

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS EN UN SISTEMA  
DE COSECHA DE AGUA CON *Acacia saligna* EN LADERAS DEGRADADAS DE  
LA REGIÓN DE COQUIMBO**

**ANDRÉS JAVIER NAVARRO ÁLVAREZ**

**SANTIAGO – CHILE**

**2014**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS EN UN SISTEMA  
DE COSECHA DE AGUA CON *Acacia saligna* EN LADERAS DEGRADADAS DE  
LA REGIÓN DE COQUIMBO**

**EFFECT OF ORGANIC AMENDMENTS ON A WATER HARVESTING SYSTEM  
WITH *Acacia saligna* IN DEGRADED HILLSLOPES OF THE REGIÓN DE  
COQUIMBO**

**ANDRÉS JAVIER NAVARRO ÁLVAREZ**

**SANTIAGO – CHILE**

**2014**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**Memoria de Título**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS EN UN SISTEMA  
DE COSECHA DE AGUA CON *Acacia saligna* EN LADERAS DEGRADADAS DE  
LA REGIÓN DE COQUIMBO**

Memoria para optar al título profesional de:  
Ingeniero Agrónomo

**ANDRÉS JAVIER NAVARRO ÁLVAREZ**

<b>PROFESORES GUÍAS</b>	<b>Calificaciones</b>
Manuel Casanova P. Ingeniero Agrónomo, M.S.	7,0
Yasna Tapia F. Ingeniera en Alimentos, Dra.	6,6
<b>PROFESORES EVALUADORES</b>	
Oswaldo Salazar G. Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph.D.	7,0
Danilo Aros O. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.	6,8

**SANTIAGO – CHILE**

**2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a los docentes que contribuyeron en mi formación académica, en especial a mis profesores guías por su paciencia y buena disposición para orientarme durante el desarrollo de esta memoria.

Gracias al equipo del laboratorio por toda la ternura y buena onda que me entregaron.

Gracias a mis padres y amigos por apoyarme en todo momento y ser parte de mi formación como persona.

Gracias a la música por acompañarme siempre y porque sin ella la vida sería un error.

*Para todos  
todo*

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
Objetivo general .....	4
Objetivos específicos .....	4
MATERIALES Y MÉTODO .....	5
Sitio de estudio .....	5
Descripción del ensayo .....	6
Diseño experimental .....	7
Análisis estadístico .....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	9
Características del suelo .....	9
Propiedades químicas de las enmiendas orgánicas .....	9
Propiedades químicas del suelo .....	11
Contenido de clorofila y variables morfológicas de la planta .....	17
CONCLUSIONES .....	19
BIBLIOGRAFÍA .....	20
APÉNDICE I .....	27
ANEXO I .....	28
ANEXO II .....	30

## RESUMEN

Con el fin de diversificar las enmiendas y fuentes de nutrientes para un manejo sostenible del suelo y el agua, se estableció un ensayo en posición de ladera con plantas de *Acacia saligna* dispuestas en 18 medialunas de piedras con aplicación de estiércol de caprino y/o emulsión orgánica (15 a 30 Mg ha<sup>-1</sup> y 100 a 200 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Se evaluaron los cambios en las propiedades químicas superficiales del suelo respecto de una medición preliminar, otra al momento de la aplicación y al cabo de un año. Las enmiendas impactaron las propiedades, pero solo el pH mantuvo una tendencia temporal a aumentar en todos los tratamientos. La conductividad eléctrica aumentó principalmente en los tratamientos con estiércol de caprino, sin superar los 4,0 dS m<sup>-1</sup>. La materia orgánica se mostró errática, obedeciendo a la extrema aridez de la zona. En términos generales, se observó un incremento temporal en los contenidos de macronutrientes disponibles y nitrógeno total con las enmiendas, los que posteriormente disminuyeron debido a la absorción realizada por la planta. Se concluye que se requieren aplicaciones con una frecuencia mayor de estas enmiendas, pero también que las dosis comerciales usadas están muy lejos de generar cambios en zonas áridas y en estos reducidos sectores intervenidos, por cuanto conceptualmente deben ser reemplazadas por dosis de restauración, dadas las condiciones de extrema degradación que imperan.

**Palabras clave:** *Acacia saligna*, cosecha de agua, enmiendas orgánicas.

## ABSTRACT

In order to diversify amendments and nutrient sources for a sustainable management of soil and water, a field experiment was conducted on a hillslope with *Acacia saligna* plants distributed in 18 stone half-moons amended with goat manure and/or organic emulsion (15 to 30 Mg ha<sup>-1</sup> and 100 to 200 L ha<sup>-1</sup>, respectively). Changes in the chemical properties of the soil surface were assessed by a preliminary measurement first, another at the moment of application and a third one a year later. The amendments had an impact on the properties, but only pH showed an increasing temporal trend in all the treatments. Electrical conductivity increased mostly in treatments with goat manure, not exceeding 4,0 dS m<sup>-1</sup>. Organic matter proved to be erratic, due to the extreme aridity of the zone. In general terms, a temporary increase in available macronutrients and total nitrogen was observed after amendment application, all of which decreased later due to plant uptake. It is concluded that more frequent applications of these amendments are required, and also that commercial application rates are very far from inducing changes in arid zones and in these small engineered areas, so they must be conceptually replaced by reclamation rates, according to the extreme degradation conditions that prevail.

**Key words:** *Acacia saligna*, water harvesting, organic amendments.

## INTRODUCCIÓN

Las Comunidades Agrícolas de la Región de Coquimbo constituyen una particular situación de tenencia de tierra, en donde coexisten propiedades privadas y comunitarias. Las Comunidades se caracterizan por la elevada pobreza de sus habitantes y la severa degradación de sus recursos naturales derivada de la sobreexplotación histórica (Medina, 2006). Una de las actividades que genera mayor deterioro de los recursos en la zona corresponde a la producción caprina, basada en la dotación de la mayor cantidad de animales posible en la medida en que la situación climática y productiva lo permita (Peña, 2006). Esto, sumado a la falta de un manejo adecuado, ha ocasionado que los suelos de la Región se encuentren en un estado avanzado de degradación, lo cual ha transformado a la desertificación en uno de los problemas ambientales más urgentes de la zona. En este sentido, la disposición de los agricultores para coordinar un uso sustentable de las tierras de pastoreo y adoptar medidas de conservación dependerá en gran parte de su percepción del riesgo que representan la degradación de suelos y la desertificación.

La forestación con árboles tolerantes a suelos con limitantes permanentes, particularmente en zonas áridas y semiáridas, ha sido utilizada en otros países como una medida de recuperación de las propiedades de suelos degradados. Así, Witkowski (1991) mostró en Australia que el mantillo generado por el aramo azul (*Acacia saligna*) contribuye a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo. Esta especie ha sido introducida con éxito en la Región, presentando un buen potencial de crecimiento (Alcaíno *et al.*, 1995). *A. saligna* es resistente a la sequía y a medios adversos, mostrando preferencia por áreas con influencia de neblinas costeras. La especie se suele plantar en zonas con precipitaciones irregulares y limitadas, caracterizadas por la concentración de las lluvias en invierno y sequía estival, y no tiene grandes limitantes edáficas, adaptándose bien a suelos salinos (Perret y Mora, 2000). Los propósitos con que se establece *A. saligna* son esencialmente como alimento suplementario o de emergencia en períodos prolongados de sequía, sombra para los animales, leña para uso energético y como protección y estabilización de suelos degradados. Estas características hacen que el establecimiento de la especie sea atractivo para pequeños propietarios e igualmente para empresas ganaderas a mayor escala (Hassan, 1997). En este contexto el uso de especies arbóreas como protección contra la degradación es una alternativa idónea (Sotomayor *et al.*, 2008), pero en años en que la precipitación es crítica se requieren medidas que contribuyan a hacer sustentable su establecimiento.

La cosecha y almacenamiento de agua de lluvia por escorrentía representan estrategias atractivas para resolver los problemas de escasez hídrica (Van Wesemael *et al.*, 1998), particularmente en regiones áridas y semiáridas, a menudo caracterizadas por una irregular distribución de la precipitación (FAO, 2004; Biazin *et al.*, 2012). Constituyen formas eficaces de manejo del recurso para el establecimiento y posterior crecimiento de árboles (Li *et al.*, 2005), pudiendo implementarse mini-represas en forma de zanjas, platillos, surcos y camellones y su combinación con mulch de plástico y grava (Li *et al.*, 2006). Los

sistemas de cosecha de agua unidos al uso de especies arbóreas se complementan, aumentando el contenido de agua en el área bajo la influencia de la raíces y en la cuenca, sobre todo en los períodos más secos del año (Previati, 2009; Ali *et al.*, 2010). En esta técnica los esfuerzos se orientan a reducir la infiltración e incrementar el escurrimiento superficial en ciertas áreas, las cuales servirán de fuentes de suministro de agua para otras, acorde a una adecuada proporción entre ambas superficies (Casanova *et al.*, 2011). Es así como a través del mundo esta técnica de conservación muestra numerosas ventajas (Salazar y Casanova, 2011), pudiendo implementarse sistemas de microcuencas en forma de medialunas con materiales fácilmente disponibles para los agricultores (Derib *et al.*, 2009).

La degradación de suelos en las Comunidades Agrícolas de la Región de Coquimbo ha hecho perder la funcionalidad física del suelo, en particular, su capacidad de retención de agua, siendo conveniente recurrir a enmiendas orgánicas como el estiércol de caprino para restituirla. Estos materiales, ampliamente disponibles en la zona, permiten aumentar el contenido de materia orgánica (MO) del suelo y mejorar sus propiedades. La necesidad de aplicar enmiendas orgánicas como complemento a la técnica de la medialuna ha sido demostrada (Zougmore *et al.*, 2003), de manera que las emulsiones orgánicas comerciales surgen como otra alternativa interesante en la recuperación de suelos degradados. Diversas investigaciones realizadas en Chile han estudiado los efectos de su aplicación sobre las propiedades físicas e hidráulicas del suelo (Villaruel, 2010; Traub, 2011; Kirberg, 2013; Muñoz, 2013).

