiana	242	(10)	144	(5,3)
Trébol blanco	288	(51,7)	136,6	(46,3)

* Valor entre paréntesis corresponde a la desviación estándar.

5.2.2 Índices de diversidad y similitud. A través del índice de diversidad se puede determinar un valor de diversidad de especies a través de la riqueza e incorporando el valor de la abundancia relativa. Con esto, se puede comparar y determinar qué tratamiento sustentaba un mayor número de especies de artrópodos.

Analizando los resultados del índice de diversidad, no se encontraron diferencias significativas en ambos muestreos realizados. En enero, contrariamente a lo señalado por SIEMANN *et al.* (1998), el tratamiento que presentó el mayor índice de diversidad fue el monocultivo de ballica italiana y el tratamiento que presentó el menor valor de diversidad fue el policultivo trébol blanco-ballica italiana. En abril la tendencia de los datos respalda lo señalado por (SIEMANN *et al.*, 1998) siendo el tratamiento ballica italiana el que presentó el menor índice de diversidad al ser comparado con los otros tratamientos. Los tratamientos trébol-ballica y trébol blanco presentaron un índice de diversidad superior. Esto se explica por el tipo de cultivo. Según TSCHARNTE y GREILER (1995) las gramíneas podrían sostener gran número de especies fitófagas

endófagas y ectófagas pero la simpleza bioquímica y arquitectónica de la planta mantendría una comunidad pobre, simple y no especializada de artrópodos. Por el contrario, en el policultivo se esperaría encontrar un mayor número de especies (ver capítulo 2.5) comparado con los monocultivos, pero en este sentido, el tratamiento trébol blanco, presentó mayor número de especies debido a mantener un microclima favorable (ANDOW, 1981) y a pertenecer a un grupo funcional que se relaciona positivamente con la diversidad de artrópodos por presentar una oferta floral que permite sostener un mayor número de especies de artrópodos depredadores (BOTTRELL y BARBOSA, 1998).

Esto también se puede sostener con los resultados del índice de similitud. Se observa que los tratamientos que presentan mayor similitud, tanto para el caso del muestreo en enero como en abril, son los tratamientos trébol blanco-ballica italiana y trébol blanco. Esta similitud se basa en el número de especies de artrópodos encontradas en cada tratamiento y entre el policultivo trébol-ballica y el monocultivo de trébol el número de especies que compartían fue mayor que entre los cultivos ballica italiana y trébol blanco. Posiblemente la inclusión de la especie trébol blanco (promedio=16,5%) en el policultivo trébol blanco-ballica italiana tiene un efecto determinante en la diversidad de artrópodos al ser una especie vegetal atractiva (DARWIN, 1981) y que puede sostener mayor riqueza de especies artrópodas por presentar condiciones que favorecen la permanencia y longevidad de la fauna artrópoda (BOTTRELL y BARBOSA, 1998). La relación positiva entre la riqueza de especies depredadoras y la especie trébol blanco puede ser una clave para alcanzar un control biológico conservativo más efectivo al incluir en el diseño de agroecosistemas un recurso floral selectivo que potencie y favorezca la actividad de los enemigos naturales (LAVANDERO *et al.*, 2006).

El tipo de cultivo (policultivo trébol blanco-ballica italiana y los monocultivos trébol blanco y ballica italiana) tiene efectos distintos sobre las comunidades de artrópodos, afectando de forma distinta la diversidad de especies. Estos resultados se presentaron en forma inconsistente entre los muestreos por lo que al analizarlos en su conjunto no responderían a la hipótesis planteada.

6. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del ensayo se puede concluir que:

-Al analizar los resultados en su conjunto no es posible responder a la hipótesis planteada debido a la variabilidad obtenida entre los muestreo de enero y abril.

-En el tratamiento trébol blanco la riqueza de especies del gremio depredadores fue significativamente mayor en abril. Sin embargo, esta diferencia no se presentó en el muestreo de enero.

-En el tratamiento trébol blanco-ballica italiana la abundancia de fitófagos fue significativamente mayor en enero. Sin embargo, esta diferencia no se presentó en el muestreo de abril.

-La relación positiva entre la riqueza de especies depredadoras y la especie trébol blanco puede ser una clave para alcanzar un control biológico conservativo más efectivo al incluir en el diseño de agroecosistemas un recurso floral selectivo que potencie y favorezca la actividad de los enemigos naturales.

