

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS

> M. Sc. Cristina San Martín Padovani PROFESOR PATROCINANTE Instituto de Ciencias de la Tierra Facultad de Ciencias

EFECTO ALELOPÁTICO DE MALEZAS LEÑOSAS INVASORAS SOBRE LA GERMINACION DE HIERBAS PRATENSES.

Seminario de graduación presentado como parte de los requisitos para optar al **Grado de Licenciada en Ciencias Biológicas.**

CAROLINA DIANA BARRERA ANTILLANCA

VALDIVIA – CHILE

2015

AGRADECIMIENTOS

A través de estas líneas quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que me acompañaron y estuvieron a mi lado en este largo camino.

Agradezco a la profesora Cristina San Martín, mi profesora patrocinante por el espacio entregado en el Herbario de la Universidad Austral de Chile (VALD.), por el tiempo dedicado y la confianza depositada en mí.

Agradezco a mis profesores informantes, Sr. Roberto Jaramillo y Sr. Jorge Jaramillo, por el tiempo dedicado a la revisión de este seminario de graduación.

Agradezco a la secretaria de escuela Sra. Ana María Morales, por su amabilidad, apoyo y buenos consejos.

Agradezco a mi compañero de Laboratorio Leonardo Triviños, por sus consejos, ayuda y grata compañía durante este proceso.

Agradezco a mi padre, por su apoyo incondicional y creer en mí. Partiste antes de tiempo y también yo me demoré demasiado, pero hoy al fin puedo decirte "promesa cumplida papá", y sé que desde el cielo me acompañas, me envías tu fuerza y guías mis pasos.

Agradezco a mi madre, por su gran esfuerzo por darme la mejor formación y educación y también por su apoyo, paciencia, amor y compañía siempre.

Agradezco a mi hija, por su amor y darme la fuerza cada día para que al fin pueda concluir esta etapa de mi vida.

Agradezco a toda mi familia, especialmente a mi tía Ale y a mi Primo Fernando, por su apoyo y cariño incondicional.

Agradezco a mis amigas, amigos y compañeros de carrera, especialmente Rodrigo, Héctor, y Enedina, quienes de una u otra forma me brindaron su ayuda y apoyo durante estos años.

Finalmente, agradezco a todas las personas que en algún momento formaron parte de mi vida y especialmente a las que aún y ahora forman parte de ella, por todo el cariño, apoyo y compañía.

DEDICATORIA

A las personas más importantes de mi vida...

A mi Padre Carlos Antonio Barrera Recabarren, por todo lo que me entregaste en vida, gran parte de lo que hoy soy, es gracias a ti.

A mi Madre María Maclovia Antillanca, por tu entrega, esfuerzo, amor y apoyo para concluir esta etapa de mi vida.

A mi pequeña Hija Antonia Ignacia, la luz de mi vida, tu amor me da la fuerza y me motiva para cada día ser mejor.

ÍNDICE

1.0	RESU	UMEN						
	1.1	ABST	TRACT		11			
2.0	INT	RODUC	CCIÓN		12			
	2.1	Hipót	esis		15			
	2.2	Objeti	ivo general		16			
	2.3	Objet	tivos específic	cos	16			
3.0	MAT	ERIAL	ES Y MÉTOI	00	17			
	3.1	Mater	iales					
		3.1.1	Característic	cas de las especies en estudio	17			
			3.1.1.1	Ulex europaeus L	17			
			3.1.1.2	Rubus constrictus Lefévre & P.J. Müll	19			
			3.1.1.3	Holcus lanatus L	20			
			3.1.1.4	Taraxacum officinale (L.) Weber ex F.H. Wigg	21			
	3.2	Lugar	de recolecció	in	23			
		3.2.1	Ulex europa	eusL	23			
		3.2.2	Rubus const	rictus Lefévre & P.J. Müll	24			
		3.2.3	Holcus lana	tus L	24			
		3.2.4	Taraxacum	officinale (L.) Weber ex F.H. Wigg	25			
	3.3	Métod	dos		26			
		3.3.1	Tratamiento	en Ulex europaeus	26			
		3.3.2	Tratamiento	en Rubus constrictus	27			

		3.2.3 Tratamiento en <i>Holcus lanatus</i>	28				
		3.2.4 Tratamiento en <i>Taraxacum officinale</i>	29				
		3.2.5 Diseño experimental	30				
4.0	RESU	ULTADOS	35				
	4.1.	Especie test Holcus lanatus	35				
		4.1.1. Control sobre sustrato de papel filtro	35				
	4.2.	Holcus lanatus sobre sustrato de Ulex europaeus	38				
	4.3.	Holcus lanatus sobre sustrato de Rubus constrictus	41				
	4.4.	Especies test Taraxacum officinale	44				
		4.4.1. Control sobre sustrato de papel filtro	44				
	4.5.	Taraxacum officinale sobre sustrato de Ulex europaeus	47				
	4.6.	Taraxacum officinale sobre sustrato de Rubus constrictus	50				
	4.7.	Comparación entre controles	53				
	4.8.	Comparación entre ambos sustratos					
	4.9.	Viabilidad de las semillas germinadas	57				
5.0	DISC	CUSIÓN	59				
	5.1.	CONCLUSIONES	63				
6.0	LITE	ERATURA CITADA	64				

ÍNDICE DE TABLAS

ola 1: Diseño experimental para una especie test	31
pla 2: Protocolo para anotar los resultados por especie y serie	34
pla 3: Protocolo de germinación de <i>Holcus lanatus</i> sobre un sustrato inerte	
(control)	36
Protocolo de germinación de <i>Holcus lanatus</i> sobre sustrato de <i>Ulex</i> europaeus	
	39
ola 5: Protocolo de germinación de <i>Holcus lanatus</i> sobre sustrato de <i>Rubus</i>	
constrictus	42
ola 6: Protocolo de germinación de <i>Taraxacum officinale</i> sobre un sustrato inerte	
(control	45
ola 7: Protocolo de germinación de Taraxacum oficinale Sobre sustrato foliar de Ule	ex
europaeus	48
pla 8: Protocolo de germinación de <i>Taraxacum officinale</i> sobre sustrato de brotes ver	des
de Rubus constrictus	51
ola 9: Sobrevivencia de plántulas a partir de semillas germinadas en los diferentes	
experimentos	58
Valores indicadores de las especies trabajadas de acuerdo a Ramírez <i>et al</i> .	
(1991)	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Ulex europaeus L. Rama florida1	8
Figura 2:	Rubus constrictus Lefévre & P.J. Müll. Rama florida1	9
Figura 3:	Holcus lanatusL. Hábito de planta fructificado	l
Figura 4:	Taraxacum officinale(L.) Weber ex F.H. Wigg. Hábito de planta florida22	2
Figura 5:	Lugares de colecta de <i>Ulex europaeus</i> , en Valdivia23	3
Figura 6:	Lugares de colecta de <i>Rubus constrictus</i> en Valdivia	4
Figura 7:	Lugares de colecta de <i>Holcus lanatus</i> en Valdivia	5
Figura 8:	Lugares de colecta de <i>Taraxacum officinale en</i> Valdivia	6
Figura 9:	Ulex europaeus. Sustrato alelópático de ramas molidas	:7
Figura 10:	Rubus constrictus. Sustrato foliar alelopático	8
Figura 11:	Holcus lanatus. Semillas sucias (izquierda) y limpias (derecha)	29
Figura 12:	Taraxacum officinale. Semillas sucias (izquierda) y limpias (derecha)30	0
Figura 13:	Holcus lanatus. El círculo rojo indica una semilla germinada	2
Figura 14:	Plántulas de <i>Taraxacum officinale</i> replicadas en tierra	3
Figura 15:	Germinación diaria de <i>Holcus lanatus</i> sobre sustrato inerte (control)3	;7
Figura 16:	Curva de germinación de <i>Holcus lanatus</i> sobre sustrato inerte (control)3	7
Figura 17:	Germinación diaria de <i>Holcus lanatus</i> sobre sustrato de <i>Ulex europaeus</i> 4	-0
Figura 18:	Curva de germinación de <i>Holcus lanatus</i> sobre sustrato de <i>Ulex europaeus</i> 4	0
Figura 19:	Germinación diaria de <i>Holcus lanatus</i> sobre sustrato de <i>Rubus constrictus</i> 47	3
Figura 20:	Curva de germinación de <i>Holcus lanatus</i> sobre sustrato de <i>Rubus constrictus</i> 4	.3
Figura 21:	Germinación diaria de <i>Taraxacum officinale</i> sobre sustrato inerte (control)4	6

Figura 22:	Curva de germinación de <i>Taraxacum officinale</i> sobre sustrato inerte (control)	46
Figura 23:	Germinación diaria de Taraxacum officinale sobre sustrato de Ulex	
euroj	paeus	
Figura 24:	Curva de germinación de Taraxacum officinale sobre sustrato de Ulex europaeu	ıs
	49	
Figura 25:	Germinación diaria de Taraxacum officinale sobre sustrato de Rubus	
cons	trictus52	
Figura 26:	Curva de germinación de Taraxacum officinale sobre sustrato de Rubus	
	constrictus	.52
Figura 27:	Curvas de germinación de Holcus lanatus y Taraxacum officinale sobre sustrato)
	inerte (control)	.53
Figura 28:	Germinación diaria de Holcus lanatus y Taraxacum officinale sobre sustrato ine	rte
	(controles)	.54
Figura 29:	Curvas de germinación de Holcus lanatus y Taraxacum officinale sobre sustrat	О
	de Rubus constrictus	.55
Figura 30:	Curvas de germinación de Holcus lanatus y Taraxacum offIcinale sobre sustrato)
	de Ulex europaeus	.55
Figura 31:	Curvas de germinación de <i>Holcus lanatus</i> sobre diferentes sustratos	.56
Figura 32:	Curvas de germinación de <i>Taraxacum officinale</i> sobre diferentes sustratos	.57

