



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE Y LA SALUD

TESIS DE GRADO

LICENCIATURA EN SANEAMIENTO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE CALIDAD DE *LARREA*
DIVARICATA CAV. PARA PROYECTOS DE RESTAURACIÓN
ECOLÓGICA



Antonella Peano
2016



Tesis de grado para obtener el título de Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental.

Título: "Producción de plantines de calidad de *Larrea divaricata* Cav. para proyectos de restauración ecológica"

Tesista: Antonella Peano

DNI: 35492832

Legajo: 124930

Directora: González Florencia del Mar

Co-directora: Álvarez Anahí

Fecha de aprobación del plan de tesis: 23 de Noviembre de 2015

Fecha de finalización de la tesis: 29 de Marzo de 2016

.....
TESISTA
ANTONELLA PEANO

.....
DIRECTORA
LIC. FLORENCIA DEL MAR GONZÁLEZ

.....
CO-DIRECTORA
MG. ANAHÍ ÁLVAREZ



AGRADECIMIENTOS

A mi padre por el apoyo incondicional brindado durante toda la carrera y durante toda mi vida.

A mi hermana Paula ser mi confidente y compinche.

A mi abuela Mari por darme tanto amor.

Al amor de mi vida Cristian por compartir su vida conmigo y apoyarme en todos mis proyectos.

A mis compañeros de la universidad: Romina D., Maximiliano, Pilmaiquén, Florencia, Claudio, Romina B., Facundo, Tamara, Pablo, Pamela y Jorge por hacer más amenas las horas de estudio y convertirse en mis amigos.

A mi directora Lic. Florencia del Mar González y co-directora Mg. Anahí Álvarez por el tiempo y entusiasmo dedicado en esta tesis además por las sugerencias y correcciones realizadas.

A los integrantes del grupo LARREA: Florencia, Emilia, Fernando, Daniela y Natalia, por compartir sus conocimientos, experiencias y estar siempre dispuestos a brindar su ayuda.

Al Dr. Daniel Pérez por dejarme ser parte de este grupo y ayudarme a dar los primeros pasos en el camino de la investigación.

A la Universidad Nacional del Comahue por permitirme llevar a cabo mi carrera de grado.

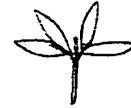


CONTENIDO

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. CALIDAD DE PLANTA	10
1.2. SUSTRATOS	12
1.3. PROPAGACIÓN DE LARREA DIVARICATA	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. OBJETIVO GENERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	16
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	17
3.3. COLECTA Y ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS	18
3.5. PRODUCCIÓN DEL INÓCULO DE HONGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES.....	18
3.6. FERTILIZANTES UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS	20
3.7. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO, APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y SIEMBRA	21
3.8. EVALUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	24
3.9. ANÁLISIS DE DATOS	27
4. RESULTADOS	28
4.1. EMERGENCIA.....	28
4.2. SUPERVIVENCIA	28
4.3. ALTURA	30
4.4. DIÁMETRO DE TALLO	30



4.5. BIOMASA.....	31
4.6. ÁREA FOLIAR	32
4.7. ÍNDICES DE CALIDAD	33
4.8. DETERMINACIÓN DE LA COLONIZACIÓN POR HMA.....	34
4.9. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CULTIVO.....	34
5. DISCUSIÓN.....	35
6. CONCLUSIONES.....	38
7. BIBLIOGRAFÍA.....	40
8. ANEXOS	47



ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURA 1: MAPA DE LA CUENCA DEL BAJO DE AÑELO, PROVINCIA DE NEUQUÉN	17
FIGURA 2: FOTOGRAFÍAS DE LARREA DIVARICATA.	18
FIGURA 3: COLECTA DE SUELO RIZOSFÉRICO DEBAJO DE UN EJEMPLAR ADULTO DE L. DIVARICATA	19
FIGURA 4: EJEMPLARES DE MEDICAGO SATIVA L. PRODUCIDOS LUEGO DE TRES MESES POSTERIORES A LA SIEMBRA	19
FIGURA 5: ARBÚSCULO PRESENTE EN LAS RAÍCES DE MEDICAGO SATIVA L.....	20
FIGURA 6: APLICACIÓN DE LOS INÓCULOS DE MICORRIZAS AL SUSTRATO BASE.....	22
FIGURA 7: APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE QUÍMICO AL SUSTRATO BASE	23
FIGURA 8: APLICACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE AL SUSTRATO BASE.....	23
FIGURA 9: A LA IZQUIERDA ASPECTO DE LAS SEMILLAS GERMINADAS DE L. DIVARICATA.	24
FIGURA 10: MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DE TALLO DE LOS EJEMPLARES DE L. DIVARICATA	25
FIGURA 11: ASPECTO DE LOS EJEMPLARES DE L. DIVARICATA PRODUCIDOS BAJO LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS. ...	26
FIGURA 12: PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE L. DIVARICATA PARA LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS..	28
FIGURA 13: PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA MENSUAL DE L. DIVARICATA PARA LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.....	29
FIGURA 14: PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE L. DIVARICATA PARA LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.....	29
FIGURA 15: ALTURA PROMEDIO DE L. DIVARICATA PARA LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS AL FINAL DEL ENSAYO	30
FIGURA 16: DIÁMETRO DE TALLO PROMEDIO DE L. DIVARICATA PARA LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS	31
FIGURA 17: BIOMASA AÉREA Y RADICULAR DE L. DIVARICATA PARA LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.....	32
FIGURA 18: ÁREA FOLIAR DE L. DIVARICATA PARA LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS AL FINAL DEL ENSAYO	33
FIGURA 19: ARBÚSCULO PRESENTE EN LA RAÍZ DE L. DIVARICATA.....	34
FIGURA 20: TEMPERATURA MEDIA DEL SUSTRATO DE CULTIVO DE L. DIVARICATA PARA LOS MESES DEL ENSAYO.....	34
TABLA 1: ESPECIFICACIONES DEL FERTILIZANTE QUÍMICO UTILIZADO EN LOS ENSAYOS	21
TABLA 2: ESPECIFICACIONES DEL BIOFERTILIZANTE UTILIZADO EN LOS ENSAYOS.....	21
TABLA 3: BIOMASA DE LA PARTE AÉREA Y RADICAL DE L. DIVARICATA PARA LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.....	31
TABLA 4: VALORES OBTENIDOS PARA LOS ÍNDICES DE CALIDAD EVALUADOS PARA L. DIVARICATA.....	33



