

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**EFFECTO DEL LIXIVIADO DE RIEGO DE CULTIVOS UTILIZADOS COMO
COBERTURA SOBRE VID DE MESA DE UN AÑO DE EDAD**

DENISSE ALESSANDRA BERNABÉ LABORIE GUERRA

Santiago, Chile
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**EFFECTO DEL LIXIVIADO DE RIEGO DE CULTIVOS UTILIZADOS COMO
COBERTURA SOBRE VID DE MESA DE UN AÑO DE EDAD**

**EFFECT OF LEACHATE IRRIGATION OF COVER CROPS
ON ONE YEAR OLD TABLE**

DENISSE ALESSANDRA BERNABÉ LABORIE GUERRA

Santiago, Chile
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

EFECTO DEL LIXIVIADO DE RIEGO DE CULTIVOS UTILIZADOS COMO
COBERTURA SOBRE VID DE MESA DE UN AÑO DE EDAD

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Fitotecnia

DENISSE ALESSANDRA BERNABÉ LABORIE GUERRA

Profesores Guías	Calificaciones
Sra. Cecilia Baginsky G. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,7
Sra. Verónica Díaz M. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,9
Profesores Evaluadores	
Sra. Paola Silva C. Ingeniero Agrónomo, M.S. ,Dr.	5,3
Sr. Tomás Cooper C. Ingeniero Agrónomo, Dr. sc. agr.	6,0

Santiago, Chile
2011

A mi mamá, Ercilia
A mis abuelos, Manón y Roberto
A mi tío, Robert
A mis hermanas, Diana y Leslie
A mi sobrino, Benjamín

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos aquellos que contribuyeron en la realización de este trabajo:

En primer lugar, a mi familia por estar conmigo en todo momento, entregándome su amor y comprensión y por darme esa fuerza para luchar y cumplir mis metas y sueños. Mamá, mami, papi, tío, Leslie y Diana este trabajo es nuestro logro, es el fruto de toda una vida que gracias a sus grandes esfuerzos y sacrificios se han concretado, gracias por enseñarme a que lo que me proponga lo puedo lograr, en especial a ti mamá.

También, quisiera agradecer a Patricio Muñoz y a Iván Asencio, de quienes siempre recibí apoyo y cariño.

A mis profesoras guías, Cecilia Baginsky y Verónica Díaz por su paciencia, confianza y apoyo en la realización de este trabajo. A ambas, les agradezco por esas conversaciones llenas de consejos que han contribuido en mi formación personal y profesional.

Al profesor Ricardo Pertuzé, por su amabilidad y disposición a solucionar mis dudas.

A Carlos Meza, porque en cada solicitud de ayuda siempre me tendió una mano.

Quisiera dedicarle parte de mis logros a Ximena Casanueva (Q.E.P.D.) y agradecerle por creer en mí, entregándome parte de sus conocimientos y herramientas para mi desarrollo profesional.

A mis amigas del colegio y amigos de la vida, el trabajo y la universidad, gracias por escuchar y comprenderme, por sus consejos, por darme grandes momentos de alegría en momentos de dificultad y por estar conmigo alentándome en la realización de este trabajo.

También, mis sinceros agradecimientos a todos los que conmigo compartieron y que por razones de la vida... han seguido otros rumbos.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que no alcancé a incluir en estas líneas, y que de una u otra forma me han apoyado, estoy segura que la vida les agradecerá, por todo lo que alguna vez compartimos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	1
Palabras claves	1
ABSTRACT	2
<i>Key words</i>	2
INTRODUCCIÓN	3
Hipótesis.....	6
Objetivo.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
Lugar de estudio.....	7
Materiales.....	7
Tratamientos y Diseño experimental	7
Metodología	9
Cultivos de cobertura	9
Plantas de vid	9
Variables de crecimiento de la vid.....	10
Análisis estadístico.....	10
RESULTADOS	12
Altura de plantas de vid.....	12
Diámetro de tronco en plantas de vid.....	13
Longitud de brotes en plantas de vid.....	14
Número de hojas en plantas de vid	16
Peso de brotes de las plantas de vid	18
Peso de raíces de plantas de vid	19
DISCUSIÓN	21
CONCLUSIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26
APÉNDICE I	31
APÉNDICE II	31
APÉNDICE III	32

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Cultivos de cobertura utilizados, forma de siembra y dosis de semilla	7
Cuadro 2.	Tratamientos de acuerdo a la procedencia del cultivo	8
Cuadro 3.	Longitud de brotes en plantas de vid regadas con el lixiviado proveniente de los cultivos	14
Cuadro 4.	Número de hojas en plantas de vid regadas con lixiviados de cultivos	17
Cuadro 5.	Peso fresco y seco de los brotes de las plantas de vid sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura	19
Cuadro 6.	Peso fresco y seco radical de las plantas de vid sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura	20

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Esquema del ensayo	8
Figura 2.	Incremento en la altura de las plantas de vid sometidas a riegos con lixiviados de especies de cultivos de cobertura	13
Figura 3.	Incrementos en el número de hojas de las plantas de vid sometidas a riegos con lixiviados de cultivos de cobertura	14
Figura 4.	Incrementos en la longitud de brotes de las plantas de vid sometidas a riegos con lixiviados de cultivos de cobertura	15
Figura 5.	Porcentaje de disminución del crecimiento de la longitud de brotes en relación al testigo de las plantas de vid, a través de los 120 días de haber sido sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura	16

Figura 6.	Incrementos en el número de hojas de las plantas de vid sometidas a riegos con lixiviados de cultivos de cobertura	17
Figura 7.	Porcentaje de disminución del número de hojas en relación al testigo de las plantas de vid, a través de los 120 días de haber sido sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura	18
Figura 8.	Porcentaje peso seco de brotes en relación al testigo de las plantas de vid, luego de 120 días de haber sido sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura	19
Figura 9.	Porcentaje peso seco de raíces en relación al testigo de las plantas de vid, luego de 120 días de haber sido sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura	20

RESUMEN

En el Valle de Copiapó, las condiciones climáticas se presentan favorables para el desarrollo de la vid (*Vitis vinífera*), sin embargo, los suelos de la zona son sensibles al deterioro físico producto del manejo agrícola (alta intensidad de uso y bajos niveles de materia orgánica). Con respecto al último punto se han evaluado diferentes manejos entre los cuales se encuentra el uso de cultivos de cobertura, sin embargo no existen antecedentes de efectos alelopáticos generados sobre vides. Por este motivo, se llevó a cabo el presente estudio donde se evaluó el efecto de lixiviados provenientes del agua de riego de cebada, haba, mostaza y sordán sobre el crecimiento de vid variedad Sultanina de un año de edad.

El ensayo se realizó con un diseño experimental completamente al azar y contempló 5 tratamientos conformados por plantas de vid que crecieron en contenedores individuales, las cuales se regaron con el lixiviado de riego proveniente de los cultivos de cobertura antes mencionados y sembrados en forma independiente a las plantas de vid, además de un testigo sin cultivo; cuando éstos alcanzaron el 50% de floración, fueron segados y dejados sobre la misma superficie continuando el riego, utilizando el lixiviado correspondiente, hasta que las vides cesaron de crecer.

Se midió altura de planta, diámetro del tronco, número de hojas y longitud de brotes. Además, al finalizar el periodo de crecimiento de la vid se midió materia fresca y seca de la parte aérea y de raíces.

Los resultados indican que existieron reducciones estadísticas significativas en longitud de brotes y número de hojas en las plantas de vid para los tratamientos de cebada, mostaza y sordán, manifestándose estas diferencias en etapas previas y posteriores al corte de los cultivos. También se observó una menor acumulación de materia fresca y seca en brotes de vid en el tratamiento de cebada, sin detectar diferencias en peso de las raíces. Las variables altura de planta y diámetro del tronco no presentaron diferencias estadísticas.

Debido a que en este ensayo no existió competencia entre los cultivos y las vides, el efecto de reducción del crecimiento se atribuiría a algún tipo de exudado generado por los cultivos de cobertura y/o residuos de éstos, compuestos que al ser lixiviados por el agua de riego afectarían el crecimiento de la vid.

Palabras claves: alelopatía, cubiertas vegetales, Sultanina, *Vitis vinífera*

ABSTRACT

In the Copiapo valley, climatic conditions are favorable for vine agriculture (*Vitis vinifera*), however, the soils of the area are very sensitive to physical damage because of agriculture management, such as high intensity use and low levels of organic matter in the soil). The latter effect has been studied with several kinds of management, nevertheless, there is no information of the allelopathic effects produced in vine. For this reason a study was developed to evaluate the effect of leachate irrigation water from barley, beans, mustard and sordan on the growth of a one year old 'Sultanina' vine variety.

This work was performed using a completely randomized design with five treatments. In each treatment vines were grown in individual containers and they were irrigated with the different leachates of the cover crops, and an untreated sample. Once the plants reached the 50% flowering state, they were harvested and left in the containers with each leachate irrigation until the vines stopped growing.

Several measuring parameters were obtained in the course of the experiment like plant height, stem diameter, leaf number and shoot length. At the end of growing period fresh and dry weight of foliage and roots were measured.

Results showed statistically significant reductions in shoot length and leaf number for the barley, mustard and sordan treatments, which were recorded before and after the crops harvest. We also observed a reduced accumulation of fresh and dry weight in vine shoots irrigated with barley leachate, with no differences in root weight. Also, plant height and stem diameter were not statistically different compared with the control.

Because in this trial no competition occurred between the crops and vines, slow vine growth was attributed to some type of exudate or residue produced by the plants that affect vine growth when irrigated with this leachate.

Key words: allelopathy, cover crops, 'Sultanina', *Vitis vinifera*

INTRODUCCIÓN

Los cultivos de cobertura han sido utilizados en huertos y viñedos, al menos desde la época romana, cuando se sembraban porotos entre las hileras de plantas de vid. Hoy en día, es una práctica común que está siendo utilizada o probada como una herramienta de gestión en casi todos los cultivos (Chaney *et al.*, 2009).

Altieri (1995), define los cultivos de cobertura como la técnica de sembrar plantas herbáceas perennes o anuales en cultivos puros o mezclados para cubrir el suelo con un alto porcentaje de follaje durante todo o parte del año, y que por lo general no son cultivos para ser cosechados ni comercializados.

Estos cultivos se recomiendan como una práctica de conservación de suelos, puesto que el cultivo asociado al cultivo principal genera una serie de cambios en las propiedades físico-químicas del suelo generando beneficios ecológicos de importancia. Según Céspedes y Fernández (2007) dentro de las ventajas de los cultivos de cobertura, se encuentran: proteger al suelo de la erosión, incrementar el contenido de materia orgánica y los nutrientes del suelo, favorecer la infiltración del agua y disminuir la compactación del suelo, así como disminuir la población de malezas y controlar algunas especies de nemátodos. Estos beneficios enriquecen el suelo, no solo superficialmente, sino también, con los años, en los estratos más profundos, por efecto de la renovación de las raíces de las cubiertas herbáceas (Ellena, 1999; Hartwig y Ammon, 2002).