-El establecimiento de este tipo de ensayos requiere de un prolongado periodo de manejo del suelo, con el fin de eliminar la mayor parte de las plantas que no son parte del sistema que se desea implantar y que pueden transformar un monocultivo en un policultivo.

7. RESUMEN

Para evaluar el efecto de la diversificación vegetal sobre los gremios tróficos de artrópodos se estudiaron las comunidades en los monocultivos de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y ballica italiana (*Lolium multiflorum* Lam.) versus el policultivo. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar si existen diferencias en la composición y estructura de los gremios tróficos de artrópodos en monocultivos de trébol blanco y ballica italiana versus el policultivo trébol blanco-ballica italiana. Además, determinar el efecto del tipo de cultivo en la riqueza y abundancia de especies de la fauna de artrópodos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron monocultivos de trébol blanco, monocultivo de ballica italiana y policultivo trébol blanco-ballica italiana. El ensayo se estableció en la Estación Experimental Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile, provincia de Valdivia, Chile. Los artrópodos capturados se identificaron y se asignaron a un gremio trófico (fitófagos, depredadores, parásitos y detritívoros). Se realizaron dos muestreos independientes, en la estación estival (enero) y en otoño (abril) del 2007.

Los resultados indican que existen diferencias en la composición (riqueza) y estructura (abundancia) en los gremios tróficos de artrópodos entre los tratamientos pero los resultados no son consistentes ya que fueron variables en los dos muestreos realizados. En el muestreo de abril el tratamiento trébol blanco fue significativamente mayor en la riqueza de depredadores atribuido a que presentó una condición microclimática favorable para la permanencia de las especies depredadoras y por ser una especie vegetal atractiva como fuente de néctar y polen para las especies que conforman el gremio. El tratamiento ballica italiana-trébol blanco presentó en el muestreo de enero una abundancia de fitófagos significativamente mayor, atribuido a que el policultivo ofrece mayor diversidad de fuente, lo cual puede sostener a un mayor número de fitófagos polífagos. El tipo de cultivo no afecta significativamente a los

grupos de artrópodos aunque los resultados indican una tendencia positiva entre abundancia de artrópodos y diversidad vegetal.

SUMMARY

To test the vegetational diversification's effect on arthropods trophic guilds it was studied arthropods communities in white clover-ryegrass` monocultures and polycultures. The goals of this study were to evaluate if there are differences in composition and structure of arthropods trophic guild in withe clover (*Trifolium repens* L.) and ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) monocultures versus white clover-ryegrass polyculture. Also determinate crop type`s effect on arthropods richness and abundance. It used a completely random block desing with 3 treatments and 3 repetitions. The treatments were withe clover monoculture, ryegrass monoculture and withe clover-ryegrass polyculture. The experiment were carried out at Universidad Austral de Chile`s Experimental Center Santa Rosa, Valdivia province, Chile. Captured arthropods were identified and classified into different trophic guilds (phytophagous, predator, parasite and detritivorous). Two evaluations were done, at summer (january) and autumn (april) 2007.

The results indicates that exist significant differences in composition (richness) and structure (abundance) in arthropod trophic guilds between treatments but the results are inconsistents because there was variability between the first and second evaluation. In white clover treatment april sample, the predator arthropods richness was significant greater than another treatments probably because it has favourable microclimatic conditions to predator species and also because it is an attractive vegetal species by offering floral source of nectar and pollen to predator arthropods. The white clover-ryegrass treatment shows at january a greater significant abundance of phytophagous artropods may because the polyculture offer a diversified source of food wich is able to support a bigger number of polyphagous phytophagous. Crop type does not show a significant effect on arthropods communities althouhg results indicates a positive tendency between arthropods abundance and vegetational diversity.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, J. 1985. The definition and interpretation of guild structure in ecological communities. *Journal of Animal Ecology* 54: 43-59.
- ALTIERI, M. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Traducido por Jaime Araya. Valparaiso, Chile. Cetal. 162 p.
- ALTIERI, M., GLASR, D. y SCHMIDT, L. 1990. Diversification of agroecosystems for insect pest regulation: experiments on collards. **In:** GLIESSMAN (ed.). *Agroecology: researching the basis for sustainable agriculture*. New York, USA. Springer. pp: 70-82.
- ANDOW, D. y RISCH, S. 1985. Predation in diversified agroecosystem: relations between a coccinellid predator *Coleomegilla maculata* and its food. *Journal of Applied Ecology* 22: 357-372.
- ANDOW, D. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561-586.
- ANGULO, A. y WEIGERT, G. 1975. Estados inmaduros de lepidópteros nóctidos de importancia económica en Chile y clave para su determinación (Lepidoptera: Noctuidae). Concepción, Chile. Sociedad de Biología de Concepción. 153 p.
- ARTIGAS, J. 1994a. Entomología económica: insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Volumen 1. Concepción, Chile. Universidad de Concepción. 1126 p.