RESUMEN

Una de las estrategias más utilizadas para la restauración ecológica es la recomposición de la cubierta vegetal de áreas disturbadas, utilizando como técnica la plantación de especies nativas producidas en vivero. La calidad de los ejemplares que se trasladan a campo debe ser tal que permita un adecuado establecimiento, crecimiento y supervivencia. Uno de los factores más decisivos en la calidad de plantines que se producen en viveros es el sustrato que se utiliza. El objetivo de la presente investigación consistió en evaluar la influencia de distintos sustratos sobre parámetros de calidad morfológica de ejemplares de la especie *Larrea divaricatá*. Se aplicaron los siguientes tratamientos: 1) inóculo de micorrizas, 2) fertilizante químico, 3) biofertilizante y 4) grupo control. Se determinó la emergencia y supervivencia de los ejemplares producidos en vivero durante cinco meses. Los parámetros morfológicos evaluados fueron la altura, el diámetro de tallo, la biomasa y el área foliar. Además se determinaron índices de calidad en función de la relación entre los mismos. La fertilización química del sustrato resultó ser el tratamiento menos efectivo en la mejora de atributos morfológicos. El tratamiento con biofertilizante arrojó resultados intermedios. El tratamiento con inóculo de micorrizas resultó ser el más efectivo. Se recomienda su utilización para la producción de ejemplares con fines de restauración ecológica debido a que además de obtenerse mejores resultados, los microorganismos tiene la potencialidad de recuperar la microdiversidad de los sitios que han sufrido disturbios severos.

Key words: *Larrea divaricata*, calidad de planta, viverización, micorrización, restauración ecológica.



ABSTRACT

One of the most strategies used for ecological restoration is the recomposition of the vegetation cover of disturbed areas, using as a technique planting native species produced in nurseries. The quality of the specimens must be such that it allows adequate establishment, growth and survival. One of the most decisive factors in the quality of seedlings produced in nurseries is the substrate used. The aim of this research was to evaluate the influence of different substrates on morphological parameters quality of specimens of *Larrea divaricata*. The treatments applied were: 1) mycorrhizal inoculum, 2) chemical fertilizer, 3) biofertilizer and 4) control group. The emergence and survival of specimens produced in the nursery for five months was determined. The morphological parameters evaluated were height, stem diameter, biomass and leaf area. Furthermore quality indices were determined according to the relationship between them. Chemical fertilization of substrate was the least effective treatment in improving morphological attributes. Biofertilizer treatment showed intermediate results. The mycorrhizal inoculum treatment was the most effective. Their use for the production of specimens for ecological restoration projects is recommended because in addition to obtained better results, the microorganisms have the potentiality to recover the microdiversity of sites that have suffered severe disturbances.

Palabras clave: *Larrea divaricata*, plant quality, nursery, mycorrhizaltion, ecological restoration.



1. INTRODUCCIÓN

La desertificación es un problema de alcance mundial que afecta a las zonas áridas y semiáridas del mundo (Reynolds & Stafford Smith 2002, Abraham 2009). Según el Comité de las Naciones Unidas para la lucha contra la Desertificación (Holtz 2003), se entiende por desertificación a la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. El continuo avance de ésta problemática se debe a que en las zonas áridas la velocidad de los procesos de degradación de la tierra es mayor que la velocidad de recuperación (Reynolds *et al.* 2011). Esto ocurre debido a que el restablecimiento de las condiciones naturales ante disturbios severos es muy lento como consecuencia de las condiciones ambientales que presentan los ecosistemas áridos (Ezcurra 2006). Estas condiciones se asocian a las características que presentan los suelos, tales como temperaturas extremas, sol intenso, fuertes vientos, humedad limitada y baja fertilidad (Imeson 2012). Como consecuencia la recuperación de la composición, estructura y funcionalidad de éstos ecosistemas es muy lenta (Reichmann 2003, Bainbridge 2007, Pérez *et al.* 2010). Asimismo la degradación descrita produce pérdida de los servicios ambientales tales como disminución de la cubierta vegetal y ciclaje de nutrientes (Cortina *et al.* 2011). Esto afecta la productividad natural y biodiversidad lo que compromete la sustentabilidad de la sociedad (Pérez *et al.* 2010). Como consecuencia las poblaciones que viven en estos ambientes se ven inmersas en situaciones de pobreza y desdoblamiento rural (Abraham, 2009). La provincia de Neuquén no escapa de esta situación debido a que más del 92% de su territorio presenta distintos niveles de desertificación (del Valle *et al.* 1998).