Los cultivos de cobertura pueden ser leguminosas, cereales o cualquier especie que produzca abundante follaje con el objeto de cubrir gran parte del suelo. La correcta elección del cultivo asociado y el momento de establecimiento permitirá cumplir con los objetivos y beneficios antes indicados, así como también evitar posibles efectos negativos (Sánchez, 2004), de manera que el ciclo de crecimiento no interfiera directamente con el crecimiento del cultivo principal (Ovalle *et al.*, 2007).

Los cultivos de cobertura son incorporados principalmente en el periodo de otoño-invierno, por lo que es necesario considerar especies con características tales como buena resistencia al frío, elevado crecimiento otoñal, rústicas, de ciclo corto, fáciles de establecer y además que sus semillas sean de bajo costo (Ellena, 1999).

Los posibles efectos negativos que puede producir un cultivo de cobertura sobre el cultivo principal son: mantener una humedad favorable al desarrollo de hongos parásitos como por ejemplo *Botrytis cinerea* L. u *Oidium tuckeri* B., (Reynier, 1995). También se puede producir una desecación excesiva del suelo en periodos de escasa humedad o una disminución del volumen de suelo explorable por las raíces del cultivo principal y debilitamiento del vigor de las plantas debido a la competencia en el uso del suelo y agua. Este debilitamiento llega a ser grave en periodos secos, así como en suelos que tengan poca reserva útil e injertados sobre patrones débiles (Sánchez, 2004).

Es frecuente que plantas vecinas que comparten un mismo hábitat interactúen entre sí de una forma negativa dando lugar a un fenómeno llamado interferencia. Muller (1969) citado por Bengoa (1983), sugiere este término para referirse al conjunto de todos los efectos perjudiciales de una planta sobre otra, englobando de esta manera los efectos alelopáticos y los competitivos. Al ser la alelopatía un fenómeno no competitivo, añade al medio ambiente un nuevo factor de naturaleza química (Kogan, 1992).

La alelopatía, ha sido definida por International Allelopathy Society en 1996 (I.A.S, 2006), como cualquier proceso que incluya metabolitos secundarios (aleloquímicos) producidos por plantas, microorganismos, virus, algas y hongos que influyen en el crecimiento y desarrollo de sistemas agrícolas y biológicos (excluyendo animales), tanto con efectos positivos como negativos.

Los aleloquímicos están presentes en prácticamente todos los tejidos de la planta, incluidas las hojas, flores, frutos, tallos, raíces, rizomas, semillas y polen (An *et al.*, 1998) y son liberados en respuesta a diferentes estreses bióticos y abióticos (Sampietro, s.a.), a través de cuatro procesos: exudaciones radicales, lixiviación por agua desde las partes aéreas, descomposición en el suelo de los residuos vegetales o eliminación como compuestos volátiles (An *et al.*, 1998).

Cuando las plantas están expuestas a aleloquímicos, su crecimiento y desarrollo se ven afectados (Einhellig, 1996). Los efectos visibles son reducción del crecimiento de raíces, abultamiento o necrosis de las puntas de las raíces, decoloración de ellas y falta de pelos radicales; aumento del número de raíces seminales; reducción de la acumulación de peso seco y reducción de su capacidad reproductiva (Rice, 1984).

Entre los metabolitos secundarios que normalmente son producidos y considerados como aleloquímicos están los terpenos, fenoles, alcaloides y glicósidos. Cada especie posee distinto tipo y cantidad de ellos, siendo los compuestos más comunes los ácidos fenólicos, los alcaloides y los ácidos hidroxámicos (Silva, 2003).

A juicio de Muñoz *et al.* (2001), los metabolitos secundarios de plantas con aptitud medicinal y/o con potencial biocida, han sido superficialmente estudiados a escala nacional. Los estudios no han incluido ensayos de bioactividad y se ha descuidado la caracterización química y el efecto de taninos, polifenoles, saponinas y otros. Los mismos autores aclaran que un estudio más cabal de estos compuestos ayudaría a entender las posibles interacciones sinérgicas entre ellos y la identificación de compuestos que se forman en reacciones posteriores.

Guenzi *et al.* (1967) citado por Silva (2003) observaron que el potencial alelopático de las plantas, cambia con la especie y la descomposición de su rastrojo en el campo.

Los primeros antecedentes de efectos alelopáticos causados por plantas herbáceas sobre árboles frutales, fueron establecidos por Pickering en 1917 y 1919, según lo indica Díaz *et al.* (1986). El trabajo consistió en hacer crecer algunas gramíneas en recipientes y con el

agua de drenaje regar plantas de manzano que crecían en otras macetas. Se observó, que las plantas frutales mostraban un crecimiento restringido. Al no existir fenómenos de competencia entre las gramíneas y el frutal, se postuló que existían sustancias tóxicas que serían las responsables de la inhibición.

Cuboon (1925) citado por Bengoa (1983) observó un crecimiento restringido de plantas jóvenes de vid cuando, junto a ellas, se establecían plantas de centeno. Como este menor crecimiento persistía, aún cuando la vid era manejada bajo condiciones óptimas para su desarrollo, el autor concluyó que esta inhibición fue consecuencia de fitotóxicas exudadas por las raíces del cereal.

Entre la temporada 2007-2009, se llevó a cabo un estudio en el valle de Copiapó y del Huasco (III región), donde se establecieron diferentes cultivos de cobertura sobre plantaciones de vid, con el objetivo de evaluar su incidencia sobre mejoras en las propiedades físico-químicas de los suelos de esa zona. Este estudio estuvo enmarcado dentro del proyecto “Suelo Vivo: Innovación y cambios tecnológicos en el uso de la materia orgánica en la optimización del manejo de parronales en la III Región”. La elección de estos cultivos estuvo basada en información relacionada con su tolerancia a la salinidad, tipo de crecimiento radical, tolerancia a la sequía y/o incidencia sobre nemátodos.

Todos estos cultivos fueron establecidos anualmente en la postcosecha de la uva, es decir, entre los meses de enero y febrero, interfiriendo mínimamente en el crecimiento de la vid. Un resumen de las características más importantes de ellos se describe a continuación:

Cebada (*Hordeum vulgare*): Es una planta que se encuentra en una variada gama de condiciones edafoclimáticas de nuestro país; prefiere suelos fértiles, no obstante, los rendimientos no se ven muy afectados bajo condiciones de suelos pedregosos y poco profundos. Las gramíneas aportan bastante materia seca, poseen un sistema radical fasciculado, con abundante raíces finas (Ellena, 1999). Es el cereal de mayor tolerancia a la salinidad (Isla, 2001), tolerando relativamente bien hasta $11,0 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de conductividad eléctrica (Feuchter, 2000). Además, los rastrojos de cebada son efectivos en la reducción del crecimiento de malezas (Sampietro, s.a.).

Haba (*Vicia faba*): Es una especie cuya raíz crece hasta alcanzar un largo similar al del tallo de la planta, pudiendo superar el metro de profundidad. Como otras Fabáceas, los nódulos de la misma tienen la propiedad de fijar nitrógeno y aportarlo directamente a la planta. Una vez que el cultivo ha completado su ciclo de desarrollo, el nitrógeno incorporado queda disponible, aumentando con ello la fertilidad del suelo, por lo que es comúnmente empleada en sistemas de rotación para fortalecer suelos sometidos a una alta extracción de nutrientes (Urzúa, 2005). También, son utilizadas en suelos degradados, puesto que es una especie poco exigente en cuanto a requerimientos de nutrientes, no obstante suelos mal drenados y/o compactados pueden afectar su crecimiento y rendimiento (Faiguenbaum, 2003). Además, es una especie que se caracteriza por ser de tolerancia media a la salinidad, soportando hasta $6-8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ (Feuchter, 2000).

Mostaza (*Sinapsis alba*): es una planta muy ramificada, de rápido crecimiento (Pino, 2006); resistente a la sequía, al calor y a las heladas, creciendo bien en casi todo tipo de suelos. Esta especie se ha utilizado como cultivo de cobertura por ser biofumigante (Pizarro, 2006) gracias a la concentración de glucosinolatos que posee (Sepúlveda, 2003), los cuales al hidrolizarse en el suelo, por la acción de la enzima mirosinasa, se transforman en isotiocianatos, tiocianatos y nitrilos (Halbrendt, 1996), teniendo reconocido efecto supresor sobre nemátodos, patógenos del suelo y malezas en rotaciones de cultivos (Halbrendt y Jing, 1994).

Sordán 79 (*Sorgo x pasto Sudán*): es un híbrido interespecífico formado por dos especies *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* (Anónimo, 2010), este último es quién le confiere al híbrido un rápido rebrote después del corte y un mayor macollaje (Anónimo, 2009). El sordán forrajero se caracteriza por ser de gran adaptabilidad a diferentes tipos de clima y suelo. Muy tolerante a condiciones de stress hídrico y a los suelos ácidos y salinos, tolerando valores por encima de $7 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$, donde la merma no superaría el 25% del cultivo. En lo que respecta al pH del suelo el rango óptimo para el cultivo va entre 5,5 – 7; observándose que a pH inferior a 5 se empieza a reducir sustancialmente el rendimiento de la planta (Elustondo, 2008). Es recomendado como cultivo de cobertura por sus raíces profundas, además de tener un efecto nematicida cuando es incorporado al suelo controlando por ejemplo a *Meloidogyne* sp. (Sattell *et al.*, 1998).

Ormeño (2008), sugiere utilizar las cubiertas vegetales y manejarlas para un control efectivo de malezas en frutales. La vid (*Vitis vinifera* L.), es una de las principales especies frutícolas cultivadas en Chile, y en donde más se ha evaluado el uso de coberturas, principalmente en producción orgánica. La idea es maximizar la producción de biomasa de la cubierta vegetal sin afectar el crecimiento y desarrollo de las vides.

Diversas investigaciones se han dedicado a evaluar los efectos de las cubiertas vegetales en el contenido de materia orgánica y disponibilidad de nutrientes en el suelo. Sin embargo, en Chile todavía no se han realizado ensayos a largo plazo para evaluar posibles efectos adversos de los cultivos de cobertura, sobre el crecimiento de plantas de vid (Ormeño, 2008), por lo tanto, no deberían descartarse efectos alelopáticos provenientes de compuestos orgánicos presentes en las especies utilizadas como coberturas y que podrían interferir en el crecimiento del cultivo principal.

En base a lo anteriormente indicado, en el presente estudio se planteó la siguiente hipótesis:

Cultivos tales como cebada, haba, mostaza y sordán utilizados como cobertura en parronales afectan el crecimiento de la planta de vid de un año de edad.

La hipótesis fue probada, a través del siguiente objetivo:

Evaluar el efecto de lixiviados provenientes del agua de riego utilizada en plantas de cebada, haba, mostaza y sordán, sobre el crecimiento de plantas de vid de un año de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Antumapu dependiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en la comuna de La Pintana, Región Metropolitana en la temporada 2008-2009. Su localización geográfica es 33° 34' latitud sur y 70° 35' longitud oeste y su altitud es de 625 m.s.n.m.

