

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



**EFFECTO DE DISTINTAS COBERTURAS DE SUELO EN LAS  
POBLACIONES DE LICOSIDOS (ARANEAE: LYCOSIDAE) Y  
CARABIDOS (COLEOPTERA: CARABIDAE), EN ARANDANO  
(*Vaccinium corymbosum* L.) ORGANICO, MAQUEHUE, REGION DE LA  
ARAUCANIA.**

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

MARIELLY ANDREA LÓPEZ CASTILLO

TEMUCO – CHILE

2013

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



**EFFECTO DE DISTINTAS COBERTURAS DE SUELO EN LAS  
POBLACIONES DE LICOSIDOS (ARANEAE: LYCOSIDAE) Y  
CARABIDOS (COLEOPTERA: CARABIDAE), EN ARANDANO  
(*Vaccinium corymbosum* L.) ORGANICO, MAQUEHUE, REGION DE LA  
ARAUCANIA.**

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

MARIELLY ANDREA LÓPEZ CASTILLO  
PROFESOR GUIA: ALEJANDRA ELENA GANTER HORST

TEMUCO – CHILE

2013

**EFFECTO DE DISTINTAS COBERTURAS DE SUELO EN LAS  
POBLACIONES DE LICOSIDOS (ARANEAE: LYCOSIDAE) Y  
CARABIDOS (COLEOPTERA: CARABIDAE), EN ARANDANO  
(*Vaccinium corymbosum* L.) ORGANICO, MAQUEHUE, REGION DE LA  
ARAUCANIA.**

PROFESOR GUÍA : ALEJANDRA ELENA GANTER HORST  
INGENIERO AGRÓNOMO MG. CS.  
INVESTIGADOR RESPONSABLE PROYECTO  
DI 11 0078 UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

PROFESORES CONSEJEROS: RODRIGO EDMUNDO TERREROS HERNANDEZ  
INGENIERO AGRÓNOMO MG. CS.  
INSTITUTO DEL MEDIO AMBIENTE  
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

CALIFICACION PROMEDIO TESIS : 6,9

*A mi madre, hermanos, abuelos y tíos, por ser mi apoyo incondicional y fuente de energía a base de amor.*

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre Marielly, por su abnegada labor, inmenso amor, apoyo y fuerza brindada a diario. Por ser la mejor madre del universo.

A mis abuelos, Any y Julio por estar en todo momento, sin cansarse jamás.

A mis hermanos, Carlos, Germán, Natalia, por ser fuente de sabiduría, ánimo, y protección. Por tener la certeza que siempre estaremos juntos.

A mis tíos, Juan Carlos y Susana, por creer en mí y brindarme incondicionalmente su apoyo en cada etapa de la vida.

A Camila, mi compañera y partner por envolverme en luz, llenarme de inspiración y motivación.

A tía Paola, Sofía, Catalina y Francisca, por recibirme en su hogar y hacerme parte de su familia.

A mis grandes amigos, Carmen, Pía, Germán, Rocío y Abigail por luchar juntos en cada momento, acompañarnos, aprender, conocer y disfrutar juntos. Por estar para levantarnos cada vez que caímos, por hacer que estos años fuesen hermosos.

A mis profesores, Alejandra y Rodrigo por embarcarse en este reto, por estar siempre para apoyarme y por sus acertados consejos.

A mi padre, Carlos por situar los pilares de mi educación, formación personal y ser tantos años mi acompañante.

A mi abuela Alicia, por inspirarme y enseñarme el amor por la naturaleza.

A todos quienes participaron en este proceso de formación, incluso, con tan solo una sonrisa.

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	8
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	10
2.1	Características generales del arándano .....	10
2.1.1	Descripción botánica. ....	10
2.1.2	Características del fruto. ....	10
2.1.3	Características de la raíz. ....	11
2.1.4	Desarrollo vegetativo.....	11
2.1.5	Floración. ....	12
2.1.6	Polinización.....	12
2.1.7	Requerimientos climáticos.....	12
2.1.8	Requerimientos edáficos.....	13
2.1.9	Requerimientos hídricos. ....	13
2.2	Mercado del arándano .....	14
2.2.1	Situación mundial del cultivo. ....	14
2.2.2	Cultivo del arándano en Chile.....	17
2.3	Producción orgánica de arándanos .....	22
2.3.1	La agricultura orgánica. ....	22
2.3.2	Situación mundial de la agricultura orgánica.....	23
2.3.3	Superficie nacional bajo manejo orgánico.....	23
2.4	Estrategias de manejo del arándano en agricultura orgánica .....	25
2.4.1	Estrategias de fertilidad. ....	25
2.4.2	Control de plagas.....	28

2.4.3	Control de enfermedades. ....	31
2.4.4	Control de malezas. ....	34
2.5	Coberturas de suelo y su uso en la agricultura orgánica. ....	36
2.5.1	Tipos de coberturas. ....	37
2.5.2	Efectos de las coberturas. ....	40
2.6	Uso de carábidos y licósidos como bioindicadores. ....	46
2.6.1	Descripción de la Clase Hexápoda. ....	47
2.6.2	Importancia de la familia Carabidae. ....	47
2.6.3	Descripción Clase Arachnidae. ....	48
2.6.4	Importancia de la familia Lycosidae. ....	49
3	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	51
3.1	Área de estudio. ....	51
3.2	Sitio experimental. ....	52
3.3	Diseño experimental y tratamientos .....	54
3.4	Toma y análisis de muestras .....	57
3.5	Análisis estadístico .....	59
4	<b>PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	60
4.1	Dinámica de la Familia Carabidae en las fechas de muestreo. ....	60
4.2	Dinámica de la Familia Lycosidae en las fechas de muestreo. ....	61
4.3	Abundancia de Familia Carabidae por tratamiento. ....	66
4.4	Abundancia de Familia Lycosidae por tratamiento. ....	67
4.5	Abundancia de la Familia Carabidae para cada fecha por cobertura de suelo. ....	71
4.6	Abundancia de la Familia Lycosidae para cada fecha por cobertura de suelo. ....	73
4.7	Abundancia de la Familia Carabidae respecto a la aplicación de compost. ....	77
4.8	Abundancia de la Familia Lycosidae respecto a la aplicación de compost. ....	78

4.9	Abundancia de la Familia Carabidae correlacionado con humedad y temperatura.	80
4.10	Abundancia de la Familia Lycosidae correlacionado con humedad y temperatura.	85
5	CONCLUSIONES.....	91
6	RESUMEN .....	93
7	SUMMARY .....	95
8	LITERATURA CITADA .....	97
9	ANEXO .....	110



## 1 INTRODUCCIÓN

El arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) es un cultivo de importancia en el país, posicionándose en primer lugar entre los frutales menores con más de 13.000 ha. Además, Chile es líder en exportación en América del Sur y segundo a nivel mundial luego de Estados Unidos. El aumento de la superficie durante los últimos diez años ha provocado la disminución del precio del producto, por lo que la diferenciación ha sido clave para los agricultores, quienes en algunos casos han optado por realizar manejo orgánico para entrar a un mercado con mayor precio de venta.

La agricultura orgánica promueve la diversidad y mantención de la vida, incentivando la búsqueda de alternativas de manejo que incremente la biota en el sistema, es por ello que para el control de plagas, enfermedades y fertilidad, no utilizan productos químicos sintéticos, porque va en directo detrimento de los organismos que se desempeñan en el sistema. Uno de los mayores problemas con los que se encuentran los agricultores en este tipo de manejo agrícola es el control de malezas, porque no pueden utilizar herbicidas sintéticos para su manejo, por tanto, una de las alternativas más difundidas es el uso de coberturas de suelo.

El arándano alto es uno de los cultivos donde más se utilizan coberturas de suelo, básicamente porque su raíz es muy superficial, lo que hace necesario que se encuentre libre de malezas para evitar la competencia en cuanto a absorción de agua y nutrientes, y así obtener mayores rendimientos.

Las coberturas de suelo pueden ser de varios tipos (polietileno, polipropileno, rastrojo de cereales, cubiertas vivas, entre otras), cada una posee características distintas en su estructura, lo que genera cambios en factores tales como humedad y temperatura del suelo. Estos factores

juegan un rol esencial en las condiciones del hábitat en el suelo, por lo que pueden afectar a las poblaciones de artrópodos, ya sea de forma positiva como negativa.

Para evaluar los cambios en el ambiente, como los ocasionados por el uso de coberturas de suelo, es común que se utilicen indicadores biológicos, dentro de los cuales se encuentran algunos artrópodos, como los carábidos y arácnidos. Estos grupos son de gran utilidad para este tipo de investigaciones, por su sensibilidad a los cambios ambientales, fácil reconocimiento, presencia y abundancia en casi todos los ecosistemas, hábito alimenticio depredador generalista y por tener su hábitat en la superficie del suelo.

La hipótesis planteada en el presente trabajo señala que las poblaciones de carábidos y licósidos variarán significativamente, dependiendo de la cobertura de suelo utilizada.

Objetivo general:

Evaluar el efecto de distintas coberturas de suelo en las poblaciones de carábidos y licósidos en un cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) bajo manejo orgánico, cv. Bluegold, en la localidad de Maquehue.

Objetivo específico:

1. Cuantificar la abundancia de carábidos y licósidos, en suelo cubierto con malla de polipropileno, paja, allysum (*Lobularia maritima*) o malla de polipropileno con paja.
2. Correlacionar la abundancia de carábidos y licósidos con las condiciones de humedad y temperatura generadas por las coberturas de suelo.
3. Evaluar si la aplicación de compost modifica el efecto de las coberturas de suelo en las poblaciones de carábidos y licósidos.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Características generales del arándano

El arándano pertenece a la familia Ericaceae (Robinson y Fernold, 1908; Galletta, 1990), del género *Vaccinium* (Childers, *et al.*, 2006). Botánicamente sus especies se clasifican de acuerdo a la altura que alcanzan, por ello se denomina arándano alto (*Highbush*, *V. corymbosum* L.) a los que crecen entre 1.5 a 7 m de alto, arándano bajo (*Lowbush*, *V. angustifolium* Ait.) a los que crecen hasta 1 m de altura y half-high a los que se encuentran en un término intermedio entre arándano alto y bajo. La especie ojo de conejo (*Rabbiteye*, *V. ashei* Reade) crece de 1.5 a 6 m de altura y puede ser clasificada también como arándano alto (Galletta, *et al.*, 1990; Childers, *et al.*, 2006).

El arándano alto ha sido desarrollado a partir de dos especies *V. corymbosum* L. y *V. australe* Small (Galletta, *et al.*, 1990). Estas plantas, en su forma silvestre, se distribuyen en áreas soleadas, ácidas y pantanosas en la costa este de América del Norte, sin embargo en la década de los 80' fue introducido en América del Sur, destacándose Chile como pionero en el continente en la producción de arándanos (Galletta, *et al.*, 1990).

**2.1.1 Descripción botánica.** El arándano alto posee, generalmente, hojas caducas, aunque cruza como Legacy son siempreverdes, las hojas son simples y dispuestas en forma alterna en la ramilla, y sus bordes son aserrados (Buzeta, 1997). Botánicamente posee flores perfectas, las que se manifiestan en racimos (Buzeta, 1997), principalmente axilares aunque también pueden ocurrir en forma terminal, poseen ovario ínfero con 4-5 celdas, con uno o más óvulos en cada lóculo, tienen pistilo filiforme y 8-10 estambres (Galletta, *et al.*, 1990).

**2.1.2 Características del fruto.** El fruto corresponde a una baya de color azul oscuro que en toda la superficie tiene una capa cerosa llamada pruina o bloom que lo protege de la

deshidratación (Childers y Lyrene, 2006). Su tamaño varía de 0,7 a 2,5 cm dependiendo de la variedad, cultivar y vigor del brote. Asimismo, los frutos que maduran antes son de mayor tamaño que los que maduran más tarde. Por último, el número de semillas se encuentra correlacionado positivamente al tamaño del fruto (Galletta, *et al.*, 1990; Buzeta, 1997).

El fruto es cosechado cuando se encuentra 100% de color azul oscuro (indicador de cosecha principal), en su madurez alcanza alrededor de un 15% de sólidos solubles (grados brix), por lo que su sabor es relativamente acidulado, dependiendo del cultivar, condiciones climáticas y manejo del cultivo (Galletta, *et al.*, 1990). Tiene una pulpa jugosa y aromática, conforme al cultivar, debido a esto se utiliza tanto para el consumo en fresco como para la transformación industrial en zumos, mermeladas, confituras, licores, salsas de acompañamiento en cocina u otros usos como en perfumes, cremas, productos de limpieza personal, entre otros (Buzeta, 1997).

**2.1.3 Características de la raíz.** El sistema radicular del arándano es superficial, no tiene raíz primaria, sus raíces son muy finas, fibrosas (Childers y Lyrene, 2006), de poca extensión (Buzeta, 1997) y carecen de pelos radicales, no obstante, tienen la capacidad de realizar simbiosis con micorrizas endotróficas principalmente *Hymenoscyphus ericae*, y a menudo las micorrizas suplen el rol que cumplirían los pelos radicales, además protegen a las raíces de patógenos como *Phytophthora* spp. y aumentan la tolerancia de la planta al estrés ambiental (Coville, 1910; Galletta, *et al.*, 1990; Prodorutti, *et al.*, 2007). Las raíces pueden comenzar su crecimiento antes de la floración, bajo condiciones favorables, y desarrollan la mayor densidad en la línea de goteo aunque pueden extenderse incluso a 180 cm de la corona y a 81 cm de profundidad (Galletta, *et al.*, 1990), siendo las raíces jóvenes las encargadas principalmente de la absorción de agua y nutrientes (Buzeta, 1997).

**2.1.4 Desarrollo vegetativo.** El arándano alto necesita un período de crecimiento de a lo menos 160 días. El desarrollo de la raíz y los brotes ocurre en “*Flushes*” durante la temporada de crecimiento. El crecimiento anual comienza en primavera, a partir de la emergencia de los brotes

(Childers y Lyrene, 2006). Los brotes nuevos surgen a partir de yemas vegetativas formadas en la temporada anterior, mientras que las yemas vegetativas aparecen una o dos semanas antes de la floración. Cada yema floral puede producir una inflorescencia con una cantidad entre siete a catorce flores. Durante los dos primeros años, luego de colocar las plantas en el terreno final, se retiran a través de la poda las yemas florales para estimular el crecimiento vegetativo, la cosecha se realiza generalmente durante la tercera temporada (Galletta, *et al.*, 1990).

**2.1.5 Floración.** La diferenciación floral ocurre en la madera del año, la cantidad de yemas florales está aparentemente relacionada al grosor del brote, balance de reguladores de crecimiento y cultivar. Por lo general, cada brote tiene cinco a siete yemas florales aunque se han registrado algunas con 15 a 20 yemas florales. El período de floración se extiende alrededor de una semana dependiendo de la temperatura (grados día), si bien, la receptibilidad del estigma puede durar alrededor de una semana no es probable que cuaje si la polinización no ocurre dentro de los tres días luego de abierta la flor (Galletta, *et al.*, 1990; Buzeta, 1997).

**2.1.6 Polinización.** La polinización es realizada principalmente por insectos, jugando un rol fundamental las abejas (Childers y Lyrene, 2006). Si bien es una especie autofértil, la polinización cruzada incrementa la polinización y cuaja, además aumenta el diámetro del fruto (Buzeta, 1997; Childers y Lyrene, 2006; Prodorotti *et al.*, 2007). El período desde que el ovario comienza a ensancharse hasta la madurez del fruto dura un mes y medio a dos meses y medio, lo cual varía dependiendo del cultivar, localización y temporada. El crecimiento del fruto sigue una curva de crecimiento doble sigmoidea (Galletta, *et al.*, 1990)

**2.1.7 Requerimientos climáticos.** El arándano alto requiere normalmente de 200 a 1500 horas frío (bajo 7,2°C), y dependiendo de la variedad se desarrolla a temperaturas entre 10 y 25-30°C (Childers y Lyrene, 2006). La planta puede sobrevivir a altas temperaturas o muy bajas, aunque las hojas detienen su crecimiento a los 30°C, y temperaturas mayores a esa, cuando está presente el fruto, pueden causar calentamiento de la baya, frutos de menor tamaño y menos sabor. No

obstante, la planta, puede sobrevivir a temperaturas mayores a 50°C por períodos muy cortos, y es tolerante al frío en temporada de invierno soportando hasta -32°C, sin embargo, en primavera las flores se pueden dañar con temperaturas menores a los 0°C y las heladas en primavera dañan las yemas o inflorescencias apicales. El viento también es un factor importante de controlar, porque puede causar deshidratación del fruto, daños mecánicos, caída de fruto, quiebre de ramas y caída de flores (Buzeta, 1996).

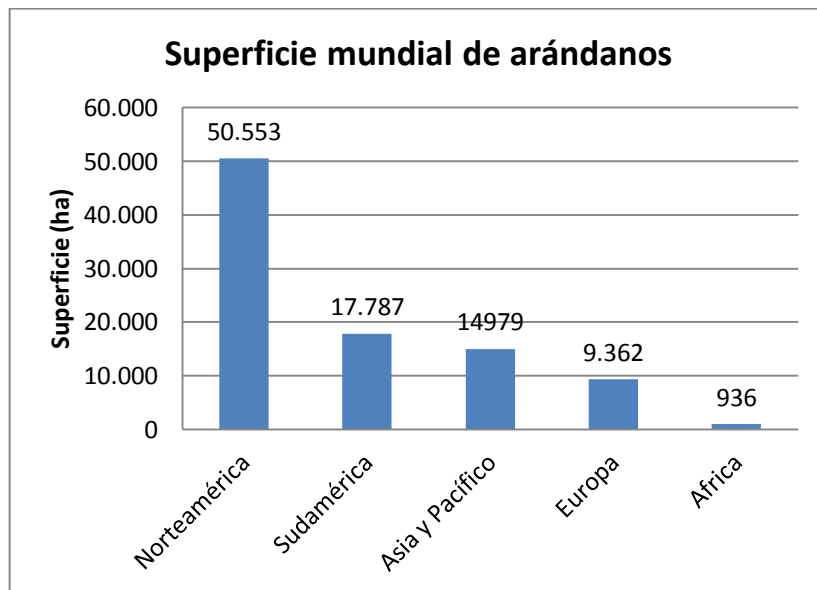
**2.1.8 Requerimientos edáficos.** El arándano alto crece mejor en suelos porosos, con textura limosa o franco arenosa y abundante materia orgánica, la cual mejora la estructura general del suelo, además de retener agua y nutrientes (Childers y Lyrene, 2006). Requiere suelos ácidos con un pH de 4,5 a 5,5 (Hart, *et al.* 2006) y es de vital importancia que tenga buen drenaje (Galletta, *et al.*, 1990).

**2.1.9 Requerimientos hídricos.** Se debe proteger el sistema radicular ya que es superficial, con baja eficiencia de absorción, susceptible a la sequía y fácilmente afectado por la competencia con las malezas, por ello se utiliza, en los cultivos comerciales, riego por goteo, coberturas de suelo y/o abundante materia orgánica, con el fin de mantener la humedad en el suelo y disminuir el crecimiento de malezas (Buzeta, 1997; Prodorutti, *et al.*, 2007). Hay períodos en los cuales no puede faltar la entrega de agua a la planta ya que son momentos críticos, desde la caída de pétalos hasta dos a tres semanas terminada la cosecha (Buzeta, 1997). Si se expone la planta a un moderado o alto déficit de agua se detendrá el crecimiento del tallo y la elongación de los brotes, mientras que durante el periodo de crecimiento del fruto disminuirá el peso de éste sin afectar el número de frutos. Además, si el déficit ocurre en la inducción floral, disminuirá el número de yemas florales, incidiendo en el número de frutos de la siguiente temporada (Childers y Lyrene, 2006).

## 2.2 Mercado del arándano

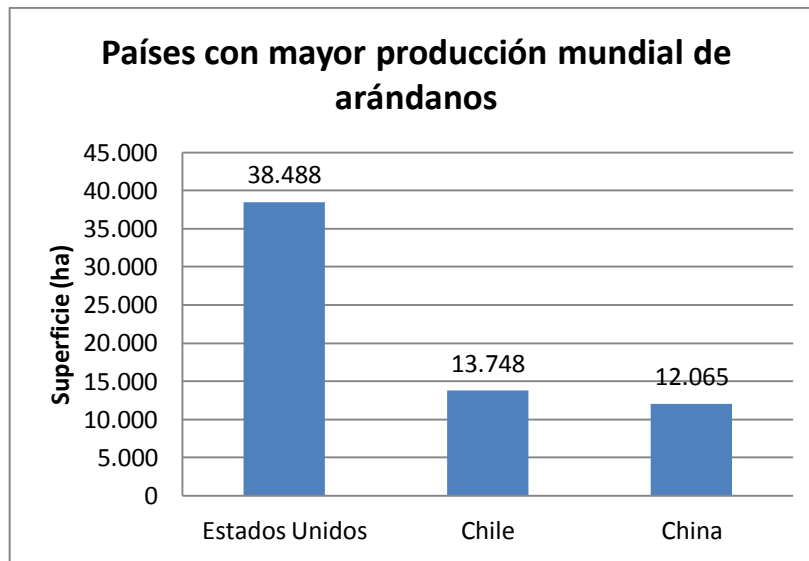
### 2.2.1 Situación mundial del cultivo.

**2.2.1.1 Superficie y producción mundial.** La US Highbush Blueberry Council, publicó el año 2013 un estudio llamado “Superficie y producción mundial de arándanos 2012”, allí se indica que la superficie mundial de arándanos corresponde a 93.617 ha. En la figura 1 se observa que Norteamérica posee 50.553 ha (53%), seguido por Sudamérica con 17.787 ha (19%), en tercer lugar Asia y el Pacífico con 14.979 (16%), relegando a Europa con 9.362 ha (10%) y por último África con 936 ha (1%) (Brazelton, 2013).



**Figura 1.** Superficie mundial de arándanos. Elaboración personal en base a datos obtenidos de US Highbush Blueberry Council 2012 y Brazelton, 2013.

Los países con mayor cantidad de hectáreas a nivel mundial (Figura 2) son Estados Unidos con 38.488 ha, luego Chile con 13.748 ha y China con 12.065 ha (Brazelton, 2013).

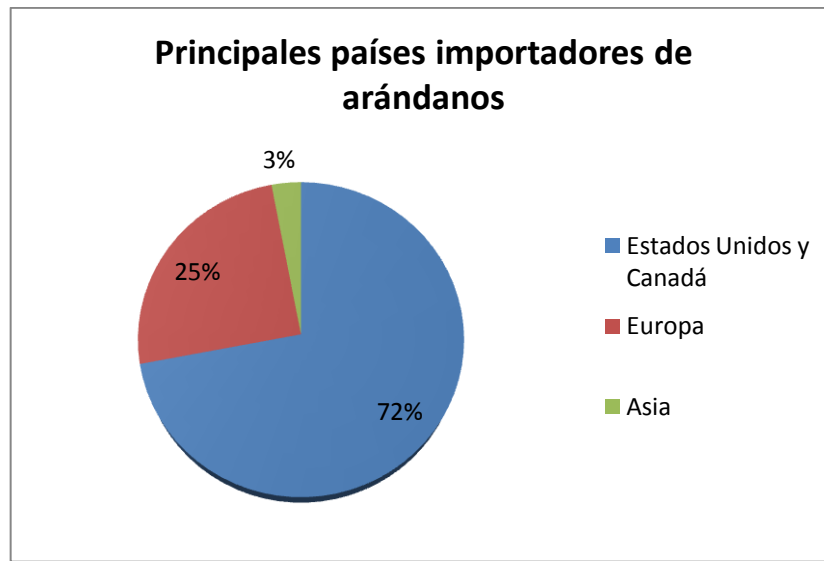


**Figura 2.** Países con mayor producción mundial de arándanos. Elaboración personal en base a datos obtenidos de US Highbush Blueberry Council 2012, Brazelton, 2013.

**2.2.1.2 Exportación e importación mundial.** La producción mundial del año 2012 en fruta fresca y procesada fue de 440.108 t y los países con mayor producción fueron Estados Unidos con 214.247 t seguido por Chile con aproximadamente 100.000 t (Brazelton, 2013).

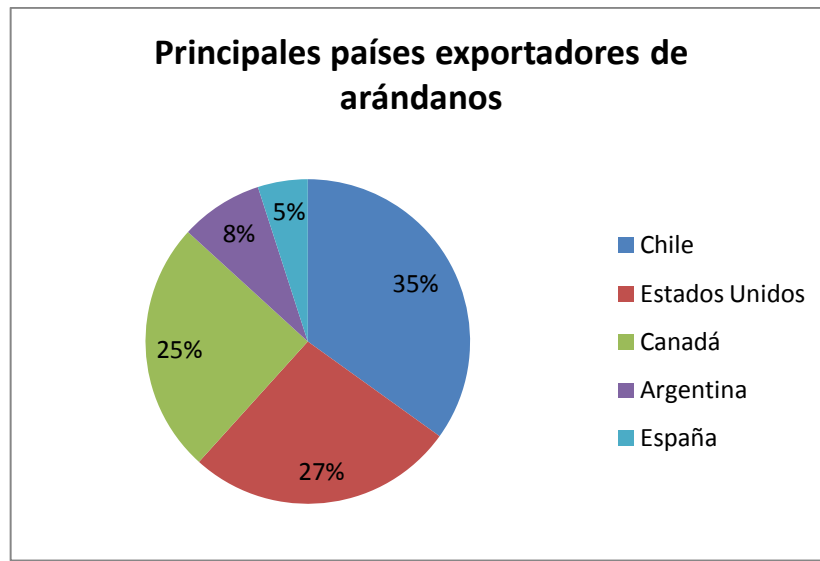
Las importaciones en el año 2011 (Figura 3) llegaron a las 242.938 t, Estados Unidos no sólo se presenta como líder en superficie y producción, sino que también lo es en importaciones, abarcando junto con Canadá el 72 % de éstas, seguido por Europa con un 25 % y finalmente Asia con un 3 % que en los últimos años está entrando fuertemente al mercado (cifras del Centro de Comercio Internacional y US Highbush Blueberry Council, citado por Bravo 2012).





**Figura 3.** Principales países importadores de arándanos. Elaboración personal en base a datos obtenidos de US Highbush Blueberry Council 2010, citado por Bravo, 2012.

Chile, el año 2011, se presenta como el mayor exportador de arándanos frescos, esto se debe a que países como Estados Unidos y Canadá no satisfacen por completo su demanda interna, la cual ha crecido los últimos años, liderando Chile con un 30,9 % de las exportaciones mundiales, Estados Unidos con 23,7 %, Canadá con 22,2 %, Argentina con 7,3 % y España con 4,4 % (Figura 4). Nuestro país presenta ventajas sanitarias, productivas, climáticas y de contra estación que le permite encabezar el listado (CCI citado por Bravo 2012).

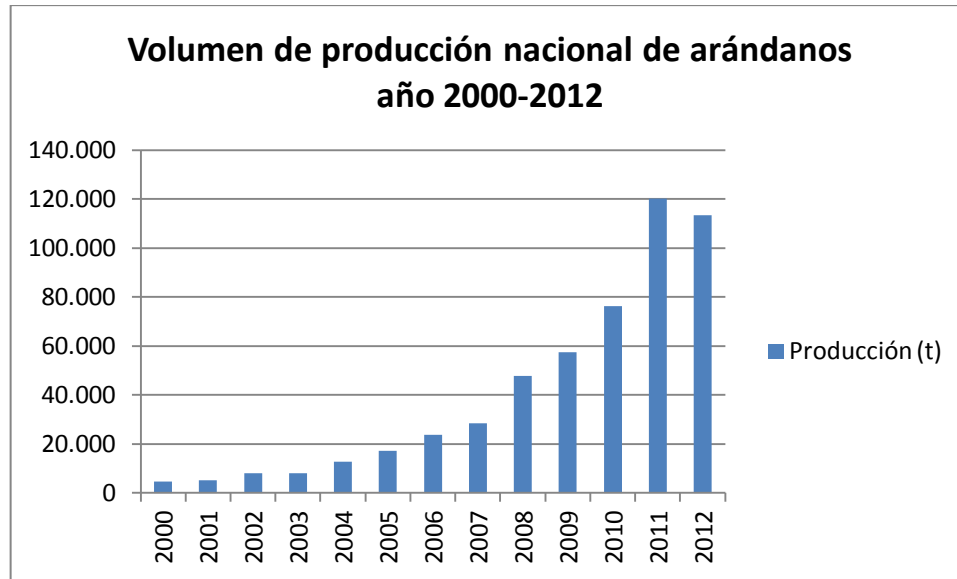


**Figura 4.** Principales países exportadores de arándanos. Elaboración personal en base a datos obtenidos de US Highbush Blueberry Council 2010, citado por Bravo, 2012.

## 2.2.2 Cultivo del arándano en Chile.

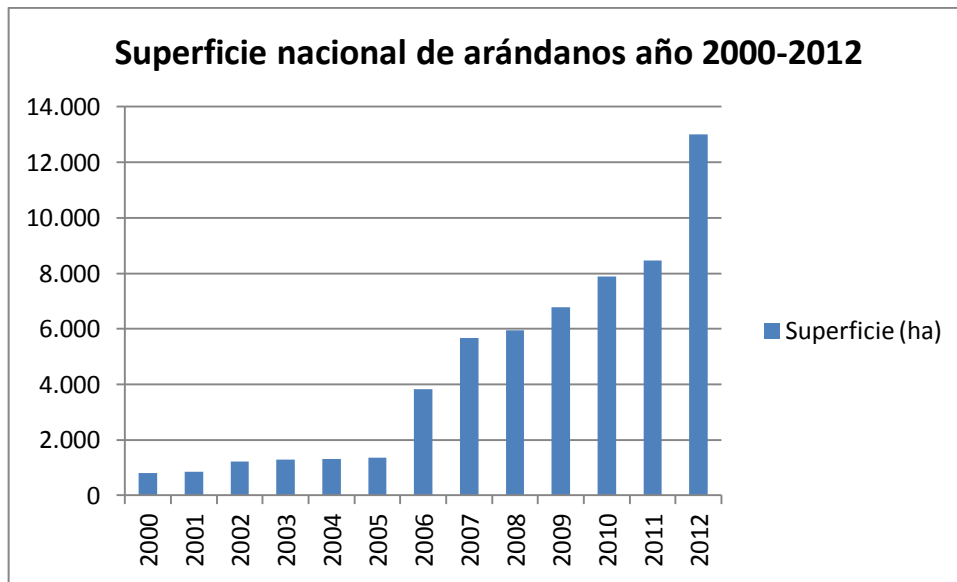
**2.2.2.1 Ventajas de Chile en la producción de arándanos.** La situación de Chile en la producción de arándanos se sustenta en sus ventajas considerables para la producción, pues posee el clima adecuado para el cultivo en gran parte del país (desde la Región de Coquimbo a la Región de Los Lagos). Encontrarse en el hemisferio sur constituye una ventaja para el país, porque puede abastecer en contra estación a los países del hemisferio norte, donde se concentra el mayor número de público consumidor de arándanos y el 70% de la población mundial. También es de gran importancia que nuestro país posee estrictos estándares sanitarios, encontrándose libre de plagas y enfermedades cuarentenarias gracias a sus barreras naturales (cordillera, desierto, mar), permitiendo la entrada a mercados externos con mayor facilidad. Sumado a esto, existe una capacidad empresarial dispuesta a invertir recursos, debido a lo que se cuenta con un alto nivel tecnológico, capacidad técnica y mano de obra calificada para ejercer las labores, siendo reconocido mundialmente este sector profesional (Razeto, 1999; Willer y Kilcher, 2012).