Como respuesta a la desertificación y degradación de las zonas áridas, se ha producido un aumento de los esfuerzos dirigidos hacia la restauración ecológica (Newton & Tejedor 2011). Se entiende por restauración ecológica al proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido (SER 2004). Frente a la degradación por perturbaciones, la restauración aumenta la resistencia y resiliencia de los ecosistemas lo que favorece la recuperación de funciones y servicios ecológicos (Chirino *et al.* 2009, Cortina *et al.* 2011).

Una de las estrategias más utilizadas en trabajos de restauración ecológica de zonas áridas y semiáridas susceptibles a desertificación es la recomposición de la cubierta vegetal, utilizando como técnica la plantación de especies nativas producidas en vivero (Pérez *et al.* 2010, Becker *et*



al. 2013, Dalmaso & Martínez Carretero 2013, Farinaccio *et al.* 2013, González *et al.* 2013). Esta práctica requiere contar con material vegetal en cantidad, calidad, y diversidad (Cortina *et al.* 2004). En este sentido, la viverización de especies nativas con fines de recuperación de ambientes degradados de zonas áridas es una temática con múltiples aspectos a abordar, ya que incluye una gran diversidad de objetivos, de especies y de situaciones de establecimiento, lo cual determina el tipo de planta requerida y por ende las características de la viverización (Cortina *et al.* 2006; Dumroese *et al.* 2009). Asimismo, la fase de vivero ofrece la posibilidad de manipular las características morfo-fisiológicas de los plantines con el objetivo de mejorar su capacidad de establecimiento en el campo (Domenech *et al.* 2004). Por ello en las zonas áridas y semiáridas del mundo se han realizado numerosas investigaciones sobre técnicas de propagación de especies nativas tendientes a mejorar su calidad.

1.1. CALIDAD DE PLANTA EN PROYECTOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Una planta de calidad se define como aquella que es capaz de alcanzar un desarrollo (supervivencia y crecimiento) óptimo en un medio determinado y por lo tanto cumplir los objetivos establecidos en un plan de restauración (Duryea 1985). En este sentido Villar Salvador (2003) señala que la calidad de planta junto con la preparación del suelo y los cuidados posteriores a la plantación son los elementos más importantes en el éxito de los proyectos de restauración vegetal. A su vez Chirino *et al.* (2009) revaloriza el concepto de calidad de planta y, en consecuencia, la tecnología de cultivo en vivero como condicionantes del éxito de los proyectos de restauración ecológica.

En este contexto, la producción de especies nativas requiere aplicar protocolos de viverización que garanticen obtener plantas de calidad capaces de soportar las condiciones ambientales del ambiente donde son introducidas. Esta capacidad es el reflejo de atributos genéticos, sanitarios, morfológicos y fisiológicos de la planta que le permiten una mejor respuesta frente a los factores propios del lugar de establecimiento, y que van a manifestarse a través de su capacidad para superar el estrés de plantación y crecer, aprovechando todo el potencial que ofrece una estación (Cortina *et al.* 2006).

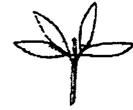
Los atributos genéticos hacen referencia al origen de la semilla o los materiales de reproducción a partir de los que se obtuvo la planta. Las especies presentan variaciones funcionales entre



poblaciones dando lugar a ecotipos que poseen diferentes capacidades de respuesta a determinados factores abióticos y bióticos como la resistencia al estrés hídrico, al frío, la capacidad de crecimiento y de fotosíntesis entre otros (Villar Salvador 2003). La calidad de los atributos genéticos se controla a partir de una adecuada colecta y procesamiento de las semillas y de un conocimiento de los genotipos de las poblaciones a utilizar (Gold *et al.* 2004). La calidad sanitaria se refiere a la presencia de agentes patógenos en la planta que pueden disminuir su futuro desarrollo y el de las poblaciones de plantas presentes en el sitio de restauración (Villar Salvador 2003). Los atributos sanitarios se controlan mediante técnicas de vivero que evitan el ataque de organismos patógenos. La calidad fisiológica y morfológica de una planta depende, en gran medida, de sus características genéticas y se refiere a los estados que pueden adoptar un conjunto de atributos funcionales. Los atributos fisiológicos hacen referencia a la concentración de nutrientes minerales (en especial nitrógeno y fósforo) y de carbohidratos de reserva en los tejidos (Villar Salvador 2003). La calidad morfológica de una planta hace referencia a un conjunto de caracteres tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa sobre la forma y estructura de la planta o alguna de sus partes (Villar Salvador 2003).