- ARTIGAS, J. 1994b. Entomología económica: insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Volumen 2. Concepción, Chile. Universidad de Concepción. 943 p.
- BELAOUSSOFF, S., KEVAN, P., MURPHY, S. y SWANTON, C. 2003. Assessing tillage disturbances on assemblages of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) by using a range of ecological indices. *Biodiversity and Conservation* 12: 851-882.
- BORROR, D. y DELONG, D. 1964. An introduction to the study of insects. USA. Holt, Rinehart and Winston. 819 p.
- BOTTRELL, D. y BARBOSA, P. 1998. Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? *Annual Review of Entomology* 43: 347-367.
- CARRILLO, R., ZELDA, S., SOLERVICENS, J. y NEIRA, M. s.f. Asociaciones de carábidos (Coleoptera, Adephaga) en fragmentos de bosque y en praderas adyacentes en el sur de Chile.
- CHAPIN, F., MATSON, P. y MOONEY, H. 2002. Principles of terrestrial ecosystem ecology. New York, USA. Springer. 436 p.
- CHAPMAN, R. 2001. Competition and succession in re-created botanically diverse grassland communities. **In:** TOW y LAZENBY (eds.). Competition and succession in pastures. United Kingdom. CABI. pp: 261-282.
- DARWIN, C. 1981. El origen de las especies. Reedición Planeta Agostini, Barcelona, España. 608 p.

- ESPINDOLA, M. 2002. Rol de los carábidos en la regulación de la fauna de invertebrados hipógeos en praderas permanentes. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 137 p.
- GREZ, A., ZAVIEZO, T., TISCHENDORF, L. y FAHRING, L. 2004. A transient, positive effect of habitat fragmentation on insect population densities. *Oecologia* 141: 444-451.
- GONZALEZ, J. 1998. Efecto del policultivo de avena-arveja en la incidencia de plagas insectiles y enfermedades y en las características agronómicas de los cultivos. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 116 p.
- HADDAD, N., TILMAN, D., HAARSTAD, J., RITCHIE, M. y KNOPS, J. 2001. Contrasting effects of plant richness and composition on insect communities: a field experiment. *The American Naturalist* 158: 17-35.
- HURD, L. y EISENBERG, R. 1990. Arthropod community responses to manipulation of a bitrophic predator guild. *Ecology* 71: 2107-2114.
- KREMEN, C., COLWELL, R., ERWIN, T., MURPHY, D., NOSS, R. y SANJAYAN, M. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7: 796-808.
- KÖRNER, C. 1994. Scaling from species to vegetation: The usefulness of functional groups. **In:** SCHULZE y MOONEY (eds.). *Biodiversity and ecosystem function*. Berlín, Alemania. Springer. pp: 117-140.
- LAVANDERO, B., WRATTEN, S., DIDHAM, R. y GURR, G. 2006. Increasing florar diversity for selective enhancement of biological control agents: a double-edge sward? *Basic and Applied Ecology* 7: 236-243.