**2.2.2.2 Volumen de producción.** Bravo (2012), señaló que el volumen de producción del año 2012 en Chile (Figura 5) fue de 113.422 t, observándose una leve disminución (5,5%) en comparación a la temporada pasada, esta baja es producto de las condiciones climáticas adversas ocurridas al principio de temporada en la zona sur y centro sur con algunos eventos de heladas y lluvias (Campos, 2012).

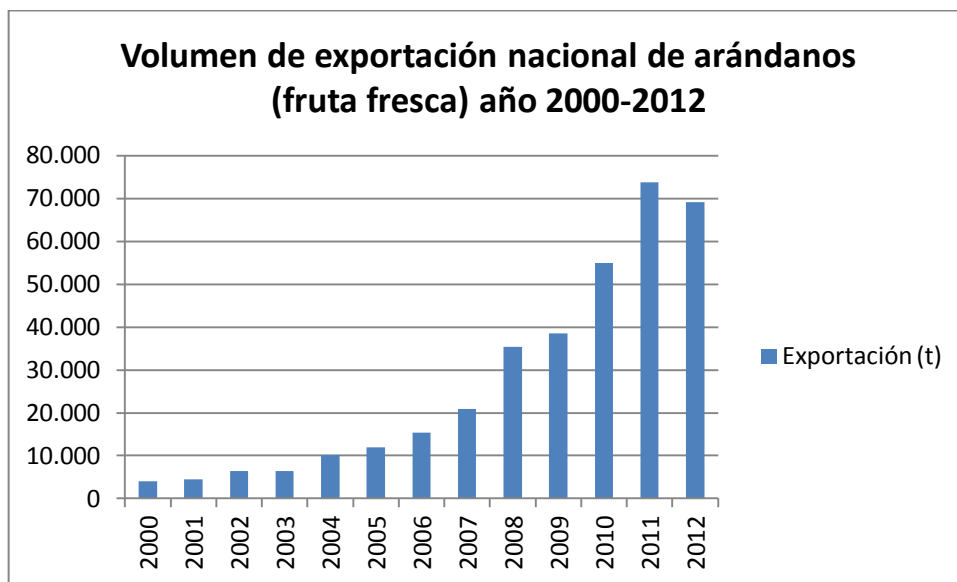


**Figura 5.** Volumen de producción nacional de arándanos año 2000-2012. Elaboración personal en base a datos obtenidos de Bravo, 2012.

**2.2.2.3 Volumen de exportación.** El aumento sostenido de las hectáreas de arándanos desde el año 2000 (800 ha), al año 2012 (13.016 ha) ha sido muy importante (figura 6), ya que ha permitido posicionar a nuestro país como el mayor exportador mundial de arándanos (Bravo, 2013). El crecimiento en las exportaciones ha ido acorde al aumento de hectáreas, y a la entrada en producción de los huertos en formación, cifras del año 2000 indican que el volumen de exportación fue de 4.042 toneladas y para el año 2012 se alcanzó un volumen de 69.160 toneladas de fruta fresca (figura 7), generando la suma de 354,8 millones de dólares (Bravo, 2013).



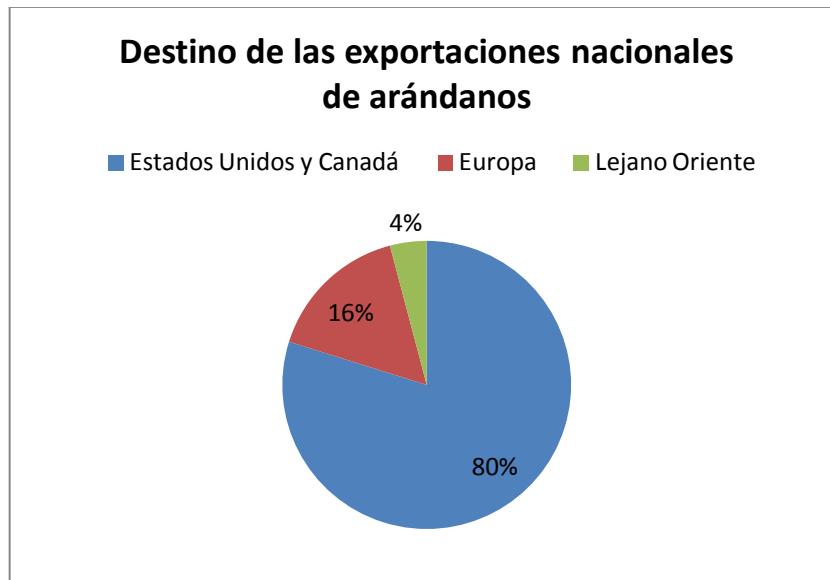
**Figura 6.** Superficie nacional de arándanos año 2000-2012. Elaboración personal en base a datos obtenidos de Bravo, 2013.



**Figura 7.** Volumen de exportación nacional de arándanos año 2000-2012. Elaboración personal en base a datos obtenidos de Bravo, 2013.

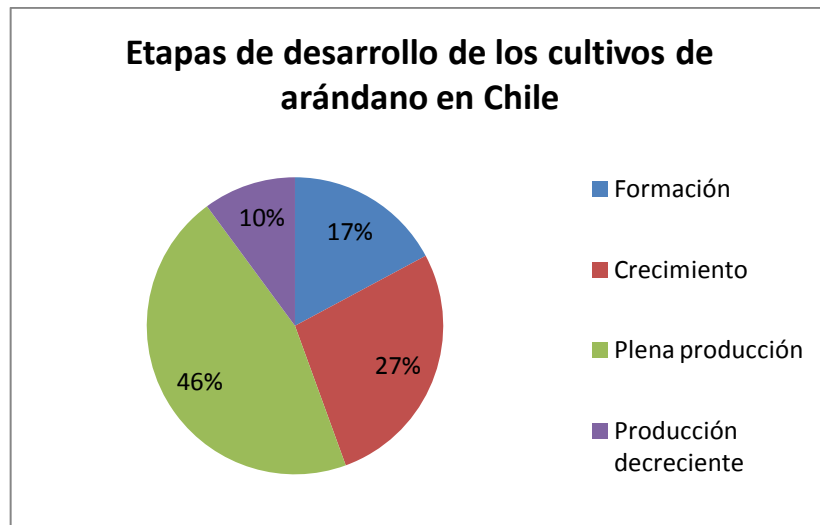
**2.2.2.4 Destino de las exportaciones.** Los principales destinos exportadores corresponden a Estados Unidos y Canadá con 54.862 t (79,6 %), el mercado Europeo 11.363 t (16 %), Lejano

Oriente con 2.884 t (4,1%) (Cataldo, 2012) (figura 8). Un mercado al que se busca entrar con fuerza es el Asiático, debido a la potencial demanda que puede existir por la amplia población que posee, el buen ingreso per cápita y principalmente los precios superiores obtenidos en comparación a los mercados de USA, Canadá y UK (Campos, 2012).



**Figura 8.** Destino de las exportación nacionales de arándanos año 2012. Elaboración personal en base a datos obtenidos de Cataldo, 2012.

**2.2.2.5 Superficie de cultivo.** En Chile la superficie destinada a la producción de arándanos corresponde a 13.016 ha, de las cuales hay un 17% en formación; 27% en crecimiento; 45% en plena producción y 10% en producción decreciente (figura 9). La figura 10 muestra que la distribución es desde la Región de Coquimbo a la Región de Los Lagos (González, 2013), siendo la Región del Bío Bío la que posee mayor superficie plantada con 4.280 ha (32,9 %), seguida con 2.633 ha por la Región del Maule (20,2 %) y La Araucanía con 1.561 ha (12,0 %) (Estimaciones basadas en catastros e intercatastros regionales elaborados por Ciren y citado por Bravo, 2012).



**Figura 9.** Etapas de desarrollo de los cultivos de arándano en Chile 2012. Elaboración personal en base a datos obtenidos de González, 2013.



**Figura 10.** Distribución de la superficie de arándanos en Chile, 2012. Elaboración personal en base a datos obtenidos de Bravo, 2012.

## 2.3 Producción orgánica de arándanos

**2.3.1 La agricultura orgánica.** En la década de los 60-70 los movimientos ambientales pusieron en alerta a la población haciendo crecer la sensibilidad ante los asuntos relacionados con los recursos naturales. Autores como Erlich (1966) y Harding (1968), dieron alerta sobre el crecimiento de la población y su acción directa en la pérdida de recursos y la contaminación que ésta conllevaría con el actual sistema agrícola (Altieri, 1999), y que derivan en problemas irreversibles ocasionados en el medio ambiente, principalmente suelo, agua y biodiversidad (Brown, *et al.*, 2003). Como respuesta a los problemas ambientales de la agricultura convencional, en la actualidad existe una marcada búsqueda de tecnologías alternativas de producción, que disminuyan el impacto en el medio ambiente con el fin de obtener productos libres de contaminantes y así lograr una agricultura sustentable (Céspedes, *et al.*, 2005).

En sus inicios las comunidades rurales cultivaron orgánicamente no por opción, si no que por no contar con los recursos económicos para comprar fertilizantes o plaguicidas, pero en la actualidad se realiza a mayor escala a causa de la preocupación por la salud de las personas, protección del medio ambiente y principalmente los precios más altos que obtiene en el mercado en comparación con la agricultura convencional (Céspedes, *et al.*, 2005). Dentro de las alternativas tecnológicas de producción alternativa, la agricultura orgánica ha sido la que mayor masificación ha mostrado a través del tiempo.

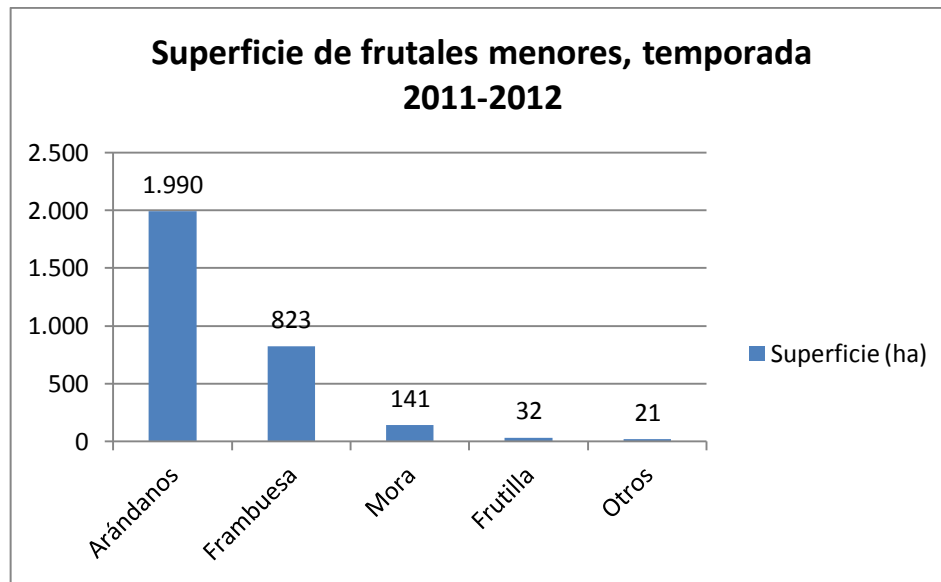
IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) (2008), define la Agricultura Orgánica como un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Basándose fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos. Por otra parte, la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) indica que la Agricultura Orgánica “es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos del predio, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica, además busca minimizar el uso de los recursos no renovables, no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana”. La normativa chilena

vigente indica que la Agricultura Orgánica corresponde a un sistema integral de producción agropecuaria y forestal basado en prácticas de manejo ecológico, cuyo objetivo principal es alcanzar una productividad sostenida en base a la conservación y/o recuperación de los recursos naturales (SAG, 2011).

**2.3.2 Situación mundial de la agricultura orgánica.** En el mundo hay 37 millones de hectáreas de cultivos orgánicos incluyendo los que se encuentran en transición. Los lugares donde se encuentra la mayor cantidad de tierras agrícolas orgánicas son Oceanía (12,1 millones de ha), Europa (10 millones de ha) y América Latina (8,4 millones de ha) (Willer y Kilcher, 2012). Dentro de América latina el país con la mayor cantidad de hectáreas orgánicas es Argentina con 4.177.653 ha de tierras agrícolas orgánicas, seguido por Brasil y Uruguay (Willer y Kilcher, 2012).

**2.3.3 Superficie nacional bajo manejo orgánico.** Chile posee una superficie certificada en la temporada 2011-2012 de 111.218 ha, de las cuales 12.472 corresponde a superficie cultivada y 98.746 a recolección silvestre, praderas, vegetación natural, bosque nativo y tierra sin cultivar (Eguillor, 2013a). Los cultivos más importantes, por rubros (figura 11), son las viñas (4.556 ha), frutales mayores (3.307 ha) y frutales menores (3.005 ha), dentro de los frutales menores el más importante corresponde al cultivo de arándanos (1.990 ha) (Eguillor, 2013a).

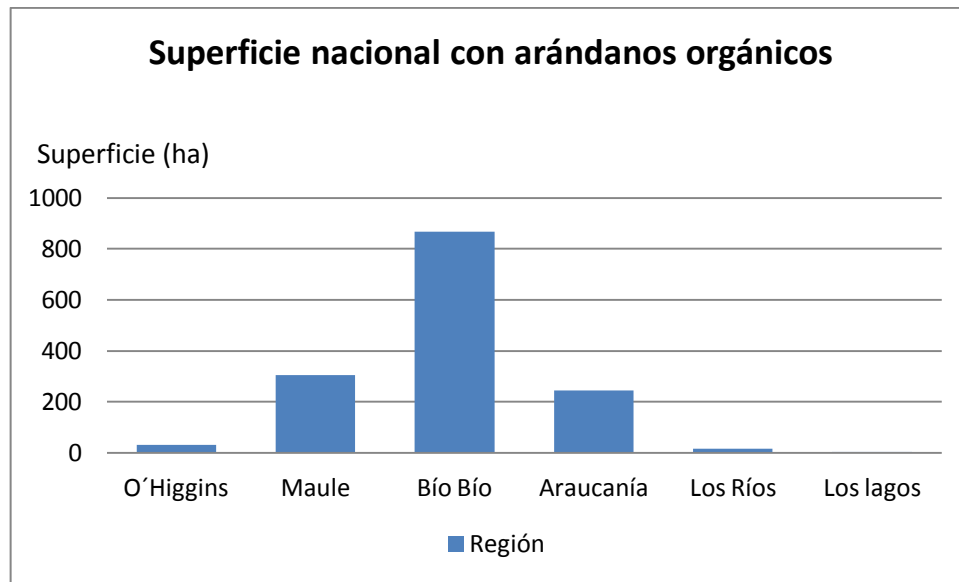




**Figura 11.** Superficie nacional de cultivos orgánicos temporada 2011.-2012. Elaboración propia en base a datos obtenidos de Eguillor, 2013a.

Chile exporta alrededor del 50% de sus productos orgánicos a Estados Unidos, un 40% a Europa y el 10% restante se dividen entre Asia, Brasil, Australia y Suecia (Willer y Kilcher, 2012).

**2.3.3.1 Superficie de cultivo de arándano orgánico.** Respecto a la producción de arándano orgánico, en la temporada 2011-2012 el total de hectáreas del país correspondió a 1.990 ha, las principales regiones donde se cultiva este frutal menor (figura 12) son la Región del Bio Bio (868 ha), Región del Maule (306 ha), Región de La Araucanía (245 ha), Región de O'Higgins (32 ha), Región de Los Ríos (17 ha), Región de Los Lagos (3,8 ha) (Eguillor, 2011).



**Figura 12.** Superficie nacional de arándanos orgánicos. Elaboración propia en base a datos obtenidos de Eguillor, 2011.

**2.3.3.2 Exportaciones e importaciones de arándano orgánico.** Las exportaciones de arándano orgánico fresco y congelado corresponden a 8.869 t de fruta en el año 2012, obteniendo los mayores valores de este mercado superando incluso a las manzanas orgánicas, con un total de 46.994.795 de dólares, en cuanto a las importaciones, solamente se registran 15,6 t de arándano congelado, equivalente a 53.779 dólares (Eguillor, 2013).

## 2.4 Estrategias de manejo del arándano en agricultura orgánica

**2.4.1. Estrategias de fertilidad.** Céspedes (2012) y Altieri (1999), coinciden en que la agricultura orgánica es un sistema de producción basado en mantener la vida del suelo, estructura y capacidad de producción de éste (acumulación de materia orgánica). La materia orgánica tiene la capacidad de mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Infante, 2012).

El suelo es considerado un organismo vivo, que condiciona la producción de alimentos y del cual depende toda la vida del planeta (García, 2011), por lo que mantener su calidad y salud es fundamental para la agricultura orgánica (Céspedes e Infante, 2012). La fertilidad del suelo es la capacidad de sostener la vida vegetal, lo cual depende de las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Céspedes, *et al.*, 2005), y se basa en la mineralización de la materia orgánica incorporada en forma abundante y sostenida (Infante, 2012). Para generar un efecto dentro de estas características y obtener suelos saludables, se utilizan diversas estrategias, siendo el objetivo principal construir fertilidad y mantenerla a través del tiempo (Nicholls, *et al.*, 2013). Algunas estrategias para promover la fertilidad son:

**2.4.1.1 Compost.** Céspedes, *et al.*, (2005), define el compost como el resultado de la fermentación aeróbica de una mezcla de materias primas orgánicas, bajo condiciones específicas de humedad y temperatura. El producto final de la fermentación debe ser inocuo, encontrarse tanto libre de patógenos como de semillas y no debe ser posible distinguir su materia prima original (SAG, 2011). Su propósito es recuperar la materia orgánica mineralizada y aumentarla (Céspedes e Infante, 2012). Flórez (2012), señala que la materia orgánica protege el suelo y potencia la actividad biológica de los microorganismos responsables de la mineralización de los nutrientes en el suelo para el beneficio de la planta, además mejora la estructura, aireación y retención de agua del suelo. Nicholls y Altieri (2000), concluyen que suelos con alto contenido de materia orgánica y una alta actividad biológica generalmente exhiben buena fertilidad.

**2.4.1.2 Abono verde.** El abono verde es la incorporación al suelo de cultivos anuales en estado verde antes o poco después que florezcan, y su fin es mantener o aumentar la fertilidad del suelo, se usan principalmente leguminosas o la mezcla de gramíneas y leguminosas, las cuales se cortan y entierran en el mismo lugar (Ochoa y Oyarzun, 2008). Se puede aplicar tanto en la entre hilera como en la sobre hilera (Céspedes, *et al.*, 2005). Las ventajas ofrecidas por el abono verde son, por ejemplo, que aporta nutrientes rápidamente, ayuda con la regulación de las malezas (debido a la competencia que ofrece), plagas y enfermedades y estimula la actividad biológica del suelo (Céspedes e Infante, 2012). Cuando la planta tiene raíces profundas, moviliza los nutrientes hacia

la superficie del suelo, además aporta materia orgánica y evita la erosión del suelo (Céspedes, *et al.*, 2005).

**2.4.1.3 Cubiertas vegetales.** Las cubiertas vegetales como praderas anuales, bianuales o perennes, tienen por objetivo mantener las poblaciones de malezas bajo control (Céspedes e Infante, 2012), pero también permite aumentar la cantidad de materia orgánica a través de los restos que se van incorporando al suelo agregando nutrientes, mejora las características físicas del suelo (estructura, porosidad, capacidad de infiltración del agua y modera la compactación del suelo) y evita la erosión (Altieri, 1999). Es muy importante que la cubierta vegetal, luego de ser establecida, sea capaz de mantenerse cubriendo el suelo y encontrarse activa en las épocas de otoño-invierno para evitar la erosión producida por el viento y las precipitaciones (Céspedes, 2005). Otras ventajas ofrecidas por éste tipo de estrategia es el aumento de la materia orgánica y de nutrientes como el N si se utiliza una especie perteneciente a la familia Fabaceae, ayuda a romper los ciclos de plagas, y puede proveer de alimento a algunos insectos benéficos como las abejas a través de la floración (Sullivan, 2007).

**2.4.1.4 Biopreparados.** Infante (2011) en el “Manual de Preparados para la Agricultura Ecológica” indica que los biopreparados pueden ser sólidos (bocashi, humus de lombriz) o líquidos (té de compost, té de bocashi, biol, té de humus, entre otros) y son el resultado de la fermentación o descomposición de la materia orgánica. Se caracterizan por ser ricos en nutrientes y materia orgánica, y poseen un efecto protector frente a enfermedades y plagas al contener microorganismos antagonistas y sustancias bioestimulantes como fitohormonas y ácidos orgánicos.

**2.4.1.5 Suplementos nutricionales.** En algunas situaciones puede ocurrir que existan deficiencias nutricionales, si bien se busca crear y aumentar la fertilidad del suelo, es posible utilizar suplementos nutricionales para generar una respuesta más rápida. Dentro de la gama de opciones se pueden nombrar: guano de aves, harina de algas marinas, harina de huesos, harina de pescado, harina de sangre, roca fosfórica, roca potásica, entre otros, los cuales se encuentran

estrictamente regulados por la Ley 20.089 del Sistema Nacional de Certificación de Productos Orgánicos de Chile (SAG, 2011)

**2.4.2 Control de plagas.** Las plagas y enfermedades son responsables de diversos problemas en los cultivos, dentro de los más importantes se encuentra la baja en la producción y calidad, además de ocasionar problemas en el acceso a diferentes mercados cuando se encuentra alguna plaga o enfermedad en el producto comercializado (Donoso, 2012).

Altieri y Nicholls (2000), apuntan a que al simplificar las comunidades naturales, como es el caso de la agricultura convencional basada en el monocultivo y sus prácticas de manejo, se pierde el equilibrio ecológico afectando a las poblaciones de organismos benéficos, lo que aumenta las poblaciones de organismos fitófagos, por lo que en agricultura orgánica se busca restablecer el equilibrio natural basándose en la diversificación intra e interespecífica de plantas y la estimulación de enemigos naturales (depredadores, parásitos y antagonistas) como clave para las estrategias de control de plagas.

**2.4.2.1 Prevención y control cultural.** Es importante mantener un monitoreo constante, lo cual se puede llevar a cabo a través de diversas trampas para insectos (Kuepper y Diver, 2004; Vázquez, 2011) en el monitoreo se debe identificar la especie, densidad (una especie se considera plaga cuando aumenta su densidad siendo perjudicial para el cultivo) y época de aparición (González y Céspedes, 2010).

Céspedes e Infante (2012), indica que lo principal en la prevención es potenciar el control natural a través de un diseño predial que estimule la biodiversidad y fortalezca el equilibrio entre las especies presentes en el predio. El aumento en la biodiversidad es importante ya que aumenta los servicios ecosistémicos, como la regulación de organismos dañinos para el cultivo, lo que se traduce en poblaciones de plagas más bajas o estables (Altieri, 1999). Existen diversas prácticas para la prevención, entre las cuales está el uso de cultivos asociados, ya que favorece el aumento de organismos benéficos como algunos artrópodos (Carábidos, Arácnidos, Coccinélidos, entre

otros) y pueden funcionar como cultivos barrera obstaculizando al organismo nocivo la llegada hasta su hospedero (Pérez, 2004; INDAP, 2010). Mantener las plantas en un adecuado estado nutricional permite que se encuentren en mejores condiciones para responder ante el ataque de plagas (Pérez, 2004). Es importante mantener limpio el cultivo antes, durante y después de su desarrollo para disminuir las poblaciones de plagas, por lo que se deben retirar los restos vegetales que se encuentre afectados por éstas o se elimina la planta, también se deben retirar las malezas que puedan ser hospederas de plagas (Vázquez, 2011).

El control cultural corresponde a prácticas de cultivo que permiten indirectamente disminuir las poblaciones de plagas (Apablaza, 2000). El manejo de la fertilización y riego en el suelo es importante, ya que influencia la calidad de las plantas, lo que a su vez, puede afectar en la abundancia de las plagas y la magnitud de daño que éstos puedan ocasionar, es decir, plantas más sanas son más resistentes a cualquier ataque (Altieri y Nicholls, 2006). Conservar las zonas que pueden servir como refugio para insectos benéficos favoreciendo el incremento en su población, además si se liberan insectos benéficos éstos pueden mantenerse en el tiempo gracias a que allí encuentran un hábitat adecuado (Kueppar y Diver, 2004). También se utilizan cultivos trampa que repelen y confunden a los insectos y/o plantas atractivas a insectos benéficos, es ideal colocarlos en los corredores biológicos, entre los cultivos o en los bordes (Apablaza, 2000). Se deben comprar plantas que estén libres de patógenos y plagas, además de retirar los materiales vegetales que se encuentren con plagas o enfermedades (France, 2005). Los corredores biológicos son sectores dentro del cultivo con diversas especies vegetales y sirven como refugio, alimento, sitios para oviposición, multiplicación para un amplio número de enemigos naturales e insectos benéficos como las abejas (Apablaza,2000).

**2.4.2.2 Método físico y mecánico.** Apablaza (2000), lo define como la reducción de poblaciones plagas por medios que las afectan directamente o que alteran radicalmente el ambiente que habitan. Se utilizan técnicas de control manual como la recolección manual en el caso de burritos (*Aegorhinus sp.*), caracoles y babosas, los que luego son destruidos, también se usa el chorro de agua con presión para hacer caer a la plaga de la planta hospedera (Apablaza,

2000). Las barreras físicas como árboles (cortinas rompe viento), arbustos, mallas, ceniza, aserrín también son utilizados para dificultar e impedir el paso de organismos dañinos (INDAP, 2010). Son ampliamente utilizadas las trampas para detectar poblaciones de insectos, monitorear o como método de supresión, algunos son las fuentes de luz, trampas de colores y feromonas sexuales (Vázquez, 2011).

**2.4.2.3 Control biológico.** El control biológico se basa que la existencia de enemigos naturales para las plagas, por ello se pueden utilizar organismos entomopatógenos (virus, bacterias, hongos, nemátodos), entomófagos (depredadores) como arañas, ácaros, algunas especies de insectos (Cisternas, *et al.*, 2009). El uso de enemigos naturales es una estrategia muy utilizada en los cultivos, dentro de las estrategias de control biológico están el control biológico clásico, aumentativo y la conservación de los agentes biológicos (Apablaza, 2000). El control biológico clásico consiste en la importación de enemigos naturales para controlar plagas que generalmente han sido introducidas; el control biológico aumentativo consiste en producir y liberar masivamente enemigos naturales, se utiliza cuando la colonización permanente no es posible (Pérez, 2004); la conservación de los agentes biológicos de control es importante ya que éstos se encuentran constantemente realizando un control natural y al establecerse en el cultivo no es necesario llevar a cabo más acciones para su mantención que evitar dañarlos (Apablaza, 2000). En el caso del arándano, bajo manejo orgánico, los hongos entomopatógenos se desarrollan bien en la zona radicular y han dado buenos resultados en el control de plagas (Vargas y Céspedes, 2012). La importancia de los organismos depredadores dentro del cultivo radica en la capacidad de estos para ejercer presión sobre las posibles plagas disminuyendo la infestación, como ejemplo de esto están los Carábidos (Coleóptera: Carabidae) y arañas (Araneae) (Altieri y Nicholls, 2000).

**2.4.2.4 Control curativo.** El control curativo se utiliza como última instancia, cuando el nivel de la plaga puede generar un perjuicio en la producción (Childers, *et al.*, 2006), puede ser utilizado también en el período de transición de un sistema convencional a uno orgánico, o en algunas plagas persistentes, en éste método de control se utilizan extractos vegetales, moléculas

orgánicas y algunos minerales, todos los cuales deben encontrarse aprobados por el Sistema de Certificación Orgánica de Chile (Devotto, 2012).

Los biopreparados según indica Vázquez (2011), son suspensiones acuosas realizadas por el mismo agricultor a partir de plantas o partes de ella y tiene propiedades repelentes, coadyuvantes, diluyentes, plaguicidas, anti alimentarios, entre otras. Algunas de las especies utilizadas para estos fines son la cebolla, ajo, eucalipto, tomate, como ejemplo de moléculas orgánicas se encuentra Spinosad, el cual es producto de la fermentación de una bacteria y actúa como una neurotoxina matando a ciertos insectos fitófagos y algunos parasitoides (Childers, *et al.*, 2006). Y dentro de los minerales, se puede nombrar el polisulfuro de calcio, azufre y sal de potasio (Devotto, 2012).

**2.4.3 Control de enfermedades.** Una planta es considerada sana cuando puede realizar todas sus funciones llevando al máximo su capacidad genética, por lo tanto, una planta se encuentra enferma cuando se encuentra en un constante estrés generado por un agente patógeno o factor ambiental que interfiere en la normal realización de sus funciones (Agrios, 1995). Para que ocurra una enfermedad se deben encontrar 3 factores presentes, el patógeno, el hospedero susceptible y la condición climática adecuada para su expresión, por lo que para su control se debe evitar la ocurrencia de alguno de estos factores (Altieri, 1999; Kuepper y Diver, 2004). El control de enfermedades en la agricultura orgánica se enfoca en mantener los niveles de enfermedades bajo el umbral de daño económico y no busca erradicarlas (France, 2005).