Al estudiar la práctica combinada de agroforestería y cosecha de agua en la zona central de Chile, Casanova *et al.* (2012) evidenciaron un impacto positivo sobre los niveles de MO y nitrógeno del suelo en el largo plazo. De este modo, aquellos sistemas que integren el establecimiento de árboles con la cosecha de agua de lluvia y la aplicación de enmiendas orgánicas podrían ser de gran utilidad para recuperar recursos en una etapa avanzada de degradación, mejorando las condiciones del suelo, la disponibilidad de agua y la biodiversidad.

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto del tipo y dosis de enmienda orgánica en propiedades químicas del suelo, contenido de clorofila y algunas variables morfológicas de *Acacia saligna* bajo un sistema de cosecha de agua en una ladera degradada de la Región de Coquimbo.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar y monitorear los cambios en propiedades químicas del suelo, al cabo de una temporada.
- Evaluar y monitorear los cambios en contenido de clorofila y algunas variables morfológicas de *A. saligna*, al cabo de una temporada.

## MATERIALES Y MÉTODO

### Sitio de estudio

El ensayo se desarrolló en una unidad demostrativa de prácticas asociadas al Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios, del Ministerio de Agricultura (Figura 1). El sitio se ubica en la Comuna de Canela, Provincia de Choapa, Región de Coquimbo ( $31^{\circ}26'S$  y  $71^{\circ}33'O$ ). El terreno pertenece a la Comunidad Agrícola Angostura de Gálvez, una propiedad comunitaria con una superficie de 1.503 ha, a la cual se adscriben 30 comuneros.

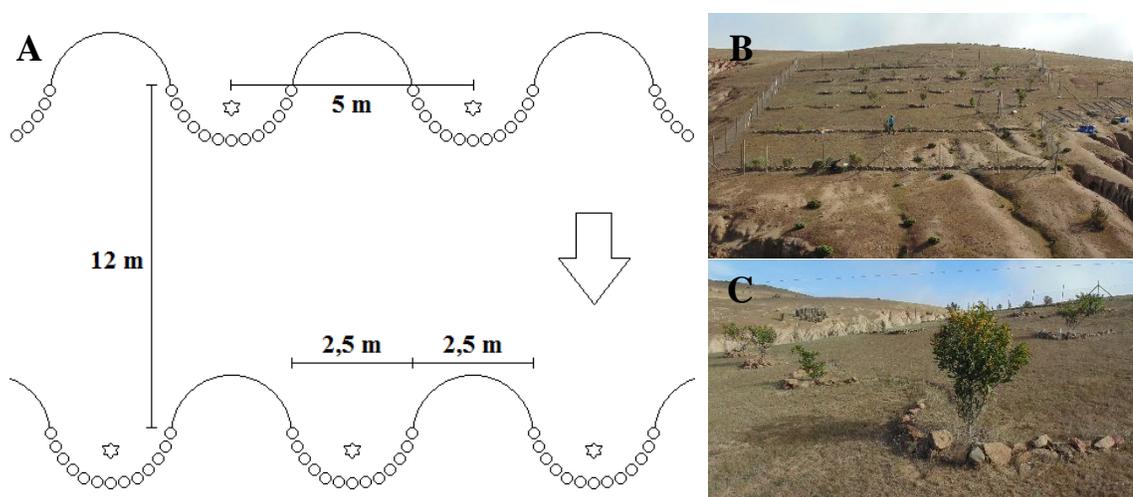


Figura 1. Dimensiones del ensayo (A), vista general (B) y medialunas (C).

El clima de la zona es definido como pampeano, de régimen hídrico más bien seco con inviernos suaves (Novoa y Villaseca, 1989). Los datos obtenidos por una estación meteorológica de Canela Baja ( $31^{\circ}23'S$  y  $71^{\circ}27'O$ ) durante el período 2006-2010 indican una precipitación media anual de 92 mm, con una alta variabilidad interanual, fluctuando entre 61 y 132 mm. La temperatura media anual es de  $14,9^{\circ}C$  (Casanova *et al.*, 2011).

El sector se ubica en una zona costera geomorfológicamente accidentada e interfluvial, entre las cuencas de los ríos Choapa y Limarí. Entre cordones de cerros y serranías de altitud media, se sitúa a menos de 1.500 msnm y presenta gradientes de pendiente medios de 30-50% (Casanova *et al.*, 2011). El sitio se emplaza en una ladera de exposición ecuatorial. Los suelos del área no se asocian a una Serie de suelo en particular, sino que se incluyen dentro de Misceláneo Cerro, localizado en el extremo norte del estudio agrológico realizado por CNR (1993). Se trata de suelos no arables con limitaciones muy severas por erosión, incluyendo cárcavas profundas donde solo se presenta a la vista el subsuelo y en muchas áreas es visible el material parental.

## Descripción del ensayo

En una ladera con canalículos abundantes y en condiciones de secano se establecieron 18 medialunas de piedras sobre tres curvas de nivel, cuyas dimensiones son 2,5 m de diámetro y 5,0 m de separación entre sus centros, con una equidistancia de 2,0 m. Se excavaron surcos entre las medialunas para detener y redirigir el agua de escorrentía hacia las mismas. La distancia inclinada entre curvas es de 12,0 m (Figura 1).

Al centro de cada medialuna se estableció una planta joven de *Acacia saligna* proveniente de vivero, y se incorporó materia orgánica en la capa arable en forma de estiércol de caprino y/o emulsión orgánica. El estiércol fue obtenido en un predio de la zona e incorporado al suelo en forma manual. Se tomó una muestra del estiércol y se determinó pH, conductividad eléctrica (CE), contenido de MO, nitrógeno, fósforo y potasio disponibles según los métodos recomendados por Sadzawka *et al.* (2005). La emulsión orgánica escogida y aplicada en la superficie del suelo es BIOCAT-15<sup>®</sup>, una enmienda húmica líquida elaborada a partir de turba, restos vegetales e hidróxido potásico (Anexo I). Se analizaron los mismos parámetros que en el estiércol según la metodología propuesta por Sadzawka (2006), exceptuando el contenido de nitrato, que fue determinado integrando los métodos de Kempers (1974), Cataldo *et al.* (1975) y Mulvaney (1996).

Transcurridos 4 meses desde la aplicación de las enmiendas (T0, Julio 2012) se tomó una muestra compuesta fuera de las medialunas (0-20 cm) para caracterizar el estado inicial del suelo. En dicha muestra se determinó pH en agua (1:2,5) mediante potenciometría ( $\text{pH}_{\text{agua}}$ ), conductividad eléctrica en extracto de saturación mediante conductivimetría ( $\text{CE}_e$ ), contenido de materia orgánica mediante oxidación con dicromato en medio ácido y colorimetría (MO), cationes solubles mediante extracción con acetato de amonio y espectrofotometría (Ca, Mg y Na), nitrógeno disponible (N) mediante extracción con cloruro de potasio y destilación por arrastre de vapor, fósforo disponible (P) mediante el método de Olsen (Sadzawka *et al.*, 2006), potasio disponible (K) mediante extracción con acetato de amonio (Jackson, 2005) y nitrógeno total ( $\text{N}_{\text{total}}$ ) mediante digestión con ácido sulfúrico (Lachica *et al.*, 1965). En el momento de la aplicación de las enmiendas (T1, Marzo 2012) se realizaron estos mismos análisis (excepto cationes solubles) en los primeros 20 cm de profundidad de cada medialuna siguiendo los métodos antes señalados, con la excepción del análisis de MO, que se realizó mediante pérdida por calcinación a 360°C (Sadzawka *et al.*, 2006). Al cabo de 12 meses (T2, Abril 2013) se repitieron dichos análisis en las medialunas, incluyendo además la capacidad de intercambio catiónico (CIC) mediante percolación con acetato de amonio a pH 7 (Dewis y Freitas, 1970).

Respecto a las plantas, una vez transcurridos 18 meses desde el inicio del ensayo (Septiembre 2013) se midieron las variables de altura, diámetro basal e índice CCI (Chlorophyll Content Index) con un clorofilómetro portátil (Opti-Sciences CCM-200).

No se hicieron comparaciones alométricas entre tratamientos puesto que las plantas fueron compradas en un vivero y se establecieron al inicio del ensayo con medidas no uniformes, sin registrarse los valores iniciales de estos parámetros.

En cuanto al CCI, su medición en terreno presentó la dificultad de que algunas plantas no tenían la cantidad de hojas suficiente para hacer comparaciones. Es por esto que el análisis consideró solo aquellos tratamientos con una cantidad de hojas suficiente en cada una de sus tres repeticiones para entregar un resultado fiable, estableciéndose un tamaño de muestra estándar de seis hojas por planta.

Los análisis químicos del suelo y las enmiendas orgánicas se realizaron en el Laboratorio de Química de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

### Diseño experimental

La unidad experimental corresponde a una medialuna de 2,5 m<sup>2</sup> de superficie con una planta de *A. saligna*. Se evaluaron cinco tratamientos y un testigo con tres repeticiones (Cuadro 1), distribuidos en la ladera en tres bloques completamente aleatorizados, resultando un total de 18 unidades experimentales (Figura 2).

Cuadro 1. Tratamientos del ensayo.