La calidad morfológica ha sido la más utilizada en los estudios de calidad de planta por tratarse de atributos relativamente fáciles de controlar y medir en vivero. Los atributos morfológicos más utilizados son la altura, el diámetro de tallo, la relación peso seco parte aérea y parte radicular, la relación altura-diámetro, la biomasa, el área foliar y la presencia de micorrizas (Villar Salvador 2003, Cortina *et al.* 2006, Escobar Rodríguez 2007, Sáenz Reyes *et al.* 2010, Mexal *et al.* 2012, Quiroz *et al.* 2012)

Como se mencionó anteriormente, muchos autores señalan que mediante técnicas de vivero se logra mejorar la calidad de la planta, favoreciendo determinados atributos morfológicos y funcionales que ayudan a superar las limitaciones del sitio de plantación, mejorar su establecimiento y desarrollo en el campo (Villar Salvador 2003, Navarro *et al.* 2006, Chirino *et al.* 2009, Cortina *et al.* 2012). Entre las técnicas culturales de vivero que se deben considerar para obtener mejores características morfológicas y fisiológicas se destacan el tipo de sustrato, el contenedor a utilizar, la calidad de la semilla, el régimen de nutrición y el manejo adecuado del riego como elementos principales para obtener plantas de buena calidad (Sáenz Reyes *et al.* 2010).



1.2. SUSTRATOS

Diversos autores señalan que el sustrato de cultivo es uno de los factores de mayor incidencia en la calidad de los ejemplares producidos (Chirino *et al.* 2009, Quiroz *et al.* 2009, Cortina *et al.* 2012). Esto se debe a que el mismo determina la cantidad de nutrientes, agua y aire disponible para las raíces de las plantas y en consecuencia sus características funcionales (Villar Salvador 2003).

El sustrato es un material natural o artificial con matriz sólida que se utiliza para el cultivo de plantas permitiendo el anclaje del sistema radicular para el crecimiento y desarrollo de las mismas (Biel *et al.* 2006). Este debe cumplir con determinados requerimientos, tales como poseer una consistencia adecuada para mantener la semilla en su sitio, no presentar cambios de volumen cuando está seco o húmedo, retener humedad, ser lo suficientemente poroso promover un drenaje adecuado del agua y una aireación del suelo favorable, no presentar niveles excesivos de salinidad y no contener malezas, hongos, nematodos u otros organismos patógenos (Arriaga *et al.* 1994).

Los sustratos están formados por mezclas de sustancias orgánicas e inorgánicas con características complementarias para incrementar la retención de agua, la porosidad y el contenido de nutrientes (Biel *et al.* 2006). Los mismos resultan de la combinación de diversos materiales en una proporción determinada, entre los que se pueden encontrar compost, arena, perlita, ceniza volcánica, vermiculita, turba, aserrín, entre otros (Arriaga *et al.* 1994, Quiroz *et al.* 2009, Beider 2012). La clave en su formulación radica en lograr un óptimo desarrollo radicular y aéreo y en consecuencia mejorar la capacidad de establecimiento de los ejemplares que se trasladan al campo (Villar Salvador 2003, Cortina *et al.* 2004). Sin embargo, en determinadas ocasiones se observa que dicho sustrato base no resulta suficiente a la hora de ofrecer una buena nutrición a los plantines y se obtiene una calidad inferior a la deseada para proyectos de revegetación. Esto se debe a que el estado nutricional afecta básicamente a los procesos fisiológicos de las plantas, como la regulación del crecimiento, el flujo de energía, y la síntesis de las complejas moléculas orgánicas que componen las plantas (Oliet *et al.* 2006).

En este sentido, numerosos autores señalan la necesidad de introducir nuevas tecnologías en los sustratos que se utilizan en los cultivos de vivero bajo condiciones semiáridas para mejorar la calidad morfológica y fisiológica de la planta producida, siendo uno de los objetivos para lograrlo



trabajar en aspectos que mejoren la nutrición de las plantas a través de un programa de acuerdo con las características de la especie, sus patrones de crecimiento y la planta objetivo (“*target plant*”) (Cortina *et al.* 2006, Navarro *et al.* 2006, Chirino *et al.* 2009, Dumroese *et al.* 2009). De esta manera, con el objetivo de mejorar los nutrientes del sustrato se han evaluado opciones como el agregado de fertilizantes e inóculos de micorrizas a los sustratos de vivero.

La fertilización consiste en el aporte de elementos minerales a los sustratos de cultivo. Así, Escobar Rodríguez (2007) afirma que la fertilización es la práctica de manejo más importante utilizada por los viveros para modificar positivamente la calidad y el crecimiento de los plantines. Esto se debe a que el manejo adecuado de la fertilización de cultivos permite mejorar el balance de nutrientes del sustrato (González & Pomares 2008). Asimismo la fertilización regula el crecimiento y el balance aéreo-radical y en definitiva, la morfología final de la planta (Oliet *et al.* 2006). Por otro lado, los biofertilizantes son un tipo de fertilizante constituidos por un alto número de microorganismos de diferentes tipos que al aplicarse al suelo contribuyen a mejorar la riqueza o disponibilidad de nutrientes en el suelo (González & Pomares 2008).