**2.4.3.1 Prevención.** Es importante llevar un registro de monitoreo, toma de muestra, aislamiento e identificación de daños, síntomas y signos encontrados en las plantas (Donoso, 2012). La prevención tiene por finalidad disminuir la susceptibilidad del cultivo al ataque de la enfermedad, por lo que llevar a cabo varias prácticas de control es más efectivo que sólo una (Galletta, *et al.*, 1990). Las prácticas a realizar comienzan con la elección adecuada del terreno antes del establecimiento, asegurar el drenaje y aireación adecuada del suelo para evitar enfermedades de la raíz, adquirir plantas sanas y asegurarse de esa condición inspeccionándolas,



utilizar variedades resistentes o tolerantes a los patógenos exceptuando organismos modificados genéticamente, y tanto al adquirir las plantas, como durante todo su desarrollo, asegurarse de que mantengan el equilibrio nutricional y un bajo nivel de estrés (Galletta, *et al.*, 1990; SAG, 2011; Donoso, 2012).

**2.4.3.2 Prácticas culturales.** El uso de camellones permite elevar el cultivo mejorando el drenaje y la aireación, evitando enfermedades en la zona radicular que se benefician de esto como *Phytophthora*. Se debe limpiar los restos de poda, residuos de cosecha u otros restos vegetales. El uso de coberturas de suelo absorbe el golpe de la gota de lluvia evitando que salpique, disminuyendo la diseminación de las enfermedades del suelo y las hojas (France, 2005), además puede ayudar a disminuir la incidencia de enfermedades lo que ha sido evaluado en melón, ají y papa, entre otros cultivos (Zabaleta, 2000). Se puede usar cultivos asociados y es por ello importante limpiar la maquinaria e implementos utilizados en las diversas labores (Galletta, *et al.*, 1990). El manejo de la materia orgánica del suelo es clave, ya que alberga numerosos organismos benéficos que en conjunto reducen el ataque de organismos patógenos a las plantas (Kuepper y Diver, 2004). Otra práctica utilizada corresponde a las plantas trampa que permiten atraer a los insectos vectores, ocasionando que estos disminuyan la cantidad de inóculo que llega al cultivo de interés (Agrios, 1995). La poda también es importante porque permite la aireación de la planta evitando enfermedades (Childers, *et al.*, 2004).

**2.4.3.3 Métodos físicos o mecánicos.** La solarización es un proceso de desinfección basada en el calor de la energía solar, se puede utilizar en espacios reducidos del predio donde se necesite controlar patógenos del suelo (también es usado para malezas e insectos), se mulle el suelo, se aplica agua y luego se cubre con plástico transparente permitiendo la entrada del sol durante 15-60 días, lo que aumenta el calor alcanzando temperaturas letales para los patógenos que allí se encuentren (France, 2005; Foguelman, 2003). Zabaleta (2000), indica que en cultivos como melón, tomate, frutilla y ají, entre otras, la solarización fue un método efectivo para suprimir enfermedades del suelo, como *Phytophthora* sp., enfermedad que también ha sido reportada en la planta de arándanos.

**2.4.3.4 Control biológico.** Según Cook y Baker (1983), el control biológico es la reducción de la cantidad de inóculo o actividad que produce la enfermedad de un agente patógeno, obtenido por o mediante uno o más organismos diferentes al hombre. Altieri (1999), indica que para este método de control se pueden realizar dos prácticas, introducir el organismo antagonista del patógeno directamente dentro de la planta o sobre ella y/o promover la actividad de los antagonistas a través de diversos manejos en el cultivo. En el caso del antagonismo, hay microorganismos que pueden alimentarse y/o reproducirse en ciertos patógenos que causan enfermedades en las plantas, estos enemigos naturales han sido utilizados para mantener las poblaciones a niveles bajo el umbral económico (Céspedes, 2005), para lo cual se introduce masivamente el organismo (Altieri, 1999), por ejemplo *Trichoderma* spp. (Donoso, 2012). Por otra parte, dentro de manejos indirectos para promover la actividad de los antagonistas se encuentra el té de compost, el que posee alta cantidad de organismos benéficos, lo que aplicado en la superficie aérea de la planta genera competencia por espacio en las hojas haciendo más difícil que el patógeno se pueda establecer (Kuepper y Driver, 2004). La adición de materia orgánica ya sea en forma de compost, abonos verdes, coberturas de suelo orgánicas, permite que entren en actividad muchos microorganismos creando la posibilidad de que alguno de ellos sea antagonista del agente patógeno (Altieri, 1999).

**2.4.3.5 Insumos y procedimientos para el control de enfermedades.** La Norma Chilena de Producción Orgánica prohíbe el uso de organismos modificados genéticamente y de productos fitosanitarios derivados de estos, indica que las sustancias activas y compuestos activos deben ser de origen vegetal, animal, microbiano o mineral, los cuales no deben ser perjudiciales para la salud de las personas, animales o medio ambiente, razón por la cual deja estipulado en su lista N° 2 “Plaguicidas y procedimientos para el control de plagas” cuáles son los productos que se pueden utilizar, sin embargo, el uso de estos productos se debe fijar como última medida (SAG, 2011). Dentro de estos productos se encuentra lo aceites vegetales y minerales, algas y sales marinas, bicarbonato de sodio y potasio, jabón potásico, propóleos, extractos de cítricos, entre otros (France, 2005).

**2.4.4 Control de malezas.** Altieri (1999), señala que las malezas han sido consideradas, tradicionalmente, como plantas no deseadas que merman los rendimientos al competir con los cultivos por agua, luz, espacio, nutrientes (Galletta, 1990) o por albergar plagas insectiles o enfermedades de las plantas, reduciendo así el rendimiento y/o la calidad del cultivo.

La presencia de malezas en los cultivos es uno de los problemas más importantes a los que se enfrentan los agricultores orgánicos (Kuepper y David, 2004), debido a que éstos no utilizan productos químicos sintéticos para su control (Céspedes, 2005). Se hace necesario generar planes de manejo a largo plazo, pero para esto es necesario que los agricultores conozcan tanto los ciclos de vida de las malezas como su fisiología, realicen monitoreo a las poblaciones de semillas y partes vegetativas, y sean capaces de identificar las especies vegetales que están ocasionando problema, todo esto, con el fin de mantener el crecimiento de las malezas a un nivel ecológico, agronómico y económicamente aceptable (Altieri, 1999; Pedreros, 2011). Si bien se ha nombrado a las malezas como albergue de posibles plagas, es importante destacar que algunas malezas también pueden tener un efecto positivo en la dinámica y biología de algunos insectos benéficos como los de las familias Carabidae, Syrphidae y Coccinellidae (Altieri, 1999).

El manejo de malezas en arándano es primordial los primeros años de establecido el cultivo (Buzeta, 1996), debido a la baja competencia que ejerce el cultivo, al tener un tamaño reducido y sumado a su sistema radical superficial (Prodorutti, *et al.*, 2007). Es importante que no se les permita a las malezas semillar y es necesario controlar las especies de malezas perennes que generen propágulos (Kuepper y Diver, 2004). Es de destacar que en agricultura orgánica no se utiliza solamente un método para controlar las malezas porque sería insuficiente, si no que se usan diversos métodos de control y prevención (Pedreros y Ovalle, 2005).

**2.4.4.1 Métodos preventivos.** La prevención consiste en un plan de manejo integrado que evite la introducción, infestación o dispersión de malezas en sectores que estén libres de ellas, y/o impedir el aumento de las poblaciones ya existentes en el predio (Rizzardi, 2004). Es fundamental que el agricultor se preocupe de evitar la entrada al huerto de semillas o estructuras

vegetativas que no pertenezcan al área, con el fin de evitar que se produzca el ingreso de malezas (Pedreros y Ovalle, 2005). Dentro de las acciones necesarias para tener una estrategia de prevención se encuentra: compra de plantas certificadas; uso de abonos y enmiendas que se encuentren libres de semillas; limpieza de maquinaria y equipos; evitar transportar suelo desde lugares que estén contaminados con malezas; controlar malezas en los canales de riego y bordes del predio, prevenir problemas de malezas perennes erradicando sus propágulos vegetativos, evitar que las malezas semillen (Upadhyaya y Blackshaw, 2007).

**2.4.4.2 Métodos culturales.** Los métodos culturales se refieren a las actividades realizadas en el predio y no tienen como objetivo principal el control de malezas, sin embargo, indirectamente generan un efecto controlador en ellas (Pedreros y Ovalle, 2005). Dentro de las actividades se encuentra la rotación de cultivos, fertilizar con productos de lenta liberación además de ser aplicados en zonas localizadas favorables para la planta de arándano, aplicar agua de riego limpia (que no posea semillas o restos vegetales que puedan generar un problema), utilizar cultivos asociados si es posible, riego localizado (Upadhyaya y Blackshaw, 2007) y uso de plantas alelopáticas (Altieri, 1999).

**2.4.4.3 Métodos de control directo.** En el control directo se ejecutan labores que afectan físicamente a la población de malezas, y es inmediatamente visible el resultado. Algunos métodos son el uso de flameadores a gas, vapor, radiación infrarroja, radiación ultravioleta, solarización, uso de rastras livianas, azadón, control biológico, bioherbicidas (Pedreros y Ovalle, 2005; Upadhyaya y Blackshaw, 2007). Sin embargo, las dos formas de control más utilizadas por los agricultores orgánicos corresponde al control manual de malezas (Kristiansen, *et al.*, 2001) y el establecimiento de coberturas de suelo (Upadhyaya y Blackshaw, 2007).

## 2.5 Coberturas de suelo y su uso en la agricultura orgánica.

Uno de los mayores problemas con los que se enfrentan los agricultores de arándanos, tanto los que realizan manejo orgánico como convencional, es el control de malezas, debido a que las malezas son altamente competitivas y este frutal posee un sistema radicular sin pelos absorbentes y bastante superficial, por lo que es necesario mantener la zona radicular libre de malezas competidoras para facilitar la absorción de humedad y nutrientes (Kuepper y Diver, 2004; Espíndola, 2007). Las malezas no sólo compiten con el cultivo en lo que respecta a nutrientes y agua, sino que también por luz y espacio, además pueden actuar como hospederas de insectos dañinos, enfermedades, nemátodos u otros animales que puedan afectar el cultivo, dificultar la cosecha y otras labores necesarias para la mantención del huerto, lo que irrefutablemente, se traduce en una reducción en la calidad de la fruta y/o cultivo (Childers, *et al.*, 2006). Por lo anterior, una de las estrategias más importantes utilizadas, tanto en agricultura convencional como agricultura orgánica, para el control de malezas, es el uso de *mulching* o cobertura de suelo (Céspedes, *et al.*, 2012).

Acharya, *et al.*, (2005), indica que el mantillo (*mulch*) es la capa superior del suelo que separa la superficie de la atmósfera, por lo tanto, la cobertura de suelo (*mulching*) corresponde a la aplicación artificial del mantillo, con el fin de conseguir beneficios en el ambiente del suelo.

Los materiales utilizados como cobertura, se aplican en la superficie del suelo, principalmente para reducir o suprimir las poblaciones de malezas, pero también permiten mermar las pérdidas de agua, disminuir las salpicaduras en la fruta por el choque del agua en el suelo, modificar la temperatura del suelo, adelantar la cosecha, mejorar la calidad del producto, disminuir la mano de obra y en algunos casos impide que la fruta quede en contacto con el suelo, siendo su objetivo general mejorar la productividad y calidad de los cultivos (Alvarado y Castillo, 2003; FAO, 2004).

### 2.5.1 Tipos de coberturas.

**2.5.1.1 Cobertura orgánica viva.** Los cultivos de cobertura, son cubiertas vegetales vivas que cubren el suelo de forma temporal o permanente. Su función principal es reducir la competencia de malezas, disminuyendo el espacio donde éstas puedan crecer, además, pueden incrementar la infiltración de agua y la fertilidad, mantienen la humedad del suelo y evitan la erosión (Elmore, *et al.*, 1998; Pound, 1999; Ormeño, *et al.*, 2008, Vázquez, 2011). Las coberturas vivas pueden afectar las condiciones microclimáticas del suelo, favoreciendo el desarrollo de controladores biológicos (entomopatógenos o antagonistas) y pueden aportar fuentes alternativas de alimento a ciertos entomófagos (Vásquez, 2011). Algunos cultivos de cobertura afectan negativamente el crecimiento de malezas de forma directa, a través de sus exudados radicales, fenómeno que se conoce como alelopatía (Childers, *et al.*, 2006). Estas cubiertas de suelo, para ser aptas de utilizar, deben cumplir ciertos requisitos; estar activas en otoño-invierno, para proteger el suelo de la erosión de los golpes producidos por las gotas de lluvia, deben ser capaces de establecerse con rapidez, su manejo no debe presentar un problema (Altieri, 1999), y no tienen que ser competencia para el cultivo en cuanto a nutrientes, agua y espacio (Céspedes, *et al.*, 2005). Dentro de los cultivos utilizados se encuentra la cebada (*Hordeum vulgare*) (Ormeño, *et al.*, 2008), el trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y la festuca (*Festuca arundinacea* Schreb) (Ovalle, *et al.*, 2007).

**2.5.1.2 Coberturas orgánicas muertas.** Las coberturas orgánicas muertas corresponden a residuos vegetales como paja de trigo, avena, cebada, corteza, aserrín, madera desmenuzada, fibra de coco, tiras de papel kraft, hojarasca, entre otros (Vázquez, 2011). Su función es evitar la emergencia de las malezas al actuar como barrera física, y presentan la ventaja de mantener la humedad del suelo, evitar la erosión y promover la actividad biológica (Coulson y Witter, 1990; Altieri, 1999; Foguelman, 2003; Mendoza, *et al.*, 2004; Schmidt, *et al.*, 2004; Childers, *et al.*, 2006; Gonzáles, *et al.*, 2013). Para poder controlar efectivamente las malezas, estos materiales deben tener un espesor de a lo menos 15 cm, y deben ser repuestos constantemente, ya que se descomponen con rapidez o se dispersan por acción del viento u otros factores ambientales y de manejo (Céspedes, *et al.*, 2005), sin embargo Upadhyaya (2007), señala que 7,5 cm es suficiente

para el control de malezas y así facilitar la aireación. Se debe tener precaución, ya que estos materiales son altos en carbono y pueden producir problemas de hambre de nitrógeno (Sullivan, 2007).

**2.5.1.3 Coberturas de suelo sintéticas.** El uso de cobertura plástica ha sido una práctica común los últimos años a nivel mundial, ya que además de proteger de las malezas, también resguarda al suelo y cultivo de los agentes atmosféricos (Díaz, *et al.*, 2001; Moreno y Moreno, 2008). En general las coberturas sintéticas más utilizadas en Chile corresponden a membranas de polietileno y mallas de polipropileno.

El polietileno es una resina termoplástica, flexible, impermeable e inalterable al agua, no se descompone ni es atacada por microorganismos, es el material más utilizado como cobertura de suelo en el mundo y en Chile, debido a su bajo costo y fácil manejo (Misle, *et al.*, 2001; Alvarado y Castillo, 2003). Los tipos de polietileno más utilizados corresponden a filmes de PEDB (Polietileno de baja densidad) y PELDB (Polietileno lineal de baja densidad), de diferentes grosores (desde 10 a 100  $\mu$ ) y colores (negro, naranja, café, amarillo, blanco, doble cara de blanco y negro, aluminizado y transparentes) (Misle, *et al.*, 2001; Alvarado y Castillo, 2003). También están las coberturas plásticas fotodegradables, las que se producen a partir de polietileno y se le agregan aditivos para acelerar su degradación a través de la oxidación, la cual depende de la radiación UV, temperatura y de la composición de estos aditivos, sin embargo, siempre quedan fragmentos de polietileno aunque no puedan ser observados (Macua, *et al.*, 2005).

Las coberturas de suelo de polietileno han sido utilizadas para afectar negativamente el crecimiento de las malezas, y protegen al suelo de la erosión, ya sea por efecto del agua o viento, sobre todo en suelos livianos y arenosos, y disminuyen la dispersión de enfermedades desde el suelo a la planta (Moreno y Moreno, 2008). Autores como Zabaleta (2000), señalan que las coberturas de suelo plásticas, conservan la humedad, protegen las plantas contra el frío o calor, aumentan la temperatura del suelo, controlan malezas, mejoran la estructura del suelo y

conservan su fertilidad, todo lo cual repercute en la mejora de la calidad del fruto cosechado y el rendimiento del cultivo. Además, modifican el ambiente del suelo amortiguando los factores ambientales, influyen en el equilibrio de la radiación, en el índice de calor, en la transferencia de vapor de agua y en la capacidad de calor del suelo (Acharya, *et al.*, 2005).

Las mallas de polipropileno son utilizadas en una amplia gama de cultivos, principalmente para cultivos perennes como arándanos y frambuesos (Polytex S.A.). Las coberturas de suelo de polipropileno están confeccionadas por telas elaboradas a partir de cintas de polipropileno estabilizadas (UV) (aditivos que absorben la luz UV aumentando su vida útil). Las cintas están orientadas en forma cuadrangular para lograr la ausencia de luz (98%) y así evitar el crecimiento de las malezas (Polytex S.A.). La malla, al ser un tejido, posee poros que permiten el intercambio gaseoso entre el suelo y la atmósfera, no altera la materia orgánica, previene la compactación y aumenta su temperatura, posee buena permeabilidad al agua de riego y lluvia, reduce la evaporación del agua del suelo y evita el exceso de humedad en los camellones, además, es posible ubicar el sistema de riego sobre o bajo la tela, la cual tiene una duración de 4 años aproximadamente (Norden, 1989; Yin, *et al.*, 2007).

El uso de las coberturas plásticas destaca ventajas en su uso, no obstante, los problemas se concentran al término de su vida útil, por las dificultades técnicas en su recolección y retiro del predio, aumenta los gastos económicos ya que es necesario contratar mano de obra que realice su retiro, y complejidades medioambientales por su nula degradación, ante tal dilema se han generado opciones para la recolección mecánica y producido películas biodegradables, prácticamente iguales al plástico, pero de compuestos orgánicos (Macua, *et al.*, 2005).

**2.5.1.4 Coberturas de suelo biodegradables.** Las películas biodegradables merecen un apartado especial, si bien son coberturas de suelo orgánicas muertas, su comportamiento es más parecido a las coberturas de polietileno, lo que permite ubicarlas en esta sección. Son fabricadas a partir de productos naturales como almidón de maíz, lo que las hace susceptibles a ser degradadas por los microorganismos, originando agua, CO<sub>2</sub>, metano y en algunos casos, otros



residuos no tóxicos (Macua, *et al.*, 2005). Su degradación se encuentra influenciada por factores como el espesor, color, lluvia, temperatura, radiación ultra violeta, entre otros (Macua, *et al.*, 2005; Moreno y Moreno, 2008). Tiene los mismos efectos físico, mecánicos y biológicos que el polietileno en el suelo, cumple el mismo rol en el control de malezas, bajo los mismos principios de reducción de luz y barrera física, sin embargo, se diferencia de éste ya que el material no presenta la misma fuerza, además la temperatura aumenta en menor rango y no deja residuos en el suelo porque se degrada completamente (Macua, *et al.*, 2005; Moreno y Moreno, 2008). Es utilizado generalmente en cultivos anuales, por su rápida degradación de 1,5 a 4,5 meses, si no está degradado completamente al terminar el cultivo, se entierra terminando el proceso, a pesar de la excelente alternativa que ofrece, el inconveniente para los agricultores es el alto valor que tiene (Macua, *et al.*, 2005; Updahyaya, 2007; Moreno y Moreno, 2008).

## **2.5.2 Efectos de las coberturas.**

**2.5.2.1 Efecto de las coberturas en el control de malezas.** Las coberturas de suelo funcionan como una barrera que afecta físicamente a las malezas, dificultándoles el crecimiento e impidiendo la penetración de la luz, disminuyendo así la aparición de éstas al evitar que realicen fotosíntesis, permitiendo que el agua y los nutrientes que podrían consumir se encuentren disponible para el cultivo, lo cual mejora la producción y calidad del fruto, por otra parte, ayuda a disminuir el banco de semillas en el suelo (Alvarado y Castillo, 2003; Céspedes, *et al.*, 2005, Childers, *et al.*, 2006; Najul y Anzalone, 2006, Flórez, 2012). En el caso de las coberturas de polietileno, polipropileno y biodegradables, el crecimiento y desarrollo de malezas dependerá del color y su permeabilidad a la luz (Polytex S.A.; Alvarado y Castillo, 2003). Hay coberturas que impiden incluso en un 98% la entrada de luz (negro, doble cara negro y blanca) y otras con las cuales se debe tener especial cuidado, porque permiten la entrada parcial o completa de la luz (polietileno transparente) posibilitando que las malezas realicen fotosíntesis, hecho que sería muy perjudicial en el caso de las malezas perennes debido a la agresividad que presentan, porque presionan el plástico y si éste no ofrece la adecuada resistencia, permitirá su aparición y desarrollo, compitiendo con el cultivo sobre todo en los primeros años de su establecimiento (Alvarado y Castillo, 2003). Es importante que cuando se utilicen coberturas orgánicas muertas,

se mantenga una adecuada reposición del material para que pueda continuar con el efecto de barrera física, de lo contrario será ineficiente su acción (Céspedes, *et al.*, 2005; Gonzáles, *et al.*, 2013). A diferencia de las anteriores, las coberturas orgánicas vivas, afectan el crecimiento de las malezas por competencia, ya que disminuyen el espacio y recursos disponibles (Elmore, *et al.*, 1998; Pound, 1999; Ormeño, *et al.*, 2008, Vázquez, 2011). Algunos tipos de coberturas orgánicas como corteza de pino, aserrín, rastrojos, entre otros, deben tener un espesor entre 7,5 a 10 cm para controlar un 95% de las malezas y si se combina la cobertura plástica con algunos de los materiales nombrados la efectividad puede superar el 95% (Childers, *et al.*, 2006). En el caso de las coberturas vivas existen investigaciones que indican que coberturas de suelo vivas, como trébol blanco, disminuyen en 98% la biomasa de malezas (Ovalle, *et al.*, 2007), el polipropileno ha sido registrado con 89% de reducción en la biomasa de malezas (Dvorak, *et al.*, 2009), y el polietileno negro se ha registrado con valores de 95% (Anzalone, *et al.*, 2011).

#### **2.5.2.2 Efecto de las coberturas en las condiciones del suelo.**

**Temperatura.** Las coberturas afectan la temperatura del suelo (Acharya, *et al.*, 2005), favoreciendo el crecimiento radicular (Upadhyaya, 2007). Salton & Mielniczuk (1995), sugieren que las coberturas, en las épocas del año donde aumenta la temperatura, mantienen la superficie del suelo más fresca a diferencia de donde no existe, en cambio, en los periodos fríos de invierno, funcionan como moderadores de las rápidas caídas de temperatura. Las coberturas tienen un doble efecto, de día acumulan calor y de noche liberan parte de éste, ayudando aminorar el riesgo de heladas, en el caso del polietileno en la noche detiene, aunque no completamente (dependiendo del espesor), el paso del calor desde el suelo a la atmósfera (Alvarado y Castillo, 2003). La cobertura de rastrojos reduce la temperatura del suelo (Zhang, *et al.*, 2009), sin embargo, es contradictorio ya que Yi, *et al.* (2011), indica que esto puede depender de las condiciones climáticas en que fueron realizados los experimentos, porque existen reportes donde ha aumentado la temperatura (Ramakrishna, *et al.*, 2006). En verano, las coberturas orgánicas muertas pueden mantener en el día una temperatura menor que el suelo descubierto, y en la noche una mayor (Upadhyaya, 2007).

Las coberturas de suelo sintéticas y películas biodegradables de colores mantienen un microclima alrededor de la planta, por lo que han sido utilizados para aumentar el rendimiento y calidad de ciertos cultivos (Moreno y Moreno, 2008). El color a utilizar depende del clima en el que se encuentre el cultivo, con colores oscuros (polietileno negro) se aumenta la temperatura (Childers, *et al.*, 2006), y los colores más claros reflejan la radiación solar manteniendo la temperatura del suelo estable, como es el caso de el polietileno blanco y aluminizado, generalmente utilizado en zonas de alta radiación solar y temperatura (Decoteau, *et al.*, 1988; Díaz, *et al.*, 2001; Díaz *et al.*, 2007). Por ejemplo, el polietileno transparente o el naranja permiten que en zonas donde la primavera presenta bajas temperaturas, se produzca el aumento de la temperatura con rapidez e intensidad, beneficiando directamente al cultivo, tanto en la prontitud para alcanzar la sumatoria térmica, como en el crecimiento de raíces (Alvarado y Castillo, 2003). Por otra parte, Ticona y Del Carmen (1998), determinaron que el plástico amarillo de 80 micrones, permite mayor rendimiento en cultivos de zanahoria y cebolla en comparación a los plásticos de color negro, café y transparente. Las coberturas plásticas, a pesar de llegar a temperaturas más altas de día en comparación al suelo descubierto, no alcanzan temperaturas que puedan estresar el cultivo, no así el caso del polietileno transparente, el cual puede ser perjudicial por el aumento sustancial de la temperatura en época de verano, porque actúa como método de solarización (Alvarado y Castillo, 2003).

**Humedad.** Todos los tipos de cobertura mantienen la humedad del suelo, mejoran la infiltración (coberturas orgánicas vivas, muertas, y polipropileno), facilitan la condensación del agua en la noche por la inversión térmica, reducen la evaporación de la humedad del suelo, proveyendo mayor disponibilidad de agua al cultivo y posibilitando aplicar una menor cantidad, en comparación a un suelo sin cobertura. Este aumento en la humedad es ideal en años de sequía o en temporada de verano, todo lo cual implica el ahorro de este recurso y la mejora de los rendimientos del cultivo (Alvarado y Castillo, 2003; Acharya, *et al.*, 2005; Childers, *et al.*, 2006; Upadhyaya, 2007; Zhang, *et al.*, 2009; Gil, *et al.* 2012). Cabe destacar que la malla de polipropileno también mantiene la humedad del suelo en comparación al suelo desnudo, pero al tener poros, permite levemente la salida del vapor de agua, no obstante, ésta pérdida es repuesta

a través del agua de lluvia o sistemas de riego, a diferencia de esta, la cobertura de polietileno se comporta diferente frente a la humedad debido a las poliolefinas que lo conforman y le confiere impermeabilidad al vapor de agua, impidiendo que el agua del suelo se evapore, quedando disponible para la planta (Díaz, *et al.*, 2001).

**Propiedades físicas.** Las coberturas, al posicionarse sobre el suelo y funcionar como una división entre éste y la atmósfera, actúan como un escudo protector ante las gotas de lluvia, ya que éstas se filtran lentamente sin golpear el suelo arrastrando sus partículas, reduciendo la escorrentía superficial, disminuyendo la erosión hídrica y la pérdida por lixiviación de algunos nutrientes en la zona radicular. Permiten mayor desarrollo lateral de las raíces, posibilitando que las raíces puedan obtener agua y nutrientes en la superficie del suelo sin tener que profundizar, por último, las coberturas también detienen el viento, reduciendo la erosión eólica (Díaz, *et al.*, 2001; FAO, 2004; Childers, *et al.*, 2006; Upadhyaya, 2007).

Las coberturas favorecen el aumento de la porosidad debido a que disminuyen el impacto de las gotas de lluvia en el suelo, evitando que las partículas de arcilla se dispersen y cierren los poros bajo la superficie (Sullivan, 2007), lo que agregado a la mantención de la humedad del suelo, permiten que las raíces crezcan ayudando a reducir la compactación (FAO, 2004; Sánchez, *et al.*, 2010). Alvarado y Castillo (2003), señalan que el uso de coberturas de polietileno mantiene la humedad superficial y el suelo mullido, por ende, las plantas encuentran las condiciones necesarias para que el sistema radicular se desarrolle lateralmente y abarque más espacio en el suelo, mejorando la extracción de nutrientes y agua. Las coberturas orgánicas, a largo plazo, producen suelos aireados por su mayor cantidad de poros estructurales, suelos bien agregados y resistentes, con menor tendencia a separarse al ser impactado por las gotas de agua, esto porque las raíces continuamente remueven agua de los micro sitios del suelo, proporcionando efectos locales de mojado y secado que promueven la agregación, además las raíces con filamentos finos favorecen la unión de los agregados (Kogan, 1993; Sullivan, 2007; Upadhyaya, 2007).

**Propiedades químicas.** Alvarado y Castillo (2003), argumentan que el aumento de temperatura y humedad en el suelo, debido al uso de algunos tipos de coberturas, favorece la mineralización, obteniendo mayor disponibilidad de nitrógeno para las plantas y la menor pérdida de algunos elementos minerales por la disminución en la lixiviación. El uso de coberturas de suelo orgánicas, permite mantener o aumentar las reservas de carbohidratos y fósforo en el suelo (Ahumada, *et al.*, 2004) y mantienen protegido al cultivo de los efectos de la lluvia, ayudando a disminuir la erosión (Childers, *et al.*, 2006). Las coberturas de polietileno y polipropileno, al aumentar la temperatura del suelo en invierno permiten la mineralización de nitrógeno y la absorción de nutrientes que por falta de temperatura lo harían más tarde en la temporada (Alvarado y Castillo, 2003; Upadhyaya 2007) y mantienen protegida la superficie del suelo evitando el lavado de nutrientes (Díaz, *et al.*, 2001). Es destacable que los cultivos de cobertura, también llamadas coberturas orgánicas vivas, específicamente de la familia Fabaceae, aportan nitrógeno al suelo ayudando en la nutrición del cultivo (Sullivan, 2007). En el caso de las coberturas orgánicas muertas, es importante mantener una relación de carbono-nitrógeno adecuada para que no ocurran problemas de hambre de nitrógeno, por el bajo nivel de nitrógeno en la materia en descomposición, de lo contrario los microorganismos utilizarán el nitrógeno del suelo disminuyendo las reservas (Céspedes, *et al.*, 2005).

**Propiedades biológicas.** En cuanto a la biología del suelo, las coberturas orgánicas, mantienen la humedad, la temperatura estable y aportan materia orgánica, lo que proporciona condiciones que favorecen el crecimiento y desarrollo de los microorganismos descomponedores del suelo, los que se encargan de mineralizar la materia orgánica, la que a su vez propicia la vida de los organismos (Mendoza, *et al.*, 2004; Childers, *et al.*, 2006; Upadhyaya, 2007; Gonzáles, *et al.*, 2013). En contraposición, Moreno y Moreno (2008), realizaron una investigación, indicando que bajo las coberturas de polietileno, la biomasa microbiana y la mineralización de la materia orgánica son menores, presuntamente por las mayores temperaturas obtenidas bajo éstas.