- LEATHER, S. 1986. Insect species richness of the British Rosaceae: The importance of host range, plant architecture, age of establishment, taxonomic isolation and species-areas relationships. *Journal of Animal Ecology* 55: 841-860.
- LISS, W., GUT, L., WESTIGARD, P. y WARREN, C. 1986. Perspectives on arthropod community structure, organization, and development in agricultural crops. *Annual Review of Entomology* 31: 455-478.
- Mc ALPINE, J., PETERSON, B., SHEWELL, G., TESKEY, H., VOCKEROTH, J. y WOOD, D. 1987. *Manual of Nearctic Diptera. Volumen 2. Research Branch Agriculture Canada.* 1331 p.
- MURDOCH, W. 1975. Diversity, complexity, stability and pest control. *Journal of Applied Ecology* 12: 795-807.
- NIEVES-ALDREY, J. y GREZ, A. 2007. Dos especies de cynípidos introducidas en Chile, inductoras de agallas en malezas herbáceas (Hym., Cynipidae). *Agrociencia* 41: 921-927.
- ODE, P. 2006. Plant chemistry and natural enemy fitness: Effects on herbivore and natural enemy interactions. *Annual Review of Entomology*. 51: 163-185.
- RIPA, R. y LUPPICHINI, P. 2004. *Termitas y otros insectos xilófagos en Chile: especies, biología y manejo.* Quillota, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 145 p.
- SAMWAYS, M. 1993. Insects in biodiversity conservation: some perspectives and directives. *Biodiversity and Conservation* 2: 258-282.

- SEGNINI, S. s.f. Medición de la diversidad en una comunidad de insectos. Boletín Entomológico Venezolano 10: 105-113. (On line) <www.redpav-fpolar.info.ve/entomol/index.html> (17 agos. 2006).
- SIEMANN, E., TILMAN, D., HAARSTAD, J. y RITCHIE, M. 1998. Experimental tests of the dependence of arthropod diversity on plant diversity. The American Naturalist 152: 738-750.
- SOLBIRG, O. 1994. Plant traits and adaptive strategies: their role in ecosystem function. **In:** SCHULZE y MOONEY (eds.). Biodiversity and ecosystem function. Berlin, Alemania. Springer. pp: 97-116.
- SOUTHWOOD, T. 1973. The insect/plant relationship-an evolutionary perspective. **In:** VAN EMDEN (ed.). Insect/plant relationship. Oxford, Londres. Blackwell Scientific. pp: 3-30.
- STEHR, F. 1987. Inmature insects. Iowa, USA. Kendall/HWT. 754 p.
- SPEIGHT, M., HUNTER, M. y WATT, A. 1999. Ecology of insects. Concepts and applications. Malden, USA. Blackwell Science. 349 p.
- STRONG, D.; LAWTON, H. y SOUTHWOOD, R. 1984. Insects on plants. Community patterns and mechanisms. Oxford, Londres. Blackwell Scientific. 313 p.
- SWIFT, M. y ANDERSON, J. 1994. Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems. **In:** SCHULZE y MOONEY (eds.). Biodiversity and ecosystem function. Berlin, Alemania. Springer study. pp: 15-41.
- SYMSTAD, A., SIEMANN, E. y HAARSTAD, J. 2000. An experimental test of the effect of plan functional group diversity on arthropod diversity. Oikos 89:243-253.

- TILMAN, D. 1999. Ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology* 80: 1455-1474.
- TILMAN, D., REICH, P. y KNOPS, J. 2006. Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. *Nature* 441: 629-632.
- TILMAN, D., KNOPS, J., WEDIN, D., REICH, P., RITCHIE, M. y SIEMANN, E. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science* 277:1300-1302
- TSCHARNTE, T. y GREILER, H. 1995. Insect communities, grasses and grasslands. *Annual Review of Entomology* 40: 535-558.
- VAN EMDEN, H. y WILLIAMS, G. 1974. Insect stability and diversity in agroecosystems. *Annual Review of Entomology* 19: 455-475.
- ZALAZAR, L. y SALVO, A. 2007. Entomofauna asociada a cultivos hortícolas orgánicos y convencionales en la provincia de Córdoba, Argentina. *Neotropical Entomology* 36: 765-773.

ANEXOS

ANEXO 1. Listado de especies y/o morfoespecies identificadas a lo largo del estudio.