La inoculación con micorrizas consiste en poner en contacto las raíces de los plantines con las esporas o micelio del hongo. La micorrización beneficia la absorción de nutrientes mediante el incremento de la superficie radical (Castellano & Molina 2004). Además se ha demostrado que los hongos micorrícicos pueden proteger a las raíces contra los patógenos de varias formas (Marx 1972). Asimismo numerosos autores destacan que la micorrización de los plantines cultivados en vivero mejora notablemente el crecimiento y supervivencia de los plantines que se trasladan al campo (Alarcón 2000, Castellano & Molina 2004, Cuenca *et al.* 2006, Escobar Rodríguez 2007, Quiroz *et al.* 2009, Perez *et al.* 2011). Por lo tanto, la inoculación micorrícica de hongos adecuados ha sido propuesta como una técnica prometedora para mejorar el éxito en la restauración de ecosistemas áridos y semiáridos (Bainbridge 2007). En este sentido, resulta necesario realizar investigaciones sobre las relaciones interespecíficas mencionadas anteriormente para ambientes áridos (Rovere 2014).

1.3. PROPAGACIÓN DE LARREA DIVARICATA

En el desierto de Monte argentino, donde la comunidad vegetal está representada por especies de los géneros *Prosopis* y *Larrea* (Bertiller *et al.* 2004) existen insipientes estudios sobre la producción



de plantines de calidad de especies nativas. Por ejemplo, se han propagado ejemplares de *Prosopis sp.* tanto con fines de conservación como de restauración ecológica obteniéndose buenos resultados en relación a la calidad de plantas obtenidas (Dalmaso *et al.* 1994, Verzino & Joseau 2005). Asimismo, Beider (2012) describe aspectos básicos de la viverización de 18 especies nativas de Monte, sin embargo, en su estudio no contempla a ninguna de las especies del género *Larrea* (*L. divaricata*, *L. cuneifolia*, *L. nítida* *L. ameghinoi*). No obstante en el desierto Norteamericano, existen estudios sobre la propagación de una especie del género *Larrea* (*L. tridentata*) y su utilización en proyectos de restauración ecológica (Lovich & Bainbridge 1999, Whitford *et al.* 2001, Guibson *et al.* 2004).

Resulta de especial interés la producción en vivero de *L. divaricata* ya que es una especie característica de las comunidades maduras del Monte que a su vez tiene la capacidad de colonizar sitios severamente degradados (González *et al.* 2013). Asimismo se la reconoce como facilitadora para el establecimiento de otras especies en sucesiones iniciadas bajo disturbios severos (Rossi 2004). Esto la convierte en una especie potencialmente valiosa para proyectos de recuperación de ambientes degradados.



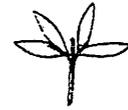
2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de distintos sustratos sobre parámetros de calidad morfológica de ejemplares viverizados de *Larrea divaricata* con fines de restauración ecológica.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Producir sustratos diferenciados por el contenido de nutrientes y de microorganismos.
- Producir inoculantes de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) nativos de rizósfera de *Larrea divaricata* para su siembra en plantines producidos en vivero.
- Evaluar la emergencia de plántulas de *L. divaricata* en los sustratos experimentales.
- Evaluar el crecimiento de plantines de *L. divaricata* en los distintos tratamientos.
- Determinar índices que caractericen la calidad de los ejemplares producidos.



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se llevará a cabo con propágulos de *Larrea divaricata* procedentes de la cuenca endorreica del Bajo de Añelo, Provincia de Neuquén (figura 1), la cual corresponde al ecosistema del Monte Austral (Cabrera 1976, Abraham *et al.* 2009, Roig *et al.*, 2009). La vegetación está representada por un mosaico constituido por parches, unos de alta cobertura vegetal, conformada principalmente por arbustos, y otros con vegetación dispersa o suelo desnudo (Bisigato & Bertiller 1997, Bertiller *et al.* 2004, Busso & Bonvissutto 2009). El tipo de vegetación predominante es el matorral o la estepa arbustiva xerófila, samófila o halófila. Desde el punto de vista florístico la provincia se caracteriza por la presencia casi constante de especies del género *Larrea* y *Prosopis* arbustivos y *Grindelia* en el estrato subarbustivo bajo (Cabrera 1976).

El clima es semiárido y árido, con un alto grado de evaporación reforzada por el viento (Abraham *et al.* 2009) donde predominan los vientos de origen oeste-este (Jobbágy *et al.* 1995). La temperatura varía entre 13 y 17,5°C de promedio anual (Cabrera 1976). Las lluvias oscilan alrededor de los 140 mm anuales (AIC 2012) y las mayores precipitaciones en Añelo ocurren en mayo y junio, característica que se extiende desde el Río Colorado hacia el sur (Morello 1956).

Los suelos están conformados principalmente por el orden de los Entisoles - Aridisoles (del Valle *et al.* 1998, Ferrer *et al.* 1990). En los alrededores del Bajo de Añelo se encuentra la presencia de geoformas con distribución localizada, como las dunas, producto de fenómenos asociados a la actividad eólica, que en algunos sectores alcanzan las dimensiones propias de los médanos (Matteucci 2012)

Los impactos antrópicos en el área se deben en su mayoría a las actividades hidrocarburíferas, ampliamente desarrollada en la zona (Pérez *et al.* 2010). Asimismo, los ecosistemas se encuentran muy deteriorados después de siglos de uso de ganadería extensiva sobre vegetación natural, donde especialmente las comunidades leñosas han sido deforestadas, degradadas y fragmentadas (Matteucci 2012).