Tratamiento	Enmienda aplicada al suelo	Dosis
T	Testigo, sin enmiendas orgánicas	0
E1	Emulsión orgánica	100 L ha <sup>-1</sup>
E2	Emulsión orgánica	200 L ha <sup>-1</sup>
G1	Estiércol de caprino	15 Mg ha <sup>-1</sup>
G2	Estiércol de caprino	30 Mg ha <sup>-1</sup>
EG	Emulsión orgánica + Estiércol de caprino	100 L ha <sup>-1</sup> + 15 Mg ha <sup>-1</sup>

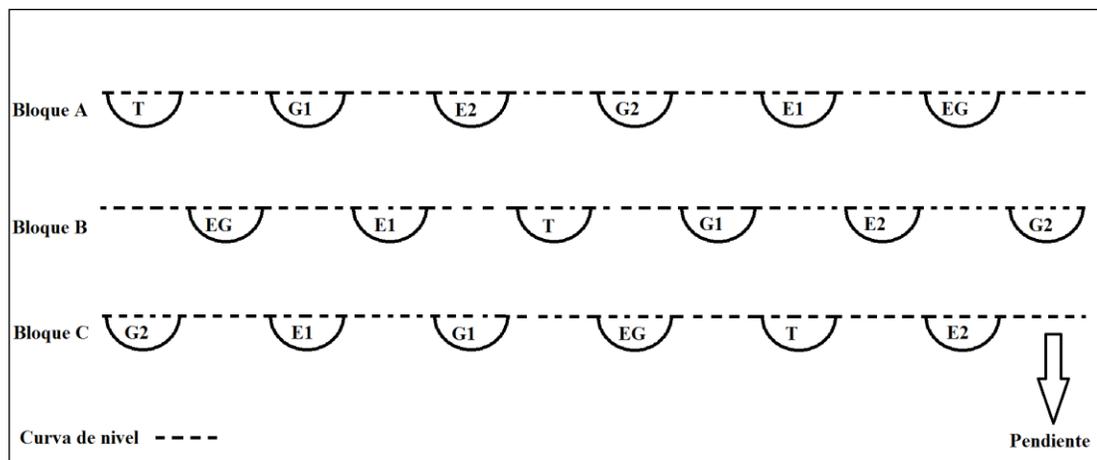


Figura 2. Distribución de los tratamientos.

**Análisis estadístico**

Se efectuó un análisis de varianza de los datos obtenidos con 95% de confianza, aplicando la prueba de comparaciones múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ) para detectar diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en cada época de medición. También se estudió la asociación entre variables mediante el coeficiente de correlación lineal de Pearson ( $\alpha \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características del suelo

La caracterización completa del perfil del suelo en estudio se presenta en el Apéndice I. Al respecto, el solum alcanza una profundidad de 40 cm, lo que da cuenta de la baja intensidad de los procesos de formación de suelo en la zona. Por debajo de los 40 cm de profundidad no se aprecia estructura y los colores se tornan más claros, evidenciando contenidos menores de materia orgánica asociados a una baja influencia de la biota. Existe predominancia de texturas gruesas, y tanto plasticidad como adhesividad bajas o nulas en los primeros 40 cm de profundidad. La baja pluviometría imperante en la zona tiene implicancias en escasa meteorización del material parental. La forma angular de las abundantes gravas del perfil y la posición del sitio en el paisaje indican la naturaleza coluvial del material parental, informado por Casanova *et al.* (2011) como fundamentalmente granítico.

Los resultados de la caracterización química del suelo se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Propiedades químicas del suelo en estudio.

pH <sub>agua</sub>	CE <sub>e</sub>	MO	N <sub>total</sub>	Macronutrientes disponibles			Cationes solubles		
				N	P	K	Ca	Mg	Na
(1:2,5)	(dS m <sup>-1</sup> )	(%)		-----	(mg kg <sup>-1</sup> )	-----	-----	(cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	-----
6,1	2,24	2,14	0,06	7	12	134	0,56	0,92	11,55

El pH del suelo es ligeramente ácido. La CE<sub>e</sub> indica que el suelo es no salino, aunque su elevada relación de adsorción de sodio (RAS = 13,4) podría dar cuenta de un suelo sódico. Sin embargo, los suelos sódicos generalmente presentan un pH superior a 8,5 (Brady y Weil, 2008). Los contenidos de MO, P y K disponibles se encuentran dentro de un rango medio, mientras que los niveles de N<sub>total</sub> y N disponible son muy bajos (Bernier, 1999).

### Propiedades químicas de las enmiendas orgánicas

Las principales propiedades químicas de las enmiendas aplicadas se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Propiedades químicas del estiércol de caprino y la emulsión orgánica.

Enmiendas	pH <sub>agua</sub>	CE	MO*	Macronutrientes disponibles		
				N	P	K
	(1:2,5)	(dS m <sup>-1</sup> )	(%)	-----	(mg kg <sup>-1</sup> )	-----
Estiércol	8,7	6,38	16,5	23	368	5214
Emulsión	12,5	6,05	30,9	3	340	39772

\*: En base a masa seca

El pH de ambas enmiendas orgánicas se encuentra dentro de un rango muy alcalino y la CE es elevada. No existe un consenso respecto al valor que debiesen presentar ambas propiedades en el estiércol de caprino (Carrasco *et al.*, 2003; Azeez y Van Averbeke, 2010b; Akhtar *et al.*, 2013; Irshad *et al.*, 2013). Esto obedece en gran medida a diferencias en la edad del animal, las características de su dieta y el sistema de manejo (Chadwick *et al.*, 2000), así como también el grado de estabilización del material. En zonas donde el ganado se alimenta principalmente de vegetación halófila es muy probable encontrar mayores contenidos de sales disueltas en sus excretas. Si bien el suelo no presenta salinidad, la aplicación de una enmienda con estas características podría resultar en su salinización y restringir el crecimiento de especies no tolerantes. En cuanto al pH de la emulsión orgánica, éste coincide con el señalado por el fabricante (Anexo I), y su alto valor responde a la presencia de hidróxido potásico en el producto.

En cuanto al contenido de materia orgánica (MO), el valor en el estiércol es muy inferior al que reportan otros autores para caprinos, por sobre 50% (De Walle y Sevenster, 1998; Carrasco *et al.*, 2003; Moral *et al.*, 2005; Azeez y Van Averbeke, 2010b; Akhtar *et al.*, 2013). Es probable que, debido a las condiciones de almacenamiento del estiércol, la muestra contuviera partículas minerales del suelo sobre el cual se acumuló, además de ocurrir una pérdida de MO producto de la acción de microorganismos. De cualquier manera, este bajo valor es de suma relevancia, puesto que uno de los fines por los que se aplican estas enmiendas es precisamente incrementar la MO en el suelo. Si bien Albiach *et al.* (2000) encontraron 40% de MO en ácidos húmicos comerciales, el rótulo de la emulsión utilizada (Anexo II) indica un extracto húmico total (ácidos húmicos y fúlvicos) de 16% y un contenido de MO de 67% (en base a masa seca). El análisis presentado aquí arrojó menos de la mitad del valor de MO que señala el fabricante. Esto es alarmante, si además se toma en cuenta que el producto posee un contenido de agua de 77,3%.

El contenido de N en el estiércol también se encuentra muy por debajo del obtenido en otros trabajos (De Walle y Sevenster, 1998; Azeez y Van Averbeke, 2010b). Una posible explicación a este fenómeno es que el N presente se haya lixiviado y/o volatilizado, al ser sometido a humedad excesiva o altas temperaturas durante el almacenamiento, respectivamente. En este sentido, Moral *et al.* (2005) informan una muy baja relación  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$ , lo cual implica que la mayor parte del N mineral en el estiércol de caprino es de carácter nítrico. Debido a esto, es necesario atribuir una disminución tan amplia en el contenido de N a la lixiviación o al consumo por microorganismos. La proporción de orina que pueda estar presente en el estiércol afectará la concentración de N, de modo que la diferencia observada también podría atribuirse a dicho fenómeno (Bristow *et al.*, 1992). Al considerar el P presente en este tipo de estiércol, Azeez y Van Averbeke, (2010b) hallaron un contenido muy superior al obtenido en este estudio. Pagliari (2014) compara el tipo de P de varios estiércoles, destacando un elevado valor del componente inorgánico. En cuanto al K, Irshad *et al.* (2013) reportan un contenido de casi el doble respecto a los resultados que aquí se presentan, solo disminuyendo a valores cercanos luego de un período de compostaje. Más aún, Azeez y Van Averbeke (2010b) registran en el estiércol fresco un contenido de K equivalente a casi ocho veces el detectado en esta investigación. Resultados

tan contrastantes podrían ser explicados por las diferencias en la alimentación del animal, pero se requiere mayor investigación para entender dicha situación.

Los ácidos húmicos contienen algunos elementos nutrientes en su estructura y también son capaces de quelar aquellos que están presentes en el suelo (Almarshadi e Ismail, 2014). Para las sustancias húmicas derivadas de extractos de compost, Da-Bing *et al.* (2012) observaron contenidos de N cercanos al 2,5%. El análisis de la emulsión aplicada arrojó contenidos de N y P inorgánicos bastante bajos, lo que permite inferir que estos elementos se encuentran principalmente en forma orgánica y han de mineralizarse en el suelo para ser aprovechados por la planta. Dado que el producto presenta hidróxido potásico entre sus componentes, el contenido de K es extremadamente alto, lo que podría inducir problemas de toxicidad dependiendo de la dosis de aplicación y del nivel de potasio en el suelo.

### Propiedades químicas del suelo

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de los análisis químicos efectuados en dos momentos críticos: al inicio del ensayo (T1) y al cabo de 12 meses desde su inicio (T2).

Cuadro 4. Propiedades químicas de los tratamientos en distintas épocas de medición.

	pH <sub>agua</sub>	CE <sub>e</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	CIC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	MO ---- (%) ----	N <sub>total</sub> ----	Macronutrientes disponibles		
						N -----	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K -----
T1: Marzo 2012								
T	6,3±0,3 b	2,87±0,63 b	nd	0,31±0,17 b	0,08±0,02 a	16± 5 bc	20± 2 a	161± 22 a
E1	6,5±0,2 ab	1,84±0,31 ab	nd	2,25±0,45 a	0,07±0,00 a	7 ± 4 c	21± 3 a	183± 82 a
E2	6,5±0,2 ab	1,56±0,49 ab	nd	1,21±0,32 ab	0,08±0,01 a	18±11 abc	20± 3 a	140± 52 a
G1	6,3±0,1 b	2,50±0,65 b	nd	1,09±0,26 ab	0,07±0,01 a	37±16 ab	28± 8 a	188± 70 a
G2	6,8±0,3 a	1,06±0,04 a	nd	1,56±1,48 ab	0,08±0,02 a	41±19 a	49±39 a	350±304 a
EG	6,4±0,2 b	4,39±1,66 c	nd	1,16±0,60 ab	0,09±0,02 a	30± 9 abc	20± 2 a	205± 81 a
T2: Abril 2013								
T	7,2±0,2 a	1,42±0,32 a	22±7 b	1,34±0,26 a	0,02±0,01 a	7 ±3 a	12± 2 a	72±10 a
E1	7,2±0,1 a	1,35±0,29 a	36±6 a	1,43±0,49 a	0,02±0,01 a	5 ±3 a	14± 4 a	78±26 a
E2	7,0±0,1 ab	3,31±1,79 a	34±6 a	1,19±0,05 a	0,02±0,00 a	5 ±2 a	12± 4 a	68±27 a
G1	7,1±0,1 ab	2,77±1,91 a	27±6 ab	1,29±0,09 a	0,02±0,00 a	11±8 a	40±40 a	163±121 a
G2	6,5±0,6 b	2,02±0,57 a	27±5 ab	1,24±0,27 a	0,02±0,01 a	7 ±2 a	27±11 a	98±46 a
EG	7,1±0,2 ab	2,55±1,78 a	37±6 a	1,32±0,33 a	0,02±0,01 a	9 ±2 a	30±20 a	138±68 a

Tratamientos con una letra común, para una misma fecha, no difieren significativamente ( $p > 0,05$ ); nd: no determinada.