**Sanidad vegetal.** Hay enfermedades que se encuentran en algunas malezas o en la superficie del suelo, éstas son dispersadas a través de la lluvia, por lo que el uso de coberturas de suelo puede

ayudar en su reducción, ya que disminuye la población de malezas y evita la salpicadura de agua que contiene las esporas (en el caso de hongos), bacterias o virus, desde el suelo a la planta, (Shaucke y Döring, 2004; Updahyaya, 2007). Existen investigaciones donde se utilizó corteza de pino la que fue eficaz en la disminución de la incidencia de *Rhizoctonia solani*, sin embargo, la cobertura de polietileno no tuvo el mismo efecto. En otros estudios, la cobertura de polietileno controló *Verticillium* y redujo las poblaciones de nemátodos en el suelo (Updahyaya, 2007).

**2.5.2.3 Efecto de las coberturas sobre las poblaciones de artrópodos.** Si bien todas las coberturas de suelo nombradas anteriormente son utilizadas, principalmente, para controlar malezas, los materiales de los que están compuestas tienen un efecto directo en factores tales como la temperatura, humedad, entrada de radiación y luz, lo que influye en las condiciones ambientales de la superficie del suelo, alterando el microclima (Foguelman, 2003). Ésta modificación en el microclima del suelo afecta directamente al comportamiento, desarrollo y sobrevivencia de los artrópodos que allí habitan y se ha observado que tiene un efecto en ciertos organismos benéficos (Altieri, 1999; Foguelman, 2003; Updahyaya, 2007; Gonzáles, *et al.*, 2013).

Las coberturas orgánicas están ligadas a un gran número de invertebrados, los que atraen a organismos beneficiosos que se alimentan de ellos. Algunos autores indican que se pueden encontrar niveles más altos de artrópodos en suelos que contienen mayores niveles de materia orgánica, la cual a su vez ha sido asociada al aumento de depredadores generalistas en varios sistemas agrícolas. Por ejemplo, Schmidt, *et al.*, (2004), demostró que las parcelas cubiertas de rastrojo de trigo, tuvieron una menor incidencia de áfidos en comparación al suelo desnudo, probablemente debido a la mayor densidad de depredadores que se alimentaban de ellos, específicamente de arañas (Mathews, *et al.*, 2004; Updahyaya, 2007). Una de las ventajas originadas por las coberturas de suelo como el rastrojo, es permitir que los insectos y arácnidos la utilicen para protegerse de sus enemigos naturales (Coulson y Witter, 1990).

Proveer de un hábitat adecuado a depredadores como carábidos y arañas, puede ser una estrategia importante en la disminución de los niveles de posibles plagas, debido a que son depredadores generalistas que viven en el suelo, donde se aparean, descansan, encuentran refugio, fuente de alimento, protección contra sus depredadores o sombra durante el día (Mathews, *et al.*, 2004; Zavieso, *et al.*, 2004). Este hábitat puede ser brindado por las coberturas orgánicas porque poseen una estructura física compleja e incrementan la materia orgánica, lo que incide en la abundancia de detritívoros y fungívoros que forman parte de la alimentación de los depredadores generalistas, permitiendo el aumento en su población (Mathews, *et al.*, 2004; Zavieso, *et al.*, 2004).

Por otra parte, los colores de algunas coberturas inciden en la reflexión de la luz, afectando el comportamiento, confundiendo a los insectos plagas e interfiriendo en su establecimiento en el cultivo, ejemplo de lo anterior es el uso de coberturas de color aluminio que repelieron algunas plagas, lo que se asoció al brillo y contraste producido en el suelo, no obstante éstas coberturas han mostrado afectar positivamente la abundancia de insectos benéficos (Greer y Dole, 2003; Updahyaya, 2007). Por otra parte, la mayor humedad sobre las coberturas de polietileno o en las coberturas orgánicas muertas, pueden alentar a las poblaciones de babosas y en el caso de algunos rastrojos, pueden ser llamativos para las poblaciones de trips y roedores (Updahyaya, 2007).

## **2.6 Uso de carábidos y licósidos como bioindicadores.**

Ribera y Foster (1997), señalan que el uso de bioindicadores se fundamenta en la suposición de que la presencia o abundancia de una especie, o un determinado conjunto de especies, está correlacionado con la variable que deseamos medir. Por ejemplo, Socorrás (2013), nombra la mesofauna edáfica (ácaros, colémbolos, sínfilos, proturos, dipluros, paurópodos, tisanópteros, entre otros), utilizada como buena indicadora biológica para medir la calidad del suelo, e indica que éstos organismos son sensibles a los cambios en el ambiente, los que pueden ser provocados por causas de la naturaleza o antrópicas, generándose un efecto en su composición específica y

abundancia, disminuyendo las especies, por tanto, su diversidad, desembocando en la disminución de la estabilidad y fertilidad del suelo. Los artrópodos son utilizados como indicadores biológicos debido a que presentan una serie de ventajas respecto de otros organismos, principalmente porque son el grupo más amplio en diversidad y abundancia, es posible encontrarlos en todos los ambientes y además, para realizar una investigación son fáciles de recolectar, conservar y estudiar (Rivera y Foster, 1997).

El filo Arthropoda, posee dos grupos de importancia como indicadores biológicos, la familia Carabidae (Coleoptera: Carabidae) y la familia Lycosidae (Arachnida: Lycosidae), su relevancia está sustentada en estudios que indican que éstos son depredadores representativos de la riqueza del suelo, al ser los más abundantes, por lo que funcionarían bien como indicadores biológicos (Rivera y Foster, 1997; Weyland y Zaccagnini, 2008). Éste filo incluye animales con cuerpo segmentado con 2 ó 3 regiones corporales, apéndices segmentados y pareados, poseen simetría bilateral, su exoesqueleto es quitinoso, tienen sistema alimentario tubular, con boca y ano, además su sistema circulatorio es abierto (sin incluir corazón y aorta), tienen cerebro dorsal y cordones nerviosos pareados ventralmente, músculos esqueléticos estriados, un sistema excretor por medio de tubos de Malpighi y respiran por agallas o tráqueas y espiráculos (Apablaza, 2000).

**2.6.1 Descripción de la Clase Hexápoda.** Las principales características que posee la clase Hexápoda son sus 3 regiones corporales, un par de antenas, un par de mandíbulas, un par de maxilas, una hipofaringe, un labio, tres pares de patas, algunos son ápodos y algunas larvas tienen apéndices abdominales, poseen gonoporo en la parte posterior del abdomen, y algunos tienen dos cercos, un epiprocto y dos paraproctos. (Apablaza, 2010). Existe dentro de esta clase el orden Coleóptera y su familia Carabidae, donde se agrupan insectos que por sus hábitos alimenticios y su gran distribución en el mundo son fáciles de encontrar y poseen beneficios para los sistemas agrícolas.

**2.6.2 Importancia de la familia Carabidae.** La familia Carabidae, pertenece al orden Coleóptera y se caracteriza por ser la cuarta familia en importancia de ese orden debido a la



cantidad de especies que poseen, varían de tamaño de 1 a 70 mm y poseen gran variedad de formas de su cuerpo, como también de colores (metálico, negro, café), la mayoría de las especies son terrestres, aunque también existen en ambientes costeros marinos y son reconocidos dentro de los más importantes depredadores del orden (Coulson y Witter, 1990; Roig-Juñent y Dominguez, 2001).

La familia Carabidae es una de las familias más utilizadas como indicador biológico debido a su alta abundancia, es posible encontrarla en todos los ecosistemas agrícolas de la región, y porque es relativamente fácil identificar a las especies que la integran (Lövei y Sunderland, 1996). Además, estas especies desempeñan un papel muy importante en el control de plagas en los cultivos (Lövei y Sunderland, 1996). Su hábitat más frecuente es el suelo, para lo cual están adaptados físicamente con el fin de movilizarse con rapidez, moverse entre paja, piedras, madera, bajo hojas o bien sobre el suelo, la mayoría es depredadora, consumen gran variedad de artrópodos y otros organismos que viven en el suelo, muchas de sus especies se activan de noche y durante el día permanecen escondidas (Coulson y Witter, 1990; Lövei y Sunderland, 1996; Apablaza, 2000). Otro aspecto importante es que son sensibles a las condiciones del hábitat, por lo que cualquier modificación provocada genera un efecto en su comunidad (Luff, *et al.*, 1989; Rainio y Niemelä, 2003). Esto se ha visto en estudios que han evaluado la utilización de distintas coberturas de suelo, como plástico y paja, en los cuales se ha observado que estas pueden aumentar o disminuir la presencia de carábidos (Miñarro y Dapena, 2003).

**2.6.3 Descripción de la Clase Arachnidae.** Del Phylum Chelicerata destaca la clase Arachnidae, por ser grande, común y diversa. Los arácnidos se distinguen debido a la ausencia de antenas, cuerpo segmentado en dos partes y cuatro pares de patas (Apablaza, 2000). La mayoría de las arañas son depredadores de insectos y otros organismos pequeños (Coulson y Witter, 1990). Dentro de Arachnidae se encuentra el orden Araneae, el cual es importante por su hábito alimenticio depredador, consumiendo animales de tamaños reducidos, por lo que presenta importancia para la agricultura (Apablaza, 2000).

Las arañas se encuentran principalmente en el suelo, a pesar de que algunas se escapan de la regla y buscan otro tipo de medio como plantas, construcciones humanas, entre otros, por este motivo, se puede encontrar arañas en los espacios existentes en el suelo, bajo piedras, hojarascas o también dentro de las cuevas que estas mismas construyen (Nieto y Mier, 1985).

**2.6.4 Importancia de la familia Lycosidae.** La familia Lycosidae, comúnmente llamada arañas lobo, son descritas por Aguilera y Casanueva (2005) como arañas errantes, corredoras en el suelo, cazadoras activas, las cuales no construyen redes para cazar, pero utilizan la tela para revestir sus refugios (comúnmente orificios en el suelo) y para construir la ooteca, la cual es transportada por la hembra en sus hilanderas. También es frecuente encontrarlas bajo pequeñas rocas, especialmente donde exista humedad alta o cercanas al agua, muchas veces se pueden observar sobre el espejo de agua y desplazándose sobre la superficie, ya que poseen tarsos con abundantes pelos y cerdas hidrófugas. Una vez que eclosionan los huevos, los juveniles son llevados en el dorso de la madre durante un tiempo considerable. La coloración de las distintas especies varía de pardo a grisáceo con franjas negras o pardo oscuras, patrones de coloridos abdominales dorsales bastante estables entre las especies chilenas, lo que permite una fácil identificación.

Las arañas son utilizadas como indicadores biológicos ya que son los artrópodos depredadores más abundantes en los ecosistemas terrestres con alrededor de 35.000 especies (Ibarra y García, 1998; Lijensthorom, *et al.*, 2002; Almada y Medrano, 2006), y porque son sensibles a los cambios del ambiente por las condiciones abióticas (Reid y Miller, 1988), por ejemplo, la presencia de arañas en los sistemas agrícolas, tanto en su densidad como diversidad, se encuentra fuertemente relacionada con la complejidad de la estructura del medio ambiente (Rypstra, *et al.*, 1999). Si se adhiere material orgánico u inorgánico al suelo, aumenta en gran medida la cantidad de arañas que allí habitan porque este material les permite encontrar más lugares donde refugiarse, y debido a que la temperatura y humedad que pueden ser extremos son mantenidos a niveles moderados (Rypstra, *et al.*, 1999). El uso de cultivos intercalados, prácticas de labranza de

conservación y coberturas de suelo permiten que se complejice la estructura del medio por lo cual mejora la densidad y diversidad de las comunidades de arácnidos del suelo (Rypstra, *et al.*, 1999). Orellana, *et al.* (2012), encontró mayor cantidad de arañas en los bordes del cultivo y no en el cultivo mismo de almendros, presuntamente debido a que la zona externa no ha sido perturbada, y posee mayor estabilidad y complejidad del hábitat. Las arañas también pueden ayudar en la disminución de plagas junto con otros enemigos naturales, ya que ejercen presión consumiendo las posibles plagas y compiten por espacio (Sunderland, 1999). Además, éstas capturan más presas de las que consumen, y si bien se alimentan de una gran variedad de organismos, se pueden concentrar en una sola especie cuando ésta se encuentra en exceso (Lijensthorom, *et al.*, 2002).

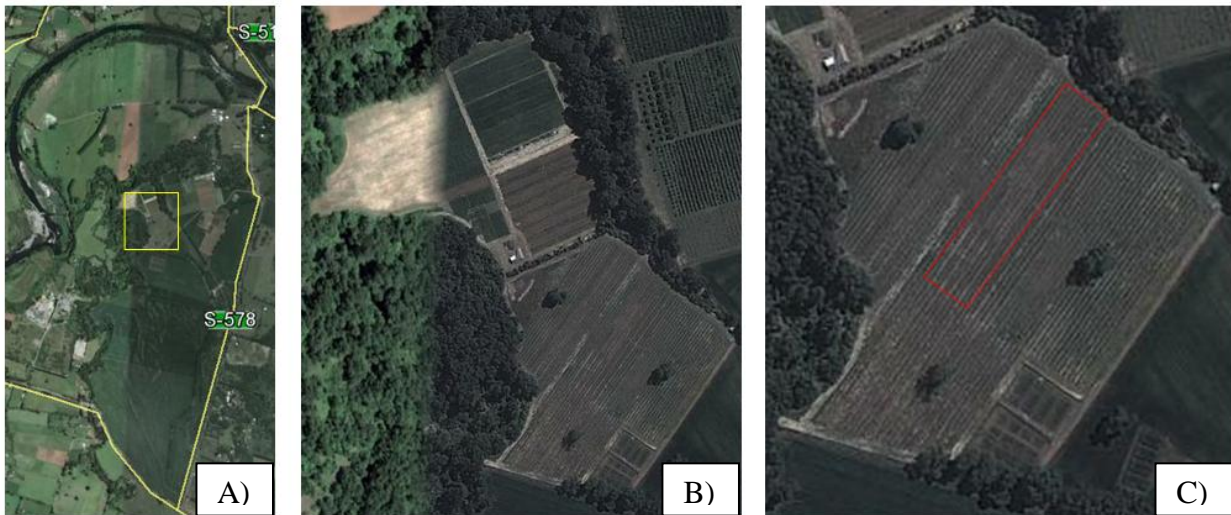


permeabilidad moderada, drenaje imperfecto y topografía casi plana con 1 a 3% dependiente. La temperatura media anual del suelo es de 14,6°C y en verano 17,5°C (Tosso, 1985; CIREN, 2002).

El clima de la zona donde se ubica la Estación Experimental Maquehue, corresponde a Templado Cálido Lluvioso con influencia Mediterránea, presenta temperaturas medias que fluctúan entre 24,1° C en enero y 4,1° C en julio con una media anual de alrededor de 12° C. La estación húmeda comienza en abril, las precipitaciones se presentan durante todo el año con montos anuales alrededor de los 1.342 mm, pero se concentra en el período invernal. Los meses de verano son secos y tiene un período libre de heladas de 215 días, con alrededor de 14 heladas por año (Rouanet, *et al.*, 1988, Santibañez, 1993; Dirección Meteorológica de Chile, 2001; Alvarado y Moya, 2007).

### **3.2 Sitio experimental**

El sitio experimental se ubicó en el sector céntrico del huerto, correspondiendo a 3 bloques de ensayo, cada uno consistió en 2 hileras, con un marco de plantación de 3 x 0,5 m y 120 m de largo, lo que abarcó 2.160 m<sup>2</sup>, con arándano variedad Bluegold.

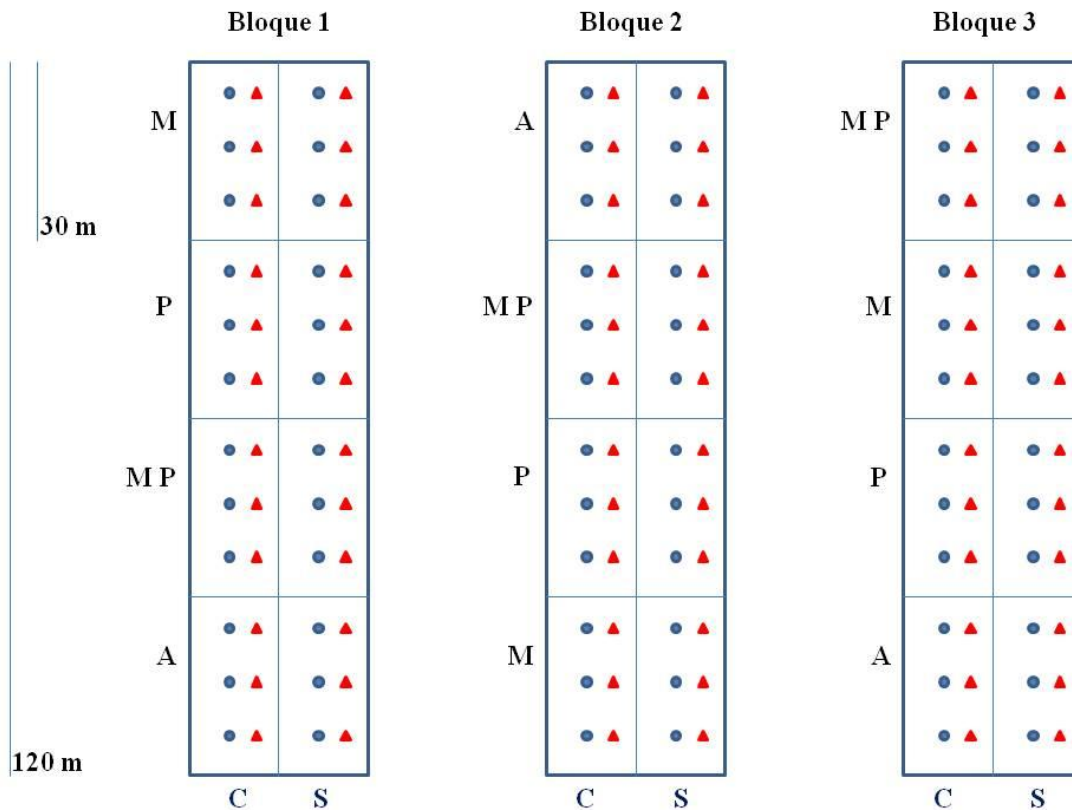


**Figura 14.** A) Fotografía del Campo Experimental Maquehue donde se marca en un cuadrado amarillo el módulo orgánico. B) Imagen aérea más cercana del módulo orgánico. C) sector del cultivo de arándanos, se delimitó en rojo el área donde se estableció el ensayo.

La variedad Bluegold es precoz, resistente al frío, su entrada en producción es alrededor del 10-15 de diciembre, es un arbusto vigoroso, de bajo crecimiento, altamente productivo y su maduración es concentrada. Su baya es utilizada para consumo fresco o procesado, de color azul claro, tamaño medio, firme, buen sabor, buena cicatriz, es fácil de desprender, pero algunos tallos pueden salir con el fruto (Buzeta, 1996; Childers y Lyrene, 2006).

### 3.3 Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental corresponde a bloques sub divididos completamente al azar, con cuatro tratamientos, dos sub-tratamientos y tres repeticiones. Cada hilera de 120 m se dividió en cuatro sectores de 30 m y cada uno de éstos correspondió a un tratamiento específico.



M	MALLA DE POLIPROPILENO
P	PAJA: RASTROJO DE CEREALES
MP	COMBINACIÓN MALLA CON PAJA
A	ALLYSUM
C	COMPOST
S	SIN COMPOST
●	TRAMPA
▲	MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

**Figura 15.** Croquis del ensayo.

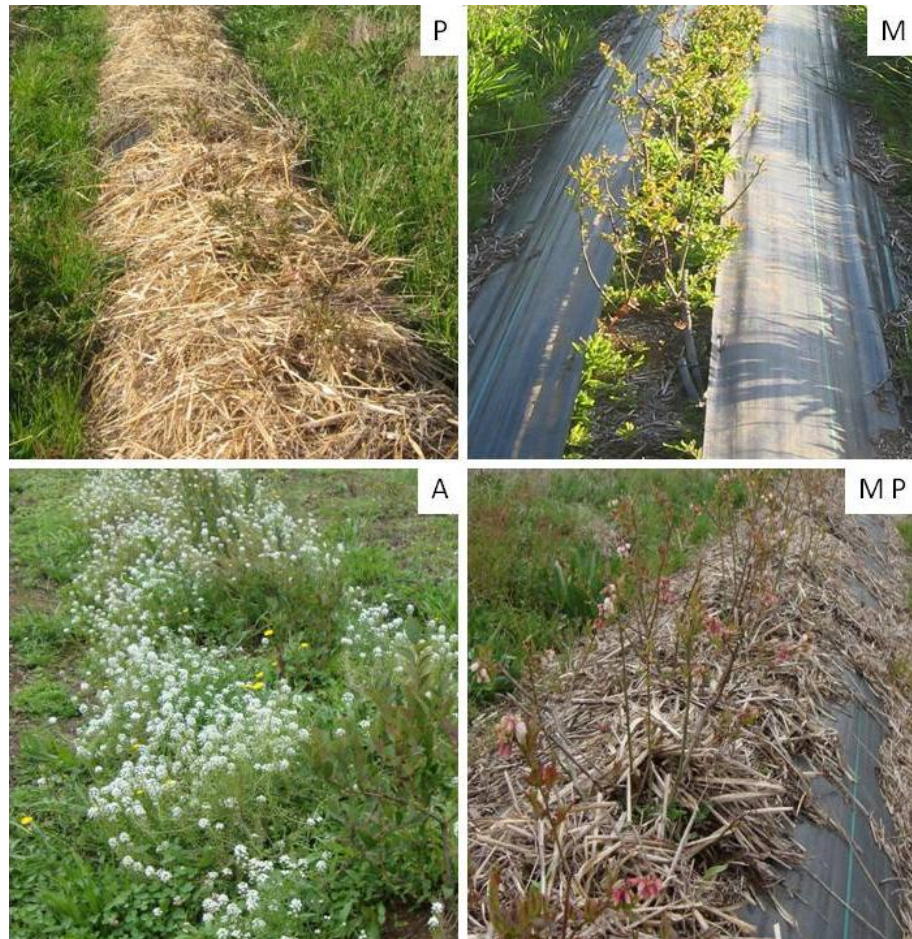
Para el establecimiento de las coberturas de suelo, se realizó en primer lugar un desmalezado manual y luego se establecieron los tratamientos.

Los tratamientos utilizados correspondieron a:

- a) Cobertura orgánica muerta: Rastrojo de cereales (P), correspondiente a trigo (*Triticum aestivum*) y avena (*Avena sativa*) en estado semi descompuesto, obtenido del módulo orgánico del Campo Experimental Maquehue. Esta cobertura de suelo se colocó sobre la hilera con una altura de 15 cm aproximadamente, sin dejar zonas descubiertas y su aplicación se repitió durante los 6 meses que duró el ensayo en las áreas que lo requerían.
- b) Cobertura sintética: Malla de polipropileno (M) antimalezas, está compuesta por un tejido de polipropileno al 100% virgen, más aditivos para estabilizarla contra rayos U.V., color negro con rayas verdes, el grosor del tejido es de 0,6 mm y el ancho utilizado de 0,6 m. La malla se dispuso en dos franjas, a cada costado de la planta, dejando el centro de la hilera descubierta, se ancló al suelo con ganchos ubicados a los costados donde además se cubrió el borde con tierra.
- c) Cobertura viva: Aliso o allysum (*Lobularia marítima* L.) (A), es una planta perenne de la familia Brassicaceae, originaria del Mediterráneo, crece entre 7,5 a 25 cm, sus hojas son pequeñas, su inflorescencia se encuentra en racimos simples, flores pequeñas, tiene pétalos blancos, florece en primavera emitiendo un perfume agradable, su fruto es una silicua. El mayor uso que se le da es como planta ornamental pero también, es muy recomendada como una planta atractiva para los enemigos naturales, ya que tienen la habilidad de florecer por largos períodos sin interrupción, otra ventaja es que si bien cubre el suelo formando una especie de alfombra de flores, no es lo suficientemente agresiva para llegar a ser un problema para el agricultor (Chaney, 1998; Pico y Retana, 2001; Pico y Retana, 2003; DiTomaso y Healy, 2007; Pumañiro y Alomar, 2012).
- d) Combinación de coberturas de suelo: Malla de polipropileno más rastrojo de cereales (MP), este tratamiento correspondió a la misma aplicación de malla antimaleza, sumado a la distribución homogénea de rastrojo de cereal (avena y trigo) en el área descubierta de



la sobre hilera, con una altura aproximada de 15 cm y su aplicación se realizó durante los 6 meses de muestreo, a medida que la cobertura de suelo necesitaba reposición.



**Figura 16.** Tratamientos establecidos. M (malla de polipropileno), P (rastrajo de cereales), A (allysum), MP (malla de polipropilenos más rastrajo de cereales).

Para cada bloque, una hilera tuvo aplicación de compost (figura 15), su composición constó de residuos de leguminosas y cereales completamente descompuestos, obtenidos en el módulo orgánico del Campo Experimental Maquehue. Se aplicó una vez, alrededor de cada planta de arándano, a razón de 3 l/planta ( $15\text{m}^3 / \text{ha}$ ).

### 3.4 Toma y análisis de muestras

Para el muestreo se utilizaron trampas de caída (pitfall) utilizadas generalmente en fauna epigea, para coleccionar arañas y carábidos (Borges y Brown, 2003; Monzo, *et al.*, 2005; Bruggisser, *et al.*, 2010). La trampa correspondió a un vaso plástico de 300 ml y 7 cm de diámetro, dentro del vaso se vertió agua destilada, jabón y formalina al 10%, agregando una cantidad total de 150 ml de mezcla. La trampa de caída se posicionó a ras de suelo y sobre ella se colocó un techo de aluminio de 7 cm de diámetro sostenido por alambres para evitar la caída de diversos residuos indeseables al vaso (Figura 17).

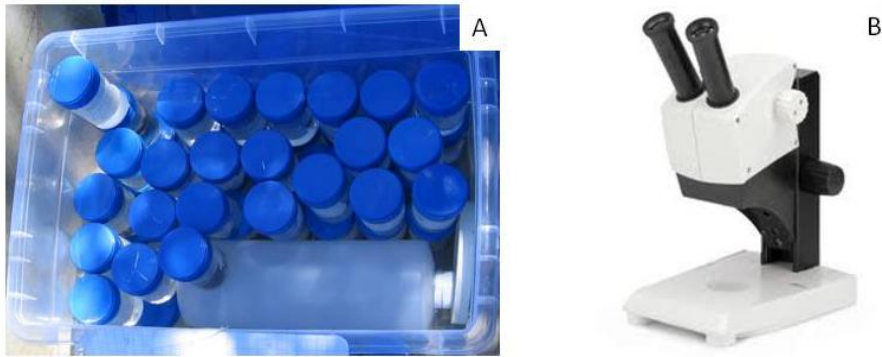
Se colocaron 3 trampas por cada tratamiento y para cada repetición, se dispusieron a 10 metros entre cada una, generando un total de 72 trampas para cada muestreo, los que se realizaron durante los meses de octubre del año 2011 a marzo del 2012, y la recolección se realizó luego de 7 días de instaladas las trampas, contabilizándose en la temporada un total de 6 muestreos.



**Figura 17.** Trampa de caída.

Para el traslado al laboratorio de los individuos recolectados de las trampas de caída, se depositaron en frascos plásticos de 50 ml, y se les agregó una mezcla de alcohol y agua destilada en proporción 70% - 30% (Márquez, 2005). Las muestras se analizaron en el Instituto del Medio Ambiente de la Universidad de La Frontera, a través de una lupa, marca Leica, modelo EZ4.

Luego de la identificación, las muestras se guardaron en frascos con alcohol al 70% más agua destilada al 30% y se refrigeraron.



**Figura 18.** A) Frascos plásticos de 50 ml. B) Lupa marca Leica, modelo EZ4.

Para la identificación de la familia Carabidae y familia Lycosidae, se utilizó la siguiente literatura:

- Introducción al estudio de los insectos de Chile (Peña, 2006).
- Introducción a la Entomología General y Agrícola (Apablaza, 2000).
- Arañas Chilenas: Estado actual del conocimiento y clave para las familias de Araneomorphae (Aguilera y Casanueva, 2005).

Los datos de temperatura y humedad, fueron recopilados entre los meses de noviembre del 2011 y marzo del 2012, tanto para temperatura y humedad del suelo se tomaron los datos a una profundidad de 0-10 cm y las mediciones se realizaron cada 15 días aproximadamente.

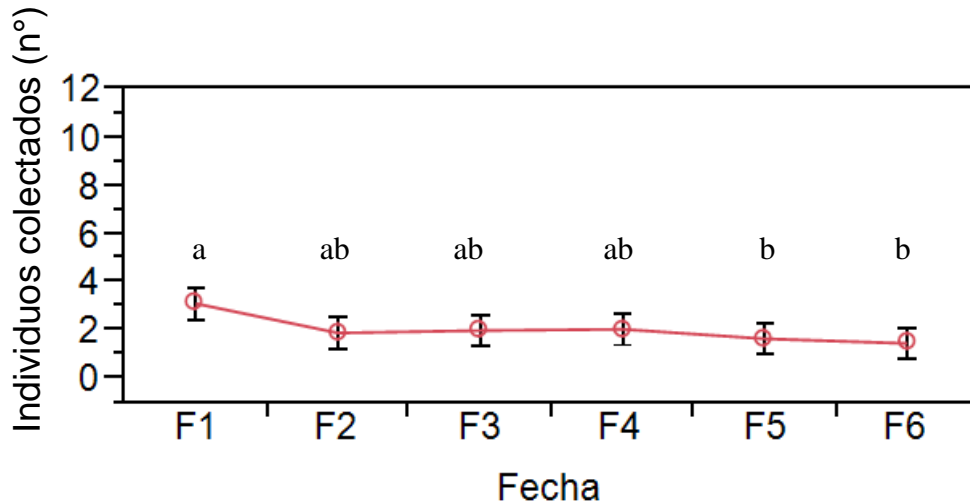
La temperatura se midió antes de medio día, con un geotermómetro Extech EA15, en 3 puntos por cada tratamiento separados por 10 m aproximadamente, generando 72 datos por muestreo y se realizaron 12 muestreos en total (figura 15). En el caso de la humedad, se midió a través de un medidor de humedad de suelo Extech MO750, en 3 puntos de cada tratamiento, obteniéndose 72 datos por muestreo y se hicieron 12 muestreos en total (figura 15).