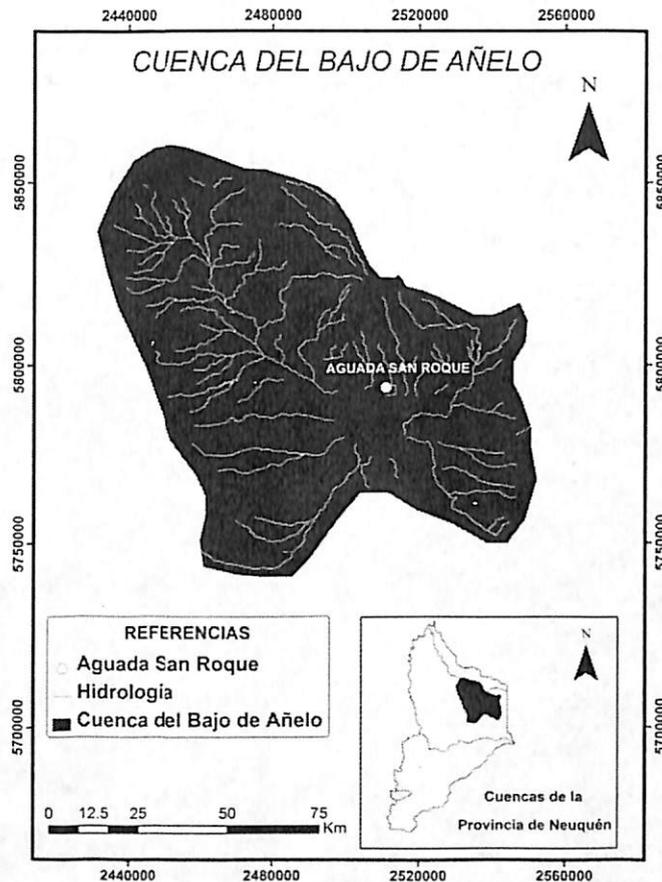


Figura 1: Mapa de la cuenca del Bajo de Añelo, Provincia de Neuquén (Fuente: Pérez *et al.*, 2013)

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Larrea divaricata Cav. (Zygophyllaceae) es una especie arbustiva, de hasta 3 metros de altura, ramosa, de tallos leñosos y cilíndricos. Las hojas son bifoliadas, con un pequeño mucrón central. Las flores tienen cinco pétalos. El fruto es una cápsula indehisciente, hirsuto, fácilmente separable en cinco partes o mericarpios. Las semillas son lisas de alrededor de 4 mm (Correa 1988, Gandullo 2004). Su distribución abarca trece provincias de Argentina desde Salta hasta Chubut (Instituto Darwinion). Es una especie representativa del ecosistema Monte y ha sido descrita como colonizadora de sitios altamente degradados del monte Austral (González *et al.* 2013). Además, se ha mencionado que esta especie actúa como planta nodriza, generando un microambiente particular debajo de su follaje, que facilita la emergencia y supervivencia de especies gramíneas y arbustivas (Bonvissuto & Busso 2011).

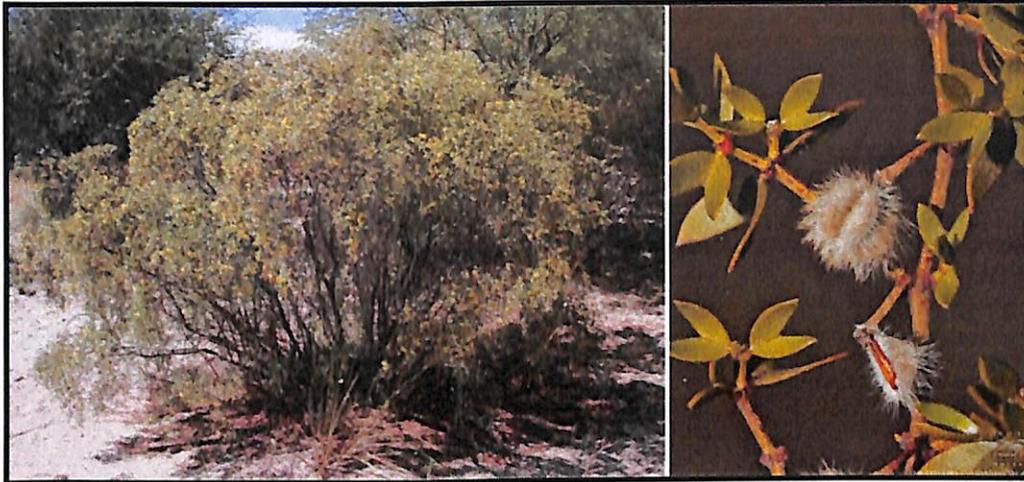


Figura 2: Fotografías de *Larrea divaricata*. A la izquierda individuo adulto, a la derecha detalle de las hojas y las semillas (Fuente: Instituto de Botánica Darwinion)

3.3. COLECTA Y ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS

La colecta de semillas se realizó en el mes de enero de 2014 en la cuenca endorreica del Bajo de Añelo siguiendo protocolos que garantizaron la diversidad genética de la muestra. Para ello, se colectaron de 30 individuos saludables no más del 20% de las semillas maduras y sanas (Gold *et al.* 2004, Ulian *et al.* 2008). Las mismas fueron almacenadas durante 5 meses en bolsas de papel a temperatura ambiente en el Banco de Germoplasma del Árido, perteneciente al Laboratorio de Rehabilitación y Restauración de Ecosistemas Áridos y Semiáridos.