El sector presenta un clima de tipo mediterráneo semiárido, de estación seca larga e invierno lluvioso. La precipitación promedio anual es de 365 mm. Posee una temperatura promedio anual de 13,9°C, mientras que el promedio de temperatura para el mes más cálido (enero) es de 19,7°C y para el mes más frío (julio) de 8,5°C (Santibáñez y Uribe, 1990).

Materiales

Se utilizaron plantas de *Vitis vinífera* correspondientes a la variedad Sultanina, obtenidas del vivero Los Olmos, en su estado inicial como estacas barbadadas.

Se sembraron cuatro cultivos de cobertura especificados en el Cuadro 1. La dosis de semilla se calculó en base a ensayos previos realizados en el valle de Copiapó, enmarcado en el proyecto "Suelo Vivo".

Cuadro 1. Cultivos de cobertura utilizados, forma de siembra y dosis de semilla.

Especie	Forma de siembra	*Dosis de semilla
<i>Hordeum vulgare</i> var. Scarlet Baer	Chorro continuo	66 g·m ⁻¹
<i>Vicia faba</i> cultivar Super Aguadulce	10 plantas/m	
<i>Sinapsis alba</i>	Chorro continuo	25 g·m ⁻¹
Sordán 79 (<i>Sorghum bicolor</i> x <i>Sorghum sudanense</i>)	Chorro continuo	30 g·m ⁻¹

*Dosis utilizada en la siembra de estos cultivos en el ensayo correspondiente al proyecto "Suelo Vivo".

El sustrato utilizado para el crecimiento de los cultivos fue grava y suelo agrícola de Antumapu. El suelo de Antumapu es de origen aluvial y pertenece cartográficamente a la serie de suelos de Santiago (CIREN, 1996). Este suelo fue analizado en su composición física (20,8 % arena; 36,8 % limo y 42,4% arcilla) y de nutrientes, obteniendo un nivel de Nitrógeno 62 mg·kg⁻¹, Fósforo 19 mg·kg⁻¹ y Potasio 358 mg·kg⁻¹. El sustrato utilizado para el crecimiento de las plantas de vid fue solo suelo agrícola.

Tratamientos y Diseño experimental

El ensayo consistió en establecer los distintos cultivos de cobertura en tambores de 200 lt y posteriormente regar plantas de vid con el lixiviado del agua de riego de cada uno de éstos.

Por lo tanto, se fijaron cinco tratamientos, cada uno de los cuales correspondió a una de las cuatro especies de cultivos utilizadas, además de un testigo sin cultivo, estableciendo los tratamientos de acuerdo a la procedencia del lixiviado de riego (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tratamientos de acuerdo a la procedencia del cultivo.

Tratamiento	Procedencia del lixiviado de riego
T1	Cebada
T2	Haba
T3	Mostaza
T4	Sordán
T5	Testigo sin cultivo

El ensayo se realizó con un Diseño experimental completamente al azar, donde cada tratamiento estuvo constituido por cinco repeticiones designadas a través del origen del lixiviado de riego, donde la unidad experimental correspondió a una planta de vid, quedando distribuidos como se indica en la Figura 1.

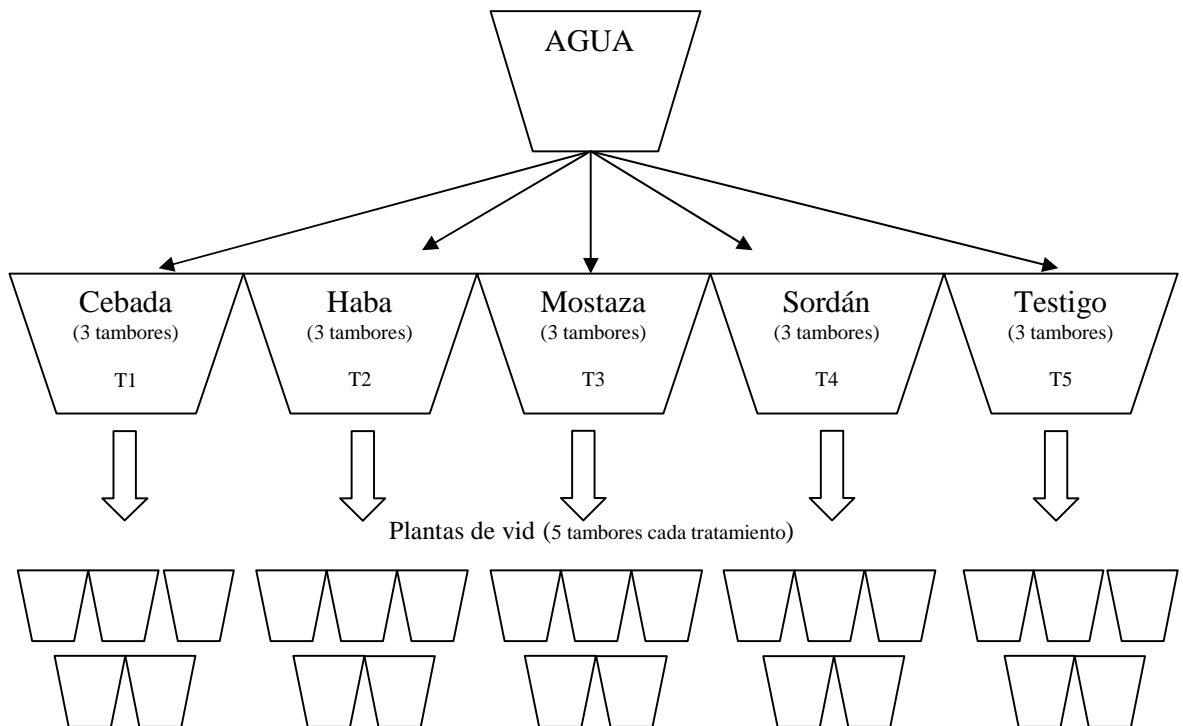


Figura 1. Esquema del ensayo

Metodología

Cultivos de cobertura

La siembra se realizó el 29 de noviembre del 2008 en recipientes de 200 litros de capacidad (60 cm de diámetro) perforados en su base para lograr el escurrimiento del agua. Estos fueron llenados con dos estratas: una de grava en el fondo del tambor (32 kg) y otra, sobre ésta, que correspondió a suelo agrícola de Antumapu descrito anteriormente (100 kg). Se sembró un total de tres tambores por especie de cultivo, dejando otros tres sin cultivo (testigo). Todas las semillas se distribuyeron en forma manual sobre cinco hileras distanciadas a 12 cm y con una profundidad de 7 cm cada una.

Se fertilizó a la siembra con 100 kg N há⁻¹ en forma de urea, 150 kg P₂O₅ há⁻¹ en forma de superfosfato triple y 100 kg K₂O há⁻¹ en forma de muriato.

Un mes después de la emergencia de cada cultivo, se realizó un raleo dejando una densidad de plantas por cada recipiente equivalente a 500 plantas de cebada, 85 plantas de mostaza, 150 plantas de sordán y finalmente 15 plantas de haba. De esta forma se mantuvo la densidad de plantas establecidas en el proyecto "Suelo Vivo", llevado a cabo en el Valle de Copiapó.

Los cultivos fueron regados en forma constante, contemplándose agua en exceso la que se dejó escurrir por los orificios de cada tambor y se acumuló en recipientes colocados bajo cada uno de ellos, de modo de obtener los lixiviados de cada cultivo. Al momento del riego de las plantas de vid, éste se homogenizó juntando los lixiviados acumulados por cada cultivo de cobertura en un solo recipiente por cada respectivo tratamiento, es decir se obtuvo 5 recipientes con distintos lixiviados.

Cuando todos los cultivos alcanzaron un 50% de floración (fines de enero 2009), fueron segados y depositados sobre la superficie de cada recipiente, siguiendo con los riegos de cada tratamiento. Al momento de corte, se determinó la materia fresca producida por cada uno de los cultivos.

Plantas de vid

Las plantas de vid fueron colocadas en contenedores de 25 lt de capacidad (30 cm de diámetro) con suelo agrícola de Antumapu, estableciendo un total de 25 contenedores los cuales se dividieron en cinco grupos de cinco contenedores cada uno. Cada grupo fue regado con el lixiviado proveniente del agua de riego de alguno de los respectivos tratamientos.

Para regar las plantas de vid se utilizó un tensiómetro, regándose cada vez que éste marcaba entre 50-80 cb. El riego de las plantas de vid con los distintos lixiviados se inicio

el día 22 de diciembre de 2008, es decir 23 días después de la siembra de los cultivos de cobertura, con una frecuencia indicada en el Apéndice III.

Variables de crecimiento de la vid

Previo al inicio de los tratamientos, se realizó una evaluación inicial de las plantas de vid, posteriormente cada quince días se fueron evaluando los distintos parámetros medidos al comienzo hasta cuando los incrementos en el crecimiento llegaron a ser mínimos. Los parámetros evaluados fueron:

Altura de planta (cm). Medido con una huincha métrica desde la base de la planta de vid (punto de inserción con el suelo) hasta su ápice de crecimiento.

Diámetro del tronco (cm). Medido con una huincha métrica. Se marcó una zona a 5 cm sobre el nivel del suelo, lugar donde se evaluó el diámetro.

Número de hojas. Se midió a partir de la base del brote hacia la última hoja formada.

Longitud de brotes (cm). Medido con una huincha métrica desde el punto de inserción a su máximo crecimiento. En el caso de ramas laterales, desde el punto de inserción a su máxima extensión. Se marcaron 2 brotes por planta de cada repetición, intentando que cada uno de ellos presentara un crecimiento similar.

Concluido el ensayo, una vez que las plantas de vid dejaron de crecer, estas fueron extraídas de cada contenedor y limpiadas del sustrato. A cada una se le evaluó:

Peso fresco de brotes y raíces (g). Con una balanza de precisión se peso cada parte de la planta de vid separados en hojas, brotes y sistema radical.

Peso seco de brotes y raíces (g). Separados en hojas, brotes y sistema radical. Para obtener el peso seco la muestra fue colocada en una estufa con aire forzado durante 72 horas a 70°C.

Además, se evaluó al lixiviado de riego cada vez que fueron regadas las plantas de vid:

pH. Se tomó una muestra del lixiviado de riego cada vez que las plantas de vid fueron regadas; medido con un pHímetro marca Denver Instrument Ultra Basic modelo UB-10.

Conductividad eléctrica (mS). Se tomó una muestra del lixiviado de riego cada vez que las plantas de vid fueron regadas; medido con un conductivímetro marca Oaklon Acorn Series CON 5.

Análisis estadístico

Los tratamientos fueron comparados mediante análisis de varianza (ANDEVA) o de covarianza (ANCOVA) según el parámetro evaluado. En los ANCOVA se utilizaron como covariables los mismos parámetros evaluados en la primera fecha (altura, diámetro del tronco, longitud de brotes y número de hojas medidos). Cuando se detectaron diferencias significativas se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0,05$)

RESULTADOS

Los cultivos de cobertura utilizados fueron establecidos independientemente a las plantas de vid y regados permanentemente para obtener el lixiviado de riego, éste fue evaluado cada vez que se regaron las platas de vid, en pH y conductividad eléctrica lo que se indica en el Apéndice III.