Se observa que el tratamiento con dosis mayor de estiércol (G2) mostró un mayor pH una vez aplicada la enmienda (T1), mientras que aquellos tratamientos con dosis menores (G1 y EG) no produjeron un incremento significativo del pH del suelo. Eghball (2002) advierte también un aumento de pH con aplicaciones anuales de estiércol durante 4 años. Si bien en macetas, Azeez *et al.* (2010) señalan que la aplicación de estiércol de caprino en dosis crecientes ocasiona incrementos de pH, aunque observan que éste disminuye al término del ciclo del cultivo. En suelos incubados con el mismo tipo de estiércol, Azeez y Van Averbek (2012) notan también un aumento inicial del pH, un descenso paulatino y una caída abrupta a los 120 días. De acuerdo a estos resultados, el efecto alcalinizante del estiércol sería temporal y no superior a un mes desde su aplicación. No obstante, otros autores (Eghball *et al.*, 2004) informan una tendencia inversa, o bien no encuentran cambios (Briceño *et al.*, 2008; Nikoli y Matsi, 2011) con otros tipos de estiércol. Con la excepción de G2, todos los tratamientos mostraron un aumento del pH al término del ensayo (T2), incluido T (Figura 3). La absorción de cationes por parte de las raíces es un proceso que aumenta la concentración de  $H^+$  en el suelo, por lo que, en ausencia de factores que puedan alcalinizar el suelo, debiera esperarse una disminución del pH al introducir una planta en el sistema. La capacidad tampón del suelo, su contenido de MO y el clima son factores que regulan los cambios de pH, por lo que se requiere más investigación para comprender bien este fenómeno.

No se observó un aumento proporcional de la CE con la dosis de aplicación de estiércol, contrario a lo observado por Eghball (2002). Ésta aumentó a valores importantes en EG, siendo significativamente menor en los demás tratamientos al inicio del ensayo (T1) (Cuadro 4). Al término del ensayo (T2) no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, y la tendencia general se aproximó a las condiciones originales (Figura 3). En el caso del estiércol de caprino, Azeez y Van Averbek (2012) reportaron lo contrario, una caída inicial abrupta de la CE y luego un incremento gradual a lo largo de la incubación, indicando que esta enmienda tiene un alto potencial para salinizar el suelo en el largo plazo. Lo mismo señalan Azeez *et al.* (2010), observando un aumento de la CE hacia el final del ciclo del cultivo generado por la adición de estiércol. No obstante, al tratarse de una especie adaptada a condiciones de salinidad, es muy probable que las plantas de *A. saligna* hayan asimilado en su biomasa parte de estas sales, generando la disminución de CE anteriormente mencionada.

Quizás uno de los fenómenos que más llama la atención es la dinámica que sigue la MO. Contrario a lo que se espera de la aplicación de enmiendas orgánicas, prácticamente todos los tratamientos vieron una disminución de ella al inicio del ensayo (T1) respecto a las condiciones originales, con la excepción de E1 (Cuadro 4). Al término del ensayo (T2) los valores de los distintos tratamientos tendieron a concentrarse sin mostrar diferencias significativas, y lo hicieron en un nivel más bajo al inicial (Figura 3). Dado que el testigo se comportó de manera análoga a los demás tratamientos, tal efecto solo podría explicarse por la actividad de la planta. Sin embargo, dado que las raíces consumen oxígeno y reducen su abundancia relativa en la rizósfera durante el proceso de respiración, la oxidación y consecuente mineralización de la MO debieran verse aminoradas. Quilty y Cattle (2011)

destacan un incremento temporal del C microbiano frente a la aplicación de sustancias húmicas comerciales, que en el largo plazo podría revertirse debido a una mayor mineralización favorecida por el aumento de la actividad biológica, especialmente si la enmienda posee una baja relación C/N. Al respecto, ciertos autores registran relaciones relativamente bajas al estudiar estiércol de caprino y sustancias húmicas de compost (Moral *et al.*, 2005; Azeez y Van Averbeke, 2010b; Da-Bing *et al.*, 2012). Estos valores de C/N podrían eventualmente ocasionar una mineralización de la MO contenida en las enmiendas, liberándose C en forma de dióxido de carbono y nutrientes en formas inorgánicas. Moral *et al.* (2005) encontraron niveles bajos de humificación y polimerización de la MO en el estiércol, lo cual se asocia con un alto contenido de compuestos orgánicos fácilmente biodegradables. A pesar de lo anterior, en ningún caso la aplicación de este tipo de enmiendas podría llevar el pool orgánico del suelo a un nivel inferior a la línea base. De hecho, otros autores realizaron un experimento de campo en un suelo con características similares al de este estudio, observando un aumento de la MO frente a la aplicación de ácidos húmicos exógenos (Almarshadi e Ismail, 2014). Sin duda estos resultados requieren de un mayor análisis para su cabal comprensión. No obstante, se debe hacer notar una diferencia metodológica en los análisis químicos de este estudio: al inicio y término del ensayo el cálculo se realizó a partir de la pérdida por calcinación, mientras que la muestra de caracterización previa fue analizada mediante digestión ácida. Eghball (2002) encontró un mayor contenido de C total con períodos más largos de aplicación sucesiva de estiércol compostado. Además, señala las ventajas de aplicaciones cada dos años en dosis mayores respecto a aplicaciones anuales en dosis menores. Diacono y Montemurro (2010) también destacan la importancia de aplicaciones prolongadas en el tiempo para que las diversas enmiendas orgánicas tengan un efecto sobre el carbono orgánico del suelo.

Respecto al N disponible, se observó una tendencia general al aumento al inicio del ensayo (T1), con la excepción del tratamiento E1 que no mostró variación (Cuadro 4). Los incrementos más importantes en este parámetro se encontraron en aquellos tratamientos con estiércol (G1, G2 y EG) y en la aplicación de dosis alta de emulsión (E2). Se sabe que el estiércol aporta N tanto en formas orgánicas como inorgánicas (Moral *et al.*, 2005; Azeez y Van Averbeke, 2010b), pudiendo estas últimas ser aprovechadas por la planta de manera inmediata. Si bien las fabáceas tienen la capacidad de fijar N atmosférico para satisfacer sus requerimientos, una parte del consumo total de la planta proviene de las fuentes no simbióticas, es decir, aquellas directamente disponibles en el suelo. Es más, Pate (2002) señala que árboles y arbustos de este tipo muestran baja o nula nodulación y son incapaces de autotrofia respecto al N si no cuentan con un suministro adecuado de P. Tal impedimento parece haber tenido lugar durante la temporada del ensayo, puesto que el N disponible tendió a volver a sus niveles iniciales en todos los tratamientos (T2), como se aprecia en la Figura 3. Luego de incubar un suelo con estiércol de caprino, Azeez y Van Averbeke (2010b) observaron una alta mineralización inicial del N orgánico, pero una mineralización neta negativa al cabo de 120 días, es decir, inmovilización por parte de los microorganismos en el largo plazo. Aunque tal efecto llama la atención debido a la baja relación C/N, tanto esta acción microbiana como el consumo de la planta propuesto anteriormente debiesen dar como resultado una dinámica semejante a la observada en este

estudio para los tratamientos con estiércol. En lo que respecta al  $N_{total}$ , los análisis no arrojaron diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las épocas de medición (Cuadro 4). Al estudiar la variación en el tiempo se puede observar que el contenido de N en el suelo aumenta ligeramente en todos los tratamientos (T1), incluido T, pero al cabo de una temporada (T2) éste decae fuertemente hasta un nivel muy inferior al original (Figura 3). La dinámica del  $N_{total}$  está estrechamente relacionada con la de su fracción mineral, por lo cual se espera que una liberación rápida de formas inorgánicas en la primera medición (T1) haga descender el contenido de  $N_{total}$  observado en la medición siguiente (T2) producto de la absorción y pérdidas, contrario al aumento significativo reportado por Almarshadi e Ismail (2014) al aplicar ácidos húmicos exógenos.

Las mediciones de P disponible arrojaron una alta dispersión de los datos, por lo que no fue posible detectar diferencias significativas entre tratamientos para cada una de las épocas estudiadas (Cuadro 4). De todas formas, se pueden hacer algunas observaciones respecto a la dinámica de este nutriente en el tiempo. En la Figura 3 se puede visualizar una tendencia general al incremento luego de las aplicaciones (T1), siendo éste mayor en G2 y G1. Es lógico pensar que una dosis alta de estiércol (G2) aportará más P que una dosis baja (G1 y EG), y que ambas dosis aportarán más P que un tratamiento sin dicha enmienda (T, E1 y E2). No obstante, los datos señalan que EG hizo un aporte similar al de los tratamientos sin estiércol, aun cuando el tratamiento incluye la misma dosis de estiércol que G1. Cabe preguntarse si la interacción con la emulsión ha sido negativa en este sentido. En su estudio, Almarshadi e Ismail (2014) observaron un aumento significativo de P debido a la aplicación de ácidos húmicos. En este sentido, los tratamientos T, E1 y E2 presentaron una disminución de P hacia el final del ensayo (T2) a sus niveles originales. Algo similar ocurrió con G2, que también mostró una disminución hasta aproximadamente la mitad del P aportado en la aplicación. Estas situaciones podrían ser explicadas por la absorción de las raíces, pero en los tratamientos con dosis baja de estiércol (G1 y EG) se observó el fenómeno contrario, experimentando éstos un aumento de P de forma aproximadamente lineal. Azeez y Van Averbek (2010a) encontraron mayor disponibilidad de P en un tratamiento con estiércol de caprino que en el testigo, debido a que esta enmienda reduce la capacidad de los coloides de fijar este nutriente. No obstante, el balance de P indicó que la mayor parte había sido fijada o inmovilizada al inicio de la incubación, solo que la magnitud de estos procesos fue mayor en el testigo.