### **3.5 Análisis estadístico**

Para la determinación de la abundancia, se contabilizaron todas las unidades capturadas de la familia Carabidae y Lycosidae. En la evaluación de los parámetros de abundancia, humedad y temperatura se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y el método de comparación múltiple de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) cuando fuese requerido. Para relacionar la temperatura y humedad con los ejemplares recolectados de carábidos y arácnidos, se realizó un análisis de regresión. Para todos los análisis se utilizó el programa estadístico JMP versión 10.0.

## 4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

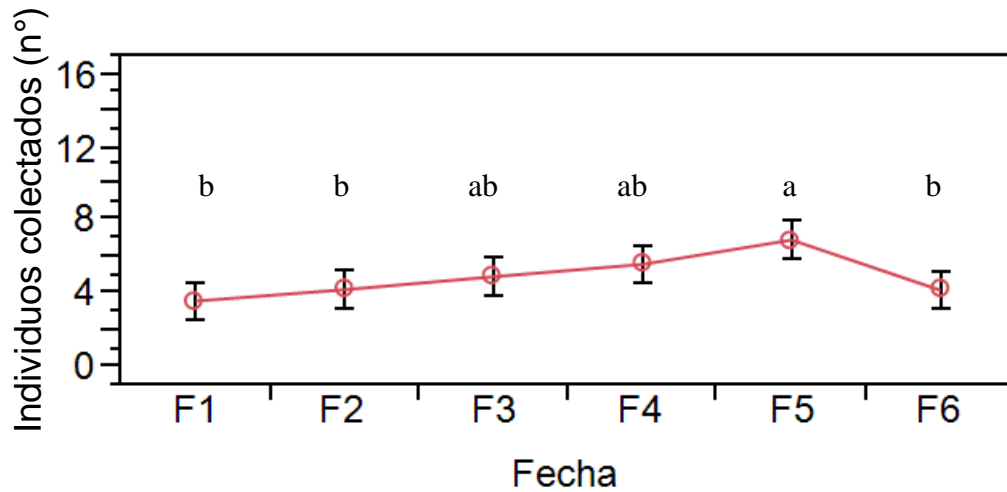
### 4.1 Dinámica de la Familia Carabidae en las fechas de muestreo.



**Figura 19.** Individuos colectados de la Familia Carabidae en las distintas fechas de muestreo. La línea roja indica el promedio de individuos y la barra indica el error estándar de  $\pm 0,3$ . F1 (octubre), F2 (noviembre), F3 (diciembre), F4 (enero), F5 (febrero) y F6 (marzo).

Los individuos colectados en las distintas fechas mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ). El valor registrado en F1 (octubre) fue significativamente mayor ( $3,12 \pm 0,30$  a) en comparación a F5 (febrero) ( $1,66 \pm 0,30$  b) y F6 (marzo) ( $1,47 \pm 0,30$  b) (figura 19).

#### 4.2 Dinámica de la Familia Lycosidae en las fechas de muestreo.



**Figura 20.** Individuos colectados de la Familia Lycosidae en las distintas fechas de muestreo. La línea roja indica el promedio de individuos y la barra indica el error estándar de  $\pm 0,48$ . F1 (octubre), F2 (noviembre), F3 (diciembre), F4 (enero), F5 (febrero) y F6 (marzo).

Los individuos colectados en las distintas fechas registraron diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ). Las capturas en F5 (febrero) fueron significativamente mayores ( $6,93 \pm 0,48$  a) que las de F2 (noviembre) ( $4,22 \pm 0,48$  b), F6 (marzo) ( $1,47 \pm 0,48$  b) y F1 (octubre) ( $3,59 \pm 0,48$  b) (figura 20).

Niemelä (1996), sugiere que la presencia de carábidos puede estar determinada tanto por factores bióticos como abióticos y su interrelación, estos factores pueden variar en el tiempo, así un año puede ser importante el factor abiótico y al año siguiente el biótico.

Lövei y Sunderland (1996), indican que el periodo donde los carábidos están en mayor actividad corresponde a principio de primavera y de otoño, lo cual en algunas oportunidades coincide con su período reproductivo. Lo anterior explicaría lo observado en la figura 19, donde el mayor número de individuos se encontró en F1 (octubre) y luego se redujo drásticamente.

Si bien, no es extrapolable a todos los géneros de Carabidae, Díaz (2006), encontró la mayor densidad de *Parhypes extenuatus* en los meses de octubre y junio y una disminución notable en noviembre y febrero, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo, que indica que octubre reportó el mayor número de individuos para carábidos, disminuyendo notablemente en los meses más cálidos y secos del año. Lo anterior, podría relacionarse a que la familia Carabidae es reconocida por su preferencia a los hábitat con alta humedad (Lövei y Sunderland, 1996), y se ha encontrado que su abundancia aumenta en épocas de lluvia (Arenas, *et al.*, 2013), motivo por el cual se observaría en la figura 19 la importante disminución en las capturas de los meses de primavera-verano.

Los carábidos colectados en la primera fecha fueron significativamente ( $P \leq 0,05$ ) más abundantes respecto a F5 (febrero) y F6 (marzo). En la figura 19 se evidencia la clara disminución desde noviembre, lo que pudo deberse a que al comenzar un período crítico de temperaturas altas y humedad baja, los individuos se movilizan a los bordes de los relictos cercanos que poseen mayor heterogeneidad en el paisaje provee de mayores intersticios para refugiarse y mantiene la humedad del suelo. Roume, *et al.* (2011), determinó que los bordes de las arboledas, son utilizados como refugio por los Carábidos en invierno, cuando las condiciones de hábitat en los cultivos no son favorables.



Además, Niemelä (1996) señala que la época de muestreo afecta las capturas, ya que las especies se pueden encontrar al inicio o final de su temporada. Lovëi y Sunderland (1996), indican que los carábidos tienen ciclos de vida diferente dependiendo de la especie, algunos pueden cumplir su ciclo en un año o menos, otros en condiciones climáticas o de alimentación adversa pueden extender su desarrollo hasta cuatro años y medio. Probablemente, la baja captura de carábidos en la época de primavera-verano se deba a que la zona del ensayo pudiese tener dominancia de especies con alta actividad en épocas frías y/o lluviosas, por lo que aumentarían progresivamente en otoño-invierno, cuando los factores alimenticios y climáticos sean favorables para su desarrollo.

La disponibilidad de alimento es un factor que podría haber influenciado el aumento de la presencia de individuos de la familia Carabidae en octubre, y su posterior baja en el número de individuos en el resto de la temporada de colecta. Es posible que las presas de los carábidos como los detritívoros y fungívoros disminuyeran en el período de verano, como indica Montero, *et al.* (2011), quién observó en su investigación, que la abundancia de detritívoros fue mayor en invierno-primavera (27% - 48%) y se redujo considerablemente en verano (7%).

Es importante destacar que las trampas de caída (pitfall) no sólo son indicadoras de abundancia, sino que también de la actividad de los individuos (Döring y Kromp, 2003; Montero, 2008), es por ello que al decir que hubo más capturas en cierta fecha, se indica que hubo más individuos o bien que éstos se encontraban en un período de su desarrollo de alta actividad, ya sea por búsqueda de pareja, por búsqueda de alimento o lugar de ovoposición.

Espíndola (2004), observó que las hembras estudiadas de la familia Carabidae se encontraron reproductivas desde principios de primavera. Por lo que el aumento de carábidos en la primera fecha (octubre) puede deberse a una alta actividad en la búsqueda de pareja. Así mismo, Carrasco (2002) estableció que el período donde se colectaron más individuos de *Calosoma vagans* coincidió con el período de gran actividad reproductiva de las hembras.



Tapia, *et al.* (2011), señala en su discusión que no descarta la posibilidad de que el tipo de muestreo afectara los resultados obtenidos, ya sea por insuficiente número de réplicas o por falta de muestreo activo, ya que carábidos específicos de ciertos ambientes pudieron no verse representados si estaban en un periodo de baja actividad o vagilidad. Asimismo, Niemela (1996) señala que es común la alta variación temporal en ensambles de carábidos, lo que puede confundir y enmascarar los efectos espaciales, por lo que el muestreo de una temporada a otra, puede mostrar valores distintos en la dinámica del ensamblaje de carábidos.

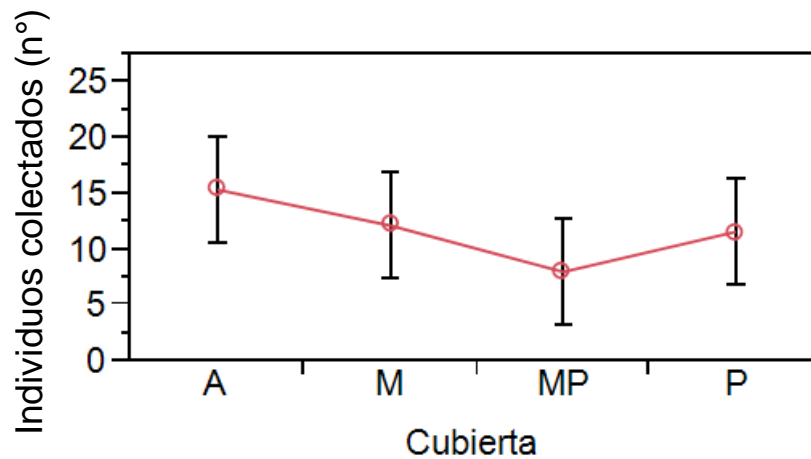
Por su parte, Rubio, *et al.* (2007) encontró diferencias en la abundancia de arañas de la familia Lycosidae, dependiendo de la preferencia de hábitat, estación del año y especie. Dado que es posible que se trasladen entre ambientes, se sugiere que el máximo encontrado en el mes de Febrero en la presente investigación (figura 20) podría estar influenciado por el traslado de los individuos desde los relictos cercanos hacia el cultivo de arándano, ya sea por condiciones climáticas, búsqueda de alimento u otros factores. Algunas especies de la familia Lycosidae, han sido descritas con preferencias en hábitat abiertos y se ha visto que principalmente abundan en época de verano (Frick, *et al.*, 2007b).

El leve aumento de licósidos en Enero y alto en Febrero pudo ser ocasionado por la mayor actividad de los juveniles en ese período. Zapfe (1961) (citado por Casanueva, 1980), señala que en la zona central entre junio y noviembre se observa el mayor número de individuos buscando reproducirse luego de períodos climáticos críticos. Posteriormente la hembra lleva los huevos en su dorso por un período de 35-45 días, los que luego eclosionan y se mantienen sobre el dorso de su madre por unos días hasta su primera muda, luego comienzan su desarrollo en solitario (Casanueva, 1980) coincidiendo éste tiempo con los datos del presente estudio, donde los juveniles se encontrarían en gran número (cada hembra puede producir hasta 150 huevos) y alta actividad, posiblemente en búsqueda de alimento, refugio y pareja. Estos datos concuerdan con lo encontrado por Frick, *et al.* (2007a), quien observó que al aumentar el largo del día e incrementarse la temperatura en primavera se activan los licósidos, luego tarde en primavera aparecen las hembras con los sacos de huevos y temprano en verano aparecen los juveniles. A su

vez, Cera y Spungis (2011) determinaron que los períodos de alta actividad se produjeron en primavera verano y otoño, dependiendo de la especie.

Riecken (1999), señala que debido al dinamismo de las comunidades de arañas, se puede esperar diferentes resultados en el tiempo, dependiendo del período en que se realizaron las muestras y el número de trampas utilizado, razón por la cual el resultado puede ser influenciado por la fenología de las especies dominantes, por lo que señala que existe menor error si en sitios agrícolas el muestreo es prolongado en el tiempo, pero con un número de trampas menor. El período de tiempo utilizado por Riecken (1999), en lo que llama tiempo corto, fue de ocho muestreos en dos años (cuatro cada año) y cada trampa estuvo durante dos semanas en terreno.

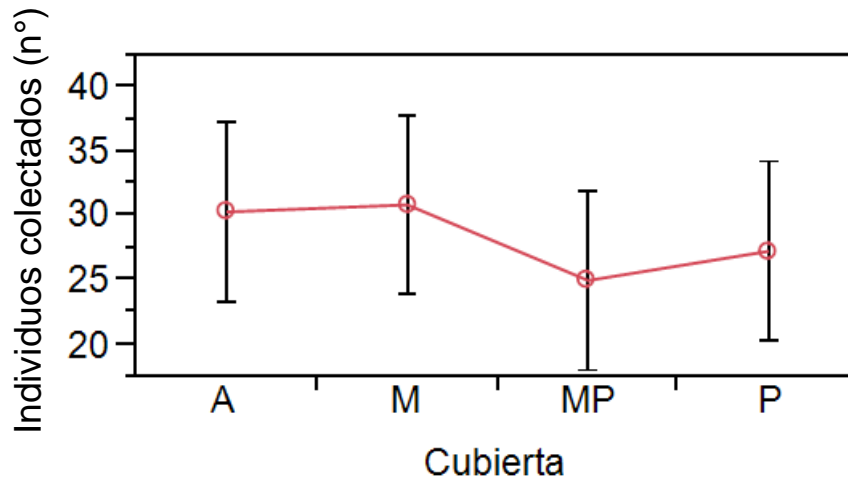
### 4.3 Abundancia de Familia Carabidae por tratamiento.



**Figura 21.** Individuos de la Familia Carabidae colectados en el total de la temporada, en cada cobertura de suelo. Las distintas letras corresponden a: allysum (A), malla de polipropileno (M), combinación malla más paja (MP) y paja (P). La línea roja indica el promedio de individuos y la barra indica el error estándar de  $\pm 2,16$ .

El total de individuos colectados durante el período de estudio no evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos, debido a la alta variación en el error estándar. En términos descriptivo de la muestra, se observó que el tratamiento de allysum (A) tuvo el mayor valor ( $15,38 \pm 2,16$ ), seguido por malla (M) ( $12,16 \pm 2,16$ ), paja (P) ( $11,61 \pm 2,16$ ) y el más bajo fue la combinación de malla con paja (MP) ( $8,00 \pm 2,16$ ) (Figura 21).

#### 4.4 Abundancia de Familia Lycosidae por tratamiento.



**Figura 22.** Individuos de la Familia Lycosidae colectados en el total de la temporada, en cada cobertura de suelo. Las distintas letras corresponden a: allysum (A), malla de polipropileno (M), combinación malla más paja (MP) y paja (P). La línea roja indica el promedio de individuos y la barra indica el error estándar de  $\pm 2,71$ .

El total de individuos colectados durante el período de estudio no evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos, debido a la alta variación en el error estándar. En términos descriptivo de la muestra, se observó que el tratamiento de malla (M) tuvo el mayor promedio ( $30,88 \pm 2,71$ ), seguido por allysum (A) ( $30,33 \pm 2,71$ ), paja (P) ( $27,27 \pm 2,71$ ) y el más bajo fue la combinación de malla con paja (MP) ( $25,00 \pm 2,71$ ) (figura 22).

Si bien el total de individuos colectados, tanto en la familia Carabidae como Lycosidae, no registró diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre las coberturas de suelo, se puede apreciar una tendencia para ambos casos, con un promedio mayor de individuos los tratamientos compuestos por malla y allysum (figura 21 y 22).

Symondson, *et al.* (2002), señala que las coberturas vivas como el allysum, proporcionan recursos adicionales o amortiguan las condiciones ambientales para las poblaciones de depredadores. Las coberturas vivas pueden ser utilizada por los enemigos naturales de plagas como sitios de ovoposición, y en el caso de las coberturas que están en floración pueden aumentar las poblaciones de insectos benéficos por el suministro de recursos como polen o néctar (Landis, *et al.*, 2000; Lundgren, 2009). Diversos autores nombran a los cultivos de cobertura como sitios donde la actividad y abundancia de los carábidos es favorecida (Carmona y Landis, 1999). Por otra parte, Landis, *et al.* (2000) señala que los cultivos perennes con bajos niveles de perturbación, permiten a las poblaciones de enemigos naturales persistir de una temporada a otra. O'neal (2005), observó en un cultivo de arándano que en sitios con cobertura de suelo viva (ballica y trébol) la abundancia de carábidos fue mayor. Si se relaciona lo anterior, con los resultados mostrados en la figura 21, se puede suponer que la cobertura viva de allysum (*Lobularia maritima*) proporciona condiciones favorables para la actividad de los carábidos, a pesar de no obtener diferencias significativas con las otras coberturas de suelo. MacLeod, *et al.* (2004), determinó que cultivos de gramíneas, llamados “bancos de carábidos”, proporcionaron hábitat de invernación para estos individuos, y su efecto mejoró al mantener estas coberturas en el tiempo. El allysum ha sido utilizado como “planta insectario” en diversas investigaciones y ha mostrado mayor abundancia de depredadores por favorecer las condiciones de ovoposición y alimentación principalmente (Hogg, *et al.*, 2011; Pumariño y Alomar, 2012).

Se esperaba que en las coberturas de suelo con paja (P y MP) se encontrara el mayor número de carábidos, ya que distintos autores señalan que los restos vegetales son utilizados por los insectos como refugio (Mendoza, 2012), sin embargo estos tratamientos mostraron valores más bajos. Los resultados también difieren de los obtenidos por Ganter (2010), quién determinó que la

combinación de malla con acícula de pino, presentaba un número mayor de carábidos, a diferencia de la malla o acícula de pino por si solas, lo que difiere con los resultados aquí expuestos, los cuales, si bien no son significativos, muestran que allysum es el tratamiento con mayor abundancia de individuos, y las coberturas con paja (P y MP) registraron la menor cantidad.

Miñarro y Dapena (2003), determinaron que la cobertura orgánica muerta en los huertos de manzana puede afectar a la actividad y densidad de carábidos que pueden contribuir al control natural de las plagas, ya que observaron que el mayor número de individuos se encontró en las parcelas aradas (24,3%) y con tratamiento de herbicida (21,4%), y el menor número en cobertura de paja (16,3%) y corteza de pino (15,9%). Estudios posteriores realizados por Dapena, *et al.* (2006), en una plantación de manzanos con distintos manejos de la cobertura de suelo (restos vegetales secos, suelo desnudo por deshierbado y aplicación de herbicidas), mostró menor número de carábidos en la cobertura de restos vegetales y mayor en los otros dos tratamientos, coincidiendo con lo observado en la presente investigación, donde las coberturas de suelo con paja (P y MP) obtuvieron los valores más bajos, en cambio, malla (que se asemeja a suelo desnudo) y allysum, mostraron valores más altos.

Thomas, *et al.* (2006), indica que la densidad de la vegetación puede interferir en la actividad de los individuos, esto podría explicar la menor recolección de carábidos en las trampas establecidas en los tratamientos de paja (P) y la combinación de malla más paja (MP) debido a la complejidad de su estructura, lo que dificultaría el movimiento de los individuos. Lo anterior, no sucedería con allysum debido al lento establecimiento que tuvo en terreno y además su hábito de crecimiento rastrero da lugar a intersticios en la superficie del suelo que permitirían a los carábidos moverse libremente.

Lövei y Sunderland, (1996) indican que el mayor porcentaje de carábidos se encuentran activos durante la noche, así también, Salgado (2013), determinó que muestran un mayor nivel de actividad bajo longitud de onda roja, la cual predomina al atardecer y amanecer. La preferencia

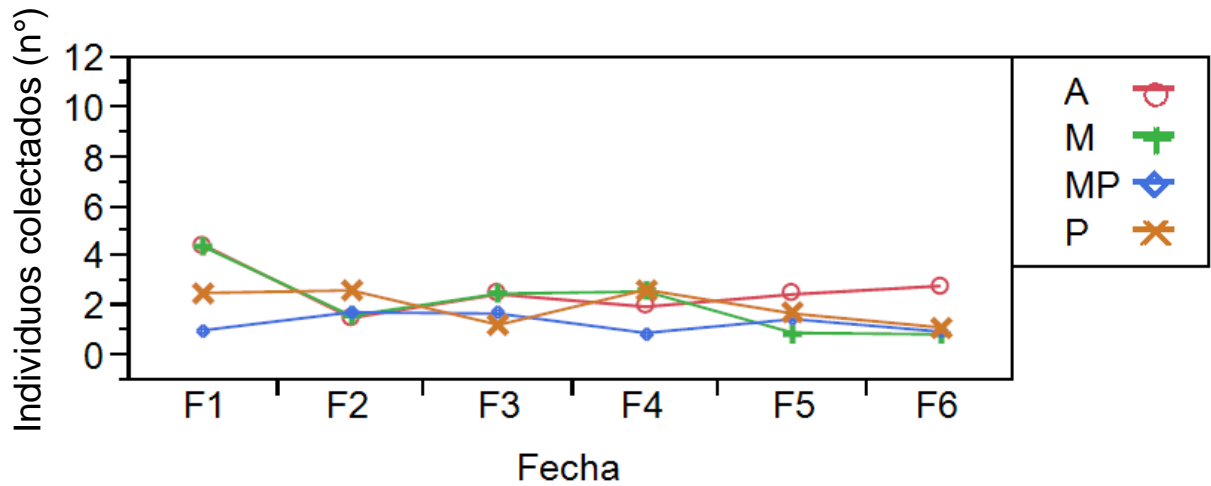
de los individuos por esta longitud de onda, respondería al leve aumento en la densidad-actividad mostrada por la cobertura de malla (figura 21), la que al ser de color negro permite la entrada de la longitud de onda roja, lo que podría generar durante el día, bajo su superficie, un ambiente adecuado para la actividad de los carábidos.

Thomas, *et al.* (2006), señala que el movimiento de los carábidos puede ser lo suficientemente extenso como para causar interferencia entre los tratamientos, lo cual explicaría que no se obtuviera diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre ellos en la presente investigación (figura 21).

Se esperaba que la abundancia de arañas fuese mayor en las coberturas con paja (P y MP) (figura 22), porque estudios indican que la densidad de las comunidades de arañas se incrementa cuando se complejiza su ambiente, donde encuentran amplia cantidad de intersticios que utilizan para protegerse de sus enemigos naturales, además, la temperatura y humedad extremas se mantienen moderados (Rypstra, *et al.*, 1999). Cuando Ayala y Soto (2007) analizaron el efecto de la estructura vegetal en la comunidad de arañas del suelo, en un sistema silvopastoril, determinaron que Lycosidae fue la única familia de las arañas errantes que presentó valores más altos en abundancia, a medida que aumentó la complejidad vegetal. Sin embargo, la mayor cantidad de individuos de la familia Lycosidae encontrados en el tratamiento de malla (figura 22), discrepa notablemente de Rypstra, *et al.* (1999), cuando señala que las arañas que se encuentran en el suelo aumentan notablemente al aumentar la capa de hojarasca con residuos vegetales, debido a que hay más refugio, escondite y también porque la temperatura y humedad, que en algunos casos pueden ser extremas, se moderan.

La dispersión es uno de los factores que pudo influir en no obtener diferencia significativa entre las coberturas de suelo para los licósidos. Riecken (1998), señala que la familia Lycosidae se dispersa con amplitud en sectores abiertos que no son utilizados para la agricultura intensiva. Por lo anterior, se asocia que sectores con un nivel de cambios reducido, como el sitio bajo manejo orgánico donde se realizó esta investigación, las arañas pudieron dispersarse con mayor facilidad en todos los tratamientos.

#### 4.5 Abundancia de la Familia Carabidae para cada fecha por cobertura de suelo.



**Figura 23.** Individuos de la Familia Carabidae en las distintas fechas de muestreo, en cada cobertura de suelo. La línea roja corresponde al tratamiento de allysum (A), la línea verde a malla (M), la línea azul a la combinación de malla más paja (MP) y la línea naranja a paja (P). F1 (octubre), F2 (noviembre), F3 (diciembre), F4 (enero), F5 (febrero) y F6 (marzo).

Los individuos colectados, mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) en los tratamientos para las distintas fechas (figura 23). El valor más alto lo obtuvo el tratamiento de allysum (A) en F1 ( $4,46 \pm 0,55$  ac) seguido por malla (M) en F1 ( $4,40 \pm 0,55$  ab) y los valores más bajos fueron para la combinación malla con paja (MP) en F1 ( $1,05 \pm 0,55$  d), malla con paja (MP) en F6 ( $1,00 \pm 0,55$  d), malla con paja (MP) en F4 ( $0,94 \pm 0,55$  d) y los tratamientos de malla (M) en F5 ( $0,94 \pm 0,55$  d) y F6 ( $0,88 \pm 0,55$  d) (cuadro 1).

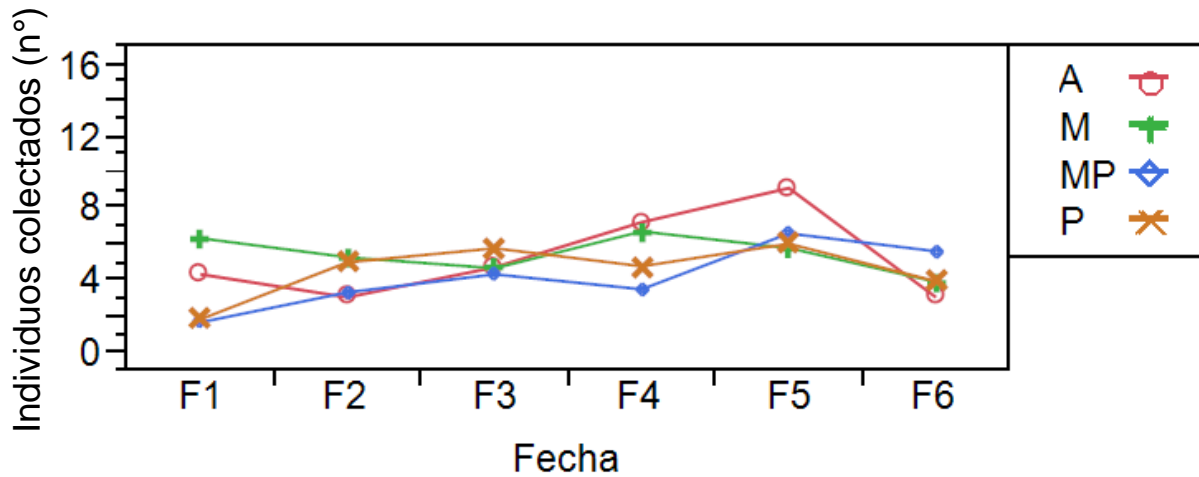


**Cuadro 1.** Test de Tuckey HSD familia Carabidae.

<b>Familia Carabidae</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio mínimos cuadrados</b>	<b>Test Tukey HSD</b>
1	Malla de polipropileno	4,40	ab
	Allysum	4,46	ac
	Malla de polipropileno + paja	1,05	d
	Paja	2,55	abcd
2	Malla de polipropileno	1,64	cd
	Allysum	1,55	bd
	Malla de polipropileno + paja	1,77	abcd
	Paja	2,65	abdc
3	Malla de polipropileno	2,52	abcd
	Allysum	2,50	abcd
	Malla de polipropileno + paja	1,72	abcd
	Paja	1,27	abcd
4	Malla de polipropileno	2,61	abcd
	Allysum	2,00	bd
	Malla de polipropileno + paja	0,94	d
	Paja	2,68	abcd
5	Malla de polipropileno	0,94	d
	Allysum	2,50	abdc
	Malla de polipropileno + paja	1,50	abdc
	Paja	1,72	abdc
6	Malla de polipropileno	0,88	d
	Allysum	2,83	abcd
	Malla de polipropileno + paja	1,00	d
	Paja	1,16	bd

Tratamientos no conectados con la misma letra son significativamente diferente ( $P \leq 0,05$ ).

#### 4.6 Abundancia de la Familia Lycosidae para cada fecha por cobertura de suelo.



**Figura 24.** Individuos de la Familia Lycosidae en las distintas fechas de muestreo, en cada cobertura de suelo. La línea roja corresponde al tratamiento de allysum (A), la línea verde a malla (M), la línea azul a la combinación de malla más paja (MP) y la línea naranja a paja (P). F1 (Octubre), F2 (Noviembre), F3 (Diciembre), F4 (Enero), F5 (Febrero) y F6 (Marzo).

Los individuos colectados, mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) en los tratamientos para las distintas fechas (figura 24). El valor más alto lo obtuvo el tratamiento de allysum (A) en F5 ( $9,17 \pm 0,80$  a) y F4 ( $7,27 \pm 0,80$  ab) y los valores más bajos fueron para paja (P) en F1 ( $1,88, \pm 0,80$  ef) y malla con paja (MP) en F1 ( $1,72 \pm 0,80$  df) (cuadro 2).

**Cuadro 2.** Test de Tukey HSD familia Lycosidae.

<b>Familia Lycosidae</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio mínimos cuadrados</b>	<b>Test Tukey HSD</b>
1	Malla de polipropileno	6,38	abc
	Allysum	4,38	bcdef
	Malla de polipropileno + paja	1,72	df
	Paja	1,88	ef
2	Malla de polipropileno	5,33	abcdef
	Allysum	3,11	cdef
	Malla de polipropileno + paja	3,38	bcdef
	Paja	5,05	abcdef
3	Malla de polipropileno	4,72	abcdef
	Allysum	4,77	bcdef
	Malla de polipropileno + paja	4,38	bcdef
	Paja	5,83	abcd
4	Malla de polipropileno	6,76	abc
	Allysum	7,27	ab
	Malla de polipropileno + paja	3,55	bcdef
	Paja	4,83	abcdef
5	Malla de polipropileno	5,84	abcdef
	Allysum	9,17	a
	Malla de polipropileno + paja	6,65	abc
	Paja	6,08	abcd
6	Malla de polipropileno	3,96	bcdef
	Allysum	3,11	cdef
	Malla de polipropileno + paja	5,66	abce
	Paja	4,00	bcdef

Tratamientos no conectados con la misma letra son significativamente diferente ( $P \leq 0,05$ ).