FITOFAGOS				
Orden	Familia	Especie	Referencia	Referencia (otros gremios)
Coleoptera				
	Meloidae	<i>Epicauta pilme</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Meloidae	2	BORROR y DELONG (1964)	
	Meloidae	3	BORROR y DELONG (1964)	
	Meloidae	4	BORROR y DELONG (1964)	
	Meloidae	5	BORROR y DELONG (1964)	
	Mordellidae	1	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Mordellidae	2	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Mordellidae	3	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Anobiidae	1	ARTIGAS (1994)	
	Anobiidae	2	ARTIGAS (1994)	
	Anobiidae	3	ARTIGAS (1994)	
	Cerambycidae	1	ARTIGAS (1994)	
	Cerambycidae	2	ARTIGAS (1994)	
	Cerambycidae	3	ARTIGAS (1994)	
	Chrysomelidae	Cryptocephalinae	1	ARTIGAS (1994)
	Chrysomelidae	Alticinae	1	ARTIGAS (1994)
	Chrysomelidae		1	ARTIGAS (1994)
	Chrysomelidae		2	ARTIGAS (1994)
	Chrysomelidae		3	ARTIGAS (1994)
	Elateridae		1	ARTIGAS (1994)
	Elateridae		2	ARTIGAS (1994)
	Elateridae		3	ARTIGAS (1994)
	Elateridae		4	ARTIGAS (1994)
	Elateridae		5	ARTIGAS (1994)
	Elateridae		6	ARTIGAS (1994)
	Curculionidae	<i>Apion ulicis</i>	ARTIGAS (1994)	
	Curculionidae	<i>Listronotus bonaerensis</i>	ARTIGAS (1994)	
	Curculionidae	1	ARTIGAS (1994)	
	Curculionidae	3	ARTIGAS (1994)	
	Curculionidae	4	ARTIGAS (1994)	
	Curculionidae	5	ARTIGAS (1994)	
	Scarabeidae	<i>Hylamorpha elegans</i>	ARTIGAS (1994)	
	Scarabeidae	<i>Phytoloema hermannii</i>	ARTIGAS (1994)	
Hymenoptera				
	Halictidae	1	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Halictidae	2	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Halictidae	3	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Halictidae	4	BORROR y	ZALAZAR y

Orden	Familia	Especie	Referencia	Referencia (otros gremios)
	Halictidae	5	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Apidae	<i>Bombus ruderatus</i>	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Apidae	<i>Bombus terrestris</i>	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Colletidae	1	DELONG (1964)	SALVO (2007)
	Megachilidae	1	DELONG (1964)	SALVO (2007)
	Cynipidae	1	NIEVES y GREZ (2007)	
	Cynipidae	2	NIEVES y GREZ (2007)	
	Formicidae	1	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Formicidae	2	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Formicidae	3	BORROR y DELONG (1964)	ZALAZAR y SALVO (2007)
Diptera				
	Chloropidae	1	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	ZALAZAR y SALVO (2007)
	Aulacigastridae	1	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Tephritidae	1	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
Lepidoptera				
	Noctuidae	<i>Agrotis ipsilon</i>	ANGULO y WEIGERT (1975)	
	Noctuidae	<i>Peridoma saucia</i>	ANGULO y WEIGERT (1975)	
	Noctuidae	<i>F. Albilinea</i>	ANGULO y WEIGERT (1975)	
	Noctuidae	1	ANGULO y WEIGERT (1975)	
	Noctuidae	3	ANGULO y WEIGERT (1975)	
	Pieridae	1	ANGULO y WEIGERT (1975)	
Orthoptera				
	Acrididae	1	ARTIGAS (1994)	
	Acrididae	2	ARTIGAS (1994)	
	Acrididae	3	ARTIGAS (1994)	
	Acrididae	4	ARTIGAS (1994)	
	Acrididae	5	ARTIGAS (1994)	
	Gryllidae	1	ARTIGAS (1994)	
	Gryllidae	2	ARTIGAS (1994)	
	Gryllacrididae	1	ARTIGAS (1994)	
Hemiptera				
	Lygaeidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Miridae	1	ARTIGAS (1994)	
	Pentatomidae	<i>Oenopilla unidentata</i>	ARTIGAS (1994)	
	Nabidae	4	ARTIGAS (1994)	

Orden	Familia	Especie	Referencia	Referencia (otros gremios)
		<i>P91</i>		
	Cicadellidae	<i>3.5 mm</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Cicadellidae	<i>1</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Cicadellidae	<i>2</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Cicadellidae	<i>4</i>	BORROR y	
	Cicadellidae	<i>6</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Cicadellidae	<i>8</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Cicadellidae	<i>10</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Cicadellidae	<i>11</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Cicadellidae	<i>12</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Cicadellidae	<i>13</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Cercopidae	<i>1</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Aphididae	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	ARTIGAS (1994)	
	Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	ARTIGAS (1994)	
Thysanoptera		<i>1</i>	ARTIGAS (1994)	
		<i>2</i>	ARTIGAS (1994)	
Isoptera			RIPA y LUPPICHINI (2004)	
		<i>Porotermes quadricollis</i>		