En la medición de K también se observó una alta dispersión de los datos, la que impidió establecer diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 4). Al estudiar la Figura 3, no obstante, se puede apreciar que se repite la tendencia del P en G2, observándose un incremento importante al inicio del ensayo (T1) y una caída abrupta al término de la temporada evaluada (T2). Si bien el resto de los tratamientos con estiércol (G1 y EG) no mostraron un aumento sostenido de K, éste sí se mantuvo dentro de los rangos descritos previo al ensayo. Los tratamientos sin estiércol (T, E1 y E2), en tanto, experimentaron una reducción en el K por debajo de los niveles originales. Esto no concuerda con los resultados obtenidos por otros autores al trabajar con enmiendas húmicas (Almarshadi e Ismail, 2014), ni menos con el alto contenido de este elemento detectado en el producto.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) asociada al humus juega un rol preponderante en el horizonte superficial de suelos minerales respecto a la que aportan los coloides inorgánicos (Brady y Weil, 2008). De hecho, entre 25 y 90% de la CIC total se debe a la materia orgánica (Stevenson, 1994). Los tratamientos con emulsión (E1, E2 y EG) muestran los valores más altos al término del ensayo (T2), seguidos por los tratamientos con aplicación de estiércol sin combinar (G1 y G2) (Cuadro 4). Es natural pensar que un material rico en ácidos húmicos presentará ventajas en este aspecto respecto a un material no estabilizado como el estiércol, que presenta moléculas orgánicas más simples. Sin embargo, no se observó una relación directa entre CIC y MO para los distintos tratamientos, lo que lleva a preguntarse si el método de determinación de MO fue el adecuado para un suelo acondicionado con este tipo de enmiendas. Se sabe que la calcinación volatiliza otras sustancias además de la MO (Sadzawka *et al.*, 2006), lo que pudo conducir a una sobreestimación de este parámetro en ciertos tratamientos.

En el Cuadro 5 se presentan los valores de coeficiente de correlación lineal ( $r$ ) de Pearson entre las variables en estudio para ambos tiempos de medición.

Cuadro 5. Valores de correlación lineal para propiedades químicas del suelo al inicio (T1) y término del ensayo (T2).

	pH <sub>agua</sub>	CE <sub>e</sub>	MO	CIC	N <sub>total</sub>	N	P	K
T1: Marzo 2012								
pH <sub>agua</sub>	-							
CE <sub>e</sub>	-0,39	-						
MO	0,45	-0,43	-					
CIC	nd	nd	nd	-				
N <sub>total</sub>	0,06	0,37	-0,33	nd	-			
N	0,47	0,05	-0,09	nd	0,27	-		
P	0,67*	-0,29	0,49*	nd	0,24	0,72*	-	
K	0,59*	-0,17	0,48*	nd	0,31	0,65*	0,91*	-
T2: Abril 2013								
pH <sub>agua</sub>	-							
CE <sub>e</sub>	-0,20	-						
MO	-0,05	0,13	-					
CIC	0,21	0,29	0,09	-				
N <sub>total</sub>	-0,20	0,16	-0,38	-0,10	-			
N	0,09	0,52*	0,17	0,22	0,09	-		
P	-0,02	0,60*	0,06	0,15	0,26	0,83*	-	
K	0,09	0,57*	0,05	0,18	0,18	0,75*	0,96*	-

\*: valor significativo ( $p < 0,05$ ); nd: no determinada.

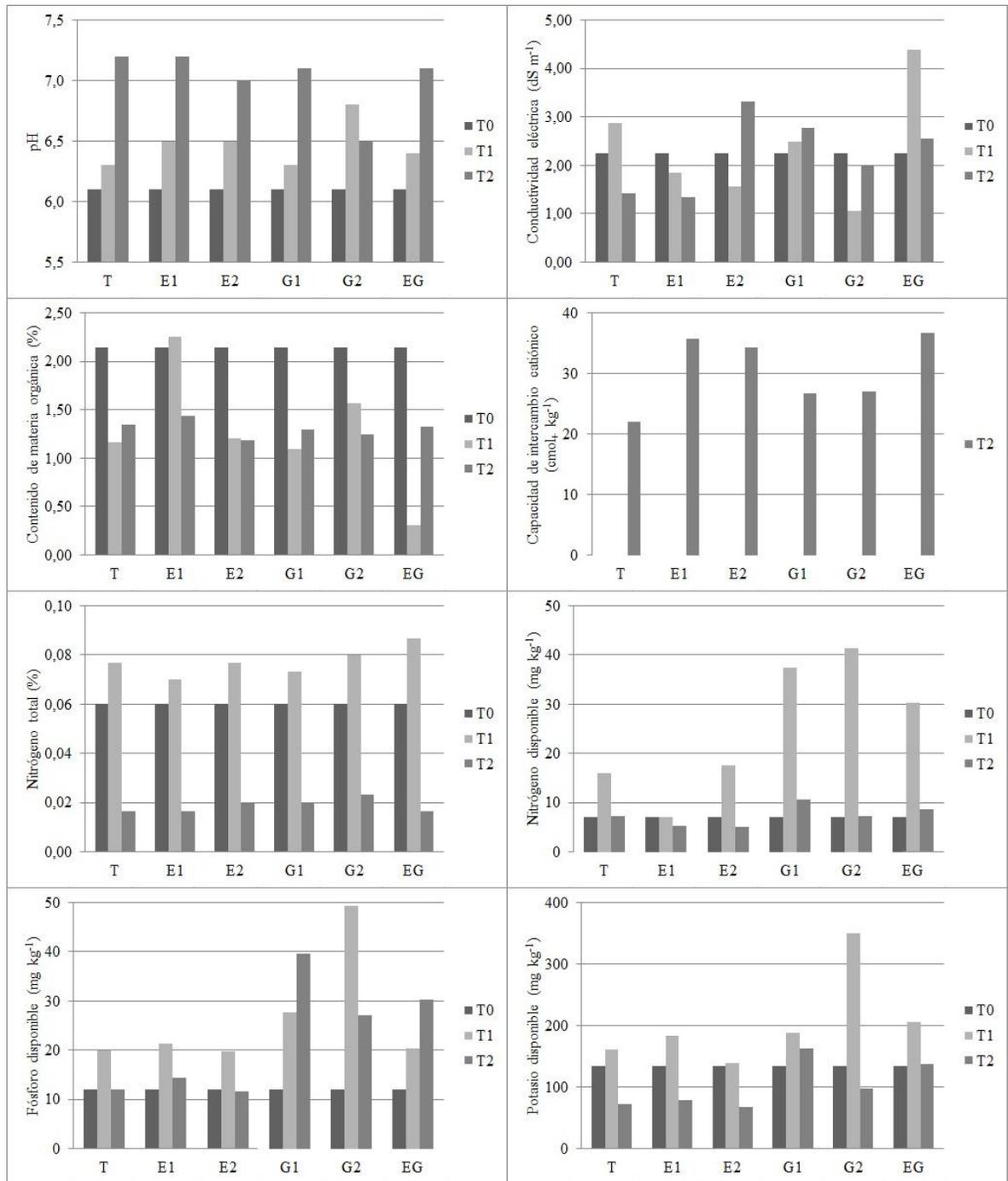


Figura 3. Dinámica temporal de las propiedades químicas en los tratamientos (ver Cuadro 1). T0 (original, Julio 2012), T1 (inicial, Marzo 2012) y T2 (final, Abril 2013).

Durante el otoño (T1), los contenidos de P y K presentaron correlaciones lineales positivas y significativas con el pH y la MO, presentándose coeficientes más altos para pH. Al estudiar la dinámica nutricional en un huerto frutal, Zhao *et al.* (2011) encontraron una correlación positiva y significativa entre pH y K disponible durante dicha estación, mientras que en primavera existió una correlación negativa entre pH y P disponible.

Por otra parte, los macronutrientes disponibles evaluados (N, P y K) se correlacionan linealmente en forma positiva y significativa con la CE hacia el término del ensayo (T2), lo que concuerda con lo informado por algunos autores. Pan *et al.* (2013) observaron un incremento significativo del P disponible con el aumento de la salinidad, atribuyendo esto a una mayor concentración de  $\text{Na}^+$  y la consiguiente formación de  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  soluble, o bien a la disminución de la concentración de  $\text{CaCO}_3$ , el cual reduce la disponibilidad de P en el suelo. Márquez-Molina *et al.* (2014) sugieren que la CE fue un buen indicador espacial de  $\text{N-NO}_3$  y P disponible para un suelo similar al de este estudio sometido a un período de confinamiento animal. En cuanto al K disponible, Bekele *et al.* (2005) lo señalan como el nutriente de mayor correlación con la CE del suelo.

### Contenido de clorofila y variables morfológicas de la planta

En el Cuadro 6 se muestran los resultados de las mediciones de altura, diámetro basal y CCI (Chlorophyll Content Index) de plantas al cabo de 18 meses desde el inicio del ensayo. Como ya se mencionó, no se hicieron mediciones iniciales de estos parámetros, por lo cual los datos de altura y diámetro basal presentados sirven solo como una referencia para comprender mejor las demás mediciones.

Cuadro 6. CCI (Chlorophyll Content Index), altura y diámetro basal de plantas de *A. saligna* al cabo de 18 meses.

Tratamiento	CCI	Altura	Diámetro basal
	-	------(cm)-----	
T	107,0±42,3 a	148,3±33,3	2,3±1,1
E1	123,3±35,4 a	116,7±33,3	2,9±1,2
E2	131,9±17,0 a	171,7±7,6	3,7±0,5
G1	nd	183,3±2,9	3,0±1,5
G2	nd	158,3±40,1	2,2±1,7
EG	121,7±22,1 a	133,3±61,7	3,3±2,0

Tratamientos con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ); nd: no determinado.