1.0 - RESUMEN

Alelopatía, es el daño que puede ocasionar una planta a otra, ya sea directa o indirectamente, a través de compuestos químicos que son liberados al ambiente, por lo que el fenómeno alelopático considera numerosos procesos complejos y además, aleloquímicos que influyen en los efectos alelopáticos con resultados diferentes. Se señala que los compuestos fenólicos, son los que con mayor frecuencia se ven involucrados inhibiendo la germinación o crecimientos de plantas. A través de ellos la alelopatía pone a disposición del control biológico de malezas una posibilidad muy interesante, que, además, en la naturaleza tiene un efecto importante en la composición florística de las comunidades vegetales, ya que existen gran cantidad de especies invasoras que liberan sustancias alelopáticas, las cuales inhiben el desarrollo de especies herbáceas de los estratos inferiores. El presente estudio tiene como objetivo evaluar mediante bioensayos el efecto alelopático de las especies invasoras Ulex europaeus (Espinillo) y Rubus constrictus (Zarzamora)sobre la germinación de semillas de Holcus lanatus (Pasto dulce) y Taraxacum officinale(Diente de león). Se realizaron seis diseños experimentales para evaluar la germinación, cada especie, ya sea Holcus lanatus ó Taraxacum officinale, consideraba un control, un sustrato con Ulex europaeus y un sustrato con Rubus contrictus. Además se controló la viabilidad de las plántulas germinadas replicándolas en bandejas plásticas con suelo. En ambos sustratos utilizados hubo efecto alelopático, ya que la germinación se vio disminuida. Rubus contrictus fue quien causó mayor efecto inhibitorio, las semillas de Taraxacum officinale fueron las que se vieron menos afectadas en su germinación y que el efecto alelopático que actúa sobre semillas, no ejerce efecto alguno sobre el posterior desarrollo de las plántulas.

1.1 – ABSTRACT

Allelopathy is the damage caused by a plant to another, either directly or indirectly via chemicals that are released into the environmental, so the allelopathic phenomenon considered many complex processes and also allelochemicals influencing the allelopathic effects with different results. it is noted that more phenolic compounds are involved often inhibiting germination or plant growth. This allelopathy puts us to provide a weeds biological control a very interesting possibility, that, also in nature has a significant effect on the species composition of the plant communities why a lot of invasive species releasing allelopathic substances which inhibit the development of herbaceous species of the lower strata. The present study aims to evaluate with bioassays allelopathic effect of the invasive species Ulex europaeus (Gorse) and Rubus constrictus (Blackberry) on the seeds germination from Holcus lanatus (Sweet grass) and Taraxacum officinale (Dandelion). They performed six experimental designs to evaluate seeds germination of Holcus lanatus and Taraxacum officinale, considered for each a control, a substrate with Ulex europaeus and a substrate with Rubus contrictus. Also the viability of germinated seedlings cultivate in plastic trays with soil was monitored. In both substrates was allelopathic effect because germination was diminished. Rubus contrictus was who caused greater inhibitory effect, the seeds of *Taraxacum officinale*were less affected in germination and the allelopathic effect on seeds, no cause effects on the subsequent development of seedlings.

2.0 – INTRODUCCIÓN

Algunas plantas producen un número considerable de sustancias biológicamente activas, que son liberadas al medio ambiente. Estas sustancias afectan directa o indirectamente tanto a otras especies de plantas como también a los animales. En el caso de las plantas superiores, estos compuestos influyen sobre los procesos reguladores de la germinación y sobre el crecimiento y desarrollo (Whittaker, 1965). Cuando estas sustancias tienen un efecto inhibidor de algún proceso fisiológico de las plantas de la misma especie o de otras especies, se denominan sustancias alelopáticas y su acción alelopatía (Borner, 1960).

El término alelopatía fue propuesto por primera vez por Molisch (1937) y proviene del griego "allelon" que significa uno al otro y "pathy" que significa daño, de manera que se refiere al daño que puede causar una planta a otra. Rice (1984) define alelopatía como cualquier daño directo o indirecto, de una planta sobre otra a través de la producción de compuestos químicos que escapan al ambiente. El mismo Rice (1984) incorporó además, el estímulo de una planta a otra al efecto alelopático, definiendo el fenómeno como el daño o beneficio, directo o indirecto, ejercido por una planta sobre otra, a través de la producción de compuestos químicos que son liberados al medio ambiente. Sin embargo, en la literatura actual se sigue utilizando alelopatía en el concepto primitivo de Molisch (1937).

Como se señala, el efecto alelopático se refiere a la acción negativa de algunas plantas sobre el desarrollo (germinación, crecimiento, floración, etc.) de otras, mediante la liberación al medio de sustancias o compuestos químicos que actúan inhibiendo la germinación y el desarrollo de otras plantas (Blanco, 2006; Reigosa *et al.*, 1999; Frey y Losch, 2010).

Los compuestos químicos que desprende la planta al medio ambiente se conocen como aleloquímicos y Einhelling (1986), define como aleloquímicos a aquellos metabolitos secundarios que han demostrado inhibir fuertemente el crecimiento y desarrollo de plantas. Estas sustancias son las responsables de alterar el crecimiento de otras especies, como de ellas mismas y, se encuentran prácticamente en todos los tejidos vegetales (Ormeño y Pérez, 1993). Se trata de monoterpenos, ácidos grasos, ácidos cinámicos, ácidos benzoicos y compuestos fenólicos que han sido reconocidos en diversos estudios como causantes de fenómenos alelopáticos en germinación, alargamiento radical y emergencia de especies vegetales (Einhelling, 1965).

Seigler (1996), señaló otros ejemplos de compuestos y grupos de compuestos involucrados en alelopatía, destacando a los ácidos grasos simples hidrosolubles, alcoholes de cadena corta, aldehídos alifáticos y cetonas, lactonas insaturadas simples, compuestos acetilénicos, naftoquinonas, antraquinonas, complejos de quinonas, fenoles simples, flavonoides, taninos, terpenoides en múltiples categorías (incluyendo monoterpenos, sesquiterpenoslactonas y diterpenolactonas), aminoácidos y polipéptidos, alcaloides, glicosidoscianogénicos, glucosinolatos, isotiocinatos, purinas y nucleótidos. Lo anterior demuestra la amplia gama de compuestos que pueden estar involucrados en este fenómeno. Si bien son muchos los compuestos químicos capaces de producir efectos alelopáticos, se ha determinado que los compuestos fenólicos son los que con mayor frecuencia están involucrados ejerciendo una acción inhibitoria sobre la germinación o crecimiento de otras plantas (Rice, 1984).

Según Anaya (1999), los aleloquímicos pueden ser liberados al medio ambiente por medio de diversos mecanismos, como son: a) Volatilización desde las partes aéreas de la planta, b) Lixiviados de las partes aéreas de la planta por lluvia, neblina o rocío, c) Exudación de las raíces, d) Lixiviados de residuos vegetales ubicados sobre el sustrato de la planta y e)

Descomposición de la materia orgánica del suelo, entre las que se encuentran semillas (Ramírez *et al.*, 2002). Todos estos mecanismos han demostrado ser importantes, produciendo efectos alelopáticos sobre la germinación y crecimiento de plantas dentro de un mismo hábitat (Rice, 1984).

De manera que la alelopatía pone a disposición del hombre una posibilidad de control biológico de malezas, produciendo y liberando los aleloquímicos al medio desde plantas vivas o en descomposición, lo que evitaría el uso de herbicidas tóxicos para el ambiente (Ballester *et al.*, 1982; Kaschel, 1992; Müller, 2001). Otra posibilidad es la utilización de la cobertura vegetal viva o muerta para suprimir la germinación de malezas (Lorenzo y González, 2010). También se ha descrito la posibilidad de manipulación del material genético, con el fin de desarrollar herbicidas biológicos, creando variedades cultivadas que liberen sustancias capaces de controlar malezas (Kogan, 1992; Espinoza, 1996; Weston, 1996).

Pero en la naturaleza, la alelopatía debe tener un efecto muy importante sobre la composición florística de las comunidades dominadas por especies invasoras, ya que sustancias alelopáticas liberadas desde los dominantes podrían inhibir el desarrollo de especies herbáceas de los estratos inferiores (Lorenzo y González, 2010; Quiroz, *et al.*, 2008; Fuentes *et al.*, 2014). Así, los fenómenos alelopáticos jugarían un importante rol en las interacciones de competencia entre las plantas (Ramírez, 1975a).

De acuerdo a lo anterior, el presente estudio pretende demostrar que son efectos alelopáticos de los dominantes los que inhiben el desarrollo de especies en los estratos inferiores de matorrales de espinillo (Hildebrand 1983; Ramírez *et al.*, 1988), efecto que sería menor en matorrales de zarzamora (Oberdorfer 1960), dada la mayor presencia y cobertura de especies en el estrato herbáceo que estos últimos presentan (San Martín *et al.*, 1991). Para ello se trabajará

con extractos de material verde de *Ulex europeus* L. (espinillo) y de *Rubus constrictus* Lefévre & P.J. Müll. (zarzamora) utilizando como semillas test, granos (cariópsides) de *Holcus lanatus* L. (pasto dulce) y frutos (aquenios) de *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H. Wigg. (diente de león), especies herbáceas perennes, la primera un hemicriptófito cespitoso que crece bajo los matorrales de *Ulex europaeus* y de *Rubus constrictus*y, la segunda (*Taraxacum officinale*), un hemicriptófito en roseta, que crece en ambientes ruderales con mucho tráfico, como senderos, campos deportivos, veredas, etc. (Ramírez *et al.*, 1991).

2.1 –HIPÓTESIS

H1: Los dominantes *Ulex europeus* L(espinillo) y *Rubus constrictus* Lefévre & P.J. Müll. (zarzamora) inhiben la germinación de semillas de *Holcus lanatus* L. (pasto dulce) y *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H. Wigg. (diente de león) presentes en el banco de semillas del suelo (Álvarez *et al.* 2006).

H2: El efecto alelopático inhibitorio de la germinación es mayor en *Ulex europaeus* L. que en *Rubus constrictus* Lefévre & P.J. Müll.Además,el efecto inhibitorio sería mayor sobre las semillas de *Taraxacum officinale*, ya que esta especie no se presenta en dichos matorrales.

2.2.- OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal de la presente tesis es:

Evaluar mediante bioensayos el efecto alelopático de las plantas de *Ulex europaeus* y *Rubus constrictus* sobre la germinación de semillas de *Holcus lanatus* (pasto dulce) y *Taraxacum officinale*(diente de león).