Cuando los cultivos alcanzaron un 50% de floración fueron segados y colocados sobre la superficie de los contenedores donde estaban establecidos, esto sucedió a los 56 días desde iniciado el riego de las plantas de vid con los respectivos lixiviados, siendo permanentemente regadas hasta su estabilización en el crecimiento. Al momento del corte, se determinó la materia fresca producida por cada uno de los cultivos que correspondió en promedio a 0,92 kg de cebada; 1,55 kg de haba; 1,44 kg de mostaza y 2,45 kg de sordán.

Las evaluaciones se realizaron quincenalmente durante 120 días en los parámetros de crecimiento de la vid como altura de planta, longitud de brotes y diámetro del tronco. En tanto, para el número de hojas se evaluó hasta los 90 días, momento en el cual los incrementos en el crecimiento se estabilizaron. Luego de esto, las plantas de vid fueron cortadas y se les midió peso fresco y seco.

En relación a los parámetros de crecimiento evaluados quincenalmente se observó lo siguiente:

Altura de plantas de vid

En la Figura 2, se observa que las plantas regadas con lixiviado de cebada fueron las de menor altura, alcanzando a fines del tratamiento un promedio de incremento en la altura de 27,1 cm; en cambio las plantas regadas con lixiviado de haba alcanzaron en promedio 69,9 cm de incremento; siendo esta altura similar a la del testigo. Pese a estas variaciones no se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Apéndice I).

Los contrastes observados en relación al crecimiento en altura de las plantas de vid marcan una tendencia en relación a que las plantas sometidas a riegos con lixiviado de sordán presentaron una menor tasa de crecimiento durante los primeros 60 DDR (días después del primer riego), posterior a esta fecha el incremento en el crecimiento aumentó, alcanzando finalmente un incremento de 53,1 cm; lo que corresponde a un 19,4% inferior al testigo al término de las evaluaciones.

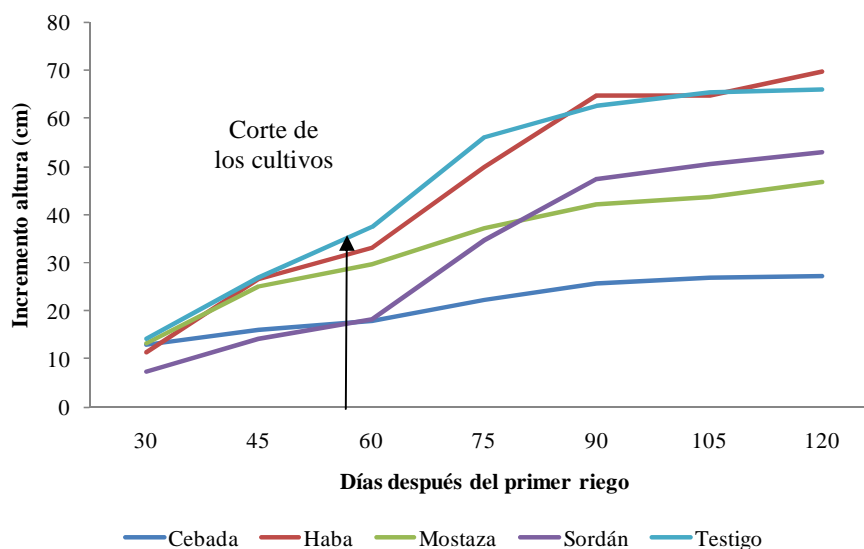


Figura 2. Incremento en la altura de las plantas de vid sometidas a riegos con lixiviados de cultivos de cobertura.

En tanto, las plantas sometidas a riegos con lixiviado de cebada aminoraron su curva de crecimiento a partir de los 30 DDR, llegando a ser mínimo el crecimiento posterior a esa fecha y manteniéndose constante hasta los 120 DDR, mermando su crecimiento en 58,8% en relación al testigo.

Las plantas sometidas al riego con lixiviado de mostaza mantuvieron durante todo el estudio un incremento en el crecimiento más uniforme, aunque no lograron igualar el crecimiento del testigo ni el de las plantas sometidas a lixiviado de haba, alcanzando un crecimiento 30% menor al incremento en altura que alcanzaron las plantas de vid testigo.

Respecto al residuo de haba, y tal como se observa en la Figura 2, no tuvo ningún efecto represor sobre la altura de las plantas de vid, e incluso obtuvo un 6% de incremento en la altura respecto a las plantas de vid testigos.

Diámetro de tronco en plantas de vid

En este parámetro no existieron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, existió un leve aumento en el diámetro del tronco de las plantas de vid, principalmente con los lixiviados de cebada y mostaza, respecto al testigo (Figura 3). El tratamiento sometido a riegos con lixiviado de cebada fue el que obtuvo el mayor incremento con 4,7% respecto a las plantas testigo, que aumentó su diámetro tan solo en 0,19 cm durante todo el estudio y que junto al tratamiento con lixiviado de haba, fueron los que menos incremento mostraron en su diámetro.

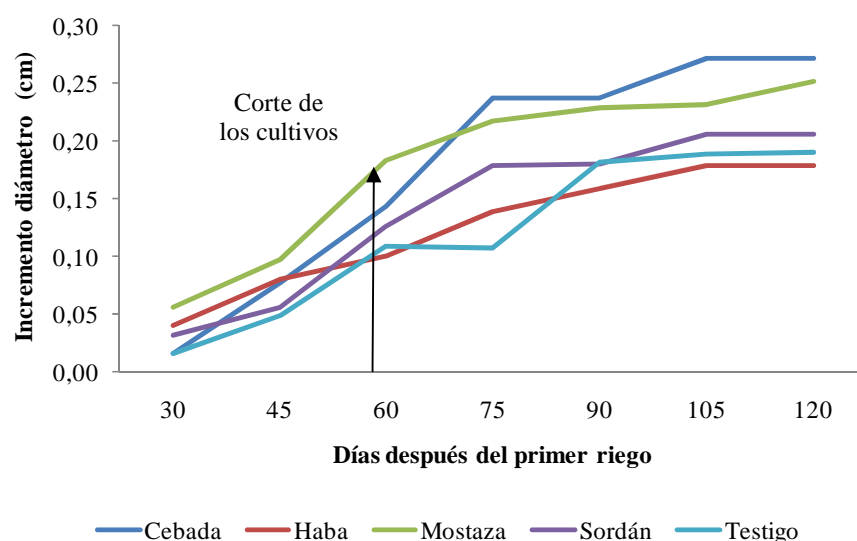


Figura 3. Incrementos en el diámetro del tronco de las plantas de vid sometidas a riegos con lixiviados de cultivos de cobertura.

Longitud de brotes en plantas de vid

En el Cuadro 3 se presentan los valores obtenidos en las evaluaciones de longitud de brotes de las plantas de vid, a través del periodo en estudio. En él, se observan diferencias estadísticas significativas durante los primeros 45 DDR.

Cuadro 3. Longitud de brotes en plantas de vid regadas con el lixiviado proveniente de los cultivos.

Tratamientos	Longitud de brotes							
	cm							
	Días después del primer riego							
	15	30	45	60	75	90	105	120
Cebada	64,2 ab	80,8 ab	90,9 ab	103,9	113,5	129,2	134,4	134,7
Haba	64,0 b	88,3 a	112,7 a	127,2	136,4	148,5	148,4	148,5
Mostaza	62,3 bc	87,9 ab	100,4 ab	110,3	114,1	123,3	126,4	128,0
Sordán	57,3 c	67,7 b	79,0 b	99,7	109,4	125,2	135,2	135,6
Testigo	74,8 a	97,3 a	110,9 a	139,8	148,9	157,5	163,8	165,3
CV	21,4	26,6	30,7	35,5	37,5	40,9	42,1	42

CV: Coeficiente de variación

Valores con letras diferentes en sentido vertical, indican que existen diferencias estadísticas significativas según la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

Las diferencias entre los tratamientos se hicieron notar a partir de los 15 DDR, donde se observa que los tratamientos sometidos a riegos con lixiviados de haba, mostaza y sordán influyeron significativamente sobre la longitud de brotes, provocando un menor crecimiento en relación al testigo. Este efecto perduró, para el caso del lixiviado de sordán,

hasta los 45 DDR. A partir de los 60 DDR y cuando los cultivos ya habían sido segados y dejados sobre la superficie de los respectivos contenedores para su descomposición, las diferencias estadísticas entre los tratamientos desaparecieron, a pesar de que durante todo el periodo de evaluación el testigo, junto con el lixiviado de haba, tendieron a presentar un incremento de crecimiento mayor de sus brotes respecto a la observada en el resto de los tratamientos (Figura 4).

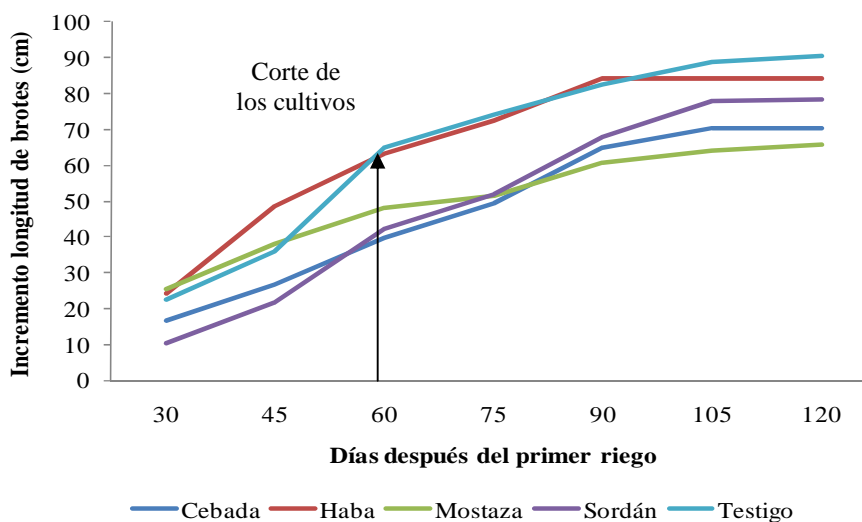


Figura 4. Incrementos en la longitud de brotes de las plantas de vid sometidas a riegos con lixiviados de cultivos de cobertura.

Cabe destacar que en el caso del lixiviado de sordán, a partir de los 45 DDR el incremento en el crecimiento del brote, a pesar de haber sido en algunos casos más altos que el testigo (ejemplo: a los 75 DDR), éste no fue suficiente para lograr el mismo incremento observado por las plantas del testigo, obteniendo al final del estudio un crecimiento equivalente a un 82% respecto a este último. Para una mejor visualización de los antecedentes anteriormente expuestos se presenta la Figura 5, en la cual se calculó el porcentaje de disminución del crecimiento de los brotes en relación a las plantas testigo, donde valores negativos representan un porcentaje de crecimiento superior a las plantas testigo y valores positivos representan un porcentaje de crecimiento inferior a éste.