Diversos autores han demostrado la utilidad del CCI para estimar el contenido total de clorofila en hojas (Cate y Perkins, 2003; De Carvalho *et al.*, 2008; Silla *et al.*, 2010; Richardson *et al.*, 2012; Rathore y Jasrai, 2013). Se han encontrado también correlaciones positivas entre el contenido total de clorofila y el contenido de N en hojas ( $\text{N}_{\text{foliar}}$ ) para una gran diversidad de especies, lo que permite estimar el estado del N de la planta en términos relativos, esto es, realizar comparaciones entre plantas procurando un muestreo de hojas

morfológica y fenológicamente homogéneas sujetas a condiciones ambientales similares (Rodríguez y Miller; 2000; Chang y Robison, 2003; Van den Berg y Perkins, 2004; Hallik *et al.*, 2009; Lin *et al.*, 2010; Ghasemi *et al.*, 2011; Errecart *et al.*, 2012; Pal *et al.*, 2012).

A pesar de que la prueba estadística no detectó diferencias significativas entre tratamientos, se aprecia una tendencia lógica en función de la dosis de emulsión orgánica aplicada. El testigo (T) arrojó el menor contenido de clorofila, seguido de los tratamientos con dosis baja de emulsión orgánica (E1 y EG). La planta que presentó mayor CCI fue la del tratamiento con dosis alta (E2). Este fenómeno llama la atención dado el bajo contenido de N inorgánico presente en la enmienda (Cuadro 3). No obstante, Piccolo *et al.* (1992) notaron que la aplicación al suelo de extractos de ácidos húmicos de diversas fuentes estimuló la absorción de nitrato en plantas de cebada. Al trabajar con árboles, Sloup y Salaš (2010) probaron acondicionadores de suelo a base de silicato amorfo y polímeros hidroabsorbentes, observando un efecto positivo en el CCI. Da-Bing *et al.* (2012) también señalan que la aplicación de sustancias húmicas de compost generó un aumento en el contenido de N en pepino. Los valores obtenidos aquí serían coincidentes con estos estudios, si se considera que el CCI es reflejo del  $N_{\text{foliar}}$ . Ahora bien, Dray *et al.* (2012) encontraron una alta correlación entre el nivel de fertilizante nitrogenado y los contenidos de clorofila y  $N_{\text{foliar}}$ . Los resultados del presente estudio, por el contrario, no muestran correlación significativa con los contenidos de N del suelo (Cuadro 7), lo que podría atribuirse a que las mediciones en planta fueron realizadas 6 meses después de los análisis finales de suelo (T2), existiendo un desfase en el cual se desconoce el comportamiento del N. Por otro lado, la actividad rizobiana en *A. saligna* puede haber sido estimulada por una mayor presencia de sustancias húmicas, y esta situación no puede visualizarse en la analítica química del suelo sino más bien en una evaluación de los nódulos radicales.

Cuadro 7. Valores de correlación lineal para índice de clorofila (CCI), nitrógeno disponible y total ( $N_{\text{disp}}$  y  $N_{\text{total}}$ , respectivamente) al inicio (T1) y término (T2) del ensayo.

	CCI	$N_{\text{disp}}$	$N_{\text{total}}$
<b>T1: Marzo 2012</b>			
CCI	-		
$N_{\text{disp}}$	-0,15	-	
$N_{\text{total}}$	-0,05	0,32	-
<b>T2: Abril 2013</b>			
CCI	-		
$N_{\text{disp}}$	0,14	-	
$N_{\text{total}}$	0,14	-0,10	-

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este ensayo de corto plazo permiten concluir lo siguiente:

Prácticamente todos los tratamientos mostraron un cambio en el pH del suelo desde una condición ligeramente ácida a la neutralidad, y no se aprecia salinización del suelo por efecto de la aplicación de enmiendas.

El contenido de materia orgánica del suelo se vio reducido a lo largo del tiempo en todos los tratamientos, fenómeno atribuido a la actividad vegetal. Aún es necesario dilucidar de qué manera la planta puede afectar negativamente el pool orgánico del suelo.

En general, los cambios que experimentó el suelo fueron más bien temporales en cuanto al contenido de nutrientes, volviendo a los niveles originales o incluso disminuyendo, probablemente debido a la absorción realizada por la planta.

Aun cuando no se estudió la evolución de la variable en el tiempo, se puede decir que la aplicación de ácidos húmicos tuvo un impacto positivo sobre el contenido de clorofila de las plantas. Sin embargo, este efecto no se relacionó con el contenido de nitrógeno en el suelo. Se debe estudiar la interacción de estas sustancias con la fijación simbiótica de nitrógeno efectuada por los rizobios.

Se necesitan aplicaciones periódicas de enmiendas orgánicas si el objetivo es obtener un mejoramiento sostenido de la fertilidad en el tiempo. Asimismo, las dosis comerciales usadas están muy lejos de generar cambios en zonas áridas, por lo que se requiere aplicar dosis más altas cuando se busca restaurar un suelo.

Resulta decisivo contar con enmiendas de calidad y, particularmente, conocer sus propiedades antes de proceder a restaurar suelos extremadamente degradados, considerando que esta práctica se basa en mantener la nutrición de una planta para poder aprovechar sus beneficios ecológicos.

Finalmente, es de suma importancia considerar ensayos de largo plazo para evaluar la efectividad de prácticas como las aquí propuestas, hecho ya constatado por otros autores con anterioridad a este estudio.

**BIBLIOGRAFÍA**

Alcaíno, E.; S. Benedetti; S. Perret y G. Valdebenito. 1995. *Acacia saligna* una especie multipropósito: su potencial forrajero en la provincia de Choapa, IV Región. *Ciencias Forestales*, 10(1-2): 73-84.

Ali, A.; A. Yazar; A. Aal; T. Oweis and P. Hayek. 2010. Micro-catchment water harvesting potential of an arid environment. *Agricultural Water Management*, 98: 96-104.

Akhtar, S.; S. Shakeel; A. Mehmood; A. Hamid and S. Saif. 2013. Comparative analysis of animal manure for soil conditioning. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(12): 3360-3365.

Albiach, R.; R. Canet; F. Pomares and F. Ingelmo. 2000. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. *Bioresource Technology*, 75: 43-48.

Almarshadi, M. and S. Ismail. 2014. Improving light textured soil properties by water regimes and soil amendments under dry land conditions. *Life Science Journal*, 11(4): 264-270.

Azeez, J. and W. Van Averbeke. 2010a. Fate of manure phosphorus in a weathered sandy clay loam soil amended with three animal manures. *Bioresource Technology*, 101: 6584-6588.

Azeez, J. and W. Van Averbeke. 2010b. Nitrogen mineralization potential of three animal manures applied on a sandy clay loam soil. *Bioresource Technology*, 101: 5645-5651.

Azeez, J. and W. Van Averbeke. 2012. Dynamics of soil pH and electrical conductivity with the application of three animal manures. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43: 865-874.

Azeez, J.; W. Van Averbeke and A. Okorogbona. 2010. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. *Bioresource Technology*, 101: 2499-2505.

Bekele, A.; W. Hudnall; J. Daigle; J. Prudente and M. Wolcott. 2005. Scale dependent variability of soil electrical conductivity by indirect measures of soil properties. *Journal of Terramechanics*, 42(3-4): 339-351.

Bernier, R. 1999. Curso de capacitación para operadores del Programa de Recuperación de Suelos Degradados INDAP, Décima Región. Osorno, Chile: INIA. 117 p. (Serie Actas N°2)

Biazin, B.; G. Sterk; M. Temesgen; A. Abdulkedir and L. Stroosnijder. 2012. Rainwater harvesting and management in rainfed agricultural systems. *Physics and Chemistry of the Earth*, 47-48: 139-151.

Brady, N. and R. Weil. 2008. The nature and properties of soils. 14th. ed., rev. Upper Saddle River, USA: Pearson Prentice Hall. 975p.

Briceño, G.; R. Demanet; M. Mora and G. Palma. 2008. Effect of liquid cow manure on Andisol properties and atrazine adsorption. *Journal of Environmental Quality*, 37(4):1519-1526.

Bristow, A.; D. Whitehead and J. Cockburn. 1992. Nitrogenous constituents in the urine of cattle, sheep and goats. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59: 387-394.

Carrasco, J.; F. Squella y C. Rojas. 2003. Técnicas y prácticas en el manejo de los recursos naturales para la recuperación de los suelos degradados de la VI Región. Litueche, Chile: INIA. 143p. (Serie Actas N°23)

Casanova, M.; O. Seguel; O. Salazar e I. Homer. 2011. Informe: Convenio de ejecución entre la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile y el Servicio Agrícola y Ganadero, para el establecimiento de una unidad demostrativa de prácticas asociadas al “Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de Suelos Agropecuarios”. Santiago, Chile: Departamento de Ingeniería y Suelos, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 27p.

Casanova, M.; O. Salazar; O. Seguel; F. Nájera; R. Villarroel and C. Leiva. 2012. Long-term monitoring of soil fertility for agroforestry combined with water harvesting in Central Chile. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58: 165-169.

Cataldo, D; M. Haroon; L. Schrader and V. Youngs. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 6: 71-80.

Cate, T. and T. Perkins. 2003. Chlorophyll content monitoring in sugar maple (*Acer saccharum*). *Tree Physiology*, 23: 1077-1079.

Chadwick, D.; F. John; B. Pain; B. Chambers and J. Williams. 2000. Plant uptake of nitrogen from the organic nitrogen fraction of animal manures: a laboratory experiment. *The Journal of Agricultural Science*, 134: 159-168.

Chang, S. and D. Robison. 2003. Nondestructive and rapid estimation of hardwood foliar nitrogen status using the SPAD-502 chlorophyll meter. *Forest Ecology and Management*, 181: 331-338.

CNR. 1993. Estudio de suelos del Valle del Río Choapa y sus tributarios (sector Illapel - terrazas litorales). Santiago, Chile: CNR. 209p.