2.3.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El presente estudio persigue los siguientes objetivos específicos:

- 1) Determinar el poder germinativo de las semillas.
- 2) Determinar la viabilidad de las semillas.
- 3) Controlar sobrevivencia de plántulas emergidas.

3.0 - MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 - Materiales

3.1.1 - Características de las especies en estudio.

Se utilizaron especies vegetales invasoras, presentes en la zona Centro-Sur de Chile, siendo estas *Ulex europaeus y Rubus contrictus*. Como especies productoras de sustancias alelopáticas, que afectan a otras especies vegetales, dificultando su crecimiento, en el mismo lugar donde crecen ellas. En este caso, las especies elegidas, para responder a la hipótesis, son *Holcus lanatus y Taraxacum officinale*, malezas comúnmente llamadas pasto dulce y diente de leónrespectivamente, porque crecen sin ser necesariamente cultivadas y se encuentran la primera en forma abundante de murrales y más escasa en espinales, mientras que la segunda sólo crece en comunidades pratenses con acción de pisoteo, como son senderos y campos deportivos (Valdivia y Daruich, 2015).

3.1.1.1. - *<u>Ulex europaeus L.</u>*(Figura 1)

Es una planta leñosa que se conoce en nuestro país con los siguientes nombres vulgares: espino alemán, yáquil, aliaga, maticorena, corena o espinillo (Matthei, 1995).

Sus ramas son leñosas de 1 a 2 metros de altura. Sus hojas están reducidas a un peciolo espinoso. Las flores son de color amarillo y se disponen axilarmente en grupos de 1 a 3. El fruto es una legumbre comprimida de 2 cm de largo y velluda. Contiene 1 a 3 semillas, de 2 – 3 mm de

largo, redondas,más anchas en un extremo, con una pequeña ranura sobre la cual va ubicada un apéndice que es de un color más claro, siendo el de la semilla de un tono café o verde – oliva con una carúncula amarilla. La superficie de la semilla es suave y brillosa (Matthei 1995). Estas semillas son tóxicas por la presencia de alcaloides, los que han sido utilizados en medicina por su acción cardíaca. Se tratade un arbusto perenne, que pertenece a la familia de las leguminosas (Fabaceae). Se propaga principalmente por semillas (López, 2006). Al cortarlo o quemarlo se regenera rápidamente y crece con mayor densidad de vástagos aéreos a partir de un lignotuber (Ramírez *et al.*, 1988). Es originaria de Europa, fue introducida al país, en la Región de Valparaíso, a fines del siglo 19. Hoy día se distribuye hasta Chiloé por el Sur. Normalmente se desarrolla formando setos, pero al invadir potreros abandonados, crece profusamente formando matorrales muy espesos, que impiden el uso agrícola o ganadero del terreno (Ramírez *et al.*, 1983).



Figura 1. *Ulex europaeus*L. Rama florida.

3.1.1.2-*Rubus constrictus* **Lefévre & P.J. Müll.**(Figura 2)

Pertenece a la familia de las Rosáceas y se le conoce con el nombre común de zarzamora, mora ó murra. Tiene un ciclo de vida perenne, su crecimiento es erecto y su origen es Europa (Schauer y Caspari, 2008).

Según Matthei (1995), es un arbusto, con tallos semi-leñosos, surcados, glabros o escasamente hirsutos, aguijones con la base ensanchada, falcados. Hojas digitadas, 5 folíolos, estos con el haz glabro y el envés híspido-tomentoso; folíolo terminal de forma variable, los inferiores subsésiles; estípulas lineares. Flores con pétalos reflejos, hirsutos; pétalos de 12-15 mm, blanco a rosados. Fruto compuesto de varias drupas agregadas (polidrupa) que maduran en forma coetánea, muy utilizados para preparar mermeladas caseras.



Figura 2. Rubus constrictus Lefévre & P.J. Müll. Rama florida.

Fue introducida al país por los conquistadores españoles, con fines forrajeros, donde se encontró con condiciones muy favorables para su desarrollo y, debido a las espinas y a su menor palatabilidad, el ganado no la consume. Se ha propagado extensamente en casi todo el país, constituyendo una molesta maleza en la Zona Centro-Sur del país, en potreros regados, orillas de canales y cursos de agua. Muy abundante en el Sur del país, se considera una maleza peligrosa y debe ser combatida. Por lo general forma setos desde Concepción a Chiloé (Matthei, 1995) y suele cubrir praderas degradas (San Martín *et al.*, 2009).

3.1.1.3. - *Holcus lanatus* **L.**(Figura 3)

Es una gramínea perenne que alcanza entre 30 y 100 cm de altura. Se propaga por semillas. Presenta tallos erectos, hojas planas, lineares, de color verde grisáceo cubiertas por pilosidad, lo que las hace suaves al tacto. Presenta una lígula de aproximadamente 2 mm (Espinoza, 1996). El tallo es erecto o decumbente en su base, de 30 a 100 cm de alto, presentando pilosidad y nudos en un número de 2 a 3. Las láminas son planas, pubescentes y suaves al tacto, con una lígula no mayor a 2 mm. La inflorescencia corresponde a una panícula contraída, verde amarillenta o purpura(Schauer y Caspari, 2008).



Figura 3. Holcus lanatusL. Hábito de planta fructificado.

Corresponde a una especie dominante en las praderas del Sur de Chile, principalmente en sitios pastoreados y bajo matorrales y setos secundarios. Es una especie originaria de Europa, habiéndose adaptado muy bien a las condiciones de suelo y clima presentes en la zona (Espinoza, 1996).

3.1.1.4 - Taraxacum officinale(L.) Weber ex F.H. Wigg. (Figura 4)

Según Wilckens *et al.*, (2005), su nombre común es diente de león, pertenece a la familia de las Asteráceas (Compuestas), su origen es Europa y Asia.

Es una planta perenne, de no más de 35 cm de altura. Presenta una raíz principal, cónica, más o menos ramificada, de 2-3 cm de diámetro y unos 30 cm de profundidad. Cuando son viejas se dividen, formando una corona con numerosos meristemas. El tallo es muy corto y sobre él se insertan las hojas angostas-lanceoladas, de margen muy dentado y sabor amargo, conformándose una roseta basal, desde la cual emergen los tallos florales. Estos son huecos y terminan en un capitulo con flores liguladas, de color amarillo (Wilckens, *et al.*, 2005).Normalmente eliminan látex al cortarlos.

Es una especie distribuida en la mayor parte del mundo, crece en suelos con alto contenido de nitrógeno, en praderas, jardines, terrenos secos de suelo compactado tales como senderos y canchas de futbol (Steubing y Ramírez, 1995). En general, se considera una maleza importante (Matthei, 1995) indicadora de pisoteo (Ramírez *et al.*, 1991; 1997).



Figura 4. Taraxacum officinale(L.) Weber ex F.H. Wigg. Hábito de planta florida.

3.2. - Lugar de recolección

El material vegetal se colectó durante el mes de marzo, del presente año (2015), en la Región de los Ríos, en la ciudad de Valdivia, Chile, coordenadas geográficas39°48'30" de Latitud Sur y 73°14'30" de Longitud Oeste.

3.2.1 - *Ulex europaeus* L.

Las ramillas de *Ulex europaeus*, se colectaron camino a Antilhue, coordenadas geográficas 39°08'30" Latitud Sur y 72°96'30" Longitud Oeste (Figura 5).



Figura. 5. Lugares de colecta de *Ulex europaeus*, en Valdivia.

3.2.2 - Rubus constrictus Lefévre & P.J. Müll.

Las hojas de zarzamora se colectaron en la Villa Bosque entre Ríos, de la ciudad de Valdivia, coordenadas geográficas 39°48'30" de Latitud Sur y 73°14'30" de Longitud Oeste (Figura 6).



Figura 6. Lugares de colecta de Rubus constrictus en Valdivia.

3.2.3 - Holcus lanatus L.

Sus frutos fueron colectados en el sector de Cabo Blanco de la ciudad de Valdivia, coordenadas geográficas 39°48'30" de Latitud Sur y 73°14'30" de Longitud Oeste (Figura 7).



Figura 7. Lugares de colecta de *Holcus lanatus* en Valdivia.

3.2.4 - Taraxacum officinale (L.) Weber ex F.H. Wigg.

Sus frutos fueron colectados en el campus Isla Teja de la Universidad Austral de Chile en la ciudad de Valdivia y en la Villa Bosque Entre Ríos Valdivia,coordenadas geográficas39°48'30" de Latitud Sur y 73°14'30" de Longitud Oeste (Figura 8).



Figura 8. Lugares de colecta de Taraxacum officinale en Valdivia.

3.3 - Métodos

Luego de recolectadas las especies test y las proveedoras de sustratos se llevaron en bolsas plásticas al laboratorio, en donde se les aplicó diferentes tratamientos a las ramillas verdes de *Ulex europeus*, a las hojas de *Rubus contrictus* y a frutos de *Holcus lanatus* y *Taraxacum officinale*.

3.3.1 - Tratamiento en *Ulex europaeus*

El material verde de *Ulex europaeus* se mantuvo a temperatura ambiente en cajas de cartón y luego sobre papeles de diarios para eliminar el exceso de agua.

Luego se seleccionó el material, dejando solo los brotes más nuevos, aproximadamente de 50 cm de largo, los que se cortaron en 3 partes, para facilitar el proceso a la hora de ser molido. Finalmente fue llevado al laboratorio de pulpa de la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Austral de Chile, donde en uno de sus molinos fue pulverizado (Figura 9).



Figura 9. *Ulex europaeus*. Sustrato alelópático de ramas molidas.

3.3.2 - Tratamiento en Rubus constrictus

Las hojas compuestas de zarzamora que habían sido colectadas, fueron llevadas al herbario, donde se separaron y se mantuvieron sobre papeles de diarios a temperatura ambiente por aproximadamente 2 semanas para eliminar el exceso de agua. Finalmente, el material fue llevado al laboratorio de pulpa de la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Austral

de Chile, donde en uno de sus molinos fue pulverizado, al igual que el material verde de *Ulex europaeus*(Figura 10).