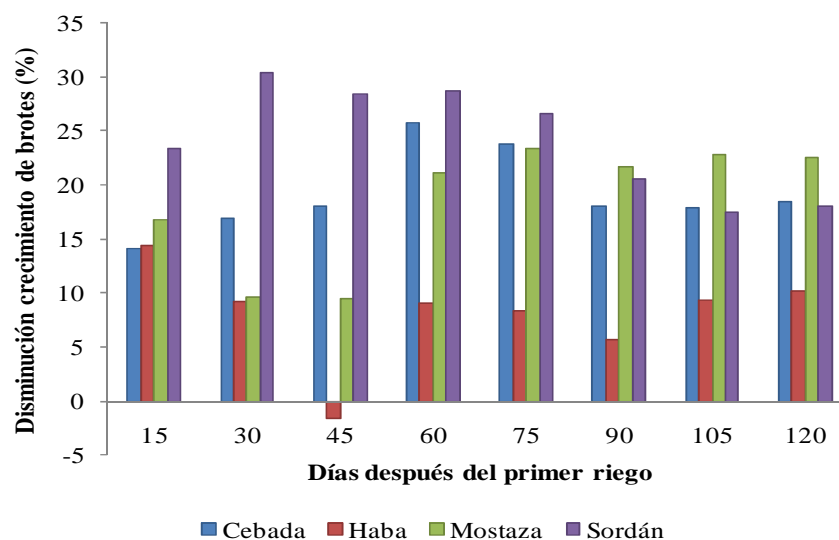


Figura 5. Porcentaje de disminución del crecimiento de la longitud de brotes en relación al testigo de las plantas de vid, a través de los 120 días de haber sido sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura.

Los lixiviados de cebada y sordán presentan el mayor porcentaje de disminución al crecimiento de brotes durante los primeros 75 DDR, siendo más relevante este efecto a los 30 DDR para el caso del sordán y a los 60 DDR en el caso de cebada (Figura 5). En tanto, el lixiviado de mostaza denota una tendencia a una disminución del crecimiento del brote que se inicia en mayor magnitud a los 60 DDR y se mantiene hasta el final del ensayo, logrando solo un incremento de 65,7 cm durante todo el ensayo y que correspondió, finalmente, al tratamiento con el menor crecimiento (Figura 4).

Los resultados obtenidos para este parámetro indicarían que el lixiviado de sordán tiene un efecto marcado en las plantas de vid durante los 75 DDR, sin embargo el lixiviado de mostaza tendría un efecto, al parecer, cuando inicia la descomposición de su rastrojo, el cual se mantuvo en el tiempo, llegando a los 120 DDR con una reducción del 22,6 %.

Por otro lado, en el caso del lixiviado de haba, las reducciones en el crecimiento fueron mínimas, incluso a los 45 DDR, presentó un crecimiento superior al testigo en un 1,6%. En la Figura 5, el lixiviado de haba es el que durante los 120 días de riego obtuvo un crecimiento muy similar al testigo, logrando a los 45 DDR ser superior. Finalmente la reducción en el crecimiento de las plantas de vid sometidas al tratamiento con lixiviado de riego de haba alcanzó un 10,2%; siendo el tratamiento con la menor reducción de crecimiento en brotes.

Número de hojas en plantas de vid

Este parámetro fue evaluado hasta los 90 días desde iniciado el riego (Cuadro 4), puesto que posterior a esta fecha se inició la caída de hojas.

Cuadro 4. Número de hojas en plantas de vid regadas con el lixiviado proveniente de los cultivos.

Tratamientos	Número de hojas					
	Días después del primer riego					
	15	30	45	60	75	90
Cebada	37,6 ab	47,8 ab	50,4 b	52,8 b	59,2 b	63,2
Haba	35,9 a	56,6 a	70,9 a	83,7 a	90,8 a	93,6
Mostaza	32,4 ab	50,2 ab	56,6 b	59,8 b	67,0 b	70,8
Sordán	26,3 b	42,8 b	50,5 b	71,7 ab	80,7 ab	83,7
Testigo	41,5 a	55,6 a	69,4 a	87,5 a	94,6 a	98,5
CV	33,7	33,4	37,6	37,6	37,4	39,7

CV: Coeficiente de variación

Valores con letras diferentes en sentido vertical, indican que existen diferencias estadísticas significativas según la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

La evaluación hecha del número de hojas, mostró diferencias significativas entre los tratamientos en todas las fechas evaluadas, a excepción de la última hecha a los 90 DDR (Cuadro 4), donde las diferencias significativas desaparecieron a pesar que el tratamiento con lixiviado de cebada mostró en las plantas de vid el menor valor. Este hecho fue atribuido al bajo incremento en la producción de sus hojas respecto al testigo (Figura 6).

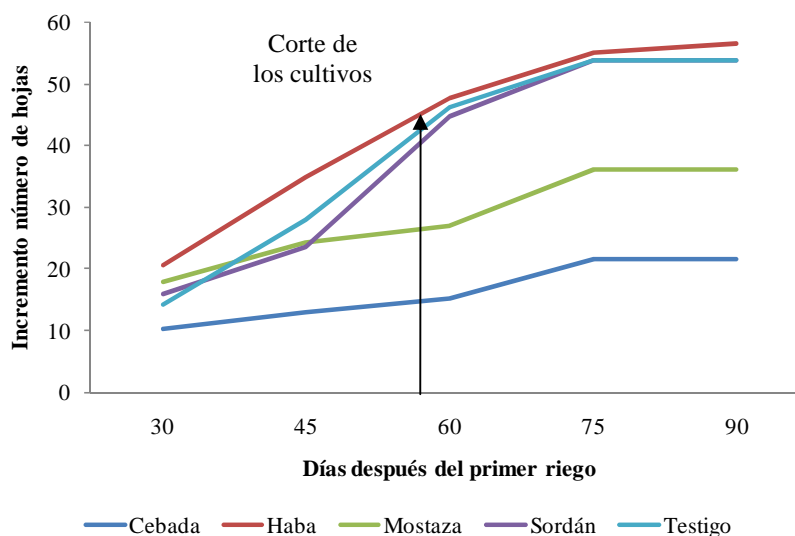


Figura 6. Incrementos en el número de hojas de las plantas de vid sometidas a riegos con lixiviados de cultivos de cobertura.

Durante los primeros 30 DDR las plantas de vid se vieron afectadas significativamente solo por el lixiviado de sordán, observándose que a los 15 DDR las plantas de vid mostraron una reducción de un 36,6% en el número de sus hojas respecto al testigo (Figura 7). Este efecto se mantuvo hasta los 45 DDR, para posteriormente no tener incidencia sobre

este parámetro. Como se observa en la Figura 6 el incremento en el número de hojas, finalmente, fue similar al testigo y al tratamiento con lixiviado de haba, alcanzando un incremento promedio de 54 hojas a los 90 días de someter las plantas a este lixiviado.

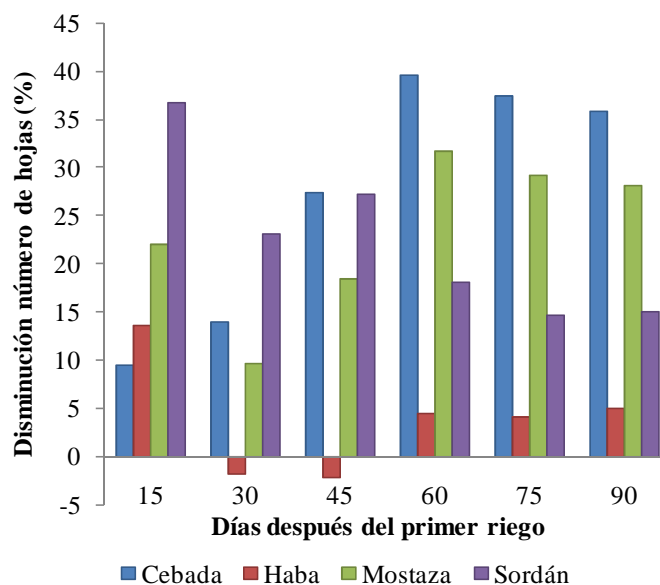


Figura 7. Porcentaje de disminución del número de hojas en relación al testigo de las plantas de vid, a través de los 120 días de haber sido sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura.

A partir de los 45 DDR junto al efecto supresor en el número de hojas causado por el lixiviado de sordán, se observa en los tratamientos con lixiviados de cebada y mostaza un efecto significativo en el menor número de hojas respecto al testigo (Cuadro 4), manteniéndose éste hasta los 75 DDR. Ambos tratamientos provocaron su máxima reducción respecto al testigo a los 60 DDR, con un 40% para el tratamiento de cebada y un 32% para el de mostaza. Esta reducción se mantuvo hasta el final del ensayo, lo que significa que desde el inicio del ensayo el número de hojas incrementó 38 hojas en promedio para el caso del lixiviado de mostaza y en tan solo 25 para el lixiviado de cebada (Figura 6).

En el caso del lixiviado de riego proveniente del haba se observó un incremento promedio de 57 hojas desde el inicio al término del ensayo. Cabe destacar que, a pesar de no existir diferencias significativas con el testigo, el lixiviado de haba tuvo incrementos levemente superiores al testigo (Figura 6) y por ello, en la Figura 7, se observó que incluso a los 30 y 45 DDR el número de hojas de este tratamiento fue superior a la del testigo (Cuadro 4).

En relación a los parámetros evaluados a la cosecha de las plantas de vid, se observó lo siguiente:

Peso de brotes de las plantas de vid

Una vez que las plantas de vid detuvieron su crecimiento (21 de abril), se cortaron y se separó la parte aérea de la radical para obtener de ambos el peso fresco y seco correspondiente.

En el Cuadro 5 se presentan los valores promedios del peso fresco y seco de los brotes de las plantas regadas con los distintos lixiviados de cultivos de cobertura. Los resultados obtenidos indican que el tratamiento que contempló riego con lixiviado de cebada, tanto para peso fresco como peso seco, presentó los valores más bajos, siendo significativamente diferente al obtenido por el testigo y el tratamiento con lixiviado de haba.

Cuadro 5. Peso fresco y seco de los brotes de las plantas de vid sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura.

Tratamientos	Peso fresco	Peso seco
	-----g-----	
Cebada	37,18 a	17,12 b
Haba	69,70 b	30,86 a
Mostaza	59,02 ab	26,68 ab
Sordán	60,86 ab	26,08 ab
Testigo	66,64 b	31,30 a
CV	31,8	31,0

CV: Coeficiente de variación

Valores con letras diferentes en sentido vertical, indican que existen diferencias estadísticas significativas por la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$)

Como se observa en la Figura 8, el tratamiento con lixiviado de cebada logró solo un 55% del peso seco obtenido por el testigo, en tanto que los lixiviados de mostaza y sordán en promedio alcanzaron un 85% del peso seco final del testigo.