Da-Bing, X.; W. Qiu-Jun; W. Yun-Cheng; Y. Guang-Hui; S. Qi-Rong and H. Qi-Wei. 2012. Humic-like substances from different compost extracts could significantly promote cucumber growth. *Pedosphere*, 22(6): 815-824.

De Carvalho, J.; U. Moreira and E. Alves. 2008. Evaluation of a portable chlorophyll meter to estimate chlorophyll concentrations in leaves of tropical wood species from Amazonian forest. *Hoehnea*, 35(2): 185-188.

De Walle, F. and J. Sevenster. 1998. Agriculture and the environment: minerals, manure and measures. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 211p.

Derib, S.; T. Assefa; B. Berhanu and G. Zeleke. 2009. Impacts of micro-basin water harvesting structures in improving vegetative cover in degraded hillslope areas of north-east Ethiopia. *The Rangeland Journal*, 31: 259-265.

Dewis, J. y F. Freitas. 1970. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Roma, Italia: FAO. 252p. (Boletín sobre Suelos N° 10)

Diacono, M. and F. Montemurro. 2010. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30: 401-422.

Dray, F.; T. Centera and E. Mattison. 2012. *In situ* estimates of waterhyacinth leaf tissue nitrogen using a SPAD-502 chlorophyll meter. *Aquatic Botany*, 100: 72-75.

Eghball, B. 2002. Soil properties as influenced by phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications. *Agronomy Journal*, 94: 128-135.

Eghball, B.; D. Ginting and J. Gilley. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agronomy Journal*, 96: 442-447.

Errecart, P.; M. Agnusdei; F. Lattanzi and M. Marino. 2012. Leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings as predictors of tall fescue nitrogen nutrition status. *Field Crops Research*, 129: 49-58.

FAO. 2004. Catching the rain: a successful partnership restores drylands in Tunisia. Rome, Italy: FAO. 8p.

- Ghasemi, M.; K. Arzani; A. Yadollahi; S. Ghasemi and S. Sarikhani Khorrami. 2011. Estimate of leaf chlorophyll and nitrogen content in Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) by CCM-200. *Notulae Scientia Biologicae*, 3(1): 91-94.
- Hallik, L.; O. Kull; Ü. Niinemets and A. Aan. 2009. Contrasting correlation networks between leaf structure, nitrogen and chlorophyll in herbaceous and woody canopies. *Basic and Applied Ecology*, 10: 309-318.
- Hassan, T. 1997. *Acacia saligna* as potential shrub for forage use in arid zones. (pp.309-318). En: Valdebenito, G. y S. Benedetti (Eds.). *Forestación y Silvicultura en Zonas Áridas y Semiáridas de Chile*. Santiago, Chile: INFOR-CORFO. 350p.
- Irshad, M.; A. Eneji; Z. Hussain and M. Ashraf. 2013. Chemical characterization of fresh and composted livestock manures. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 13(1): 115-121.
- Jackson, M. 2005. *Soil chemical analysis: advanced course*. 2nd. ed., rev. Madison, USA: Parallel Press. 930p.
- Kempers, A. 1974. Determination of sub-microquantities of ammonium and nitrates in soils with phenol, sodiumnitroprusside and hypochlorite. *Geoderma*, 12:201-206.
- Kirberg, D. 2013. Estabilización de cárcavas con enmiendas orgánicas en la Región de Coquimbo. Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Manejo de Suelos y Aguas. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 82h.
- Lachica, M.; L. Recalde y E. Esteban. 1965. Análisis foliar. Métodos analíticos utilizados en la Estación Experimental del Zaidín. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 24: 589-610.
- Li, X.; L. Liu; S. Gao; P. Shi; X. Zou and C. Zhang. 2005. Microcatchment water harvesting for growing *Tamarix ramosissima* in the semiarid loess region of China. *Forest Ecology and Management*, 214: 111-117.
- Li, X.; P. Shi; Y. Sun; J. Tang and Z. Yang. 2006. Influence of various in situ rainwater harvesting methods on soil moisture and growth of *Tamarix ramosissima* in the semiarid loess region of China. *Forest Ecology and Management*, 233: 143-148.
- Lin, F.; L. Qiu; J. Deng; Y. Shi; L. Chen and K. Wang. 2010. Investigation of SPAD meter-based indices for estimating rice nitrogen status. 2010. *Computers and Electronics in Agriculture*, 71: 60-65.
- Márquez-Molina, J.; C. Sainato; A. Urricariet; B. Losinno and O. Heredia. 2014. Bulk electrical conductivity as an indicator of spatial distribution of nitrogen and phosphorous at feedlots. *Journal of Applied Geophysics*, 111: 156-172.

Medina, A. 2006. Alternativas de desarrollo rural sustentable para una comunidad agrícola tradicional en proceso de desertificación: El Divisadero, comuna de Punitaqui, IV Región de Coquimbo. Memoria Geógrafo. Santiago, Chile: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. 168p.

Moral, R.; J. Moreno-Caselles; M. Pérez-Murcia; A. Pérez-Espinosa; B. Rufete and C. Paredes. 2005. Characterisation of the organic matter pool in manures. *Bioresource Technology*, 96: 153-158.

Mulvaney, R.L. 1996. Nitrogen - inorganic forms. (chap. 38, pp.1123-1184). In: Bigham, J. (Ed.). Methods of soil analysis - Part 3: chemical methods. Madison, USA: Soil Science Society of America. 1264p. (SSSA Book Series 5.3)

Muñoz, C. 2013. Evolución de las propiedades físicas de tres suelos contrastantes acondicionados con enmiendas orgánicas. Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Manejo de Suelos y Aguas. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 88h.

Nikoli, T. and T. Matsi. 2011. Influence of liquid cattle manure on micronutrients content and uptake by corn and their availability in a calcareous soil. *Agronomy Journal*, 103(1): 113-118.

Novoa, R. y S. Villaseca. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Santiago, Chile: INIA. 221p.

Pagliari, P. 2014. Variety and solubility of phosphorus forms in animal manure and their effects on soil test phosphorus. (chap. 8, pp.41-161). In: Z. He and H. Zhang (Eds.). Applied manure and nutrient chemistry for sustainable agriculture and environment. Dordrecht, Netherlands: Springer Science+Business Media. 379p.

Pal, P.; R. Singh and R. Prasad. 2012. Non-destructive estimation of chlorophyll and nitrogen content in leaf of *Rosa damascena* (Mill). *Soil Science and Plant Nutrition*, 58: 604-610.

Pan C.; C. Liu; H. Zhao and Y. Wang. 2013. Changes of soil physico-chemical properties and enzyme activities in relation to grassland salinization. *European Journal of Soil Biology*, 55: 13-19.

Pate, J. 2002. Symbiotic nitrogen fixation between microorganisms and higher plants of natural ecosystems. (chap. 3, pp.45-77). In: Sivasithamparam, K., K. Dixon and R. Barrett. (Eds.). Microorganisms in plant conservation and biodiversity. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 378p.

Peña, C. 2006. Caracterización y evaluación de los objetivos de forestación de las plantaciones de *Atriplex nummularia* Lindl., bonificadas mediante D.L. 701 de 1974 en

cuatro comunidades agrícolas de la IV Región de Coquimbo. Memoria Ingeniero Forestal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 48p.

Perret, S y F. Mora. 2000. *Acacia saligna*, leguminosa arbórea de uso múltiple para las zonas áridas y semiáridas en Chile. Santiago, Chile: INFOR. 16p. (Documento de divulgación N°19)

Piccolo, A.; S. Nardi and G. Concheri. 1992. Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 24(4): 373-380.

Previati, M. 2009. Evaluation of soil water storage efficiency for rainfall harvesting on hillslope micro-basins built using time domain reflectometry measurements. *Agricultural Water Management*, 97: 449-456.

Quilty, J. and S. Cattle. 2011. Use and understanding of organic amendments in Australian agriculture: a review. *Soil Research*, 49: 1-26.

Rathore, A. and Y. Jasrai. 2013. Evaluating chlorophyll content in selected plants with varying photosynthetic pathways using Opti-Science CCM-200. *International Journal of Recent Scientific Research*, 4(2): 119-121.

Rodríguez, I. and G. Miller. 2000. Using a chlorophyll meter to determine the chlorophyll concentration, nitrogen concentration, and visual quality of St. Augustinegrass. *HortScience*, 35(4): 751-754.

Richardson, A.; S. Duigan and G. Berlyn. 2012. An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. *New Phytologist*, 153: 185-194.

Sadzawka, M. 2006. Métodos de análisis de aguas para riego. Santiago, Chile: INIA. 332p. (Serie Actas N°37)

Sadzawka, M.; M. Carrasco; R. Grez y M. Mora. 2005. Métodos de análisis de compost. Santiago, Chile: INIA. 142p. (Serie Actas N°30)

Sadzawka, M.; M. Carrasco; R. Grez; M. Mora; H. Flores y A. Neaman. 2006. Métodos de análisis recomendados para los suelos de Chile. Santiago, Chile: INIA. 164p. (Serie Actas N°34)

Salazar O. and M. Casanova. 2011. Runoff water harvesting as a strategy for increasing agricultural production on hillslope areas in arid and semiarid zones. (chap. 1, pp.1-39). *In*: Carrey, D. (Ed.). *Water Recycling and Water Management*. Hauppauge, USA: Nova Science Publishers. 280p.

Silla, F.; A. González-Gil; M. González-Molina; S. Mediavilla and A. Escudero. 2010. Estimation of chlorophyll in *Quercus* leaves using a portable chlorophyll meter: effects of species and leaf age. *Annals of Forest Science*, 67: 108-114.

Sloup, J. and P. Salaš. 2010. Effect of soil conditioners on the quality of nursery production. *Acta Horticulturae*, 885: 355-360.

Sotomayor, A.; E. García; M. González; A. Lucero; V. Vargas; A. Villarroel. et al. 2008. Modelos agroforestales: sistema productivo integrado para una agricultura sustentable. Programa: Desarrollo, validación y asistencia técnica para la incorporación de sistemas productivos agroforestales en la agricultura familiar campesina. Santiago, Chile: INFOR-INDAP. 24p.