Figura 10. Rubus constrictus. Sustrato foliar alelopático.

3.2.3 - Tratamiento en *Holcus lanatus*

Los frutos de *Holcus lanatus* se limpiaron en una bandeja, restregando y aventando para eliminar los elementos florales que aún permanecían adheridas al grano (semillas sucias). Luego se conservaron a temperatura ambiente, en bolsas de papel y antes de hacer los bioensayos de germinación, se seleccionaron semillas en buen estado (semillas limpias), (Figura 11).



Figura 11. Holcus lanatus. Semillas sucias (izquierda) y limpias (derecha).

3.2.4 - Tratamiento en Taraxacum officinale

A los frutos de *Taraxacum officinale* se les realizó el mismo tratamiento de *Holcus lanatus*, pero además se procedió a separar el vilano del aquenio ya que solo este último fue utilizado (semillas limpias). Estos frutos se conservaron a temperatura ambiente en bolsas de papel y, previo a los ensayos de germinación fueron contados, para así no demorar el proceso (Figura 12).



Figura 12. Taraxacum officinale. Semillas sucias (izquierda) y limpias (derecha).

Es importante mencionar que aunque los granos a sembrar de *Taraxacum officinale* y de *Holcus lanatus* botánicamente son frutos, aquenios y cariópside, para los efectos de este trabajo nos referiremos a ellos como semillas (Matthei, 1995).

3.2.5 - Diseño experimental

Los bioensayos de alelopatía se realizaron en placas Petri sembrando 50 semillas por placa, con una base de extracto de material verde (aprox 10 g), ya sea *Ulex europaeus* o *Rubus contrictus* y sobre éste se colocó un disco de papel filtro regado con 10 ml de agua destilada, donde posteriormente se procedió a colocar las semillas, para tener en cada ensayo 4 repeticiones por especie. Además, se preparó un control para ver la viabilidad de las semillas almacenadas, donde se realizó el mismo procedimiento anterior aunque sin la base de material

verdealelopático, es decir, solo colocando 50 semillas por placa de cada especie, sobre un disco de papel filtro, con 10 ml de agua destilada.

Posterior a la siembra de semillas, cada 24 horas aproximadamente se observó bajo la lupa la germinación diaria y se regó con agua destilada según la necesidad de las semillas en germinación. La Tabla 1 entrega el diseño experimental utilizado en cada semilla test.

Tabla 1. Diseño experimental para una especie test.

	Repeticiones					
Sustrato	a	b	с	d		
Ulex europaeus	X	X	X	X		
Rubus constrictus	X	X	X	X		
Sin sustrato (control)	X	X	X	X		

X = Placa Petri con 50 semillas.

Es importante mencionar que este diseño experimental se realizó con ambas semillas (*Holcus lanatus* y *Taraxacum officinale*), lo que implicó la siembra de 12 placas por especie investigada, con un total de 24 placas para todo el ensayo y de un total de 1200 semillas.

El control de germinación se realizó diariamente, por un máximo de 30 días, considerando germinadas aquellas semillas que presentaron radícula de más de 3 mm de largo (Figura 13). Los resultados se anotaron en protocolos separados para cada diseño experimental y se expresaron como número de semillas germinadas diariamente y, en forma acumulada.



Figura 13. Holcus lanatus. El círculo rojo indica una semilla germinada.

La viabilidad de las plántulas germinadas se controló cuando fueron replicadas en bandejas plásticas con tierra de jardín. En este caso, se obviaron las repeticiones, considerando sólo una bandeja por tratamiento. Estas plántulas fueron regadas diariamente con agua destilada. Aquí sólo se controló la mortalidad (sobrevivencia), es decir, se anotaron las plántulas que mueren, lo que se expresó como valor absoluto (plántulas muertas) y en porcentaje de las semillas germinadas (vivas) correspondientes al tratamiento (Figura 14).



Figura 14. Plántulas de Taraxacum officinale replicadas en tierra.

Los valores de ambos ensayos (germinación y sobrevivencia) se trataron como valores absolutos determinando la desviación estándar para conocer la significancia estadística de ellos. Con todos ellos se confeccionaron tablas y gráficos. La Tabla 2 muestra la estructura del protocolo utilizado para controlar la germinación.

Tabla 2. Protocolo para anotar los resultados por especie y serie.

	Re	epeticion	ies		Germinación				
Día	a	b	c	d	Diaria	Acumulada	DS	Porcentaje	

DS = Desviación estándar

4.0 - RESULTADOS

Se tratarán primero los resultados separados para cada especie test utilizada, para terminar con una comparación de ambas especies.

4.1. - Especie test *Holcus lanatus*

4.1.1. - Control sobre sustrato de papel filtro. La germinación de las semillas control de *Holcus lanatus* se observó durante 20 días obteniéndose al final un 12 % de germinación (Tabla 3). La germinación se inició a los 5 días después de la siembra con un total de 5 semillas germinadas pero se detuvo a los 12 días con un total de 24 semillas germinadas, lo que corresponde a una 12 % de germinación. La germinación más alta en número de semillas se obtuvo a los 8 días después de la siembra, bajando posteriormente en forma considerable (Figura 15). El máximo de semillas germinadas se alcanzó ya a los 12 días, manteniéndose la curva estable de allí en adelante, no obstante lo anterior, todos los días comprendidos en ese lapso de tiempo hubo germinación (Figura 16).

Tabla 3. Protocolo de germinación de *Holcus lanatus* sobre un sustrato inerte (control).

Repeticiones					Semillas germinadas					
Día	a	b	С	d	Diaria	Acumulada	DS	Porcentaje		
1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
4	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
5	1	3	0	1	5	5	1,26	2,50		
6	1	3	2	1	2	7	0,96	3,50		
7	2	6	2	2	5	12	2,00	6,00		
8	3	8	5	2	6	18	2,65	9,00		
9	3	8	5	3	1	19	2,36	9,50		
10	3	8	5	4	1	20	2,16	10,00		
11	5	8	5	4	2	22	1,73	11,00		
12	5	8	6	5	2	24	1,41	12,00		
13	5	8	6	5	0	24	1,41	12,00		
14	5	8	6	5	0	24	1,41	12,00		
15	5	8	6	5	0	24	1,41	12,00		
16	5	8	6	5	0	24	1,41	12,00		
17	5	8	6	5	0	24	1,41	12,00		
18	5	8	6	5	0	24	1,41	12,00		
19	5	8	6	5	0	24	1,41	12,00		
20	5	8	6	5	0	24	1,41	12,00		

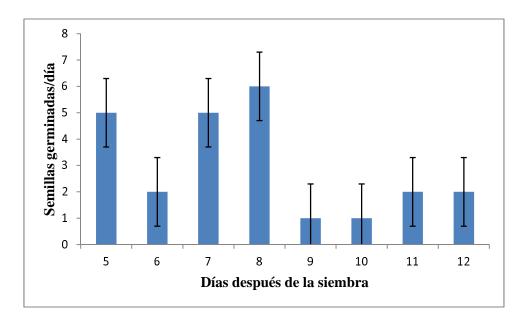


Figura 15. Germinación diaria de *Holcus lanatus* sobre sustrato inerte (control).

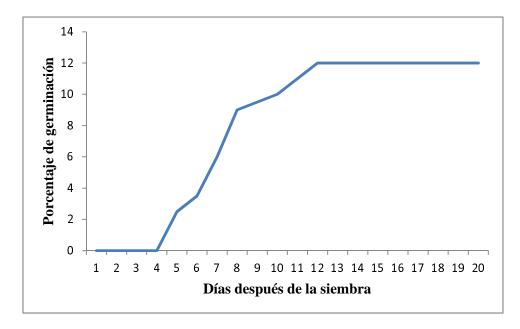


Figura 16. Curva de germinación de *Holcus lanatus* sobre sustrato inerte (control).

4.2.- Holcus lanatus sobre sustrato de Ulex europaeus.

La germinación de las semillas de *Holcus lanatus* sembradas sobre el sustrato de *Ulex* europaeus se controló un máximo de 20 días obteniéndose al final un 10,5 % de germinación (Tabla 4). La germinación se inició un día después que el control, es decir, a los 6 días después de la siembra con un total de sólo 1 semilla germinada en las 4 placas, pero se detuvo a los 19 días con un total de 21 semillas germinadas, lo que corresponde a una 10,5 % de germinación. En este lapso de tiempo sin embargo, hubo sólo 8 días de germinación efectiva, ya que en 6 de ellos no hubo germinación (Figura 17). La germinación más alta en número de semillas se obtuvo a los 13 días después de la siembra, bajando posteriormente, hasta el día de control número 19. El máximo se semillas germinadas se alcanzó también, a los 19 días. Expresado lo anterior en porcentaje se observa que la curva se ubica más baja que él control, dado el menor número total de semillas germinadas (Figura 18). En general, se puede decir que el sustrato de biomasa verde (brotes, espinas y hojas) de *Ulex europaeus* produjo un claro retardo en la germinación de las semillas de Holcus lanatus, pero el porcentaje final de germinación es sólo levemente inferior al control, lo que no es significativo, es decir, aunque se retardó la germinación sobre este sustrato, la cantidad de semillas germinadas fue casi igual.

Tabla 4. Protocolo de germinación de *Holcus lanatus* sobre sustrato de *Ulex europaeus*.

	Rep	eticio	nes			Semillas ge	erminadas	
Día	a	b	С	d	Diaria	Acumulada	DS	Porcentaje
1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
4	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
5	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
6	1	0	0	0	1	1	0,50	0,50
7	1	0	0	0	0	1	0,50	0,50
8	1	0	0	0	0	1	0,50	0,50
9	1	0	2	0	2	3	0,96	1,50
10	1	0	2	0	0	3	0,96	1,50
11	3	0	3	1	4	7	1,50	3,50
12	3	0	3	2	1	8	1,41	4,00
13	5	0	5	5	7	15	2,50	7,50
14	6	3	5	5	4	19	1,26	9,50
15	6	3	5	5	0	19	1,26	9,50
16	6	3	5	5	0	19	1,26	9,50
17	6	4	5	5	1	20	0,82	10,00
18	6	4	5	5	0	20	0,82	10,00
19	6	5	5	5	1	21	0,50	10,50
20	6	5	5	5	0	21	0,50	10,50

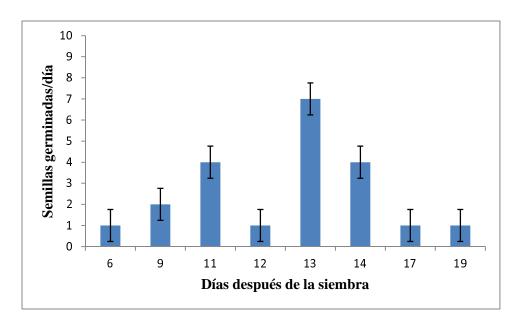


Figura 17. Germinación diaria de Holcus lanatus sobre sustrato de Ulex europaeus.