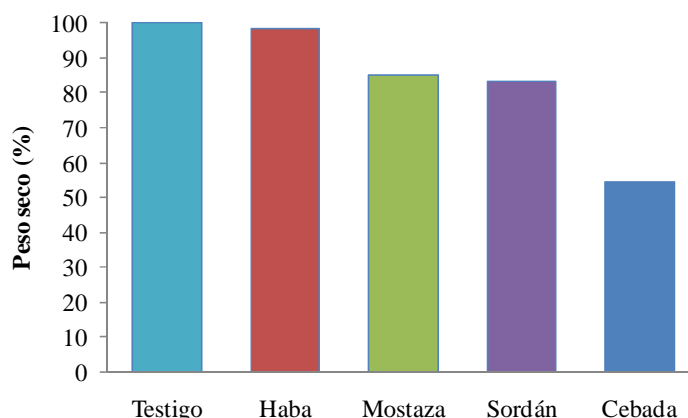


Figura 8. Porcentaje peso seco de brotes en relación al testigo de las plantas de vid, luego de 120 días de haber sido sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura.

Peso de raíces de plantas de vid

Tanto en peso fresco como peso seco de las raíces de las plantas de vid, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los distintos tratamientos. Sin embargo, las plantas regadas con lixiviados provenientes de haba y sordán presentaron los valores más bajos con respecto al testigo (Cuadro 6). En el caso del tratamiento con lixiviado de sordán se observó una reducción con respecto al testigo de un 32,4% en peso seco de raíces, en tanto, el tratamiento con lixiviado de riego de haba disminuyó respecto al testigo en un 32,3% en el peso seco (Figura 9).

Cuadro 6. Peso fresco y seco de raíces de las plantas de vid sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura.

Tratamientos	Peso fresco	Peso seco
	-----g-----	
Cebada	553,2	191,5
Haba	461,9	160,0
Mostaza	577,8	197,7
Sordán	494,1	156,8
Testigo	563,7	213,8
CV	16,1	25,6

CV: Coeficiente de variación

No se presentaron diferencias significativas por la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$)

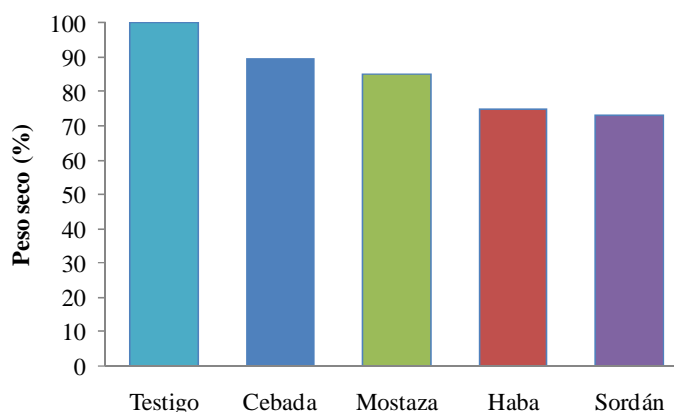


Figura 9. Porcentaje peso seco de raíces en relación al testigo de las plantas de vid, luego de 120 días de haber sido sometidas a riego con lixiviados de cultivos de cobertura.

El tratamiento con lixiviado de riego proveniente del cultivo de cebada presentó un menor efecto en la acumulación de peso seco de raíces respecto a testigo, logrando finalmente un peso seco equivalente al 90% respecto de éste.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio mostraron que en menor o mayor grado, las distintas variables analizadas para evaluar el crecimiento de las plantas de vid, se vieron afectadas cuando éstas fueron sometidas a riegos con lixiviados provenientes de cebada, mostaza y sordán.

Debido a que en este ensayo no existió competencia entre los cultivos y las plantas de vid, ya sea por escasez de nutrientes, agua, luz, malezas, etc., el efecto de reducción del crecimiento se debería a algún tipo de exudado generado por las plantas y/o residuos de éstas, siendo estos compuestos posteriormente lixiviados por el agua de riego a las plantas de vid, afectando su crecimiento, tal como lo señala Ormeño y Pérez (1993).

Bengoa (1983) atribuye este efecto a la acción alelopática de estos posibles compuestos químicos generados por los cultivos, los cuales según lo indica Einhellig (1996), ejercerán una determinada acción en función de factores como la temperatura y la radiación. Además, el mismo autor agrega que según el tipo de estrés al cual esté sujeta la planta, se pueden generar distintas sustancias aleloquímicas con efectos diferentes, por lo que las plantas al estar en contacto con aleloquímicos ven afectado su crecimiento y desarrollo según lo indican An *et al.* (1998).

No todos los tratamientos con lixiviados tuvieron la misma reducción del crecimiento en las plantas de vid, ni tampoco coincidieron los momentos en que se manifestó la acción de estos compuestos alelopáticos. Este hecho concuerda con lo indicado por Ormeño y Pérez (1993) en relación a que el efecto de los lixiviados de unas plantas sobre otras, depende de la interacción entre ellas, la sensibilidad de la especie receptora (la especie frutal), la composición del lixiviado y el momento en que se produzcan los compuestos químicos. Esto último, concuerda con el ensayo realizado, ya que al analizar los diferentes parámetros de crecimiento se observó que las plantas de vid sometidas a riegos con lixiviados de sordán afectaron el crecimiento de la parte aérea de las plantas (longitud de brotes y el número de hojas, cuadros 3 y 4 respectivamente), durante el primer mes de haber sido sometidos a riegos con sus exudados. Luego y posterior al corte de los cultivos este efecto tiende a ir desapareciendo, por lo que las diferencias se perdieron.

La reducción en el crecimiento de la parte aérea de las plantas de vid sometidas a riego con lixiviados de sordán se puede explicar, ya que el sorgo, que forma parte del híbrido que compone el sordán, tiene propiedades alelopáticas dadas por la presencia de compuestos como ácidos fenólicos (ferúlicos, vanílico, siríngico p-cumárico y p-hidroxibenzoico), quinona (sorgoleone), cinhidrina (durrina y amigdalina) y glucósidos cianogénico, que hacen posible la inhibición y/o estimulación de otras plantas (Girado *et al.*, 2008). Según Kagan *et al.*, (2003) y Netzly *et al.*, (1988) el sorgoleone es el principal componente fitotóxico que se ha identificado que exudan los pelos de las raíces del sorgo. Del mismo modo, Nimbal *et al.* (1996) informaron que el sorgoleone puede estar presente entre un 76 a un 99% de la composición de exudados de la raíz, dependiendo del genotipo de sorgo, este

hecho podría explicar el efecto causado por este tratamiento solo anterior al corte de los cultivos, puesto que posterior a ello las raíces inician su proceso de descomposición. Una situación similar podría haber ocurrido con los compuestos fenólicos indicados anteriormente, los cuales disminuirían a medida que las plantas envejecían. También se ha observado que estos mismos compuestos fenólicos pueden aumentar el potencial alelopático cuando los residuos son incorporados o depositados sobre la superficie del suelo, (Ben-Hammouda *et al.*, 1995), no obstante en el presente ensayo este efecto pudo haber tenido un menor impacto ya que la reducción en el crecimiento de la vid se observó principalmente cuando el sordán elevó su crecimiento.

Estudios realizados por González *et al.* (1997), suponen que el sorgoleone puede ser absorbido por las raíces de otra planta y ser transportado a la parte aérea donde ejerce su acción inhibitoria, como podría haber ocurrido con la plantas de vid en el presente ensayo. Einhellig y Souza, (1992) por su parte también observaron inhibición en el crecimiento de varias especies de malezas a concentraciones muy bajas de éste compuesto.

Respecto al crecimiento radical, a pesar de no arrojar diferencias estadísticas significativas, el riego con lixiviado de sordán tendió a reducir el crecimiento de las raíces, como se vio reflejado en el peso de las plantas de vid al finalizar el ensayo (Figura 9). En este sentido y según Netzly *et al.* (1988) el exudado de sorgoleone inhibió la elongación de la raíz en lechuga (*Lactuca sativa* L.), pero no de maíz (*Zea mays* L.). En tanto, Correia *et al.* (2005) demostraron que extractos de hojas de algunos híbridos de sorgo inhibieron el crecimiento de la raíz de soya hasta en un 54%.

Contrario a lo observado en sordán, los tratamientos con lixiviados de cebada y mostaza tuvieron una reducción del crecimiento de las plantas de vid una vez que los residuos en descomposición de estos cultivos se encontraban sobre los respectivos contenedores de los tratamientos (Figura 2, Cuadro 4 y Apéndice I).

Estos resultados concuerdan con un estudio reportado por An *et al.* (1998) quienes simularon fenómenos alelopáticos causados por la descomposición de residuos vegetales, donde sus análisis teóricos revelaron que los residuos vegetales en descomposición bien pueden inhibir o estimular el crecimiento de las plantas, y la inhibición puede limitarse a un período de tiempo determinado, la cual varía según el tipo de rastrojo.

En algunos casos la inhibición se manifiesta sobre el crecimiento en altura de las plantas, tal como lo indica Rice (1984), quien señala que en la altura de plantas de duraznero que crecieron en recipientes a cuyo suelo se le agregó raíces secas y molidas de cultivos como alfalfa y trébol rosado, existieron diferencias significativas, no obstante en el presente estudio solo hubo una tendencia a una menor altura en los lixiviados de los rastrojos de cebada, mostaza y sordán pero no se observaron diferencias significativas (Apéndice I).

Estudios realizados por algunos autores que realizando bioensayos con extractos de suelo, donde había sido cultivada la cebada, demostraron la existencia de compuestos solubles en agua como los fenólicos, ferúlico, vanílico y p-hidroxibenzoico (Lovett y Hault, 1995), así

como, gramina (Olofsdotter, 2002) y hordeina (Sampietro, s.a.). Estos compuestos se generarían principalmente durante los primeros procesos de descomposición de la materia orgánica (Silva, 2003) y serían los responsables del efecto sobre el crecimiento de las plantas de vid. Estudios similares llevados a cabo por Ben-Hammouda *et al.* (1995) en soya determinaron que la cebada redujo la acumulación de materia seca de la leguminosa, tal como ocurrió en este caso con las plantas de vid donde hubo diferencias significativas en la acumulación de peso fresco y seco aéreo respecto al tratamiento testigo (Cuadro 5).

Distinto es el caso del peso fresco y seco de raíces, en el cual no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, a pesar de que todos presentan valores inferiores a las plantas testigo (Cuadro 6), es decir existiría un mayor efecto de los lixiviados sobre el crecimiento aéreo de las plantas de vid que sobre el crecimiento radical.

En contraste, estudios realizados por Read y Jensen (1989) citado por Lovett y Houlton (1995) muestran diferencias significativas al realizar bioensayos, utilizando extractos de suelos que habían sido cultivados con cebada, observando que existían compuestos solubles en agua que inhibieron el crecimiento de raíces de *Medicago sativa*, *Triticum aestivum* y *Raphanus sativum*, lo que se tradujo en una menor acumulación de peso.