Como se puede observar en las figuras 23 y 24, la abundancia de carábidos y licósidos varió entre las distintas coberturas de suelo y fluctuó a través del tiempo. La importancia de la cobertura de suelo no solo radica en controlar las malezas, sino que también en proveer un ambiente adecuado para las poblaciones de depredadores generalistas durante toda la temporada, con el objetivo de que ayuden a mantener en un nivel bajo las posibles plagas (Schmidt, *et al.*, 2004). Dentro de los depredadores generalistas varios autores han nombrado a carábidos y arácnidos como enemigos naturales de las plagas en los cultivos (Lövei y Sunderland, 1996; Sunderland, 1999). Un detalle importante a considerar es que los distintos grupos de presas varían en el tiempo (Pearce y Zalucki, 2006), lo que hace necesario que éstos depredadores generalistas se encuentren presentes en todos los períodos del año, sobre todo en aquellos en que es probable que se desarrollen posibles plagas.

Mennalled, *et al.* (1999), en un trabajo realizado en parcelas de maíz, corroboró la importancia de los carábidos como depredadores generalistas de plagas de insectos ya que la abundancia de carábidos fue relacionada positivamente con la de depredación, y a su vez confirmó a través del estudio en laboratorio que fueron los carábidos quienes consumieron a los individuos de la plaga incorporada artificialmente en los tratamientos. Resultados similares obtuvo O'neal, *et al.* (2005), quién determinó en un cultivo de arándano, que el número de pupas de *Popilia japonica* disminuyó con el aumento de carábidos, sin embargo no descartó que otros artrópodos como arañas y opiliones tengan importancia en la eliminación de presas.

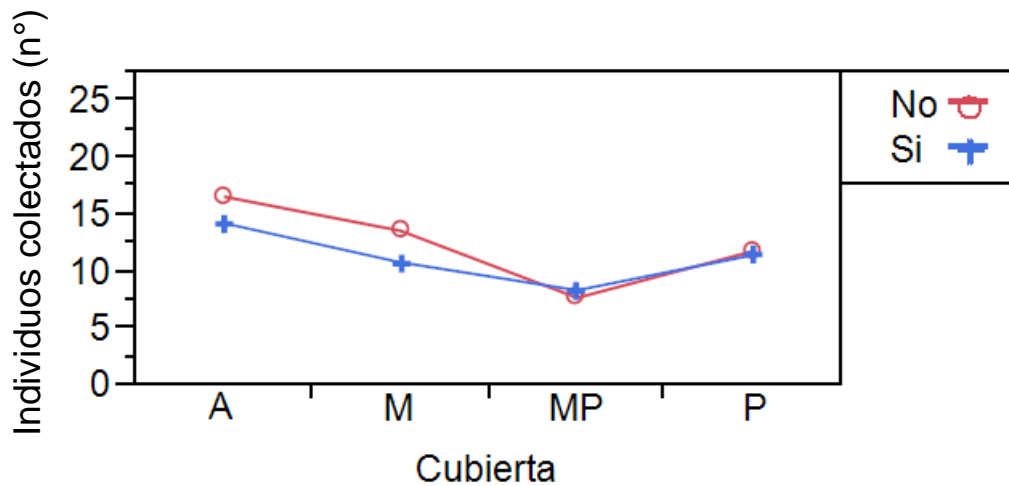
Brust, *et al.* (1986), también encontró una relación entre la actividad y densidad absoluta de carábidos y lycosidos (entre otros) y el número de larvas de lepidópteros consumidas en un cultivo de maíz, concluyendo que el rol que cumplen para reducir las plagas de larvas del suelo es significativo. Symondson, *et al.* (2002), relata que en la mayoría de los estudios revisados, los depredadores generalistas como carábidos y arácnidos (entre otros), redujeron la densidad de plagas significativamente.

En una investigación realizada por Riechert y Bishop (1990), utilizando coberturas de suelo, determinaron que las arañas aumentaron en las coberturas de paja y la mezcla de paja con trigo sarraceno en floración, además, hubo menos daño de insectos en las plantas, en comparación al testigo, en el tratamiento de paja, probablemente a consecuencia del aumento de arácnidos ocurrido en este tipo de cobertura ya que al eliminar las arañas aumentó el número de plagas y en consecuencia el daño a las plantas. El menor número de insectos plaga en presencia de las arañas se condice con lo observado por Riechert y Bishop (1990), quienes indican que son éstas las que realizan el 98% de la depredación en un sistema mixto de vegetales. Dentro de la misma investigación se realizó un experimento separado, en que se añadieron arañas a un subconjunto de brócoli en plantas envasadas en bolsas individualmente, las que fueron previamente infestadas con un número de insecto plaga conocido. Los daños en las plantas sin arañas fueron de un 93,3%, a diferencia del 31,8% en las bolsas en que se añadieron las arañas. Estos datos demuestran la importancia del rol ejercido por los ensambles de arañas depredadoras generalistas en la mantención de niveles bajos de plagas en los cultivos.

Ayazo y Soto (2007), observaron que entre la población de arácnidos y la de otros artrópodos, hay una relación predador-presa potencial, relación encontrada también por Marshall y Rypstra (1999) en cultivo de soya con labranza tradicional y con labranza de conservación, donde la biomasa de la presa fue mayor en ésta última, coincidiendo con la mayor densidad de arañas lobo.

Las experiencias nombradas anteriormente, muestran la importancia de elegir una cobertura de suelo que en toda época mantenga el mayor número de depredadores generalistas. Esta situación se observa para Carabidae en la cobertura de allysum y para Lycosidae en la cobertura de malla de polipropileno (figura 23 y 24).

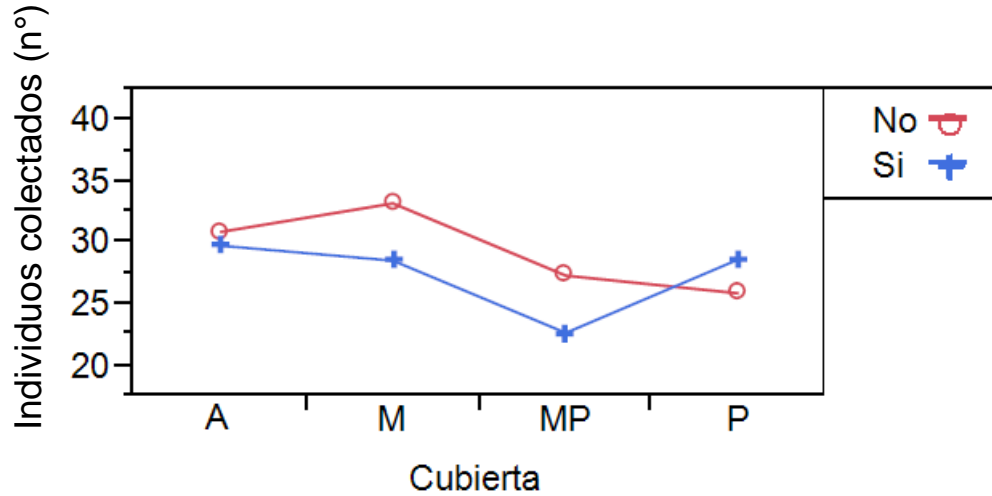
#### 4.7 Abundancia de la Familia Carabidae respecto a la aplicación de compost para los distintos tratamientos.



**Figura 25.** Individuos de la Familia Carabidae en cada cobertura de suelo. Las distintas letras corresponden a: allysum (A), malla de polipropileno (M), combinación malla más paja (MP) y paja (P). La línea roja, indica que no se aplicó compost, la línea azul indica la aplicación de compost.

El total de individuos colectados en toda la temporada no mostró diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) en cuanto a los tratamientos con y sin aplicación de compost, tampoco entre coberturas o la combinación de compost y cobertura. En términos descriptivo de la muestra (figura 25), se observó que el promedio más alto lo obtuvo allysum (A) sin compost ( $16,55 \pm 2,89$ ), seguido por allysum (A) con compost ( $14,22 \pm 2,9$ ) y el promedio más bajo lo tuvo la combinación de malla y paja (MP), sin compost ( $7,66 \pm 2,89$ ) y con compost ( $8,33 \pm 2,89$ ).

#### 4.8 Abundancia de la Familia Lycosidae respecto a la aplicación de compost para los distintos tratamientos.



**Figura 26.** Individuos de la Familia Lycosidae por coberturas de suelo sin aplicación de compost y con aplicación de compost. Las distintas letras corresponden a: allysum (A), malla de polipropileno (M), combinación malla más paja (MP) y paja (P). La línea roja indica que no se aplicó compost, la línea azul indica la aplicación de compost.

El total de individuos colectados en toda la temporada no mostró diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) en cuanto a los tratamientos con y sin aplicación de compost, tampoco entre cobertura o en la combinación de compost por cobertura. En términos descriptivo de la muestra (figura 26), se observó que el valor más alto lo obtuvo malla (M) sin compost ( $33,22 \pm 3,17$ ), seguido por allysum (A) sin compost ( $30,88 \pm 3,17$ ) y el promedio más bajo lo tuvo la combinación de malla y paja (MP) con compost ( $22,66 \pm 3,17$ ).

Tal como se aprecia en la figura 25 y 26, tanto para carábidos como licósidos, no existe diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos con aplicación de compost y sin aplicación de compost. Lo anterior, difiere de investigaciones que señalan que en sectores donde se aplicó compost, la presencia de depredadores generalistas aumentó significativamente, debido al incremento de detritívoros y fungívoros de los que se alimentan (Settle, *et al.*, 1996).

Cabe destacar que el hecho de que se tratara de la primera aplicación de compost en el terreno, pudo ser insuficiente para gatillar el aumento de los individuos. Algunos autores reportan el incremento de depredadores generalistas en ensayos que han durado a lo menos dos años, como la investigación de Renkema, *et al.* (2012), quién analizó el efecto de distintas coberturas de suelo en arándano alto, sin encontrar cambios al primer año, pero sí al segundo, donde aumentó la abundancia de carábidos en una cobertura compuesta exclusivamente de compost.

Asimismo, la mantención del huerto sin intervención en labranza, por al menos dos años, pudo haber ayudado a mantener el nivel de materia orgánica estable, por lo que la aplicación de compost no mostró un efecto notable en el período del ensayo, situación similar a la ocurrida en la investigación realizada por Ayazo y Soto (2007), donde el contenido de materia orgánica del suelo, de sistemas silvopastoriles, presumiblemente por lo reciente de establecido el experimento, no evidenció relación con las poblaciones colectadas de arañas epigeas.

El tratamiento con compost tuvo un comportamiento similar al tratamiento sin compost, lo que indica que no hay relación entre la abundancia de licósidos y carábidos, con la materia orgánica aplicada. Lo anterior, se asemeja a lo acontecido en un estudio donde los artrópodos de Acari, Colembola, Coleoptera, Hymenoptera y Arañas, no presentaron correlación con la materia orgánica, probablemente porque la descomposición de la materia orgánica sigue su ruta normal no afectando a la macrofauna del suelo, sino que a los descomponedores primarios quienes son los encargados de la degradación de la materia orgánica (Ayazo y Soto, 2007).

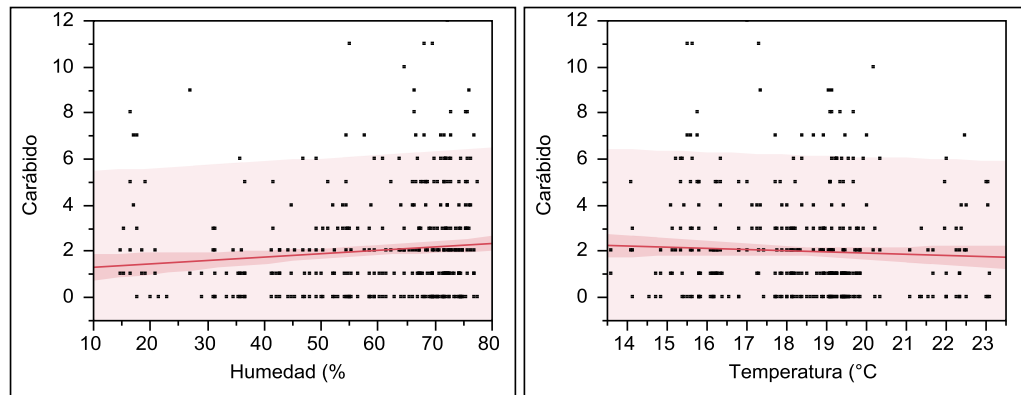


#### 4.9 Abundancia de la Familia Carabidae correlacionado con humedad y temperatura.

Es importante destacar que se realizó un análisis de varianza con diseño de bloques subdivididos con covariable completamente al azar, y no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos utilizando las covariables de humedad y de temperatura. Es decir, que la humedad y temperatura en su interacción entre los distintos factores evaluados no provoca cambios en las poblaciones de carábidos (cuadro 3). Sin embargo, se analizó de manera general la relación entre humedad y temperatura con la abundancia de carábidos, a través de una regresión, los resultados se exponen a continuación.

**Cuadro 3.** Tabla de pruebas de efectos fijos en familia Carabidae. Diseño de bloques subdivididos con covariable completamente al azar.

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Fecha	5	5	14,38	3,1216	0,0413*
Cubierta	3	3	9,744	1,7405	0,2233
Cubierta*Fecha	15	15	30,17	3,8795	0,0008*
Compost	1	1	332,3	1,6821	0,1955
Compost*Fecha	5	5	332,5	0,9533	0,4467
Compost*Cubierta	3	3	332,5	0,4690	0,7041
Compost*Cubierta*Fecha	15	15	333,6	1,3233	0,1856
Temperatura (°C)	1	1	32,06	0,0542	0,8173
Humedad (%)	1	1	111,1	0,2917	0,5902



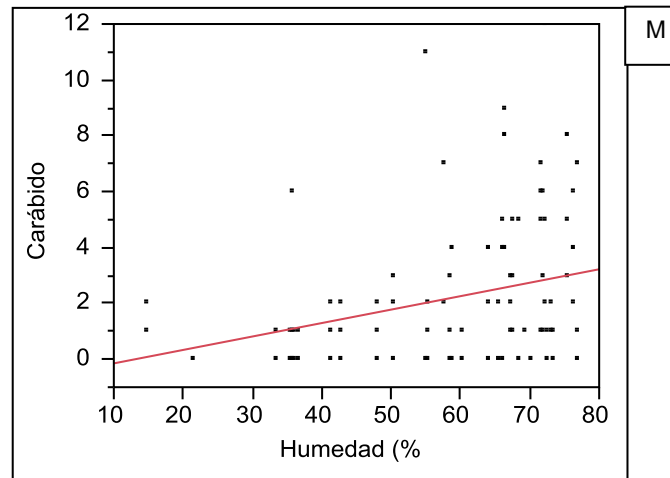
**Figura 27.** Abundancia de Carábidos respecto a la humedad y temperatura generada bajo las coberturas de suelo. La línea rojo señala la ecuación de la recta [Carábidos =  $1,1671683 + 0,0147356 \cdot \text{Humedad} (\%)$ ]. El color rosado oscuro señala el intervalo de confianza de la predicción del promedio y el rosado claro corresponde al intervalo de confianza de la predicción de un dato individual.

**Cuadro 4.** Parámetros Estimados Humedad.

Parámetro	Estimación	Error estándar	TST	Significancia estadística
Intercepto	1,16	0,3490	3,34	0,0009*
Humedad (%)	0,014	0,0058	2,53	0,0117*

Se obtuvo significancia ( $P \leq 0,05$ ) en cuanto al número de individuos relacionado al porcentaje de humedad obtenido en las coberturas de suelo. El gráfico indica que por cada aumento en el porcentaje de humedad, se espera que el número de ejemplares aumente en 0,014.

No se obtuvo significancia ( $P > 0,05$ ) en cuanto al número de ejemplares relacionado con la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) obtenida bajo las coberturas de suelo (anexo 6).



**Figura 28.** Influencia de la humedad (%) en la cobertura de malla de polipropileno, en el número de ejemplares colectados. La línea roja es la ecuación de la recta.

Entre las coberturas de suelo (anexo 7), sólo para el tratamiento de malla de polipropileno la humedad fue un factor determinante. Esta cobertura de suelo mostró significancia de 0,0005 observándose con claridad que el número de individuos colectados aumentó mientras mayor fue el porcentaje de humedad en esta cobertura (figura 28).

No hubo significancia ( $P > 0,05$ ) entre las distintas coberturas en cuanto a temperatura (anexo 7).

**Cuadro 5.** Parámetros Estimados en malla.

Parámetros	Estimación	Error estándar	TST	Significancia estadística
Intercepto	-0,6287	0,8008	-0,79	0,4342
Humedad (%)	0,0481	0,0134	3,58	0,0005*

Thiele (1978) concluyó que los factores abióticos determinan el microhábitat que ocupa una determinada especie de carábido. Uno de los principales factores que rige la comunidad de carábidos y su distribución es la humedad del suelo (Rykken, *et al.*, 1997; Antvogel y Bonn, 2001). Nève (1994), encontró que la temperatura y humedad fueron factores que afectaron la actividad de los carábidos en primavera y verano, sin embargo la influencia de estos factores dependió de la especie.

La figura 27 muestra como la abundancia de carábidos aumenta junto con la humedad, encontrándose el mayor número de individuos entre el 60-80% de humedad en la superficie del suelo, además, la abundancia de carábidos se mantiene dispersa en el rango de 13°C a 21°C, observándose una tendencia entre los 17°C y 19°C, para humedad el resultado fue estadísticamente significativo, no así para temperatura. Esto concuerda con estudios donde bajo temperaturas similares, la humedad de la superficie del suelo modificó la actividad de los carábidos aumentando sustancialmente, sobre todo luego de las lluvias y disminuyó en los períodos de sequía (Honěk, 1997).

Lövei y Sunderland (1996), señalan que la actividad y ritmo reproductivo en las especies tropicales son regulados por los cambios estacionales en la humedad del suelo, esto concuerda con lo que se observa en la figura 27, donde se aprecia que a mayor humedad en el suelo aumenta el número de carábidos. Hay estudios que indican que la presencia de la familia Carabidae fue significativamente mayor en zonas o sectores húmedos en comparación a zonas más secas, y en periodos del año con mayor humedad, bajando la población en las épocas en que disminuye (Mendoza, 2012).

Pearce y Venier (2006), señalan que las especies forestales prefieren temperaturas frías y mayor humedad en el suelo, lo que se ajusta a lo encontrado en esta investigación, asumiendo que la mayor cantidad de especies que conformen la comunidad de carábidos corresponda a especies de hábitat forestal pertenecientes al relicto situado alrededor del cultivo.

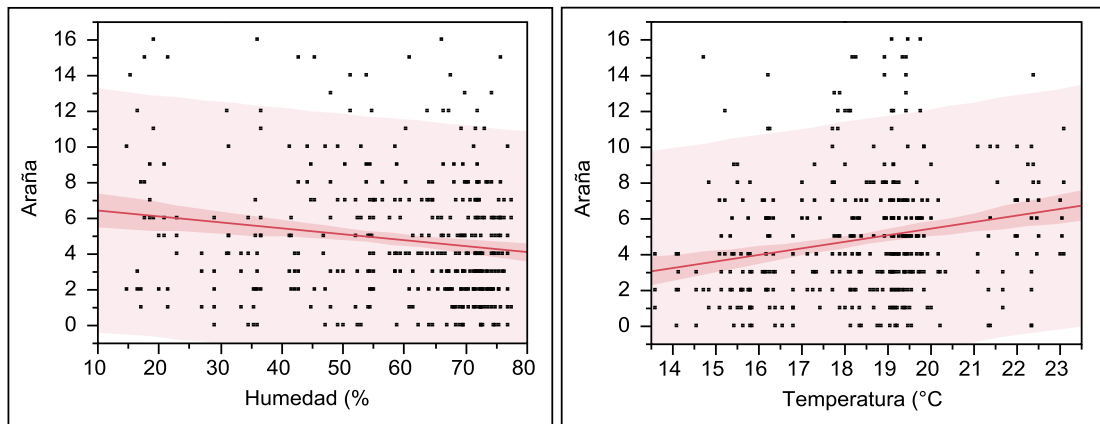
Honěk (1997), investigó el efecto de la temperatura en la actividad de Carabidae y determinó que el tamaño de la captura y la temperatura no fue estadísticamente significativa, si bien el tamaño de captura disminuyó a temperaturas inferiores a 10°C, a temperaturas superiores la variación fue muy amplia por lo que realizó una regresión lineal y recalculó el tamaño de las capturas con la temperatura estándar obtenida (20°C). Solo a través de éste método se pudo determinar que la temperatura si tuvo efecto en la actividad de los carábidos. Lo anterior concuerda con la presente investigación, donde no hubo diferencia significativa en cuanto a la temperatura, no obstante, este resultado pudo ser también distorsionado por la variación de la actividad de las distintas especies en el año.

#### 4.10 Abundancia de la Familia Lycosidae correlacionado con humedad y temperatura.

Es importante destacar que se realizó un análisis de varianza con diseño de bloques subdivididos con covariable completamente al azar, y no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos utilizando las covariables de humedad y de temperatura. Es decir, que la humedad y temperatura en su interacción con los distintos factores evaluados no provoca cambios en las poblaciones de licósidos (cuadro 6). Sin embargo, se analizó de manera general la relación entre humedad y temperatura con la abundancia de licósidos, a través de una regresión, los resultados se exponen a continuación.

**Cuadro 6.** Tabla de pruebas de efectos fijos en familia Lycosidae. Diseño de bloques subdivididos con covariable completamente al azar.

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Fecha	5	5	14,9	4,2061	0,0139*
Cubierta	3	3	9,911	0,8520	0,4970
Cubierta*Fecha	15	15	28,86	5,3478	<,0001*
Compost	1	1	333,8	0,6141	0,4338
Compost*Fecha	5	5	331,7	1,1640	0,3266
Compost*Cubierta	3	3	331,4	0,8645	0,4597
Compost*Cubierta*Fecha	15	15	332,6	0,7766	0,7037
Temperatura (°C)	1	1	32,95	0,0186	0,8923
Humedad (%)	1	1	91,58	0,0875	0,7681



**Figura 29.** Abundancia de arañas de la familia Lycosidae respecto a la humedad generada bajo las coberturas de suelo. La línea rojo señala la ecuación de la recta [Arañas =  $6,7764125 - 0,0332533 \cdot \text{Humedad (\%)}$ ], [Arañas =  $-1,877823 + 0,366726 \cdot \text{Temperatura (}^\circ\text{C)}$ ]. El color rosado oscuro señala el intervalo de confianza de la predicción del promedio. El color rosado claro corresponde al intervalo de confianza de la predicción de un dato individual.

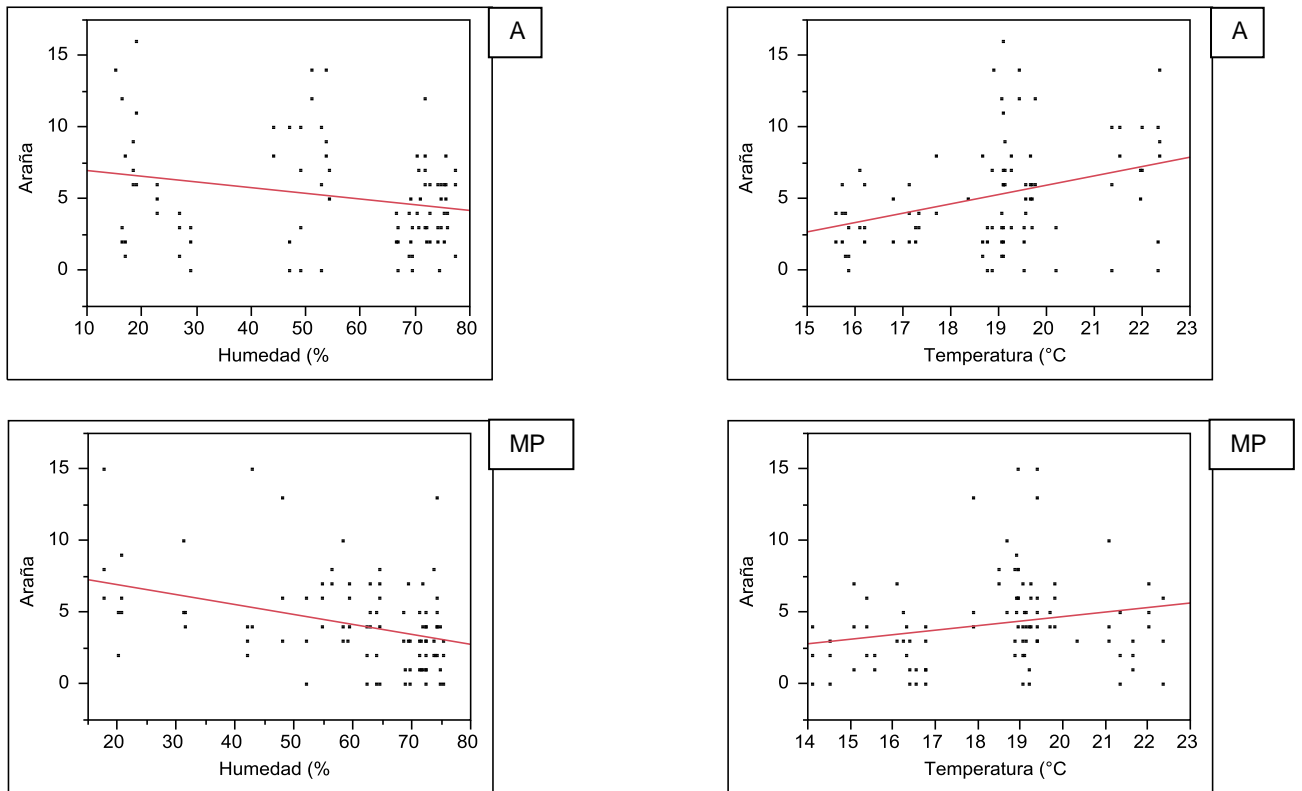
**Cuadro 7.** Parámetros Estimados humedad.

Parámetros	Estimación	Error estándar	TST	Significancia estadística
<b>Intercepto</b>	6,77	0,582	11,63	<,0001*
<b>Humedad (%)</b>	-0,03	0,009	-3,45	0,0006*

**Cuadro 8.** Parámetros Estimados temperatura.

Parámetros	Estimación	Error estándar	TST	Significancia estadística
<b>Intercepto</b>	-1,877	1,461	-1,28	0,1997
<b>Temperatura (}^\circ\text{C)}</b>	0,366	0,079	4,63	<,0001*

Se obtuvo significancia ( $P \leq 0,05$ ) en cuanto al número de individuos relacionado al porcentaje de humedad y temperatura obtenido en las coberturas de suelo. El gráfico indica que a medida que disminuye la humedad (%) se espera que el número de ejemplares aumente en 0,03 y por cada incremento en la temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) se espera que el número de ejemplares aumente en 0,366.



**Figura 30.** Influencia de la humedad (%) y temperatura (°C) en cada cobertura de suelo en el número de individuos colectados. Las letras corresponden a: A (alllysum), MP (malla con paja). La línea roja es la ecuación de la recta.

**Cuadro 9.** Parámetros Estimados de alllysum.

Parámetros	Estimación	Error estándar	TST	Significancia estadística
Intercepto	-7,074	3,256	-2,17	0,0321*
Temperatura (°C)	0,651	0,172	3,79	0,0003*
Intercepto	7,386	0,946	7,80	<,0001*
Humedad (%)	-0,039	0,016	-2,48	0,0148*



**Cuadro 10.** Parámetros Estimados combinación malla con paja.

<b>Parámetros</b>	<b>Estimación</b>	<b>Error estándar</b>	<b>TST</b>	<b>Significancia estadística</b>
<b>Intercepto</b>	-1,606	2,525	-0,64	0,5260
<b>Temperatura (°C)</b>	0,316	0,136	2,32	0,0225*
<b>Intercepto</b>	8,330	1,000	8,33	<,0001*
<b>Humedad (%)</b>	-0,069	0,016	-4,28	<,0001*

Entre las coberturas de suelo (anexo 14) allysum y la combinación de malla con paja la temperatura y humedad del suelo fueron factores determinantes, los cuales mostraron resultados con significancia estadística ( $P \geq 0,05$ ), observándose con claridad que el número de individuos colectados aumentó a mayor temperatura y menor humedad (figura 30).

Los resultados indican que el número de individuos de la familia Lycosidae aumenta a medida que la humedad de la superficie del suelo disminuye, al menos en el caso de las cubiertas de allysum y de malla con paja, en contraste de lo descrito por Casanueva (1980) y Aguilera y Casanueva (2005) en su descripción de los licósidos, donde señalan que prefieren ambientes húmedos, se refugian bajo piedras pequeñas sobre todo donde exista humedad y están adaptados para desplazarse en este tipo de ambiente porque poseen cerdas hidrófugas en su estructura. Este resultado contradictorio, podría ser consecuencia de algún género o especie de la familia Lycosidae, que se encuentre en abundancia y difiera en la atracción por la humedad, prefiriendo un ambiente más seco y cálido, ya que existen diversas tendencias para hábitat y las distintas estaciones del año (Pearce y Zalucki, 2006; Rubio, *et al.*, 2007). A su vez, Cera y Spungis (2011), determinaron que en períodos de mayor temperatura (primavera, verano, otoño) la actividad de los licósidos fue mayor que en invierno.

Es posible inferir, de acuerdo a los resultados obtenidos que la comunidad de licósidos de éste estudio, pertenece a especies de hábitat abierto, ya que tienden a preferir temperaturas altas y humedad baja (Pearce y Venier, 2006).

Frick, *et al.* (2007a), realizó una investigación de laboratorio para conocer la preferencia de temperatura de una especie de araña lobo (*Pardosa riparia*), determinando que la temperatura óptima se encuentra entre 31°C - 42°C tanto para hembras, machos y hembras con sus huevos al dorso, si bien estos datos son específicos de esta especie y bajo condiciones de laboratorio, puede dar luces sobre la tendencia de ciertas especies de esta familia.

Si bien, la relación entre la abundancia y humedad del suelo depende del género e incluso de la etapa de vida del individuo, investigaciones indican que entre un 10-20% de humedad para algunas especies de la familia Lycosidae permite mayor abundancia, ya que pueden absorber el agua en un sustrato con al menos 11% de humedad y disminuyen los individuos bajo el 10% de humedad (Humphreys, 1975; DeVito y Formanowicz, 2003).