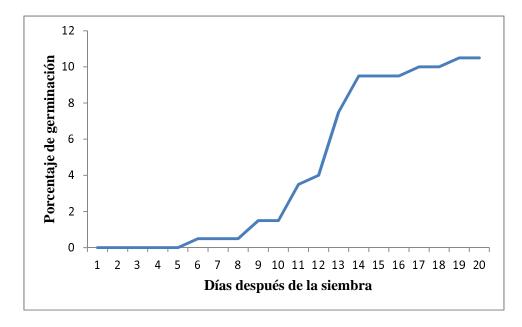


Figura 18. Curva de germinación de Holcus lanatus sobre sustrato de Ulex europaeus.

4.3. - Holcus lanatus sobre sustrato de Rubus constrictus.

La germinación de las semillas de *Holcus lanatus* sembradas sobre el sustrato de hojas verdes de Rubus constrictus también se controló hasta un máximo de 20 días obteniéndose al final sólo un 4,5 % de germinación (Tabla 5). La germinación se inició muy tarde a los 9 días después de la siembra, lo que significa 4 días más tarde que él control, con un total de sólo 1 semilla germinada en las 4 placas, pero se detuvo a los 17 días con un total de 9 semillas germinadas, lo que corresponde sólo a un 4,5 % de germinación. La germinación no fue continua durante este tiempo, ya que hubo 3 días sin germinación (Figura 19). La germinación más alta en número de semillas (3) se obtuvo a los 14 días después de la siembra, bajando posteriormente, hasta el día 17, es decir, 2 días antes que el control. El máximo se semillas germinadas se alcanzó ya a los 17 días, manteniéndose la curva estable de allí en adelante. Expresado lo anterior en porcentaje se observa que la curva se ubica considerablemente más baja que él control, dado el menor número total de semillas germinadas (Figura 20). En general, se puede decir que el sustrato de hojas verdes de Rubus constrictus produjo un claro retardo en la germinación de las semillas de Holcus lanatus, pero además, ejerció también un claro nivel inhibitorio de la germinación, ya que el porcentaje final de germinación es muy inferior al control.

Tabla 5. Protocolo de germinación de *Holcus lanatus* sobre sustrato de *Rubus constrictus*.

	Rep	eticio	nes		Semillas germinadas						
Día	a	b	c	d	Diaria	Acumulada	DS	Porcentaje			
1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00			
2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00			
3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00			
4	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00			
5	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00			
6	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00			
7	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00			
8	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00			
9	0	0	1	0	1	1	0,50	0,50			
10	0	0	1	1	1	2	0,58	1,00			
11	0	0	1	1	0	2	0,58	1,00			
12	0	0	1	2	1	3	0,96	1,50			
13	1	0	1	3	2	5	1,26	2,50			
14	2	0	3	3	3	8	1,41	4,00			
15	2	0	3	3	0	8	1,41	4,00			
16	2	0	3	3	0	8	1,41	4,00			
17	3	0	3	3	1	9	1,50	4,50			
18	3	0	3	3	0	9	1,50	4,50			
19	3	0	3	3	0	9	1,50	4,50			
20	3	0	3	3	0	9	1,50	4,50			

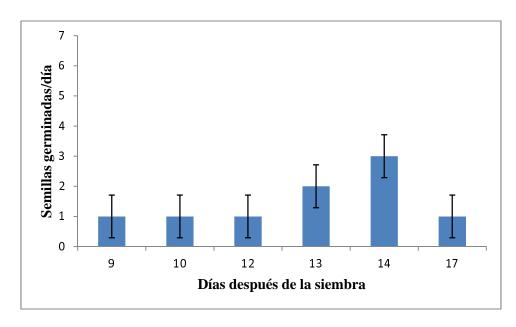


Figura 19. Germinación diaria de Holcus lanatus sobre sustrato de Rubus constrictus.

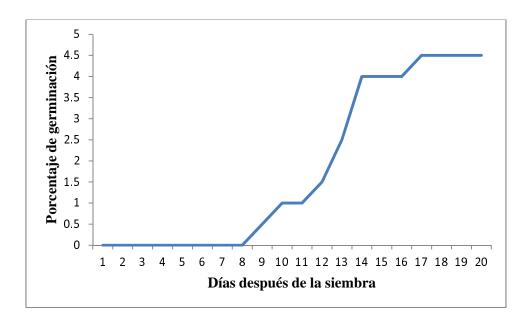


Figura 20. Curva de germinación de Holcus lanatus sobre sustrato de Rubus constrictus.

4.4. - Especies test Taraxacum officinale

4.4.1. - Control sobre sustrato de papel filtro.La germinación de las semillas control de *Taraxacum officinale* fue también controlada durante 20 días, obteniéndose al final un 78 % de germinación (Tabla 6). La germinación se inició a los 3 días después de la siembra con un total de 4 semillas germinadas, pero se detuvo a los 16 días con un total de 156 semillas germinadas, lo que corresponde a un 78 % de germinación. La germinación más alta en número de semillas se obtuvo a los 7 y 10 días después de la siembra, bajando posteriormente en forma considerable (Figura 21). El máximo de semillas germinadas (23) se alcanzó ya a los 16 días, no obstante lo anterior, todos los días comprendidos en ese lapso de tiempo hubo germinación. Expresado lo anterior en porcentaje se observa que la curva se mantiene estable en los últimos días del experimento (Figura 22).

Tabla 6. Protocolo de germinación de *Taraxacum officinale* sobre un sustrato inerte (control).

	Repe	ticione	es					
Día	a	b	c	d	Diaria	Acumulada	DS	Porcentaje
1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3	2	0	1	1	4	4	0,82	2,00
4	2	2	2	3	5	9	0,50	4,50
5	4	4	4	7	10	19	1,50	9,50
6	5	14	7	14	21	40	4,69	20,00
7	9	20	15	19	23	63	4,99	31,50
8	11	24	19	24	15	78	6,14	39,00
9	15	30	29	26	22	100	6,88	50,00
10	21	37	33	32	23	123	6,85	61,50
11	25	39	34	32	7	130	5,80	65,00
12	29	43	38	35	15	145	5,85	72,50
13	30	44	42	35	6	151	6,45	75,50
14	31	45	42	36	3	154	6,24	77,00
15	31	45	42	37	1	155	6,13	77,50
16	32	45	42	37	1	156	5,72	78,00
17	32	45	42	37	0	156	5,72	78,00
18	32	45	42	37	0	156	5,72	78,00
19	32	45	42	37	0	156	5,72	78,00
20	32	45	42	37	0	156	5,72	78,00

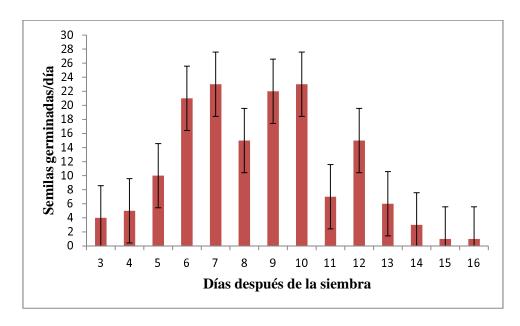


Figura 21. Germinación diaria de *Taraxacum officinale* sobre sustrato inerte (control).

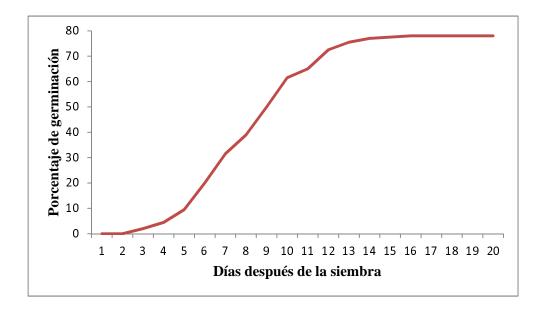


Figura 22. Curva de germinación de *Taraxacum officinale* sobre sustrato inerte (control).

4.5. - Taraxacum officinale sobre sustrato de Ulex europaeus.

La germinación de las semillas de *Taraxacum officinale* sembradas sobre el sustrato de *Ulex europaeus* se controló también un máximo de 20 días obteniéndose al final un 21,5 % de germinación (Tabla 7). La germinación se inició dos días después que el control es decir a los 5 días después de la siembra con un total de sólo 1 semilla germinada en las 4 placas, pero se detuvo a los 18 días con un total de 43 semillas germinadas, lo que corresponde a una 21,5 % de germinación. En este lapso de tiempo sin embargo, hubo 12 días de germinación efectiva, ya que en dos de ellos no hubo germinación (Figura 23). La germinación más alta en número de semillas se obtuvo a los 9 días después de la siembra, bajando posteriormente, hasta el día de control número 18. Entonces el máximo de semillas germinadas se alcanzó ya a los 18 días, manteniéndose la curva estable de allí en adelante, es decir, seguramente la germinación podría haber continuado si se hubiese prolongado el experimento más allá de los 20 días (Figura 24). En general, se puede decir que el sustrato de biomasa verde de *Ulex europaeus* produjo un pequeño retardo en la germinación de las semillas de *Taraxacum officinale*, y además, el porcentaje final de germinación es muy inferior al control.

Tabla 7. Protocolo de germinación *de Taraxacum officinale* sobre sustrato foliar de *Ulex europaeus*.