En el tratamiento con lixiviado de mostaza, su acción sobre la reducción del crecimiento en la longitud de brotes y el número de hojas de las plantas de vid (Cuadros 3 y 4), podría ser atribuida a la acción de compuestos derivados de los glucosinolatos, como son los isotiocianatos, tiocianatos y nitrilos (Al-Khatib *et al.*, 1997), generados por la acción de la enzima mirosina sobre los glucosinalatos (Vaughn y Boydston, 1997). Específicamente los isotiocianatos podrían tener un efecto alelopático como lo indican Al-Khatib *et al.* (1997). Por otra parte, Vaughn y Boydston (1997), descubrieron que la mostaza presenta mayormente isotiocianato de alilo y trans-2-hexano que según señalan parece ser óptimo para la actividad alelopática.

La evidencia de estudios de campo confirman que los residuos de mostaza pueden contribuir al control de malezas (Haramoto y Gallandt, 2005) reduciendo y/o inhibiendo el crecimiento. Vaughn y Boydston (1997) al incorporar el residuo de la mostaza al suelo, observaron la reducción del crecimiento en las malezas presentes, por lo que se podría suponer que el efecto causado al crecimiento de las plantas de vid en la longitud de brotes y el número de hojas se debería a la acción de estos compuestos; sin embargo, estos actúan en contacto directo con las plantas a través de la volatilización, siendo poco solubles en el agua (Sampietro, s.a.). Para ello los residuos deben ser inmediatamente cortados e incorporados en el suelo y/o sellados con plástico para evitar su pérdida. Esta metodología no fue llevada a cabo en el presente estudio por lo que puede que el efecto observado de la mostaza no haya sido proveniente de este hecho, pudiendo comprometer la acción de otros compuestos (Brown and Morra, 1995).

El residuo de haba por su parte, no tuvo ningún efecto represor sobre algún parámetro de crecimiento de las plantas de vid, incluso en algunos de ellos tendió a tener valores algo superiores al testigo, pero sin detectarse diferencias estadísticas significativas (Figura 2).

Las plantas de haba, principalmente a través de las raíces, dejan residuos de N en el suelo que varían entre 40 y 75 kg ha⁻¹, dependiendo de la condición en que creció el cultivo (Knott *et al.*, 1994 citado por Faiguenbaum, 2003). Así mismo, según Úrzua (2005) el haba puede fijar en el suelo entre 80-300 kg N⁻¹ ha⁻¹ año⁻¹, en tanto Jiménez y Peña (2000), indican que el nitrógeno fijado biológicamente por el haba puede ser de 114 kg N·ha⁻¹, considerando un promedio de varios experimentos realizados a nivel mundial.

El nitrógeno liberado de residuos de abonos verdes fue estudiado por Varco *et al.* (1993) citado por Pérez y Vivas (1999), quienes reportaron que el 60% del nitrógeno marcado de un cultivo de *Vicia villosa*, fue perdido 30 días después de la incorporación y sólo el 8% fue encontrado como nitrógeno inorgánico en el suelo. El restante nitrógeno marcado pudo haber sido incorporado a la masa microbiana del suelo. Con estos antecedentes, el efecto del lixiviado de haba, a pesar de no ser estadísticamente diferente, puede ser atribuido a la degradación de los nódulos presentes en sus raíces, liberando el nitrógeno, lo que pudo gatillar en algunos casos un mayor crecimiento de las plantas de vid.

A pesar de los antecedentes expuestos no se puede determinar con exactitud el compuesto (aleloquímico) que actuó inhibiendo el crecimiento de las plantas de vid en cada uno de los tratamientos, para esto, se necesitaría de una investigación más amplia que especificara el tipo de aleloquímico responsable de la alelopatía que provoca la reducción del crecimiento en las plantas de vid.

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, y de acuerdo a la metodología utilizada, se puede concluir lo siguiente:

Cultivos como cebada, mostaza y sordán presentan algún nivel de efecto alelopático sobre plantas de vid.

El lixiviado proveniente del agua de riego del cultivo de haba no tiene un efecto inhibitor en el crecimiento de la vid.

Las variables más sensibles fueron longitud de brotes, número de hojas y peso aéreo.

BIBLIOGRAFÍA

AL-KHATIB, K., C. LIBBEY and R. BOYDSTON. 1997. Weed Suppression with brassica Green Manure Crops in Green Pea. *Weed Science* 45 (3): 439-445

ALTIERI, M. 1995. Agroecología: Bases científicas para una Agricultura Sustentable. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y desarrollo. Santiago, Chile. 281p.

AN, M., J. PRATLEY and T. HAIG. 1998. Allelopathy: from concept to reality. Australian Society of Agronomy. Disponible en: <http://regional.org.au/au/asa/1998/6/314an.htm>. Leído el 10 de Agosto de 2008.

ANÓNIMO. 2009. Sorgos otra alternativa forrajera. Disponible en: <http://www.tracy.cl/Paginas/spanish/sorgo/Sorgo.htm>. Leído el 10 de octubre del 2010.

ANÓNIMO. 2010. Sordán 79. Disponible en: <http://www.sorghum-partners.com/sor79.php>. Leído el 10 de octubre del 2010.

BENGOA, R. 1983. Efecto alelopático de cinco malezas perennes sobre el crecimiento de plantas jóvenes de duraznero. Tesis de Magister en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Frutícola. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Santiago, Chile. 116p.

BEN-HAMMOUDA, M., R. KREMER, H. MINOR and M. SARWAR. 1995. A Chemical basic for differential allelopathic potential of sorghum hybrids on wheat. *Journal of Chemical Ecology* 21 (6): 775-786.

BROWN, P. and M. MORRA. 1995. Glucosinolate-containing plant tissues as bioherbicides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43:3070–3074.

CHANEY, M., A. MASEY, and F. THOMAS. 2009. Cover Cropping in Orchards & Vineyards. University of California. Disponible en: <http://www.sarep.ucdavis.edu/ccrop/Presentation1new.pdf>. Leído el 20 octubre de 2010.

CÉSPEDES y FERNÁNDEZ. 2007. Estrategia de nutrición de un viñedo orgánico. En: Agricultura orgánica: producción orgánica de uvas para la elaboración de vino. Boletín INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias N° 168.

CIREN, 1996. Descripciones de suelos, materiales y símbolos. Estudio Agrológico Región Metropolitana. Publicación CIREN N° 115.

CORREIA N., M. CENTURION y P. ALVES 2005. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. *Ciência Rural* 35(3): 498-503.

- DÍAZ, V., M. KOGAN y R. BENGEOA. 1986. Alelopatía: fenómeno de gran importancia de la ecología de las plantas. *II Efectos alelopáticos sobre especies frutales*. Aconex 12: 25-29.
- EINHELLIG, F. 1996. Interactions involving allelopathy in cropping systems: Allelopathy in cropping systems. *Agronomy Journal* 88(6): 886-893.
- EINHELLIG, F. and I. SOUZA. 1992. Phytotoxicity of sorgoleone found in grain sorghum root exudates. *Journal of Chemical Ecology* 18 (1): 1-11.
- ELLENA, M. 1999. Huertos frutales orgánicos. *Revista Tierra Adentro* 29: 26-28.
- ELUSTONDO, 2008. Sorgos Forrajeros. Biscayart Forrajeras. Disponible en <http://www.biscayart.com.ar/images/sorgosforrajeros.pdf>. Leído el 14 de octubre de 2010.
- FAIGUENBAUM, H. 2003. Haba. pp. 425-468. *In: Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile*. Ediciones Vivaldi y Asociados. Santiago, Chile. 760 p.
- FEUCHTER, F. 2000. Transferencia tecnología para el rescate de suelos mediante la integración ganadera. Recuperación de suelos salinos agrícolas, mediante el establecimiento de praderas bajo riego y cultivos alternativos. Diez acciones propuestas de bioingeniería sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. México. Disponible en: <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/recuperacion/recuperacion05.htm>. Leído el 17 de septiembre de 2008.
- GIRADO, Y., S. TORRES, M. PUENTE, D. ARMARIO, I. ARREDONDO y M. MILIAN. 2008. Efecto alelopático de restos de sorgo (*Sorghum bicolor*, Moench), sobre la germinación y crecimiento de malezas. *Revista Agrotecnia de Cuba*. Cuba. Disponible en: http://www.actaf.co.cu/revistas/agrotecnia_05_2008/agrot2005-1/EPRO63.pdf. Leído el 14 de octubre de 2010.
- GONZÁLEZ, V., J. KAZIMIR, C. NIMBAL, L. WESTON and G. CHENIAE. 1997. Inhibition of a photosystem II electron transfer reaction by the natural product sorgoleone. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45 (4): 1415–1421.
- HALBRENDT, J. 1996. Allelopathy in the management of plant parasitic nematodes. *Journal of Nematology* 28 (1): 8-14.
- HALBRENDT, J. and G. JING. 1994. Nematode suppressive rotation crops for orchard renovation. *Acta Horticulturae (ISHS)* 363: 49-56.
- HARAMOTO, E. and E. Gallandt. 2005. Brassica cover cropping: I. Effects on weed and crop establishment. *Weed Science* 53(5):695-701.

- HARTWING, N. y H. AMMON, 2002. Cover crops and living mulches. *Weed Science Society of America* 50(6): 688-699.
- INTERNATIONAL ALLELOPATHY SOCIETY (I.A.S.), 2006. Allelopathy. Disponible en: <http://www.allelopathy-journal.com/allelopathy.aspx>. Leído el 10 de Agosto de 2008.
- ISLA, R. 2001. Efecto de la salinidad sobre la cebada (*Hordeum vulgare* L.). Análisis de caracteres morfo-fisiológicos y su relación con la tolerancia a la salinidad. Universitat de Lleida. Salamanca, España. 95p.
- JIMÉNEZ, J. y J. PEÑA. 2000. Fijación biológica del N₂ (FBN) en América Latina. pp. 1-16. In: La fijación biológica del nitrógeno en América Latina: el aporte de las técnicas isotópicas. Improsa S.A (Ed.). Irapuato, México. 120 p.
- KAGAN, I., A. RIMANDO and F. DAYAN. 2003. Chromatographic separation and in vitro activity of sorgoleone congeners from the roots of *Sorghum bicolor*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(26): 7589-7595.
- KOGAN, M. 1992. Malezas: Ecofisiología y estrategias de control. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 402p.
- LOVETT, J. and A. HOULT. 1995. Allelopathy and self-defense in barley. *American Chemical Society Symposium Series* 582: 170-183.
- MUÑOZ, O., M. MONTES y T. WILKOMIRSKY. 2001. Plantas Medicinales de uso en Chile. Química y farmacología. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. 330p.
- NETZLY, D., J. RIOPEL and L. BUTLER. 1988. Germination Stimulants of Witchweed (*Striga asiatica*) from Hydrophobic Root Exudate of Sorghum (*Sorghum bicolor*). *Weed Science* 36 (4): 441-446.
- NIMBAL, C., J. PEDERSEN, C. YERKES, L.WESTON and S. WELLER. 1996. Phytotoxicity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germplasm. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 1343-1347.
- OLOFSDOTTER, M., L. B. JENSEN and B. COURTOIS. 2002. Improving crop competitive ability using allelopathy — an example from rice. *Plant Breeding*, 121: 1-9.
- ORMEÑO, J. y F. PÉREZ 1993. ¿Sabe Ud. lo que es la alelopatía?. *Revista Investigación y Progreso Agropecuario La Platina* (mayo-junio) 76: 32-35.
- ORMEÑO, J. 2008. Control de malezas perennes. *Revista INIA Tierra Adentro* (Abril – Marzo): 20-23.