Traub, M. 2011. Uso de una emulsión orgánica y mulch como medida de control de erosión de una ladera cultivada con vid, VI Región de Chile. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 35h.

Stevenson, F. 1994. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. 2nd. ed. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc. 496p.

Van den Berg, A. and T. Perkins. 2004. Evaluation of a portable chlorophyll meter to estimate chlorophyll and nitrogen contents in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) leaves. *Forest Ecology and Management*, 200: 113-117.

Van Wesemael, B.; J. Poesen; A. Sole-Benet; L. Cara Barrionuevo and J. Puigdefabregas. 1998. Collection and storage of runoff from hillslopes in a semi-arid environment: geomorphic and hydrologic aspects of the Aljibe system in Almeria province, Spain. *Journal of Arid Environments*, 40: 1-14.

Villarroel, H. 2010. Uso de una emulsión orgánica como control de erosión en laderas con posterioridad al descepe, VI Región de Chile. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 32h.

Witkowski, E. 1991. Effects of invasive alien acacias on nutrient cycling in the coastal lowlands of the Cape Fynbos. *Journal of Applied Ecology*, 28(1): 1-15.

Zhao, J.; Y. Dong; X. Xie; X. Li; X. Zhang and X. Shen. 2011. Effect of annual variation in soil pH on available soil nutrients in pear orchards. *Acta Ecologica Sinica*, 31(4): 212-216.

Zougmore, R.; Z. Zida and N. Kambou. 2003. Role of nutrient amendments in the success of half-moon soil and water conservation practice in semiarid Burkina Faso. *Soil & Tillage Research*, 71: 143-149.

## APÉNDICE I

### Descripción morfológica del perfil de suelo

A (0-9 cm): Pardo amarillento oscuro (7.5YR 4/4); areno francosa; no plástico y no adhesivo; bloques subangulares medios débiles; raíces muy finas y finas abundantes; poros finos abundantes, medios escasos; gravas angulares finas abundantes (50%); límite lineal claro.

B1 (9-18 cm): Pardo oscuro (7.5YR 3/3); franco arenosa; no plástico y no adhesivo; bloques subangulares gruesos débiles; raíces finas abundantes, medias comunes; poros medios comunes, gruesos abundantes; gravas angulares finas abundantes (40%); límite lineal gradual.

B2 (18-40 cm): Pardo rojizo oscuro (5YR 3/4); franco arenosa; ligeramente plástico y no adhesivo; bloques subangulares medios moderados; raíces finas y medias escasas; poros medios y gruesos abundantes; gravas angulares finas abundantes (40%); límite lineal claro.

C1 (40-55 cm): Rojo amarillento (5YR 4/6); franco arenosa; macizo; plástico y adhesivo; raíces finas escasas; poros finos abundantes; gravas angulares finas abundantes (40%); límite lineal claro.

C2 (55-80+ cm): Pardo rojizo (5YR 4/4); franco arcillo arenosa; macizo; plástico y adhesivo; gravas angulares finas y gruesas abundantes (50%).

## ANEXO I

## Hoja de datos de seguridad de BIOCAT-15 (fragmentos de interés)

BIOCAT 15



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)

Fecha de Vigencia: Agosto 2009

**1. Identificación de la sustancia química y del proveedor**

- Nombre sustancia química	: Ácidos húmicos líquidos
- Fabricante	: Atlántica Agrícola S.A.
- Dirección	: C/Corredera 33, Entlo. 03400 Villena (Alicante). España
- Teléfono	: 965 800 358
- Teléfono de emergencia	: 7771994 – 6619414 Corporación RITA

**2. Información sobre la sustancia o mezcla**

- Nombre químico	: Turba, restos vegetales e hidróxido potásico
- Nº CAS	: No corresponde
- Nº UN	: No clasificado

**3. Identificación de los riesgos**

- Marca en etiqueta	: Enmienda húmica
- Clasificación de los riesgos de la sustancia química:	: Los componentes que forman este producto no están clasificados como peligrosos para la salud.

**4. Emergencias y primeros auxilios**

- Inhalación:	: No procede, producto líquido no volátil
- Contacto con la piel:	: Lavar con agua y jabón
- Contacto con los ojos:	: Lavar con agua abundante durante 15 minutos
- Ingestión:	: Hacer beber agua a la persona afectada, siempre y cuando la persona este consciente. No provocar vómito. Llamar a un médico.

**5. Medidas para combate del fuego****Riesgos específicos a tomar en cuenta en las medidas para control del fuego**

- Agentes de extinción	: Todos
- Contraindicaciones	: No existen medios de extinción inadecuados

**Equipo de protección personal para combatir el fuego:** No es necesario equipo especial**6. Medidas para controlar derrames o fugas****Medidas de emergencia a tomar si hay derrame de material**

- Para personas	: Normalmente no son necesarias
- Para el medio ambiente	: Producto no peligroso en caso de vertido accidental. Recoger todo el que sea posible para su reutilización o eliminación.
- Método de limpieza	: Recoger el producto absorbiendo con serrín o arena. Los restos se limpiarán fácilmente con agua.

**7. Manipulación y almacenamiento**

- Manipulación	: Deberán tomarse las medidas de precaución usuales para la manipulación de productos químicos.
- Almacenamiento	: No necesita condiciones especiales de almacenamiento, solo hay que evitar que se deteriore la etiqueta o el envase.

**8. Control de exposición y protección personal**

- Protección respiratoria	: Ninguna recomendación específica
- Protección de las manos	: Guantes de látex o goma

**BIOCAT 15**

- Protección de los ojos : Gafas de seguridad
- Protección de la piel y el cuerpo : Ropa normal de trabajo

**9. Propiedades físicas y químicas**

- 
- Estado físico : Líquido
  - Apariencia y olor : Líquido color negro
  - pH : 12 - 13
  - Temperatura de auto ignición : Ninguna
  - Densidad a 20°C : 1,10 - 1,12 gr/cc
  - Punto/intervalo de fusión : No determinado
  - Punto de ebullición : Aprox. 105 °C
  - Viscosidad : No determinado
  - Presión de vapor (mmHg) : Aprox. como el agua
  - Coeficiente de reparto : No determinado
  - Peligro de explosión : Ninguno

**10. Estabilidad y reactividad**

- 
- No recomendados : Únicamente las que afectan a su almacenaje
  - Incompatibilidad (materiales que se deben evitar) : Ninguno
  - Productos peligrosos de la descomposición : En condiciones normales no hay productos de descomposición peligrosos

**11. Información toxicología**

- 
- Toxicidad aguda (DL50) : Ensayo en ratas no determinado
  - Efectos locales o sistémicos : Puede provocar irritación en los ojos y piel

**12. Información ecológica**

Al ser un producto fertilizante, al entrar en contacto con el medio ambiente se pueden observar los efectos característicos de los fertilizantes. Presenta una gran movilidad al ser totalmente soluble en agua. El producto es biodegradable y no está sujeto a la bioacumulación.

**13. Consideraciones sobre la eliminación**

No se considera un producto peligroso. Un método seguro de eliminación es su empleo como fertilizante.

**14. Información sobre el transporte**

No requiere medidas especiales para el transporte

**15. Información reglamentaria****Frasas de riesgo**

- No comer, beber o fumar durante su manejo
- Usar siempre equipo de protección, como guantes y lentes protectores
- Lavarse con agua y jabón después de su aplicación
- Puede ser irritante para los ojos
- No dejar al alcance de los niños
- No almacenar junto a alimentos, ropa o forrajes
- No almacenar en viviendas
- No reutiliza los envases.

## ANEXO II

## Etiqueta de BIOCAT-15 (fragmentos de interés)

12/2012

BioCat-15, 1 de 4

**BIOCAT - 15**

Enmienda Húmica Líquida

**ADVERTENCIA:** La información contenida en este documento es solo de carácter referencial.**COMPOSICIÓN****ENMIENDA HÚMICA LÍQUIDA SOLUBLE EN AGUA****Contenido Garantizado:**

Extracto húmico total (ácido Húmicos - Fúlvico)	15% p/p (16% p/v)
Materia orgánica (s.m.s)	67% p/p

**Metales pesados:**

Arsénico (As)	< 0,1 ppm
Cadmio ( Cd)	0,5 ppm
Cromo (Cr)	1 ppm
Plomo (Pb)	1 ppm
Mercurio (Hg)	< 0,2 ppm
Níquel (Ni)	7 ppm
Zinc (Zn)	49 ppm

&lt;&lt; FERTILIZANTE FOLIAR LIQUIDO, LEA LA ETIQUETA COMPLETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO&gt;&gt;

Lote Nº :

Contenido Neto: 1 Litro

Fecha Vencimiento:

Fabricado por: Atlantica Agrícola S.A  
 C/Corredera, 33-03400 Villena ( Alicante) ESPAÑA  
 Telf: (34) 96580412 - (34) 965800358 - Fax: (34) 965800323  
 E-mail: info@atlanticaagricola.com - http:// www.atlanticaagricola.com  
 Importado y distribuido por:



Anasac Chile S.A  
 Almirante Pastene 300 – Providencia  
 SANTIAGO – CHILE  
 Tel.: 00 56 2 470 68 50-00 56 2 470 60 00  
 Fax.: 00 40 21 410 0889

## DOSIS

BioCat-15, 3 de 4

Cultivo	Dosis Riego (Litros/Ha)
Frutales: Manzanos, Perales, Kiwis, Cerezos, Ciruelos, Duraznos, Damascos, Nectarines, Paltos, Citricos, Almendros, Nogales, Olivos, Chirimoyos, Papayos, Uva mesa, Uva vinifera, Pepino dulce.	50 - 75
Berries: Frutillas, Frambuesas, Arándanos, Zarzaparrilla, Moras, Grosellas, Murtas.	50 - 75
Hortalizas: Lechugas, Pimentones, Tomates, Radicchio, Coliflor, Brócoli, Espinaca, Acelga, Arvejas, Habas, Maíz, Alcachofas, Apio, Pepinos, Zapallitos italianos, Zapallo camote.	50 - 75
Omentales: Claveles, Rosas, Crisantemos, Gerberas, Llium, Gladiolos, Tulipanes, Alstroemerias, Girasoles, Margaritas, Gipsophilas.	50 - 75