Taucare (2011), realizó un estudio descriptivo de la comunidad de arañas en una zona árida a gran altitud, durante el periodo seco en el Parque Nacional Volcán Isluga en Chile, señalando que la familia más diversa fue Lycosidae. Estos resultados evidencian la amplia distribución de los licósidos y su adaptación a condiciones ambientales de alta temperatura y baja humedad, en el suelo, como los encontrados en la presente investigación, sin embargo, no es posible generalizar la influencia de estos factores en la familia, ya que puede variar dependiendo del género o especie. Por ejemplo, *Lycosa radiata*, reportada para la Península Ibérica, se encuentra generalmente en campos de baja humedad y áridos, mientras que *Pardosa pulíala* es una especie característica de las praderas húmedas de alta montaña (Barrientos, 1979).

## 5 CONCLUSIONES

1. La abundancia de carábidos y licósidos no presentó diferencias estadísticamente significativas entre las distintas coberturas de suelo analizadas, sin embargo, en la cobertura de malla y la cobertura de allysum se observó una tendencia, tanto para la familia Lycosidae como Carabidae, a que los ejemplares fueran más abundantes. Sería interesante analizar si utilizar la malla en la cama de cultivo y el allysum en la entre hilera sería una estrategia adecuada de manejo de coberturas en el predio. También, se podría utilizar la malla de polipropileno en la cama de cultivo y sembrar allysum en el espacio descubierto que queda entre la malla, todo esto con el fin de mantener las poblaciones de depredadores generalistas durante todo el año, para fomentar su rol como potenciales controladores de plagas.
2. Por su parte, la aplicación de compost no mostró diferencias estadísticamente significativas en la abundancia de individuos de la familia Lycosidae ni Carabidae para ninguno de los tratamientos establecidos. Sería recomendable realizar una investigación en la cual la aplicación de compost se lleve a cabo por un período mayor a dos o tres años, para evaluar con claridad si existe algún efecto de éste en las poblaciones estudiadas y en relación a las cubiertas evaluadas.
3. Para la abundancia de carábidos y licósidos, correlacionados con la humedad y temperatura generadas por las coberturas de suelo, no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa. No obstante, al relacionar de forma general la humedad y temperatura con la abundancia de estos artrópodos a través de una regresión, sí se encuentra diferencia significativa en algunas coberturas de suelo. Sin embargo, este

efecto se neutraliza al interactuar con el resto de los factores (cobertura de suelo, compost, fecha).

4. Si bien, las coberturas de suelo utilizadas tuvieron 30 metros de largo, el ancho fue bastante reducido (1 m) como también la proximidad con los tratamientos paralelos (3 m), lo que permitió cercanía entre tratamientos, lo cual pudo haber dificultado obtener diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Es erróneo considerar que el movimiento de los individuos se realizará en forma recta a través de los tratamientos, por lo que sería adecuado realizar un diseño experimental de mayor ancho y con un mínimo de separación entre tratamientos.
  
5. Por último, cabe la posibilidad de que el período de muestreo del presente ensayo fuese insuficiente para completar el desarrollo fenológico de las arañas y carábidos, ya que se realizó un total de seis muestreos en seis meses con las trampas durante una semana en terreno, lo ideal serían llevar a cabo la investigación durante dos temporadas de muestreo y mantener las trampas por dos semanas en terreno antes de su recolección. Además de realizar el estudio a través de las distintas estaciones del año, es de importancia la identificación a nivel de especie, con el fin de determinar si la influencia en la abundancia de licósidos y carábidos está dado por la cobertura de suelo o por el comportamiento de la especie en las distintas épocas de su desarrollo.

## 6 RESUMEN

El uso de coberturas de suelo se han masificado a nivel mundial, en especial las de polietileno, que son utilizadas principalmente para el control de malezas. No obstante, existen muchos tipos diferentes de coberturas de suelo y cada una posee características distintas en su estructura, lo que genera cambios en factores tales como humedad y temperatura del suelo. Estos factores juegan un rol esencial en las condiciones del hábitat que se crea en la superficie del suelo, lo que puede afectar a las poblaciones de artrópodos, ya sea de forma positiva o negativa. La hipótesis de trabajo fue que las poblaciones de carábidos y licósidos varían significativamente, dependiendo de la cobertura de suelo utilizada. Por tanto, el objetivo consistió en evaluar el efecto de distintas coberturas de suelo, en las poblaciones de carábidos y licósidos en un cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) bajo manejo orgánico, cv. Bluegold, en la localidad de Maquehue.

El ensayo se llevó a cabo en el módulo orgánico del Campo Experimental Maquehue, perteneciente a la Universidad de La Frontera, Comuna de Freire, Región de La Araucanía. El diseño experimental fue de bloques sub divididos con covariable completamente al azar (4x2x3). Los tratamientos utilizados correspondieron a rastrojo de cereales, allysum (*Lobularia marítima* L.), una combinación malla de polipropileno más rastrojo de cereales y por último malla de polipropileno como tratamiento control. Además, en cada bloque una hilera tuvo aplicación de compost y la otra no.

La recolección de los individuos se realizó entre los meses de octubre del 2011 a marzo del 2012 y para el muestreo se utilizaron trampas de caída (pitfall) que se mantuvieron una semana en terreno, y luego los individuos colectados fueron llevados al laboratorio para su identificación. Los datos de humedad y temperatura se obtuvieron a través de sensores de humedad y temperatura. Para la evaluación de los parámetros de abundancia, humedad y

temperatura se aplicó un ANOVA y el método de comparación múltiple de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) cuando fuese requerido, realizado en el programa estadístico JMP versión 10.0.

Los resultados obtenidos rechazan la hipótesis de trabajo. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia de carábidos y licósidos en las distintas coberturas de suelo. Tampoco se observó diferencias significativas entre la interacción de la temperatura y humedad generadas bajo las coberturas de suelo con la abundancia de carábidos y licósidos, sin embargo al evaluar estos factores a través de una regresión, sí se obtuvo diferencias en algunas coberturas de suelo. No obstante, el cambio en la abundancia de carábidos y licósidos se amortigua al interactuar con las coberturas, compost y fechas. Por último el efecto de la aplicación de compost en la abundancia de estos artrópodos no mostró diferencias estadísticamente significativas.

## 7 SUMMARY

The use of mulch has been massified worldwide, especially polyethylene, which is mainly used for weed control. There are many different types of mulch, and each one has different characteristics in its structure, leading to changes in some factors such as soil moisture and temperature. These factors play an essential role in the habitat conditions on the ground surface, which could affect arthropod populations, either in a positive or negative way. The hypothesis of this project was that the populations of carabids and wolf spiders will vary significantly, depending on the mulch type used. Therefore, the objective was to evaluate the effect of different mulches in carabids and wolf spiders populations in a blueberry orchard (*Vaccinium corymbosum* L.) under organic management, cv. Bluegold, located in Maquehue.

The experiment was carried out in the organic module of the Maquehue Experimental Field, which belongs to La Frontera University, located in the commune of Freire, Araucanía Region. The experimental design was completely random (4x2x3) sub divided split blocks. The treatments used were straw, allysum (*Lobularia maritima* L.), a combination of polypropylene woven and straw, and finally a treatment of polypropylene woven as control. In each block, a row had compost application and the other not.

The individuals collection was conducted between october 2011 to march 2012, using pitfall traps, which remained a week in the field, and then the collected individuals were taken to the laboratory for its identification. The humidity and temperature data were obtained using humidity and temperature sensors. For the evaluation of the parameters of abundance, humidity and temperature an ANOVA was applied with the multiple comparison method of Tukey ( $P \leq 0.05$ ) using the JMP statistical software version 10.0.



The results obtained reject the hypothesis. There were no significant statistical differences in the abundance of carabids and wolf spiders between the different mulch types compared. No significant differences were observed between the interaction of temperature and humidity generated under the mulch and the carabids and wolf spiders abundance. However when evaluating these factors in a general way through a regression, differences were obtained in certain mulch types. Finally the application of compost showed no statistically significant differences in the abundance of this arthropods.

## 8 LITERATURA CITADA

**Acharya, C., Hati, K. and Bandyopadhyay, K.** 2005. Mulches. Encyclopedia of Soils in the Environment. Indian Institute of Soil Science, Bhopal, Madhya Pradesh, India. 2: 521-532

**Agrios, G.** 1995. Fitopatología. Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores. México. 838 p.

**Aguilera, M y Casanueva, M.** 2005. Arañas Chilenas: Estado actual del conocimiento y clave para las familias de Araneomorphae. Revista Gayana (Chile). 69(2): 201-224.

**Almada, M. y Medrano C.** 2006. Guía didáctica de arañas. Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino". Ministerio de Educación, Subsecretaría de Cultura, Provincia de Santa Fe, Argentina. 10 p.

**Altieri, M.** 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo. Nordan-Comunidad. 338 p.

**Altieri, M. y Nicholls, C.** 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México D.F., México. 250 p.

**Altieri, M. y Nicholls, C.** 2006. Manejo de la fertilidad de suelos e insectos plaga: armonizando la salud del suelo y la salud de las plantas en los agroecosistemas. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (CATIE) (Costa Rica). 77: 8-16.

**Alvarado, P. y Castillo, H.** 2003. Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno. Editorial el Cardo. Biblioteca Virtual Universal. 10 p.

**Alvarado, G y Moya, J.** 2007. División Político Administrativa y Censal 2007. Instituto Nacional de Estadística. 357 p.

**Antvogel, H. and Bonn, A.** 2001. Environmental parameters and microspatial distribution of insects: a case of carabids in an alluvial forest. Ecology. 24(4) 470-482.

**Anzalone, A., Ramírez, H., Lugo, J., Cirujeda, A., Zaragoza, C. y Aibar, J.** 2011. Evaluación de cubiertas de suelo para el control de malezas en la producción integrada de tomate. Revista de la facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ) (Venezuela). 28:71-90.

**Apablaza, J.** 2000. Introducción a la Entomología general y agrícola. Teleduc. Tercera edición. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 339 p.

- Arenas, A., Armbrecht, I. y Chacón, P.** 2013. Carábidos y hormigas del suelo en dos áreas cultivadas con maracuyá amarillo (*Passiflora edulis*) en el valle del Cauca, Colombia. *Acta Biología Colombiana*. 18(3): 439-448.
- Ayazo R., y Soto, R.** 2007. Influencia de la estructura vegetal en la comunidad de arañas (Arachnida: Araneae) del suelo en un sistema silvopastoril de Córdoba, Colombia. Tesis Biólogo. Córdoba, Colombia.
- Barrientos, J.** 1979. La colección de Araneidos del Departamento de Zoología de la Universidad de Salamanca, II: familias Lycosidae, Oxyopidae y Pisauridae (Araneae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*. 3:203-212.
- Borges, P., and Brown V.** 2003. Estimating species richness of arthropods in azorean pastures: the adequacy of suction sampling and pitfall trapping. *Graellsia*. 59(2-3): 7-24.
- Bravo, J.** 2012. Mercado de los arándanos, sin nubarrones en el horizonte. Mercados agropecuarios. Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Publicaciones ODEPA (Chile). 243: 5-10.
- Bravo, J. 2013.** 2013. Boletín frutícola, avance Enero-Marzo 2013. Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Chile. 36 p.
- Brazelton, C.** 2013. World Blueberry Acreage and Production Report 2012. North American Blueberry Council. 76 p.
- Bruggisser, O., Bacher, S. and Schmidt, M.** 2010. Effects of vineyard management on biodiversity at three trophic levels. *Biological Conservation* 143: 1521-1528.
- Brust, G., Stinner, B. and McCartney D.** 1986. Predator activity and predation in Corn agroecosystems. *Environmental Entomology*. 15:1017-1021.
- Buzeta, A.** 1997. Chile: Berries para el 2000. Capítulo 2, Arándano. Fundación Chile. Santiago, Chile. 132 p.
- Campos, P.** 2012. Arándanos: Análisis temporada 2012-2013 y perspectivas futuras. Especial Arándanos. *Revista Frutícola*. Copefrut S.A. 33 (3): 4-7.
- Carmona, D. and Landis, D.** 1999. Influence of refuge habitats and cover crops on seasonal activity-density of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in fields crops. *Environmental Entomology*. 28(6): 1145-1153.

- Carrasco, J.** 2002. Biología de *Calosoma vagans* (Dejean) (Coleptera: Carabidae). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile (Valdivia). 131 p.
- Casanueva, M.** 1980. Los licósidos de Chile. Estudio biológico y taxonómico por los métodos de sistemática alfa y taxonómica numérica (Araneae: Lycosidae). *Gayana Zoológica*. 42: 1-76.
- Cataldo, C.** 2012. Arándano Chileno: una temporada de color azul. Edición Especial Internacional, Comité de Arándanos de Chile. Portal Frutícola. Edición especial Arándanos 2012:12-16.
- Cera, I. and Spungis, V.** 2011. Seasonal activity of wolf spiders (Araneae: Lycosidae) in coastal dune habitats at Akmensrags-Ziemupe Nature Reserve, Latvia. *Environmental and Experimental Biology*. 9:91-97.
- Céspedes, C.** 2005. Agricultura Orgánica, principios y prácticas de producción. Instituto de investigaciones agropecuarias. Centro de investigación Quilamapu. Boletín, INIA N° 131. Chillan, Chile. 131 p
- Céspedes, C., Ovalle, C. y Hirzel J.** 2005. Manejo de la fertilidad del suelo en producción orgánica. En: *Orgánica, principios y prácticas de producción*. Instituto de investigaciones agropecuarias. Céspedes C. Centro de investigación Quilamapu. Boletín, INIA N° 131. Chillan, Chile. 23-53 p.
- Céspedes, C.** 2012. Producción Hortofrutícola Orgánica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigaciones Quilamapu. Chillán, Chile. Boletín INIA N°232. 192 p.
- Céspedes, C. e Infante, A.** 2012. Producción Orgánica como un sistema integral. En: *Producción Hortofrutícola Orgánica*. Céspedes, C. Centro Regional de Investigaciones Quilamapu. Chillán, Chile. Boletín INIA N°232. 11-22 p.
- Chaney, W.** 1998. Biological control of aphids in lettuce using in-field insectaries. En: *Enhancing Biological Control: Habitat Management to Promote Natural Enemies of Arthropod Pests*. Pickett, C and Bugg, R. University of California Press. Berkeley, United States. 73-83 p.
- Childers, N. and Lyrene, P.** 2006. Blueberries for growers, gardeners, and promoters. Institute of Food and Agricultural Sciences. Horticultural Sciences Department. University of Florida. 262p.
- CIREN.** 2002. Estudio agroecológico: Descripción de suelos, materiales y símbolos IX región. Centro de Información de Recursos Naturales. Publicación 122. 338 p.
- Cook, R. and Baker, K.** 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. 539 p.

- Coulson, R. y Witter, J.** 1990. Entomología forestal, ecología y control. Editorial Limusa. Distrito Federal, México. 751 p.
- Dapena, E., Miñarro, M., Fernandez-Ceballos, A. y Raigón, M.** 2006. Efectos multitróficos de diferentes estrategias de manejo de una plantación de manzano. Avance de resultados. VII Congreso SEAE Zaragoza. 198: 1-12
- Decoteau, D., Kasperbauer, M., Daniels, D. and Hunt, P.** 1988. Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant grow. *Scientia Horticulturae*. 34: 169-175.
- DeVito, J., and Formanowicz, D.** 2003. The effects of size, sex, and reproductive condition on thermal and desiccation stress in a riparian spider (*Pirata sedentarius*, Araneae, Lycosidae). *The Journal of Arachnology*. 31: 278-284.
- Devotto L.** 2012. Manejo de plagas en cultivos orgánicos. En: Producción Hortofrutícola Orgánica. Céspedes, C. Centro Regional de Investigaciones Quilamapu. Chillán, Chile. Boletín INIA N°232. 37-50 p.
- Díaz, M.** 2006. Efecto de los caminos y desechos forestales en el movimiento del coleóptero caminador, *Parhypates (Eutamys) extenuatus (CARABIDAE)*. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 37 p.
- Díaz, J., Gitaitis, R. and Mandal B.** 2007. Effects of plastic mulches on root zone temperatura and on the manifestation of tomato spotted wilt symptoms and yield of tomato. *Scientia Horticulturae*. 114: 90-95.
- Díaz, T., Espí, E., Fontecha, A., Jiménez, J., López J. y Salmerón, A.** 2001. Los filmes plásticos en la producción agrícola. Repsol YPF-Mundi-Prensa. Madrid, España. 320 p.
- Dirección Meteorológica de Chile.** 2001. Climatología Regional. Dirección General Aeronáutica de Chile, Dirección Meteorológica de Chile, Departamento de Climatología y Meteorología. 45 p.
- DiTomaso, J. and Healy, E.** 2007. Weeds of California and Other Western States
- Donoso, E.** 2012. Manejo de enfermedades en cultivos orgánicos. En: Producción Hortofrutícola Orgánica. Céspedes, C. Centro Regional de Investigaciones Quilamapu. Chillán, Chile. Boletín INIA N°232. 23-36 p.
- Döring, T. and Kromp, B.** 2003. Which carabid species benefit from organic agriculture? – a review of comparative studies in winter cereals from Germany and Switzerland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 98: 153-161.

- Dvorak, P., Hamouz, K., Kuchtova, P., Hajslova, J. and Tomasek, J.** 2009. Black polypropylene mulch textile in organic agricultura. *Lucrari Stiintifice Journal*. 52(1): 116-120.
- Eguillor, P.** 2011. ¿Qué, cuanto y donde se produce orgánicamente en Chile?. Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). *Mercados Agropecuarios*. 224:1-5.
- Eguillor, P.** 2013a. Agricultura orgánica: Temporada 2011-2012. Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). *Mercados Agropecuarios*. 249: 2-6.
- Eguillor, P.** 2013b. Productos orgánicos: exportación e importación 2012-2013. Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 10 p.
- Elmore, C., Donaldson, D., and Smith, R.** 1998. Weed Managemen. In: C.A. Ingels. Cover cropping in vineyards. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication N°3338. 168 p.
- Espíndola, L.** 2007. Especial Arándanos. Producción de arándanos en California. *Revista frutícola*. Copefrut S.A. 28 (3): 104-114
- Espíndola, M.** 2004. Rol de los carábidos en la regulación de la fauna de invertebrados hipogeos en praderas permanentes. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 148 p.
- FAO.** 2004. MANUAL. Hot pepper seed and crop production in the Bahamas. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agriculture and Consumer Protection. Roma, Italia. 57 p.
- Flórez, J.** 2012. Agricultura Ecológica. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 395 p.
- Foguelman, D.** 2003. Plagas y enfermedades en el manejo orgánico: una mirada latinoamericana. International Federation of Organic Agriculture Movements. Buenos Aires, Argentina. 108 p.
- France, A.** 2005. Manejo orgánico de enfermedades. En: Agricultura Orgánica, principios y prácticas de producción. Instituto de investigaciones agropecuarias. Céspedes C. Centro de investigación Quilamapu. Boletín, INIA N° 131. Chillan, Chile. 93-114 p.
- Frick, H., Kropf, C. and Nentwig, W.** 2007a. Laboratory temperature preferences of the wolf spider *Pardosa riparia* (Araneae: Lycosidae). *Bulletin of the British Arachnological Society*. 14:45-48.
- Frick, H., Nentwing, W. and Kropf, C.** 2007b. Influence of stand-alone trees on epigeic spiders (Araneae) at the alpine timberline. *Annales Zoologici Fennici*. 44:43-57.

- Galletta, G.** 1990. Small Fruit Crop Management. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, United States. 602 p.
- Ganter, A.** 2010. Efecto de diferentes cubiertas de suelo sobre los carábidos (Coleóptera: Carabidae) en un huerto de arándanos bajo manejo orgánico. Tesis Magister en Ciencias Agropecuarias. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 43 p.
- García I.** 2011. Microorganismos del suelo y sustentabilidad de los agroecosistemas. Revista Argentina de Microbiología. 43: 1-3.
- Gil, J., Montaña, N. y Plaza, R.** 2012. Efecto del riego y la cobertura del suelo sobre la productividad de dos cultivares de ají dulce. Revista Bioagro (Venezuela). 24(2): 143-148.
- González, C.** 2013. Alternativas para el cultivo de arándanos. Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Publicaciones Frutales y Viñas Abril 2013. 6 p.
- González, E., Castellanos, L., Reyes, A. y Soto, R.** 2013. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo con diferentes manejos en una finca de montaña de la provincia de Cienfuegos. Revista Centro Agrícola (Cuba). 40(1): 15-21.
- González, M. y Céspedes, C.** 2010. Manual de producción de frambuesa orgánica. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigación Agropecuaria Quilamapu. Boletín N° XXX. Chillán, Chile. 94 p.
- Greer, L. and Dole, J.** 2003. Aluminum foil, aluminum-painted, plastic and degradable mulches increase yields and decrease insect-vectored viral diseases of vegetables. HortTechnology. 13: 276-284.
- Hart, J., Strik, B., White, L. and Yang, W.** 2006. Nutrient Management for Blueberries in Oregon. Oregon State University. Extension Service. 14 p.
- Hogg, B., Bugg, R. and Daane, K.** 2011. Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. Biological Control. 56(1): 76-84.
- Humphreys, W.** 1975. The influence of burrowing and thermoregulatory behaviour on the water relations of *Geolycosa godeffroyi* (Araneae: Lycosidae), an Australian wolf spider. Oecologia. 21:291-311.
- IFOAM.** 2005. Definition of Organic Agriculture. International Federation Of Organic Agriculture Movements. Vignola, Italia. <<http://www.ifoam.org/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture>>.

- INDAP.** 2010. Agricultura ecológica. Manual general. Programa de Capacitación de Consultores. Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario. Chile. 89 p.
- Ibarra, G. y García, J.** 1998. Diversidad de tres familias de arañas tejedoras (Araneae: Araneidae, tetragnathidae, Theridiciidae) en cafetales del soconesco. *Folia Entomológica Mexicana* (México). 102: 11-20.
- Infante A.** 2011. Manual de Biopreparados para la Agricultura Biológica. Programa FIA-SurFrut. Santiago, Chile. 36 p.
- Infante A.** 2012. Principios y fundamentos de la Agricultura Orgánica. Diplomado en apicultura orgánica. Centro de Educación Tecnológica (CET). Yumbel, Chile. 9 p.
- Kogan, M.** 1993. Manejo de malezas en plantaciones frutales. Pontífice Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago, Chile. 277 p.
- Kuepper, G. and Diver, S.** 2004. Blueberries: Organic Production. National Sustainable Agriculture Information Service. ATTRA. United States. 26 p.
- Landis, D., Stephen, D., Wratten, S. and Gurr, G.** 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Reviews Entomology*. 45:175-201.
- Lijensthrum G., Minervino E., Castro D. y Gonzalez A.** 2002. La comunidad de arañas del cultivo de soja en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Neotropical Entomology*. 31(2):197-209.
- Lövei, G. and Sunderland, K.** 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology*. 41:231-256.
- Luff, M., Eyre, M. and Rushton, S.** 1989. Classification and ordination of habitats of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in north-east England. *Journal of Biogeography*. 16(2):121-130.
- MacLeod, A., Wratten, S., Sotherton, N. and Thomas, M.** 2004. "Beetle banks" as refuges for beneficial arthropods in farmland: long-term changes in predator communities and habitat. *Agricultural and Forest Entomology*. 6(2): 147-154.
- Macua, J., Lahoz, I., Calvillo, S., Garnica, J., Santos, A. y Díaz, E.** 2005. Utilización de acolchados plásticos en tomate y pimiento. INTIA Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias. Navarra Agraria. Navarra, España. 150: 5-13.
- Marshall, S. and Rypstra A.** 1999. Patterns in the distribution of two spiders (Araneae: Lycosidae) in two soybean agroecosystems. *Environ. Entomol.* 28(6): 1052-1059.



- Márquez, J.** 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa. 37: 385-408.
- Mathews, C., Bottrell, D. and Brown, M.** 2004. Habitat manipulation of the Apple orchard floor to increase ground-dwelling predators and predation of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). Biological Control. 30: 265-273.
- Mendoza, G.** 2012. Análisis de ensamblajes de Coleópteros en dos sistemas de manejo agroecológico (Tenjo, Cundinamarca). Tesis de Biología Aplicada. Universidad Militar Nueva Granada. Cundinamarca, Colombia. 65 p.
- Miñarro, M. and Dapena, E.** 2003. Effects of groundcover management on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an Apple orchard. Applied Soil Ecology. 23: 111-117.
- Misle, E. y Noreno, A.** 2001. Comportamiento térmico del suelo bajo cubiertas plásticas. I. Efecto de diferentes tipos de láminas. Agricultura técnica (Chile). 61 (4) 488-499.
- Montero, G.** 2008. Comunidades de artrópodos en vegetación de áreas no cultivadas del sudeste de Santa Fe. Tesis MSc, Maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Zavalla, Argentina. 208 p.
- Montero, G., Carnevale, N. y Magra, G.** 2011. Ensamblajes estacionales de artrópodos epigeos en un bosque de quebracho (*Schinopsis balansae*) en el Chaco Húmedo. Revista Colombiana de Entomología. 37 (2): 294-304.
- Monzo, C., Vanaclocha, P., Outerelo, R., Ruiz I., Tortosa, D., Pina, T., Castanera P. y Urbaneja, A.** 2005. Catalogación de especies de las familias Carabidae, Cicindelidae y Staphylinidae en el suelo de los cítricos de la provincia de Valencia, España. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas. 31: 483-492.
- Moreno, M. and Moreno, A.** 2008. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. Scientia Horticulture. 116: 256-263.
- Najul, C. y Anzalone, A.** 2006. Control de malezas con cobertura vegetal en el cultivo de la Caraota negra (*Phaseolus vulgaris* L.). Bioagro. 18 (2): 75-82.
- Nève, G.** 1994. Influence of temperature and humidity on the activity of three Carabus species. In carabid beetle: Ecology and Evolution. Desender, K., Dufrene, M., Luff, M. and Maelfait, J. (eds). Kluwer Academic Publishers (Netherlands). 189-192.
- Nicholls, C. y Altieri, M.** 2008. Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica. LEISA Revista de Agroecología. 24(2): 6-8.

- Niemelä, J.** 1996. From systematics to conservation-carabidologists do it all. *Annales Zoologici Fennici*. 33: 1-4.
- Nieto, J. y Mier, M.** 1985. Tratamiento de entomología. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España. 599 p.
- Norden, E.** 1989. Comparison of pine bark mulch and polypropylene fabric ground cover in Blueberries. *Florida State Horticulture Society (United States)*. 102: 206-208.
- Ochoa, M. y Oyarzun, P.** 2008. Los cultivos de cobertura lo hacen todo. *LEISA Revista de Agroecología*. 24(2): 24-26.
- ODEPA.** 2011. Propuesta de plan estratégico para la agricultura orgánica chilena 2010-2020. Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). EMG Consultores. Chile S.A. 204 p.
- O'neal, M., Zontek, E., Szendrei, Z., Landis, D. and Isaacs, R.** 2005. Ground predator abundance affects prey removal in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fields and can be altered by aisle ground covers. *BioControl*. 50:205-222.
- Ormeño, J., Pino, G. and Garfe, F.** 2008. Inhibition of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) and bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) by a mulch derived from rye (*Secale cereale* L.) in grapevines. *Chilean Journal Of Agricultural Research (Chile)*. 68 (3): 238-247.
- Ovalle, C., Gonzáles, M., Del Pozo, A., Hirzel, J. y Hernaiz, V.** 2007. Cubiertas vegetales en producción orgánica de Frambuesa: Efectos sobre el contenido de nutrientes del suelo y en el crecimiento y producción de las plantas. *Agricultura técnica (Chile)*. 67 (3): 271-280.
- Pearce, J. and Venier, L.** 2006. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators*. 6:780-793.
- Pearce, S. and Zalucki, M.** 2006. Do predators aggregate in response to pest density in agroecosystems? Assessing within-fields spatial patterns. *Journal of Applied Ecology*. 43(1): 128-140.
- Pedrerros, A. y Ovalle, C.** 2005. Manejo orgánico de malezas. En: *Agricultura Orgánica: Principios y prácticas de producción*. Céspedes C. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Centro Regional de Investigaciones Quilamapu. Boletín INIA N°131. Chillán, Chile. 67-89 p.
- Peña, L.** 2006. Introducción al estudio de los insectos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 253 p.

- Pérez, N.** 2004. Manejo ecológico de plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural (CEDAR). La Habana, Cuba. 296 p.
- Pico, F. and Retana, J.** 2001. The flowering pattern of the perennial herb *Lobularia marítima*: an unusual case in the Mediterranean basin. *Acta Oecologica*. 22(4): 209-217.
- Pico, F. and Retana, J.** 2003. Seed ecology of a Mediterranean perennial herb with an exceptionally extended flowering and fruiting season. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 142(3): 273-280.
- Polytex S.A.** Panamericana Norte 21000 Colina • Teléfono: (56 - 2) 677 10 00, Fax: (56 - 2) 677 10 81 • E-mail: [santiago@polytex.cl](mailto:santiago@polytex.cl) • Santiago – Chile.
- Pound, B.** 1999. Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América Latina. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Sánchez, M y Rosales M. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal N°143. Roma, Italia. 515 p.
- Prodorutti, D., Pertot, I., Giongo, L. and Gessler C.** 2007. Highbush Blueberry: Cultivation, Protection, Breeding and Biotechnology. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*. Global Science books. 1 (1) 44-56.
- Pumariño, L and Alomar, O.** 2012. The role of omnivory in the conservation of predators: *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae) on sweet alyssum. *Biological control*. 62: 24-28.
- Rainio, J. y Niemelä, J.** 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*. 12(3): 487-506.
- Razeto, M.** 1999. Para entender la fruticultura. Tercera Edición. Santiago, Chile. 372 p
- Renkema, J., Lynch, D., Cutler, G., Mackenzie, K. and Walde, S.** 2012. Ground and rove beetles (Coleoptera: Carabidae and Staphylinidae) are affected by mulches and weeds in highbush blueberries. *Environmental Entomology*. 41 (5): 1097- 1106.
- Riechert, S. and Bishop, L.** 1990. Prey control by an assemblage of generalist predators: spiders in garden test systems. *Ecological Society of America*. 71(4): 1441-1450.
- Riecken, U.** 1998. The importance of semi-natural landscape structures in an agricultural landscape as habitat for stenotopic spiders. *Proceedings of the 17<sup>th</sup> European Colloquium of Arachnology, Edinburgh 1997*. 301-310 p.
- Riecken, U.** 1999. Effects of short-term sampling on ecological characterization and evaluation of epigeic spider communities and their habitats for site assessment studies. *The Journal of Arachnology*. 27:189-195.