3.5. PRODUCCIÓN DEL INÓCULO DE HONGOS MICORRÍDICOS ARBUSCULARES

El inóculo de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) utilizado para el ensayo fue producido a partir de suelo rizofésrico colectado debajo ejemplares adultos de *L. divaricata* en el área de estudio (Figura 3). En condiciones de invernáculo se colocó el suelo en contenedores y se sembró una planta hospedadora altamente micorrícica (*Medicago sativa* L.) (Becerra & Cabello 2007) (Figura 4). Transcurridos tres meses, se extrajeron 3 muestras de raíces de los ejemplares producidos y se analizaron en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de Ambiente y la Salud para comprobar la colonización por HMA en raíces de la planta hospedadora siguiendo la metodología de aclarado y tinción de raíces propuesto por Phillips & Hayman (1970).



Una vez comprobada la colonización de las raíces por HMA (Figura 5), se extrajeron los individuos de los contenedores y se separó la parte radicular de los mismos; a continuación se quitaron las raíces más gruesas, conservando las finas como inóculos a utilizar en los tratamientos.



Figura 3: Colecta de suelo rizosférico debajo de un ejemplar adulto de *L. divaricata*



Figura 4: Ejemplares de *Medicago sativa* L. producidos luego de tres meses posteriores a la siembra

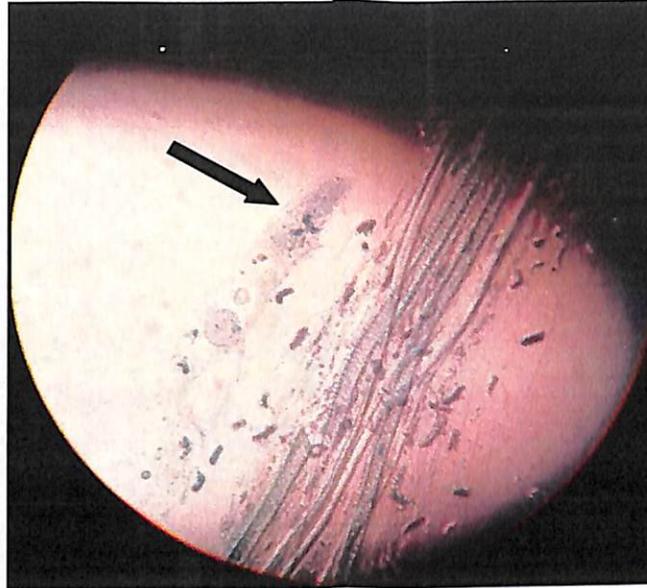


Figura 5: Arbúsculo presente en las raíces de *Medicago sativa* L.

3.6. FERTILIZANTES UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS

Para la fertilización química se utilizó fosfato diamónico 18:46:0 de la marca YPF®. El mismo es una fuente de fósforo y nitrógeno para la nutrición de las plantas. Es altamente soluble y por lo tanto se disuelve rápidamente en el suelo para liberar fosfato y amonio disponible para las plantas. Una característica notable del fosfato diamónico es el pH alcalino que se desarrolla alrededor de los gránulos en disolución debido a la liberación amonio. El amonio presente es una fuente de nitrógeno que es convertido gradualmente en nitrato por las bacterias del suelo, resultando en una disminución del pH. Por lo tanto, el aumento en el pH del suelo alrededor de los gránulos del fosfato diamónico es un efecto temporal. Este aumento inicial del pH puede influir en las reacciones del micro-sitio entre fosfatos y la materia orgánica del suelo (Anexo 1). En la tabla 1 se detallan las especificaciones técnicas del mismo.



Tabla 1: Especificaciones del fertilizante químico utilizado en los ensayos

Fórmula	(NH₄)₂HPO₄
Peso molecular	132
Nitrógeno Total (amoniaco)	18%
Fósforo Total (P₂O₅)	46,1%
Fósforo Disponible (P₂O₅)	46%
Fósforo Soluble	37%
Solubilidad en agua (20 °C)	588 g/L
pH solución	7.5 a 8
Humedad	1%

Fuente: YPF

Para la biofertilización se utilizó el biofertilizante líquido Sedvis®. El mismo es un fertilizante líquido orgánico a base de extractos húmicos que aporta nutrientes esenciales a las plantas. Asimismo, actúa desbloqueando los iones minerales del suelo dejando sus nutrientes a disposición de la planta, lo que favorece y estimula el desarrollo radicular, acelera el crecimiento y aumenta el rendimiento y calidad de los cultivos. El mismo no presenta riesgos ambientales, actúa como nutriente y activador biológico y presenta alta asimilación e inmediata disponibilidad. De esta manera actúa incrementando la biomasa del cultivo (anexo 2). En la tabla 2 se presenta la composición del mismo.