DEPREDADORES				
Orden	Familia	Especie	Referencia	Referencia (otros gremios)
Coleoptera				
	Carabidae	<i>Crossonychus viridis</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Mimodromites cyaneus</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Calosoma vagans</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Trirammatus unistriatus</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Trirammatus negroides</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Ferionomorpha nebrioides</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Argutoridius chilensis</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Ceroglossus chilensis</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Pelmatellus sp.</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Metius flavipes</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Trechisibus angularis</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Trechisibus sp</i>	ARTIGAS (1994)	
	Carabidae	<i>Allendia chilensis</i>	ARTIGAS (1994)	
	Staphylinidae	<i>Alas</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Staphylinidae	<i>P5I</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Staphylinidae	3	BORROR y DELONG (1964)	
	Staphylinidae	4	BORROR y DELONG (1964)	
	Staphylinidae	5	BORROR y DELONG (1964)	
	Staphylinidae	6	BORROR y DELONG (1964)	
	Staphylinidae	7	BORROR y DELONG (1964)	
	Staphylinidae	10	BORROR y DELONG (1964)	
	Coccinellidae	<i>Eriopsis connexa chilensis</i>	ARTIGAS (1994)	
	Coccinellidae	2	ARTIGAS (1994) BORROR y	
	Histeridae	1	DELONG (1964) BORROR y	
	Histeridae	2	DELONG (1964)	
Hymenoptera				
	Sphecidae	Larrinae	1	BORROR y DELONG (1964)
	Sphecidae		1	BORROR y DELONG (1964)
	Sphecidae		2	BORROR y DELONG (1964)
	Pompilidae		1	BORROR y DELONG (1964)
	Pompilidae		2	BORROR y DELONG (1964)
	Vespidae	<i>Vespula germanica</i>	ARTIGAS (1994)	
	Vespidae	<i>Polistes gallicus</i>	ARTIGAS (1994)	
Diptera				
	Syrphidae		1	BORROR y DELONG (1964)
	Rhagionidae		1	BORROR y DELONG (1964)
	Empididae		1	BORROR y DELONG (1964)

Orden	Familia	Especie	Referencia	Referencia (otros gremios)
	Empididae	2	BORROR y DELONG (1964)	
	Empididae	3	BORROR y DELONG (1964)	
	Dolichopodidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Asilidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Chamameyiidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
Hemiptera	Nabidae	<i>Nabis punctipennis</i>	ARTIGAS (1994)	
	Anthocoridae	1	ARTIGAS (1994)	
Lithobiomorpha		1	BORROR y DELONG (1964)	
Araneida	Lycosidae	<i>Lycosa sp</i>	BORROR y DELONG (1964)	
		1	BORROR y DELONG (1964)	
		5	BORROR y DELONG (1964)	
Odonata	Coenagrionidae	1	BORROR y DELONG (1964)	

PARASITOS				
Orden	Familia	Especie	Referencia	Referencia (otros gremios)
Hymenoptera				
	Ichneumonidae	<i>Phygadeon sp.</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Ichneumonidae	Tryphoninae	1	BORROR y DELONG (1964)
	Ichneumonidae		2	BORROR y DELONG (1964)
	Ichneumonidae		3	BORROR y DELONG (1964)
	Ichneumonidae		4	BORROR y DELONG (1964)
	Ichneumonidae		5	BORROR y DELONG (1964)
	Ichneumonidae		6	BORROR y DELONG (1964)
	Ichneumonidae	Tryphoninae	8	BORROR y DELONG (1964)
	Ichneumonidae		9	BORROR y DELONG (1964)
	Ichneumonidae		541	BORROR y DELONG (1964)
	Torymidae		1	BORROR y DELONG (1964)
	Pteromalidae		1	BORROR y DELONG (1964)
	Pteromalidae		2	BORROR y DELONG (1964)
	Pteromalidae		3	BORROR y DELONG (1964)
	Mymaridae		1	BORROR y DELONG (1964)
	Eulophidae		2	BORROR y DELONG (1964)
	Eulophidae		6	BORROR y DELONG (1964)
	Encyrtidae		1	BORROR y DELONG (1964)
	Aphelinidae		1	BORROR y DELONG (1964)
	Aphelinidae		2	BORROR y DELONG (1964)
	Eupelmidae		1	BORROR y DELONG (1964)
			7	BORROR y DELONG (1964)
	Braconidae	Rogadinae	1	BORROR y DELONG (1964)
	Braconidae	Microgasterinae	1	BORROR y DELONG (1964)
	Braconidae	Mycrogasterinae	3	BORROR y DELONG (1964)
	Braconidae	Aphidiinae	<i>Aphidius sp.</i>	BORROR y DELONG (1964)
	Braconidae	Aphidiinae	<i>Ephedrus sp.</i>	BORROR y DELONG (1964)
	Braconidae	Aphidiinae	3	BORROR y