- Rizzardì, M., Vargas, L., Roman, E. and Kissmann, K.** 2004. Aspectos gerais do manejo e controle de plantas daninhas. En: Vargas, L. and Roman, E. (eds) Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, Brazil. 105–144 p.
- Rivera, I. y Foster, G.** 1997. El uso de artrópodos como indicadores biológicos. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (España). 20:265-276.
- Roig-Juñent, S. y Dominguez, M.** 2001. Diversidad de la familia Carabidae (Coleoptera) en Chile. Revista Chilena de Historia Natural (Chile). 74:549-571.
- Rouanet, J., Romero, O. y Demannet, R.** 1988. Áreas agroecológicas en la IX Región. Descripción. IPA Carillanca. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Temuco, Chile. 23 p.
- Roume, A., Ouin, A., Raison, L. and Deconchat, M.** 2011. Abundance and species richness of overwintering ground beetles (Coleoptera: Carabidae) are higher in the edge than in the centre of a woodlot. European Journal of Entomology. 108: 615-622.
- Rubio, G., Minoli, I. y Piacentini, L.** 2007. Patrones de abundancia de cinco especies de araña lobo (Araneae: Lycosidae) en dos ambientes del parque nacional Mburucuyá, Corrientes, Argentina. Brenesia. 67: 59-67.
- Rykken, J., Capen, D. and Mahabir, S.** Escarabajos terrestres como indicadores del tipo de diversidad del suelo en Green Mountains, Vermont. Conservation Biology. 11(2): 522-530.
- Rypstra, A., Carter, P., Balfour, R. and Marshall, S.** 1999. Architectural features of agricultural habitats and their impact on the spider inhabitants. Journal of Arachnology. 27: 371-377.
- SAG.** 2011. Ley N° 10.089, Sistema Nacional de Certificación de Productos Orgánicos Agrícolas. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola Ganadero. División de Protección de los Recursos Naturales y Renovables. 109 p.
- Salgado, I.** 2013. Influencia de la longitud de onda de la luz incidente en el nivel de actividad de Carabus sp. Anales Universitarios de Etología. 7: 26-31.
- Salton, J. y Mielniczuk, J.** 1995. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho Escuro de Eldorado do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo (Brazil). 19(2): 313-319.
- Sánchez C., Menezes Z., Eiji E. y Salomao N.** 2010. Efecto de la cobertura en las propiedades del suelo y en la producción de frijol irrigado. Revista Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.C.D.A.). Actualidad y Divulgación Científica (Colombia). 13(2): 41-50.

- Santibañez, F.** 1993. Atlas Agroclimático de Chile: Regiones sexta, séptima, octava y novena. Ministerio de Agricultura de Chile. 99 p.
- Schmidt, M., Thewes, U., Thies, C. and Tschardt, T.** 2004. Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals. The Netherlands Entomological Society. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 113: 87-93.
- Shaucke, H., Döring, F.** 2004. Potato virus Y reduction by Straw mulch in organic potatoes. *Association of Applied Biologists*. 144:347-355.
- Settle, W., Ariawan, H., Tri, E., Cahyana, W., Lukman, A., Hindayana, D., Sri, A. and Pajarningsih.** Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology society of America*. 77 (7): 1075-1988.
- Socorrás, A.** 2013. Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Revista Pastos y Forrajes*. 36(1): 5-13.
- Sullivan, P.** 2007. El Manejo Sostenible de Suelos. ATTRA-El Servicio Nacional de Información de la Agricultura Sustentable. 40 p.
- Sunderland, K.** 1999. Mechanisms underlying the effects of spiders on pest populations. *The Journal of Arachnology*. 27:308-316.
- Symondson, W., Sunderland, K., and Greenstone, H.** 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents. *Annual Reviews Entomological*. 47:561-594.
- Tapia, A., Zúñiga, A., Aguilera, A. y Rebolledo, R.** 2011. Carábidos (Coleóptera: Carabidae) presentes en un relicto vegetacional del llano central de La Araucanía. *Idesia (Chile)*. 29(3): 87-94.
- Taucare, A.** 2012. Arañas epigeas (Araneae) en el Parque Nacional Volcán Isluga, Altiplano chileno. *Brenesia*. 78:50-57.
- Thiele, H.** 1978. Carabid beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. *Science*. 201: 704-705.
- Thomas, C., Brown, N. and Kendall D.** 2006. Carabid movement and vegetation density: Implications for interpreting pitfall trap data from split-fields trials. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 113: 51-61.
- Ticona, T. y Del Carmen, V.** 1998. Efecto del color de acolchado plástico bajo tres épocas de siembra-plantación en zanahoria (*Daucus carota*) y cebolla (*Allium cepa*) en el altiplano central. Universidad Mayor de San Andrés. Universidad mayor de San Andres (UMSA). La Paz, Bolivia. 119 pp.

- Tosso, J.** 1985. Suelos Volcánicos de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 723 p.
- Upadhyaya, M. and Blackshaw, R.** 2007. Non-Chemical Weed Management. Principles, concepts and technology. CAB International. London, England. 239 p.
- Vargas, S y Céspedes, C.** 2012. Manejo agronómico de berries orgánicos. En: Producción Hortofrutícola Orgánica. Céspedes, C. Centro Regional de Investigaciones Quilamapu. Chillán, Chile. Boletín INIA N°232. 64-79 p.
- Vázquez, L.** 2011. Supresión de poblaciones de plagas en la finca mediante prácticas agroecológicas. Preguntas y respuestas para facilitar el Manejo Sostenible de Tierras. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. 234 p.
- Willer, H and Kilcher, L.** 2012. The world of Organic Agriculture. Statistics and emerging trends 2012. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). Rheinbreitbach, Germany. 331 p.
- Yi, L., Yufang, S., Shenjiao, Y., Shiqing, L. and Fang, C.** 2011. Effect of mulch and irrigation practices on soil water, soil temperatura and the grain yield of maize (*Zea mayz* L) in Loess Plateau, China. African Journal of Agricultural Research. 6 (10): 2175-2182.
- Yin, X., Seavert, C., Turner, J., Núñez, R. and Cahn, H.** 2007. Effects of Polypropylene Groundcover on Soil Nutrient Availability, Sweet Cherry Nutrition, and Cash Costs and returns. HortScience. 42(1): 147-151.
- Zavieso, T., Grez, A. y Donoso, D.** 2004. Dinámica temporal de Coleópteros asociados a Alfalfa. Ciencia e Investigación Agraria. 32(1): 29-38.
- Zhang, S., Lövdahl, L., Grip, H., Tong, Y., Yang, X. and Wang, Q.** 2009. Effects of mulching and catch cropping on soil temperatura, soil moisture and wheat yield on the Loess Plateau of China. Soil & Tillage Research. 102: 78-86.

## 9 ANEXO

**Anexo 1.** Abundancia de la Familia Carabidae respecto a la aplicación de compost para los distintos tratamientos.

**Compost\*Cobertura**  
**Promedio mínimos cuadrados.**

Nivel	Promedio mínimos cuadrados	Error estándar
No,A	16,55	2,89
No,M	13,55	2,89
No,MP	7,66	2,89
No,P	11,77	2,89
Si,A	14,22	2,89
Si,M	10,77	2,89
Si,MP	8,33	2,89
Si,P	11,44	2,89

**Anexo 2.** Dinámica de la Familia Carabidae en distintas fechas.

**Fecha**  
**Promedio mínimos cuadrados.**

Nivel	Promedio mínimos cuadrados	Error estándar
F1	3,12	0,31
F2	1,90	0,30
F3	2,00	0,30
F4	2,05	0,30
F5	1,66	0,30
F6	1,47	0,30

**Test de Tukey HSD**  
 $\alpha = 0,050$

Nivel			Promedio mínimos cuadrados
F1	A		3,12
F4	A	B	2,05
F3	A	B	2,00
F2	A	B	1,90
F5		B	1,66
F6		B	1,47

Niveles no conectados con la misma letra son significativamente diferente ( $P \leq 0,05$ ).

**Anexo 3.** Abundancia de Familia Carabidae por cobertura de suelo.**Cobertura****Promedio mínimos cuadrados.**

<b>Nivel</b>	<b>Promedio mínimos cuadrados</b>	<b>Error estándar</b>
A	15,38	2,16
M	12,16	2,16
MP	8,00	2,16
P	11,61	2,16



**Anexo 4.** Abundancia de la Familia Carabidae en todas las fechas por cobertura de suelo.

**Cobertura\*Fecha**  
**Promedio mínimos cuadrados.**

Nivel	Promedio mínimos cuadrados	Error estándar
A,F1	4,46	0,56
A,F2	1,55	0,55
A,F3	2,50	0,55
A,F4	2,00	0,55
A,F5	2,50	0,55
A,F6	2,83	0,56
M,F1	4,40	0,59
M,F2	1,64	0,56
M,F3	2,52	0,56
M,F4	2,61	0,55
M,F5	0,94	0,55
M,F6	0,88	0,55
MP,F1	1,05	0,55
MP,F2	1,77	0,55
MP,F3	1,72	0,55
MP,F4	0,94	0,55
MP,F5	1,50	0,55
MP,F6	1,00	0,55
P,F1	2,55	0,55
P,F2	2,65	0,56
P,F3	1,27	0,56
P,F4	2,68	0,56
P,F5	1,72	0,55
P,F6	1,16	0,55

**Test de Tukey HSD**  
 $\alpha=0,050$

Nivel					Promedio mínimos cuadrados
A,F1	A		C		4,46
M,F1	A	B			4,40
A,F6	A	B	C	D	2,83
P,F4	A	B	C	D	2,68
P,F2	A	B	C	D	2,65
M,F4	A	B	C	D	2,61
P,F1	A	B	C	D	2,55
M,F3	A	B	C	D	2,52
A,F3	A	B	C	D	2,50
A,F5	A	B	C	D	2,50
A,F4		B		D	2,00
MP,F2	A	B	C	D	1,77
MP,F3	A	B	C	D	1,72
P,F5	A	B	C	D	1,72
M,F2			C	D	1,64
A,F2		B		D	1,55
MP,F5	A	B	C	D	1,50
P,F3	A	B	C	D	1,27
P,F6		B		D	1,16
MP,F1				D	1,05
MP,F6				D	1,00
MP,F4				D	0,94
M,F5				D	0,94
M,F6				D	0,88

Niveles no conectados con la misma letra son significativamente diferente ( $P \leq 0,05$ ).

**Anexo 5.** Abundancia de la Familia Carabidae correlacionado con humedad.

### Ajuste lineal

$$\text{Carábidos} = 1,1671683 + 0,0147356 * \text{Humedad (\%)}$$

### Parámetros Estimados

Parámetros	Estimación	Error estándar	TST	Significancia estadística
Intercepto	1,167	0,349	3,34	0,0009*
Humedad (%)	0,014	0,005	2,53	0,0117*

**Anexo 6.** Abundancia de la Familia Carabidae correlacionado con temperatura.

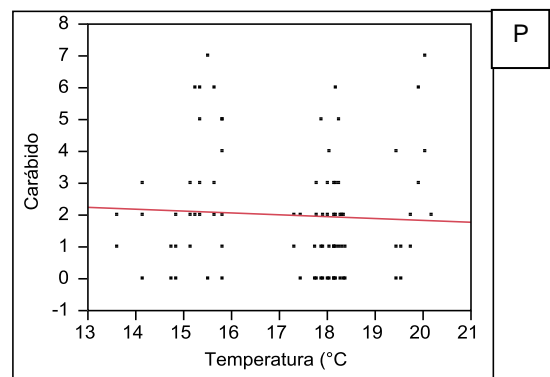
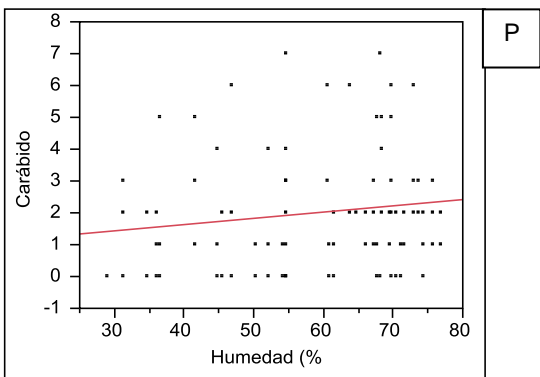
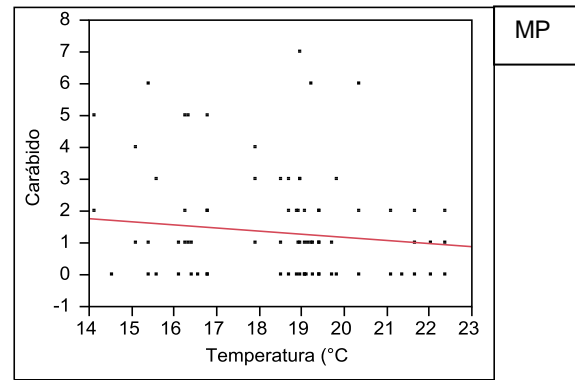
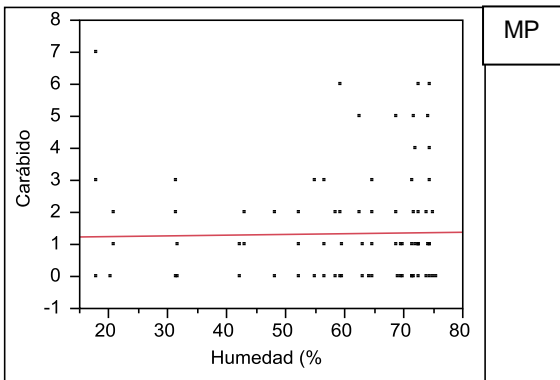
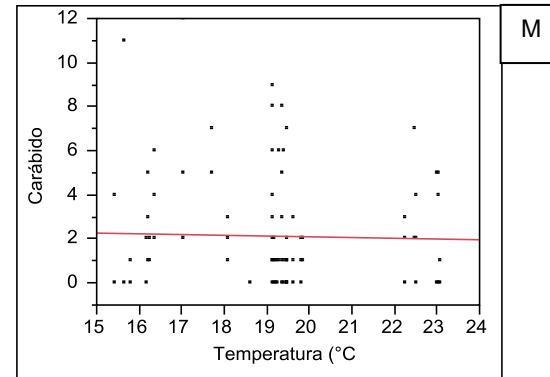
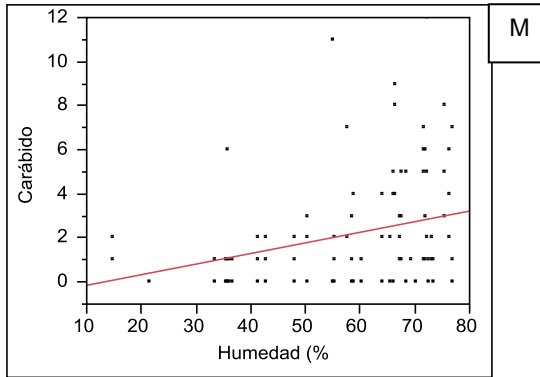
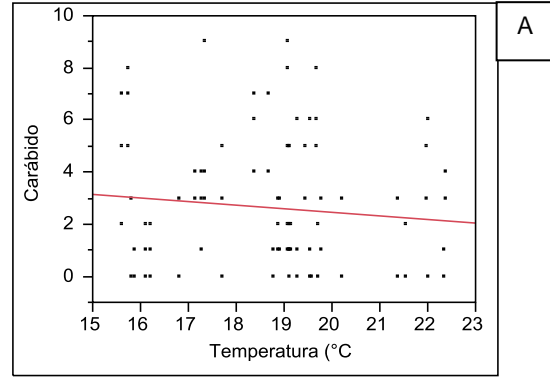
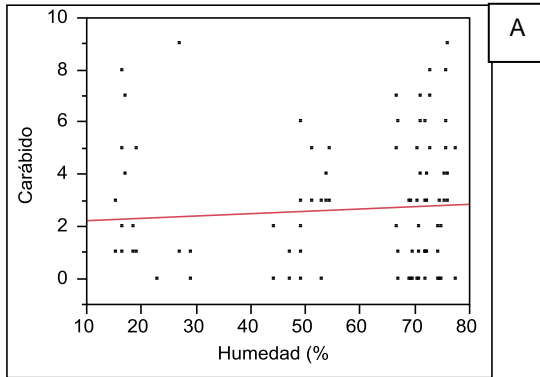
### Ajuste lineal

$$\text{Carábidos} = 2,954436 - 0,0512003 * \text{Temperatura (°C)}$$

### Parametros Estimados

Parámetros	Estimación	Error estándar	TST	Significancia estadística
Intercepto	2,954	0,910	3,25	0,0013*
Temperatura (°C)	-0,051	0,049	-1,04	0,2980

**Anexo 7.** Influencia de la humedad (%) y temperatura (°C) en cada cobertura de suelo, en el número de ejemplares de la familia Carabidae.



**Anexo 8.** Abundancia de la Familia Lycosidae respecto a la aplicación de compost para los distintos tratamientos.

**Compost\*Cobertura**  
**Promedio mínimos cuadrados.**

Nivel	Promedio mínimos cuadrados	Error estándar
No,A	30,88	3,17
No,M	33,22	3,17
No,MP	27,33	3,17
No,P	25,88	3,17
Si,A	29,77	3,17
Si,M	28,55	3,17
Si,MP	22,66	3,17
Si,P	28,66	3,17

**Anexo 9.** Dinámica de la Familia Lycosidae en distintas fechas.

**Fecha**  
**Promedio mínimos cuadrados.**

Nivel	Promedio mínimos cuadrados	Error estándar
F1	3,59	0,48
F2	4,22	0,48
F3	4,93	0,48
F4	5,60	0,48
F5	6,93	0,50
F6	4,18	0,48

**Test de Tukey HSD**  
 $\alpha= 0,050$

Nivel			Promedio mínimos cuadrados
F5	A		6,93
F4	A	B	5,60
F3	A	B	4,93
F2		B	4,22
F6		B	4,18
F1		B	3,59

Niveles no conectados con la misma letra son significativamente diferente ( $P \leq 0,05$ ).

**Anexo 10.** Abundancia de Familia Lycosidae por cobertura de suelo.**Cobertura****Promedio mínimos cuadrados.**

<b>Nivel</b>	<b>Promedio mínimos cuadrados</b>	<b>Error estándar</b>
A	30,33	2,71
M	30,88	2,71
MP	25,00	2,71
P	27,27	2,71

**Anexo 11.** Abundancia de la Familia Lycosidae en todas las fechas por cobertura de suelo.**Cobertura\*Fecha**  
**Promedio mínimos cuadrados.**

Nivel	Promedio mínimos cuadrados	Error estándar
A,F1	4,38	0,80
A,F2	3,11	0,80
A,F3	4,77	0,80
A,F4	7,27	0,80
A,F5	9,17	0,87
A,F6	3,11	0,80
M,F1	6,38	0,80
M,F2	5,33	0,80
M,F3	4,72	0,80
M,F4	6,76	0,84
M,F5	5,84	0,88
M,F6	3,96	0,82
MP,F1	1,72	0,80
MP,F2	3,38	0,80
MP,F3	4,38	0,80
MP,F4	3,55	0,80
MP,F5	6,65	0,82
MP,F6	5,66	0,80
P,F1	1,88	0,80
P,F2	5,05	0,80
P,F3	5,83	0,80
P,F4	4,83	0,80
P,F5	6,08	0,82
P,F6	4,00	0,80

**Test de Tukey HSD** $\alpha = ,050$ 

Nivel							Promedio mínimos cuadrados
A,F5	A						9,17
A,F4	A	B					7,27
M,F4	A	B	C				6,76
MP,F5	A	B	C				6,65
M,F1	A	B	C				6,38
P,F5	A	B	C	D			6,08
M,F5	A	B	C	D	E	F	5,84
P,F3	A	B	C	D			5,83
MP,F6	A	B	C		E		5,66
M,F2	A	B	C	D	E	F	5,33
P,F2	A	B	C	D	E	F	5,05
P,F4	A	B	C	D	E	F	4,83
A,F3		B	C	D	E	F	4,77
M,F3	A	B	C	D	E	F	4,72
MP,F3		B	C	D	E	F	4,38
A,F1		B	C	D	E	F	4,38
P,F6		B	C	D	E	F	4,00
M,F6		B	C	D	E	F	3,96
MP,F4		B	C	D	E	F	3,55
MP,F2		B	C	D	E	F	3,38
A,F2			C	D	E	F	3,11
A,F6			C	D	E	F	3,11
P,F1					E	F	1,88
MP,F1				D		F	1,72

Niveles no conectados con la misma letra son significativamente diferente ( $P \leq 0,05$ ).

**Anexo 12.** Abundancia de la Familia Lycosidae correlacionado con humedad.

**Ajuste lineal**

$$\text{Arañas} = 6,7764125 - 0,0332533 * \text{Humedad (\%)}$$

**Parametros Estimados**

Parametros	Estimación	Error estándar	TST	Significancia estadística
Intercepto	6,776	0,582	11,63	<,0001*
Humedad (%)	-0,033	0,009	-3,45	0,0006*

**Anexo 13.** Abundancia de la Familia Lycosidae correlacionado con temperatura.

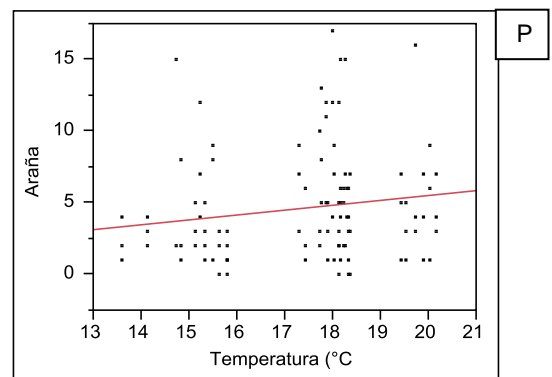
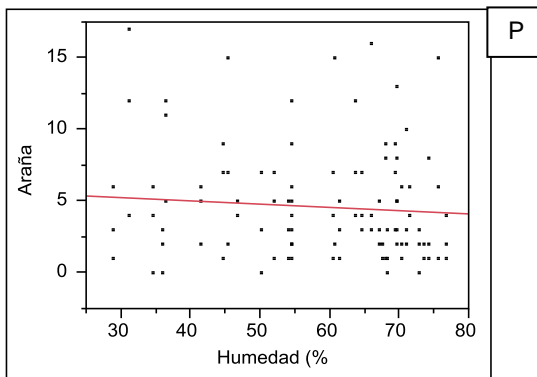
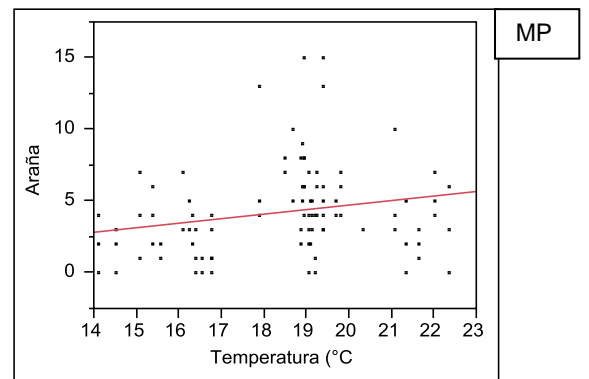
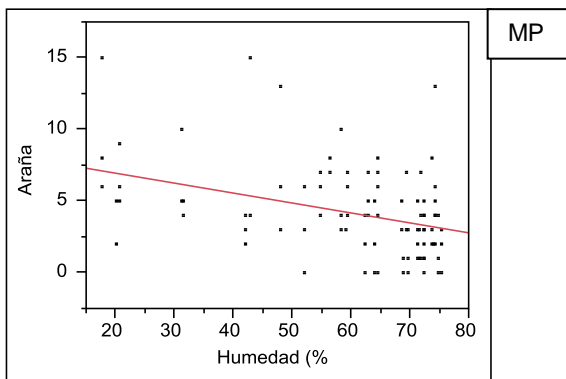
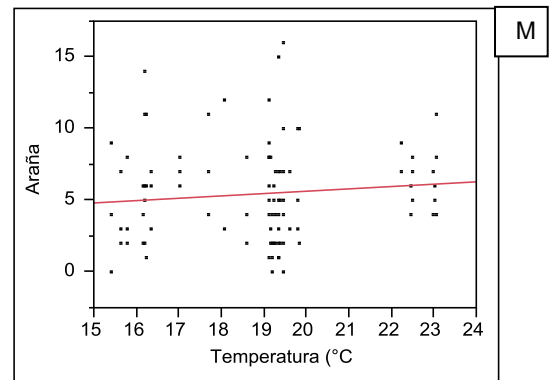
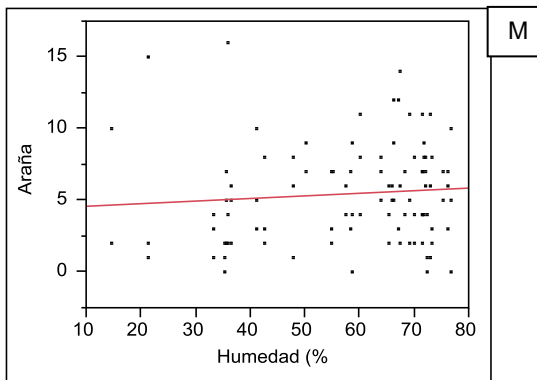
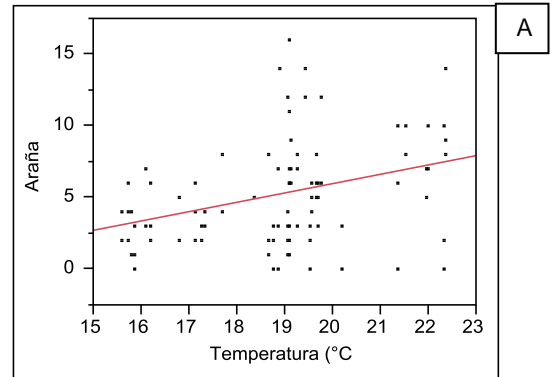
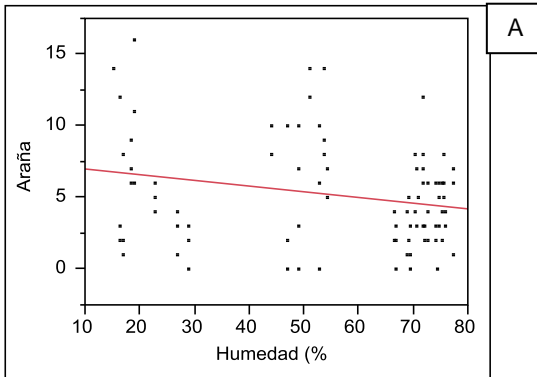
**Ajuste lineal**

$$\text{Arañas} = -1,877823 + 0,366726 * \text{Temperatura (°C)}$$

**Parámetros Estimados**

Parámetros	Estimación	Error estándar	TST	Significancia estadística
Intercepto	-1,877	1,461	-1,28	0,1997
Temperatura (°C)	0,366	0,079	4,63	<,0001*

**Anexo 14.** Influencia de la humedad (%) y temperatura (°C) en cada cobertura de suelo, en el número de ejemplares de la familia Lycosidae.





**Anexo 15.** Prueba de efectos fijos en familia Carabidae. Diseño de bloques subdivididos completamente al azar.

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Fecha	5	5	10,67	5,0300	0,0129*
Cubierta	3	3	7,896	1,9159	0,2065
Cubierta*Fecha	15	15	29,12	4,0025	0,0007*
Compost	1	1	328,5	1,5389	0,2157
Compost*Fecha	5	5	328,3	0,9793	0,4304
Compost*Cubierta	3	3	328,4	0,4568	0,7126
Compost*Cubierta*Fecha	15	15	328,2	1,3503	0,1704

**Anexo 16.** Prueba de efectos fijos en familia Carabidae. Diseño de bloques divididos completamente al azar.

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Cubierta	3	3	11,86	1,6265	0,2358
Compost	1	1	2,316	1,5980	0,3185
Compost*Cubierta	3	3	7,71	0,1453	0,9297

**Anexo 17.** Prueba de efectos fijos en familia Carabidae. Diseño de bloques subdivididos con covariable completamente al azar.

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Fecha	5	5	14,38	3,1216	0,0413*
Cubierta	3	3	9,744	1,7405	0,2233
Cubierta*Fecha	15	15	30,17	3,8795	0,0008*
Compost	1	1	332,3	1,6821	0,1955
Compost*Fecha	5	5	332,5	0,9533	0,4467
Compost*Cubierta	3	3	332,5	0,4690	0,7041
Compost*Cubierta*Fecha	15	15	333,6	1,3233	0,1856
Temperatura (°C)	1	1	32,06	0,0542	0,8173
Humedad (%)	1	1	111,1	0,2917	0,5902

**Anexo 18.** Prueba de efectos fijos en familia Lycosidae. Diseño de bloques subdivididos completamente al azar.

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Fecha	5	5	10,44	7,9672	0,0025*
Cubierta	3	3	7,946	1,1847	0,3753
Cubierta*Fecha	15	15	29,15	6,6900	<,0001*
Compost	1	1	328,4	0,5691	0,4511
Compost*Fecha	5	5	328,2	1,1564	0,3305
Cubierta*Compost	3	3	328,4	0,8808	0,4513
Compost*Cubierta*Fecha	15	15	328,1	0,7782	0,7019

**Anexo 19.** Prueba de efectos fijos en familia Lycosidae. Diseño de bloques divididos completamente al azar.

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Cubierta	3	3	6,987	0,9299	0,4751
Compost	1	1	2,208	11,3124	0,0681
Compost*Cubierta	3	3	2,639	0,9021	0,5419

**Anexo 20.** Prueba de efectos fijos en familia Lycosidae. Diseño de bloques subdivididos con covariable completamente al azar.

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
Fecha	5	5	14,9	4,2061	0,0139*
Cubierta	3	3	9,911	0,8520	0,4970
Cubierta*Fecha	15	15	28,86	5,3478	<,0001*
Compost	1	1	333,8	0,6141	0,4338
Compost*Fecha	5	5	331,7	1,1640	0,3266
Compost*Cubierta	3	3	331,4	0,8645	0,4597
Compost*Cubierta*Fecha	15	15	332,6	0,7766	0,7037
Temperatura (°C)	1	1	32,95	0,0186	0,8923
Humedad (%)	1	1	91,58	0,0875	0,7681