- OVALLE, M., A. POZO, A. LAVIN y J. HIRZEL. 2007. Cubiertas vegetales en viñedos: Comportamiento de mezclas de leguminosas forrajeras anuales y efectos sobre la fertilidad del suelo. *Agricultura Técnica* 67(4): 384-392.
- PÉREZ, S. y VIVAS, G. 1999. Evaluación de coberturas de invierno para viñedos. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. 95p.
- PINO, G. 2006. Efecto de residuos de centeno (*Secale cereale* L.) sobre el crecimiento de pasto bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) en vides viníferas (*Vitis vinifera* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile. 99p.
- PIZARRO, E. 2006. Evaluación del efecto nematocida de 7 coberturas vegetales sobre *Xiphinema index*, en un patronal de *Vitis vinifera* var. Thompson seedles, de la IV región de Chile. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 39p.
- REYNIER, A. 1995. Manual de viticultura. Quinta edición. Ediciones Mundi-Prensa, España. 407p.
- RICE, E. 1984. Allelopathy. 2nd ed. Academic Press, Orlando, EEUU. 189p.
- SAMPIETRO, D. s.a.. Alelopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán. Argentina. Disponible en: <http://www.biologia.edu.ar/plantas/alelopatia.htm>. Leído el 17 de septiembre de 2008.
- SÁNCHEZ, G. 2004. Evaluación del aporte nutricional de siete cubiertas vegetales en un viñedo orgánico del c.v. Merlot. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 53p.
- SANTIBÁÑEZ, F. y URIBE, J. 1990. Atlas Agroclimático de Chile: Regiones V y Metropolitana. Universidad de Chile, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Lab. de Agroclimatología. Santiago, Chile. 66p.
- SATTELL, R., R. DICK, R. INGHAM, R. KAROW and D. McGRATH. 1998. Sudangrass and sorghum-sudangrass hybrids. Oregon State University Extension Service. Disponible en: <http://extension.oregonstate.edu/catalog/html/em/em8703/>. Leído el 10 octubre del 2010.
- SEPÚLVEDA, R. 2003. Efecto de la incorporación de material vegetal sobre la población de *Xiphinema index* en estacas enraizadas de vid (*Vitis vinifera* var. Thompson Seedless) en bolsas. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 68p.

SILVA, P. 2003. Efecto alelopático de los rastrojos. pp.83-97. *In*: E, ACEVEDO (ed.) *Agronomía de la cero labranza*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Serie Ciencias Agronómicas N° 8. 118p.

URZÚA, H. 2005. Beneficios de la fijación simbiótica de nitrógeno en Chile. *Ciencia e Innovación Agraria* 32(2): 133-150.

VAUGHN, S. and R. BOYDSTON. 1997. Volatile allelochemicals released by crucifer green manures. *Journal of Chemical Ecology* 23 (9): 2107-2116.

APÉNDICES

Apéndice I. Altura en plantas de vid regadas con el lixiviado proveniente de los cultivos.

Tratamientos	Altura de planta							
	cm							
	Días después del primer riego							
	15	30	45	60	75	90	105	120
Cebada	68,3	81,2	84,3	86,2	90,6	93,9	95,1	95,4
Haba	67,6	78,9	94,2	100,8	117,4	132,4	132,5	137,5
Mostaza	65,8	79,0	90,8	95,4	103,1	107,8	109,4	112,5
Sordán	65,6	73,1	79,7	83,9	100,3	113,1	116,0	118,7
Testigo	66,2	80,3	93,0	103,6	122,2	128,8	131,5	132,1
CV	17,9	16,4	16,3	18,8	25,5	30,4	30,5	31,4

No se presentaron diferencias significativas por la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$)

Apéndice II. Diámetro del tronco en plantas de vid regadas con el lixiviado proveniente de los cultivos.

Tratamientos	Diámetro							
	cm							
	Días después del primer riego							
	15	30	45	60	75	90	105	120
Cebada	1,74	1,75	1,82	1,88	1,98	1,98	2,01	2,01
Haba	1,74	1,78	1,82	1,84	1,88	1,90	1,92	1,92
Mostaza	1,76	1,81	1,86	1,94	1,98	1,99	1,99	2,01
Sordán	1,74	1,77	1,80	1,87	1,92	1,92	1,95	1,95
Testigo	1,73	1,75	1,78	1,84	1,84	1,91	1,92	1,92
CV	20	20	18,9	18,8	18,8	20	19,7	19,4

No se presentaron diferencias significativas por la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$)

Apéndice III. Evaluación del agua de riego

Fecha	Cebada		Haba		Mostaza		Sordán		Testigo	
	pH	CE mS	pH	CE mS	pH	CE mS	pH	CE mS	pH	CE mS
19-Dic-08	8,01	1,60	8,08	2,04	8,14	3,35	7,92	1,65	8,53	2,91
22-Dic-08	8,21	1,67	8,24	4,96	8,25	1,95	8,21	2,16	8,56	2,93
24-Dic-08	8,25	1,57	7,73	3,29	8,19	1,62	8,23	1,76	8,35	2,50
30-Dic-08	8,09	1,51	8,26	2,68	8,15	1,75	8,22	1,78	8,54	3,03
05-Ene-09	8,13	1,51	8,51	2,89	8,14	2,12	8,28	1,66	8,42	3,14
08-Ene-09	8,33	1,45	8,29	1,47	8,43	1,60	8,41	1,50	8,34	2,34
12-Ene-09	8,20	1,47	8,10	1,46	8,28	1,58	8,23	1,57	8,25	2,26
14-Ene-09	8,15	1,39	7,96	1,49	7,95	1,44	8,01	1,29	8,36	2,55
21-Ene-09	7,91	1,33	7,95	1,25	7,91	1,39	8,01	1,31	8,14	2,08
23-Ene-09	7,85	1,29	7,94	1,38	7,97	1,52	7,87	1,38	8,16	1,91
26-Ene-09	7,87	1,41	7,74	1,13	7,82	1,39	7,67	1,38	8,08	2,09
29-Ene-09	7,91	1,36	7,63	1,39	7,68	1,39	7,85	1,83	8,06	1,57
02-Feb-09	7,38	1,32	7,66	1,87	7,56	1,42	7,95	2,07	7,84	1,40
04-Feb-09	7,83	1,37	7,95	1,60	7,93	1,63	8,07	3,43	8,05	1,68
06-Feb-09	8,10	1,45	8,15	2,75	8,05	1,91	7,99	4,40	8,39	2,01
09-Feb-09	7,94	1,73	8,29	2,54	8,08	2,38	8,15	4,19	8,36	2,06
11-Feb-09	7,79	2,04	7,70	2,94	7,74	1,94	8,05	3,75	8,10	1,81
13-Feb-09	7,88	1,98	7,99	3,58	7,94	2,01	8,03	3,44	8,15	1,82
16-Feb-09	8,04	1,84	8,04	3,82	8,01	2,08	8,09	3,00	8,25	1,84
18-Feb-09	7,77	2,17	7,95	3,72	7,89	3,53	8,22	3,00	8,15	2,03
20-Feb-09	7,60	2,49	7,70	3,11	7,69	3,65	8,13	2,45	8,09	1,93
23-Feb-09	8,21	3,47	8,14	3,52	8,08	4,30	8,41	2,93	8,30	1,96
25-Feb-09	7,80	3,52	7,88	2,80	7,64	3,24	8,13	2,37	7,82	1,83
27-Feb-09	8,10	3,01	8,06	3,11	8,10	3,01	8,47	2,48	8,10	2,14
02-Mar-09	7,95	3,55	8,16	3,08	7,95	4,08	8,07	2,14	8,14	2,08
04-Mar-09	7,95	3,27	8,38	3,37	7,93	2,72	8,19	2,58	8,31	2,03
06-Mar-09	8,14	3,58	8,43	3,54	8,03	3,28	8,25	2,57	8,42	2,27
09-Mar-09	7,74	2,83	7,88	2,06	8,14	2,94	8,20	2,73	8,35	2,24
11-Mar-09	7,77	2,78	8,05	2,52	7,95	2,73	7,99	1,96	8,01	1,48
13-Mar-09	7,79	2,64	8,01	2,32	7,92	2,54	8,02	1,94	7,99	1,57
16-Mar-09	7,78	2,48	7,95	2,10	7,88	2,31	8,04	1,92	7,98	1,68
18-Mar-09	8,30	2,94	8,41	2,83	8,29	3,29	8,34	1,98	8,34	1,77

(continúa)

Apéndice III (continuación)

Fecha	Cebada		Haba		Mostaza		Sordán		Testigo	
	pH	CE mS	pH	CE mS	pH	CE mS	pH	CE mS	pH	CE mS
20-Mar-09	8,01	2,59	8,24	2,16	8,11	2,74	8,28	2,44	8,20	1,70
23-Mar-09	7,79	2,35	8,04	2,86	7,95	3,25	8,08	2,20	8,05	3,55
26-Mar-09	8,26	2,99	8,49	3,09	8,35	3,34	8,43	2,08	8,43	3,84
30-Mar-09	8,26	2,08	8,43	2,69	8,26	3,15	8,41	2,30	8,47	2,02
02-Abr-09	8,32	2,67	8,47	3,27	8,42	3,07	8,62	2,23	8,29	2,49
06-Abr-09	8,18	2,54	8,00	2,35	8,01	2,31	8,34	2,23	8,17	1,89
08-Abr-09	7,92	2,22	8,05	2,13	8,07	2,44	8,17	1,84	8,14	2,34
14-Abr-09	8,03	2,14	8,11	2,08	8,07	2,11	8,36	2,22	8,12	1,78
18-Abr-09	8,05	2,08	8,52	2,22	8,31	2,08	8,29	1,64	8,44	1,99
20-Abr-09	8,37	2,20	8,41	2,28	8,44	2,01	8,38	1,85	8,44	1,86
24-Abr-09	8,33	2,29	8,45	2,38	8,51	2,23	8,49	2,23	8,37	2,07
04-May-09	8,37	2,33	8,02	2,05	8,11	2,09	8,20	2,22	8,24	2,24
Media	8,02	2,19	8,10	2,55	8,05	2,43	8,18	2,27	8,23	2,15
S	0,23	0,70	0,25	0,81	0,22	0,78	0,19	0,72	0,18	0,52

S: Desviación estándar