	Repe	ticione	es					
Día	a	b	С	d	Diaria	Acumulada	DS	Porcentaje
1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
4	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
5	1	0	0	0	1	1	0,50	0,50
6	1	1	1	0	2	3	0,50	1,50
7	1	1	1	0	0	3	0,50	1,50
8	1	3	4	1	6	9	1,50	4,50
9	4	5	6	2	8	17	1,71	8,50
10	5	7	7	2	4	21	2,36	10,50
11	6	8	7	5	5	26	1,29	13,00
12	7	9	8	7	5	31	0,96	15,50
13	9	10	8	8	4	35	0,96	17,50
14	10	10	8	8	1	36	1,15	18,00
15	10	10	8	8	0	36	1,15	18,00
16	11	11	9	8	3	39	1,50	19,50
17	12	11	10	8	2	41	1,71	20,50
18	12	11	10	10	2	43	0,96	21,50
19	12	11	10	10	0	43	0,96	21,50
20	12	11	10	10	0	43	0,96	21,50

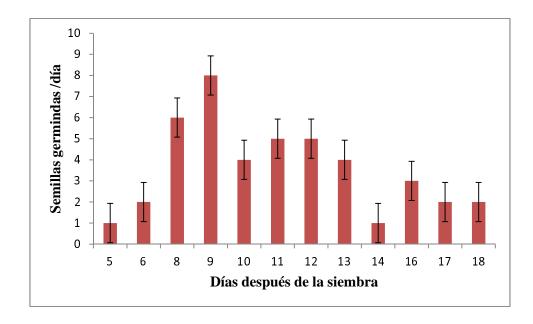


Figura 23. Germinación diaria de *Taraxacum officinale* sobre sustrato de *Ulex europaeus*.

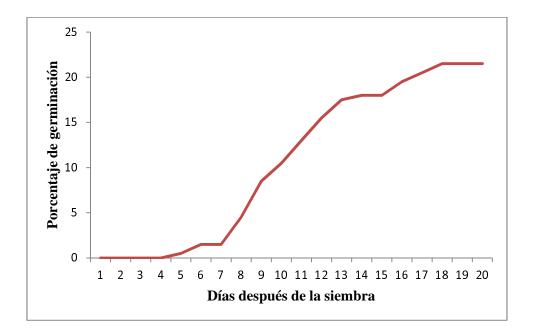


Figura 24. Curva de germinación de *Taraxacum officinale* sobre sustrato de *Ulex europaeus*.

4.6. - Taraxacum officinale sobre sustrato de Rubus constrictus.

La germinación de las semillas de *Taraxacum officinale* sembradas sobre el sustrato foliar verde de Rubus constrictus también se controló hasta un máximo de 20 días obteniéndose al final sólo un 24 % de germinación (Tabla 8). La germinación se inició más tarde a los 7 días después de la siembra lo que significa 4 días más tarde que él control, con un total de sólo 1 semilla germinada en las 4 placas, pero se detuvo a los 18 días con un total de 48 semillas germinadas, lo que corresponde a un 24 % de germinación. La germinación fue continua durante este tiempo, presentándose la germinación más alta en número de semillas (10) a los 11 días después de la siembra, bajando posteriormente, hasta el día 18, es decir, 2 días antes que el control finalizara (Figura 25). Expresado lo anterior en porcentaje se observa que la curva se ubica considerablemente más baja que él control, dado el menor número total de semillas germinadas (Figura 26). En general, se puede decir que el sustrato de hojas verdes de Rubus constrictus produjo un claro retardo en la germinación de las semillas de *Taraxacum officinale*, pero además, ejerció un claro nivel inhibitorio de dicho proceso, ya que el porcentaje final de germinación es muy inferior al control, sin embargo, esta germinación es muy parecida a la que provocó el sustrato de *Ulex europaeus* a esta misma especie a la que sobrepasa ligeramente.

Tabla 8. Protocolo de germinación de *Taraxacum officinale* sobre sustrato de brotes verdes de *Rubus constrictus*.

	Repe	ticion	ies					
Día	a	b	С	d	Diario	Acumulado	DS	Porcentaje
1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
4	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
5	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
6	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
7	0	0	0	1	1	1	0,50	0,50
8	2	0	2	1	4	5	0,96	2,50
9	2	2	3	3	5	10	0,58	5,00
10	6	3	5	3	7	17	1,50	8,50
11	9	5	7	6	10	27	1,71	13,50
12	11	5	7	6	2	29	2,63	14,50
13	12	5	7	6	1	30	3,11	15,00
14	12	6	10	7	5	35	2,75	17,50
15	13	6	12	8	4	39	3,30	19,50
16	14	7	13	10	5	44	3,16	22,00
17	14	8	13	10	1	45	2,75	22,50
18	15	8	14	11	3	48	3,16	24,00
19	15	8	14	11	0	48	3,16	24,00
20	15	8	14	11	0	48	3,16	24,00

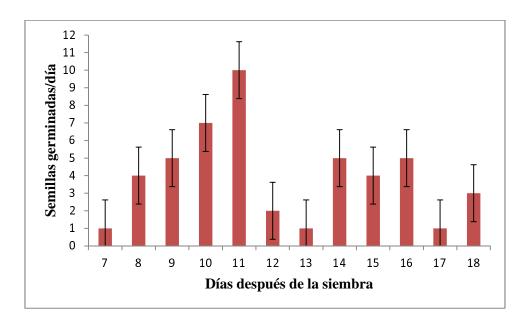


Figura 25. Germinación diaria de *Taraxacum officinale* sobre sustrato de *Rubus constrictus*.

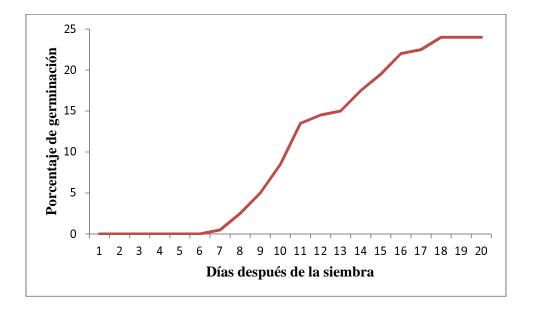


Figura 26. Curva de germinación de *Taraxacum officinale* sobre sustrato de *Rubus constrictus*.

4.7. - Comparación entre controles

El porcentaje de germinación de las semillas de *Taraxacum officinale* es muy superior al de aquellas de *Holcus lanatus*, las primeras alcanzan un valor de 78 %, mientras que las segundas sólo llegan a 12 % en los controles (Figura 27). La curva de *Taraxacum officinale* se levanta a partir del tercer día después de la siembra, para alcanzar su máximo y estabilizarse a a los 16 días. Por el contrario la de *Holcus lanatus* comienzan a subir a los 6 días pero su ascenso es muy lento y se prolonga hasta los 12 días después de la siembra.

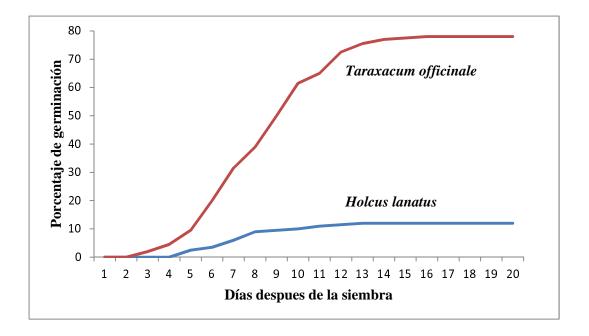


Figura 27. Curvas de germinación de *Holcus lanatus* y *Taraxacum officinale* sobre sustrato inerte (control).

En ambas la germinación diaria es continua, pero *Taraxacum officinale* se extiende entre los 3 y los 16 días, mientras que *Holcus lanatus* solo lo hace entre los 5 y los 12 días. Las

germinaciones diarias de ambas especies son muy variables, pero las de *Taraxacum offcinale* superan las de *Holcus lanatus* todos los días de germinación conjunta (Figura 28).

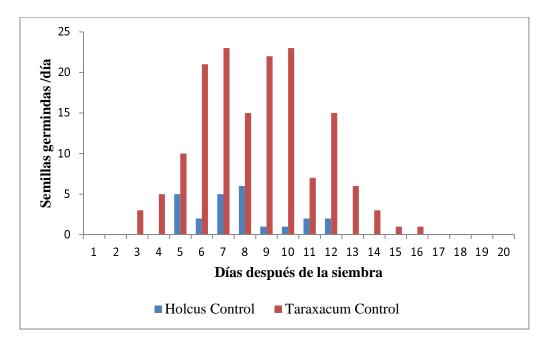


Figura 28. Germinación diaria de *Holcus lanatus* y *Taraxacum officinale* sobre sustrato inerte (controles).

4.8. - Comparación entre ambos sustratos

El porcentaje de germinación de *Taraxacum officinale* es muy superior al de *Holcus lanatus* en el sustrato de hojas verdes de *Rubus constrictus*, el primero alcanza a 24 %, mientras que el segundo sólo llega a un 4,5 % (Figura 29). El efecto alelopático de *Rubus constrictus* provoca inhibición de preferencia en la germinación de *Holcus lanatus*. Sobre el sustrato de brotes verdes de *Ulex europaeus* el porcentaje de germinación de *Taraxacum officinale también*

duplica el de *Holcus lanatus* (Figura 30). De esto se deduce que, en ambos sustratos, Holcus *lanatus*, es la especie más afectada en su germinación.

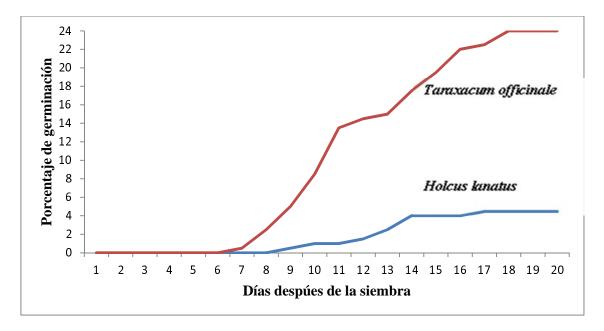


Figura 29. Curvas de germinación de *Holcus lanatus* y *Taraxacum officinale* sobre sustrato de *Rubus constrictus*

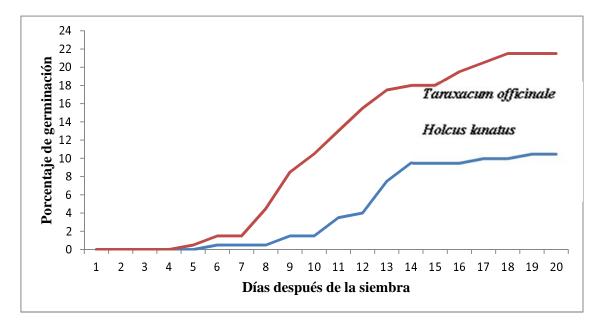


Figura 30. Curvas de germinación de *Holcus lanatus* y *Taraxacum offIcinale* sobre sustrato de *Ulex europaeus*.