Orden	Familia	Especie	Referencia	Referencia (otros gremios)
	Braconidae	6	BORROR y DELONG (1964)	
	Braconidae	7	BORROR y DELONG (1964)	
	Braconidae	8	BORROR y DELONG (1964)	
	Braconidae	10	BORROR y DELONG (1964)	
	Diapriidae	Diapriinae	1	BORROR y DELONG (1964)
	Diapriinae	Belytinae	1	BORROR y DELONG (1964)
	Proctotrupidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Proctotrupidae	2	BORROR y DELONG (1964)	
	Platygasteridae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Platygasteridae	2	BORROR y DELONG (1964)	
	Scelionidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
Diptera				
	Tachinidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Tachinidae	2	BORROR y DELONG (1964)	
	Tachinidae	3	BORROR y DELONG (1964)	
	Sarcophagidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Pipunculidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Pipunculidae	2	BORROR y DELONG (1964)	
	Sciomyzidae	1	BORROR y DELONG (1964)	

DETRITÍVOROS				
Orden	Familia	Especie	Referencia	Referencia (otros gremios)
Diptera			Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Phoridae	1	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Phoridae	2	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Phoridae	3	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Phoridae	4	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Muscidae	1	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Muscidae	2	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Muscidae	3	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Muscidae	4	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Muscidae	5	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Lonchopteridae	<i>Lonchoptera sp.</i>	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	
	Lauxaniidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Lauxaniidae	2	BORROR y DELONG (1964)	
	Sciaridae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Sphaeroceridae	<i>Leptocera sp.</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Sphaeroceridae	<i>Coproica sp.</i>	BORROR y DELONG (1964)	
	Mycetophilidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Mycetophilidae	2	BORROR y DELONG (1964)	
	Tipulidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Cypselosomatidae	1	Mc ALPINE <i>et al.</i> (1987)	ZALAZAR y SALVO (2007)
Coleoptera				
	Cryptophagidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Lathridiidae	<i>Aridius nodifer</i>	ARTIGAS (1994)	
	Lathridiidae	<i>Melanophthalma seminigra</i>	ARTIGAS (1994)	
	Tenebrionidae	1	BORROR y DELONG (1964)	
	Tenebrionidae	2	BORROR y DELONG (1964)	
	Tenebrionidae	3	BORROR y DELONG (1964)	
	Tenebrionidae	4	BORROR y DELONG (1964)	
	Tenebrionidae	5	BORROR y DELONG (1964)	
Collembola			BORROR y DELONG (1964)	

ANEXO 2. Composición botánica. Porcentaje promedio de las especies vegetales presentes en los tratamientos.

Composición botánica	Tratamientos		
	Trébol blanco-ballica italiana	Ballica italiana	Trébol blanco
<i>Lolium multiflorum</i>	53,14	76,42	6,65
<i>Trifolium repens</i>	16,50	0,07	75,24
<i>Trifolium pratense</i>	2,38	0,00	5,32
<i>Agrostis capillaris</i>	2,94	2,50	3,88
<i>Leontodon taraxacoides</i>	11,07	3,38	1,61
<i>Holcus lanatus</i>	0,53	0,28	1,38
<i>Hypochaeris radicata</i>	1,07	0,73	1,76
<i>Rumex acetocella</i>	2,75	0,00	0,74
<i>Plantago lanceolata</i>	2,14	0,13	0,08
<i>Oxalis sp</i>	0,00	0,50	0,00
<i>Brassica sp</i>	0,00	7,23	0,00
<i>Cynodon dactylon</i>	0,00	0,33	0,05
Materia muerta	7,47	8,42	3,28