Al comparar ambas semillas test con los sustratos se observa efecto inhibitoria en todas por acción del sustrato, pero el efecto inhibitorio es mayor sobre el sustrato de *Rubus constrictus* para *Holcus lanatus* (Figura 31). Mientras que para *Taraxacum officinale* ambos sustratos son inhibitorios pero en una proporción mucho menor y lo más importante, es que en ambos sustratos el efecto es muy parecido (Figura 32). De acuerdo a lo anterior, se puede deducir que *Taraxacum officinale* puede crecer en los estratos inferiores de los matorrales que forman ambos sustratos, pero *Holcus lanatus* sólo podría hacerlo en una matorral de *Ulex europaeus*, pero no en un matorral de zarzamora.

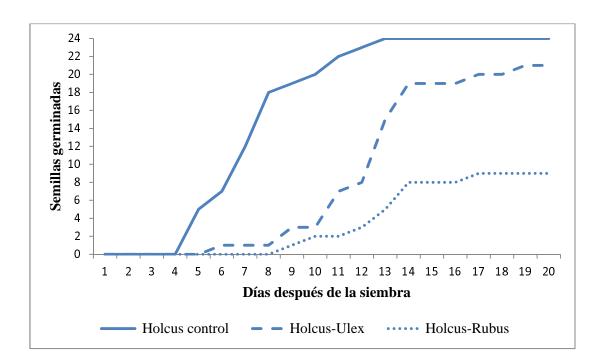


Figura 31. Curvas de germinación de *Holcus lanatus* sobre diferentes sustratos.

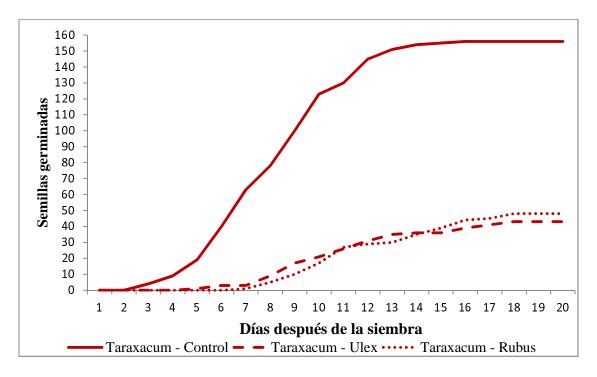


Figura 32. Curvas de germinación de *Taraxacum officinale* sobre diferentes sustratos.

4.9. - Viabilidad de las semillas germinadas

Las plántulas obtenidas de todas las placas Petri, de *Holcus lanatus* y *Taraxacum officinale* se replicaron en recipientes con suelo y fueron mantenidas a temperatura ambiente con abundante riego. La mortalidad de todas ellas fue nula es decir, a 3 meses de terminados los experimentos de germinación, aún se mantiene con vida y creciendo en forma vigorosa (Tabla 9), por lo tanto, la sobrevivencia de dichas plántulas para todos los casos es de 100%. Lo anterior, confirma el hecho de que el efecto alelopático que actúa sobre la semilla, no ejerce efecto alguno sobre el posterior desarrollo de las plántulas.

Tabla 9. Sobrevivencia de plántulas a partir de semillas germinadas en los diferentes experimentos.

Diseños experimentales	Semillas germinadas	Plantulassobrevivientes
	(n°)	(n °)
Holcus lanatus - control	24	24
Holcus lanatus –Ulex europaeus	21	21
Holcus lanatus - Rubus contrictus	9	9
Taraxacum officinale - control	156	156
Taraxacum officinale –Ulex europaeus	43	43
Taraxacum officinale –Rubus contrictus	48	48

59

5.0 - DISCUSIÓN

La zarzamora (Rubus constrictus) crece mejor en la depresión intermedia de la Región de

los Ríos sobre suelos trumaos, donde forma murrales (matorrales y setos secundarios)

pertenecientes a la asociación Alstroemerio-Aristotelietum de Oberdorfer 1960 (San Martín et

al., 1991), por el contrario, el espinillo (Ulex europaeus) forma espinales (matorrales y setos) a

media altura en la Cordillera de la Costa sobre suelos del tipo rojo-arcillosos(Ramírez et al.,

1984). Estos matorrales pertenecen a la asociación vegetal Rubo-Ulicetum propuesta por

Hildebrand 1983 (San Martín, 1992; Ramírez et al., 1988). Según Hildebrand (1983) la posición

sintaxonómica de ambos matorrales es la siguiente:

Clase: Wintero-Nothofagetea Oberdorfer 1960

Orden: Aristotelietalia chilensis Hildebrand 1983

Alianza: Beberidion buxifoliae (microphyllae) Oberdorfer 1960

Asociación: Alstroemerio-Aristotelietum chilensis Oberdorfer 1960

Alianza: Gaultherion phillyraeafoliae Hildebrand 1983

Asociación: Rubo-Ulicetum europaei Hildebrand 1983

Curiosamente en estudios con cultivos experimentales de competencia *Ulex europaeus*

domina ampliamente sobre *Rubus constrictus*, en cualquier tipo de suelo, pero en la naturaleza,

solo crece en forma eficiente en suelo rojo arcillosos a media altura en la Cordillera de la Costa

(Ramírez et al., 1975a). Al parecer, este último comportamiento se debe a que Ulex europaeus no

soporta heladas, que son frecuentes en la depresión intermedia (Hildebrand, 1983).

En el sotobosque de matorrales de *Ulex europaeus* existen pocas especies herbáceas y con

muy baja cobertura, mientras que bajo los matorrales de Rubus constrictus abundan las

hierbas (Ramírez *et al.*, 1988; San Martín *et al.*, 2009). Sin duda, esto se debe a que la Zarzamora es caducifolia y permite mayor paso de luz hacia el suelo, por el contrario aunque, *Ulex europaeus* normalmente se presenta sin hojas tiene una alta cobertura de ramas verdes que tienen un crecimiento intrincado que evita el paso de luz a los estratos inferiores durante todo el año. Esto último justifica también la alta capacidad de competencia del Espinillo que prácticamente puede fotosintetizar todo el año (Ramírez, 1973; 1975b).

Por todo lo anterior, *Holcus lanatus* está presente en ambos matorrales, pero sólo es abundante en los murrales, por el contrario *Taraxacum officinale* no crece en matorrales y solo se le encuentra en la depresión intermedia, pero en hábitats ruderales abiertos, tales como senderos, veredas, campos deportivos, etc., en un hábitat seco y pisoteado (San Martín, 1992; Finot y Ramírez, 1998;Steubing y Ramírez, 1995). Conociendo estos antecedentes se hipotetizó que de existir un efecto alelopático este sería mayor en *Ulex europaeus* sobre ambas especies test. De acuerdo a estos resultados ambos sustratos tuvieron un efecto inhibitorio sobre las semillas test, pero contrariamente a lo supuesto, este fue mayor sobre *Rubus constrictus*. Suponemos que las hojas de la zarzamora producen mayor cantidad de aleloquímicos que las ramillas y espinas de *Ulex europaeus*, lo que por supuesto incidiría en el efecto inhibitorio. Al parecer el efecto inhibitorio de *Ulex europaeus* sobre el desarrollo de una abundante cubierta herbácea en sus matorrales se debería más al sombreamiento que como se dijo es alto y durante todo el año, que a su efecto alelopático.

De la misma manera, se suponía que las semillas test de *Taraxacum officinale* serían más sensibles al efecto alelopático de ambas especies, pero ello tampoco fue así, ya que estas semillas fueron las menos inhibidas en su germinación por ambos sustratos, incluso germinaron en proporciones muy semejantes. No tenemos explicación para esto, pero creemos que a lo mejor

hubo aquí un efecto de material no considerado, el estado de las semillas de *Holcus lanatus*, que al parecer no habían alcanzado la plena madurez, por lo cual incluso en el control y sobre un sustrato inerte su germinación fue baja. Por lo demás, en las placas Petri utilizadas, los aleloquímicos están mucho más concentrados que en la naturaleza, por lo que su efecto podría estar exagerado (Ramírez, 1971).

Considerando los valores indicadores ecológicos planteados por Ramírez *et al.*, (1991), se observa que los requerimientos ecológicos de los dos arbustos utilizados como sustrato son muy diferentes (Tabla 10). Mientras la zarzamora es indiferente al factor luz, el espinillo necesita mucha luz para crecer. Esto justifica el hecho de que el primer arbusto puede prosperar bajo bosques, pero no el Espinillo (Toledo, 2007). Aunque los requerimientos térmicos son parecidos, como se dijo hay una gran diferencia en la capacidad para soportar heladas de ambos. *Ulex europaeus* prefiere suelos más ácidos y menos eutroficados que la zarzamora (Ramírez *et al.*, 1991). Con respecto a la humedad, la zarzamora es indiferente y el espinillo soporta sequía, como sucede con los suelos rojo-arcillosos que son más compactados y secos que los trumaos.

Las plantas test tienen casi los mismos requerimientos de luz, pero *Taraxacum officinale* es indiferente a la temperatura, mientras que *Holcus lanatus* prefiere lugares fríos, aunque sin heladas (Tabla 10). Ambas son indiferentes a la acidez del suelo, pero la primera requiere mucho nitrógeno, es decir, alta eutrofización. Por último, los requerimientos de humedad son parecidos.

De acuerdo a esto, quizás la resistencia de las semillas de *Taraxacum officinale* a la acción alelopática en los experimentos se debió a que en ambos sustratos había mucho nitrógeno, que él necesita.

De nuestros resultados se desprende que por lo menos los primeros estadios de crecimiento de la plántula producto de las semillas germinadas no serían afectados por el efecto alelopático sobre la semilla.

Tabla 10. Valores indicadores de las especies trabajadas de acuerdo a Ramírez *et al.* (1991).

Especies / Factor:	Luz	Temperatura	pН	Nitrógeno	Humedad
Rubus constrictus	X	5	4	6	X
Ulex europaeus	8	4	2	3	5
Taraxacum officinale	8	X	X	7	5
Holcus lanatus	7	5	X	4	6

X= INDIFERENTE

5.1. - CONCLUSIONES

De los resultados presentados y discutidos anteriormente, se desprenden las siguientes conclusiones:

- Los sustratos verdes foliares o de ramas de arbustos invasores causan efecto alelopático inhibiendo la germinación de *Taraxacum officinale* y *Holcus lanatus*,lo que nos confirmaría lo planteado en la Hipótesis 1.
- Los frutos de *Taraxacum officinale* y *Holcus lanatus* son buenas "semillas test" para probar efectos alelopáticos sobre la germinación.
- Rubus constrictus ejerció un mayor efecto alelopático inhibitorio sobre la germinación de las semillas test utilizadas, que *Ulex europaeus* y en relación a lo señalado en la Hipótesis
 2, el mayor efecto alelopático inhibitorio de la germinación de semillas lo causaría *Ulex europaeus*.
- *Taraxacum officinale* fue menos afectado que *Holcus lanatus* por el efecto inhibitorio alelopático de ambos arbustos utilizados, por lo que lo planteado en Hipótesis 2,que el mayor efecto inhibitorio se presentaría en las semillas de *Taraxacum officinale*, no se puede confirmar, ya que los resultados obtenidos indican lo contrario.
- En los resultados tienen incidencia el estado de madurez de las semilla test utilizadas.
- El efecto alelopático inhibitorio no se ejerce sobre el desarrollo de las plántulas retiradas de los ensayos.

6.0 - LITERATURA CITADA

Álvarez, M., Ramírez, C., Figueroa, H y San Martin C. (2006) Seed banks in an inundation gradient of two grasslands in the 10th Región (Chile) and their relationship with the plant cover. *Feddes Repertorium* 117: 571-586.

Anaya, A. (1999)Allelopathy as tool in the management of biotic resources in Agroecosystems. *Critical in Plant Sciences* 18(6): 697-739.

Ballester, A., Arias, M., Cobián, B., López-Calvo, E.y Vieitez, E. (1982) Estudio de potenciales alelopáticos originados por *Eucalyptus globulus* Labill., *Pinus pinaster* Ait. y *Pinus radiata* D. *Pastos* 12 (2): 239-254.

Blanco, Y. (2006) La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. *Cultivos Tropicales* 27 (3): 5-16.

Borner, H. (1960). Liberation of organic substances from higher plants and their role in soil sickness problems. *Bot. Rev.*, 26: 393-424.

Einhelling, F. (1965)Interactions involving allelopathy in cropping systems. *Agronomy Journal* 88: 886-893.

Einhelling, F. (1986)Mechanism and mode of action of alelochemicals. En Putman, A.R y Tang C.R. *The Cience of Allelopathy*: 171-188.

Espinoza, N. (1996) Malezas presentes en Chile. Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA). Concepción, Chile. 219 p.

Finot, V. y Ramirez, C. (1998)Fitosociología de la vegetación ruderal de la ciudad de Valdivia. 2. Vegetación de senderos. *Stvdia botánica* 17: 69-86.

Frey, W. y Lösch, R. (2010) Geobotanik – Pflanze und vegetation in Raum und Zeit. Spektrum Akademische Verlag, Heidelberg. 600 p.

Fuentes, N., Sánchez, P., Pauchard, A., Urrutia, J., Cavieres, L., y Marticorena, A. (2014) Plantas invasoras del Centro-Sur de Chile: Una Guía de Campo. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB), Concepción, Chile. 275 p.

Hildebrand, R. (1983) Die Vegetation der Tieflandsgebüsche des südchilenischen Lorbeerwaldgebiets unter besonderer Berücksichtigung der Neophytenproblematik. *Phytocoenologia* 11(42): 145-223.

Kaschel, G. (1992) Efecto alelopático de residuos de poligonáceas y gramíneas sobre varias especies herbáceas. Tesis Lic. Agr. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile. 61 p.

Kogan, M. (1992) Malezas: Ecofisiología y estrategias de control. PontificiaUniversidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 402 p.

López, G. (2006) Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas baleares. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. Tomo II. 1727 p.

Lorenzo, P. y González, L. (2010)Alelopatía: una característica ecofisiológica que favorece la capacidad invasora de las especies vegetales. *Ecosistemas* 19 (1): 79-91.

Matthei, J. (1995) Manual de las malezas que crecen en Chile. Santiago, Chile. 545 p.

Molisch, H. (1937) Der einfluss einer pflanze auf die andere: Allelopathie.Gustav Fisher Verlag, Jena. 106p.

Müller, H. (2001) Efecto alelopático de residuos de *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus y Lolium perenne*. Tesis Lic. Agr. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia-Chile. 100 p.

Oberdorfer, E. (1960) Pflanzensoziologische Studien in Chile – EinVergleich mit Europa. Flora et Vegetatio Mundi 2: 5 – 208.

Ormeño, N.y Pérez, F. (1993) ¿Sabe usted lo que es alelopatía? *Investigación y Progreso Agropecuario, La Platina*.(Chile) 76: 32-35.

Quiroz, C., Pauchard, A., Marticorena, A y Cavieres, L. (2008) Manual de plantas invasoras del centro-Sur de Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción, Chile. 45 p.

Ramírez, C. (1971) Experimentelle Untersuchungen über gegenseitige Beeinflussungen, Keimung und Provenienzen von Pflanzenarten südchilenischer Rasen und Gebüsche. Disertación, Naturwissenschaftliche Fakultät, Justus Liebig Universität, Giessen. 249 p.

Ramírez, C. (1973) Germinación, crecimiento juvenil y relaciones de competencia de Rubus constrictus Lef. & M. y Ulex europaeus L. Agricultura Técnica 33 (2): 90-93.

Ramírez, C. (1975a). Desarrollo de malezas leñosas sobre suelos de origen volcánico en cultivos puros y mixtos con gramíneas. *Agro Sur* 3 (1): 32-42.

Ramírez, C. (1975b). Desarrollo de *Agrostis castellana* y *Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum* en cultivos mixtos con arbustos, en suelos de origen volcánico. *Agricultura Técnica* 33 (2): 77-84.

Ramírez, C., Moraga, M., y Figueroa, H. (1984) La similitud florística como medida de degradación antrópica del bosque Valdiviano. *Agro Sur* 12 (2): 127-139.

Ramírez, C., Barrera, J., Contreras, D y San Martin, J. (1988) Estructura y regeneración del matorral de *Ulex europaeus* en Valdivia, Chile. *Medio Ambiente* 9 (1): 143-149.

Ramírez, C., Finot, V., San Martin, C y Ellies, A. (1991) El valor indicador ecológico de las malezas del Centro-Sur de Chile. *Agro Sur* 19 (2): 94-116.

Ramírez, C., San Martin, C y Keim, M. (1997)Flora ruderal del antiguo basural de Ovejería (Osorno, Chile). *Gayana Botánica* 54 (1): 19-30.

Ramírez, C., Álvarez, M., San Martin, C y Mac Donald, R. (2002) Banco de semillas como parte de la materia orgánica del suelo. *Boletín Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo* 18: 125-128.

Ramírez, C., Ellies, A., Mac Donald, R y Seguel, O. (2003) Cambios en la flora nativa y la materia orgánica desde bosques nativos a praderas antropogénicas en suelos volcánicos de la IX Región de Chile. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal* 2 (2): 1-12.

Reigosa, M., Sánchez, A. y González, L. (1999). Ecophysiological approach in allelopathy. *Critical reviews in plant Sciences* 18(5): 577-608.

Rice, E. L. (1984) Allelopathy. Second Edition, Academic Press, Orlando, 422 p.

San Martin, C., Rodríguez, G y Ramírez, C. (1991)Origen de la vegetación actual del sector Rapaco-Pichirropulli (Valdivia, Chile). *Actas II Congreso Internacional Gestión en Recursos Naturales, Valdivia* 2: 456 - 468.

San Martin, C. (1992)Flora, vegetación y dinámica vegetacional de la Laguna Santo Domingo (Valdivia, Chile). Tesis, Escuela de Graduados. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 192 p.

San Martin, C., Villagra, J y Novoa, C. (2009) Comparación de manejos pratenses del centro-sur de Chile utilizando valores bioindicadores de Ellenberg. *Gayana Botánica* 66 (2): 158-170.

Schauter, T. y Caspari, C. (2008) Der BLV Pflanzen-Führer für Unterwegs. BLV Buchverlag Gmbh & Co. München. 494 p.

Seigler D. (1996)Chemistry and mechanisms of allelopathic interactions. *Agronomy Journal* 88: 876-885.

Steubing, L. y Ramirez, C. (1995)Vegetationsanalyse eines Fussballfeldes in Valdivia (Chile). Schriftenreihe für Vegetationskunde 27: 217-221.

Toledo, G. (2007) Flora invasora de los bosques del centro-Sur de Chile. Licenciatura en Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 87 p.

Valdivia, O. y Daruich, H. (2015)Comparación florística, vegetacional y edáfica de canchas de futbol con diferentes tipos de manejo en la ciudad de Arica, Chile. Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad de Tarapacá. Arica. 49 p.

Weston, L. (1996) Utilization of Allelopathy for Weed Management in Agroecosystems. *Agronomy Journal* 88: 860 – 875.

Wilckens, R.,Berti, M., Hevia, F. y Fischer, S. (2005) Adaptación de Plantas Medicinales en la Zona Centro-Sur y Sur de Chile .Universidad de Concepción, Chillán, 162 p.

.

Whittaker, R. (1965)Dominance and diversity in land plant communities. *Science*, 147: 250-260.