Tabla 2: Especificaciones del biofertilizante utilizado en los ensayos

Ácidos húmicos totales	0.20 %
Macroelementos	NO ₃ , P y K.
Microelementos	B, Ca, Fe, Mg, Mn, Cu, Co, Mo y Zn.
pH	7,5

Fuente: GROATEC S.A.

3.7. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO, APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y SIEMBRA

En condiciones de invernáculo se produjeron ejemplares de *L. divaricata* evaluando cuatro tratamientos aplicados al sustrato base: 1) inóculo de micorrizas, 2) fertilizante químico, 3) biofertilizante y 4) grupo control. Cada tratamiento contó con 144 repeticiones que fueron dispuestos al azar en 16 multimacetas para evitar interferencias por condiciones microclimáticas puntuales que pudieran darse dentro del vivero.



Para la preparación del ensayo, en primer lugar se colocó el sustrato base en contenedores de 270 cm³. El mismo consistió en una mezcla de perlita, vermiculita, compost y suelo comercial en proporción 1:1:2:3 (anexo 3).

Luego se aplicaron los tratamientos al sustrato previo a la siembra de *L. divaricata*. Para el tratamiento con micorrizas se realizó un hoyo de aproximadamente 5 cm de profundidad en el sustrato dispuesto en los contenedores, se colocaron 2 g de raíces de *Medicago sativa* L. en cada uno que finalmente se tapó con el mismo sustrato (figura 6). Para el tratamiento con fertilizante químico se aplicó 0,4 g de fosfato diamónico por contenedor mezclados en el sustrato previo a su colocación en los contenedores (figura 7). Para el tratamiento con biofertilizante se aplicó 1 ml de biofertilizante líquido Sedvis® sobre el sustrato dispuesto en los contenedores (figura 8). Para el grupo control no aplicó ningún tratamiento al sustrato base.

Con el objetivo de romper la dormancia o latencia de las semillas previo a su siembra, las mismas fueron sometidas a un tratamiento pregerminativo que consistió en remojo y frotado durante tres días. La siembra consistió en la colocación de 4 semillas germinadas (con presencia de radícula expuesta) por cada contenedor para todos los tratamientos (figura 9). Los hoyos de siembra se realizaron a una profundidad de aproximadamente una vez y media el largo de las semillas. Una vez colocadas las semillas, los hoyos se taparon con el sustrato sin ejercer demasiada presión.



Figura 6: Aplicación de los inóculos de micorrizas al sustrato base



Figura 7: Aplicación del fertilizante químico al sustrato base



Figura 8: Aplicación del biofertilizante al sustrato base

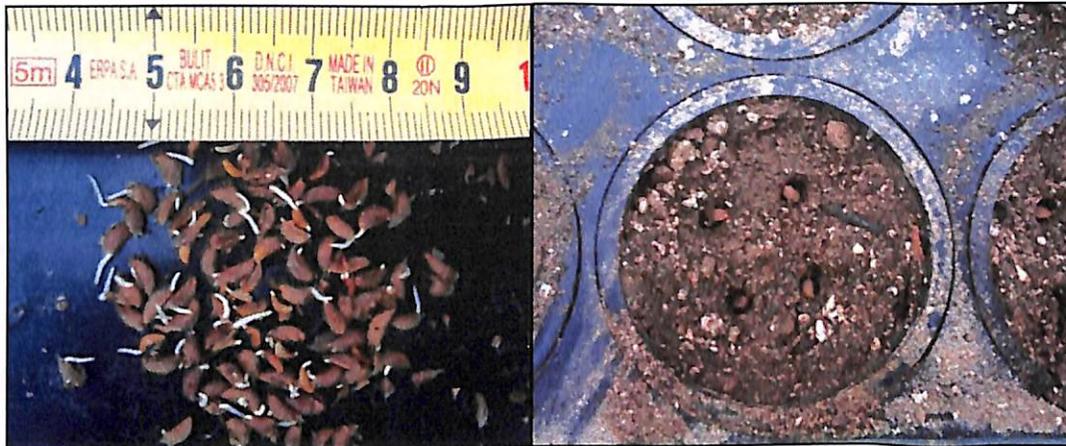


Figura 9: A la izquierda aspecto de las semillas germinadas de *L. divaricata*. A la derecha semillas sembradas en los contenedores.

Tanto la preparación del sustrato, la aplicación de los tratamientos y la siembra fueron realizados durante el mes de Mayo de 2015. Trascorridas dos semanas desde la siembra se procedió al raleo de las plántulas en aquellos casos que fue necesario de manera de dejar solo un ejemplar por contenedor.

3.8. EVALUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron evaluados en función de la emergencia, crecimiento y supervivencia de los ejemplares de *L. divaricata* producidos en vivero durante 5 meses.

La emergencia de las plántulas se registró durante dos semanas posteriores a la siembra. La supervivencia de los plantines se determinó durante todo el ensayo con frecuencia mensual. Al final de la experiencia se determinó el diámetro de tallo a la altura del cotiledón (figura 10) y la altura de todos los ejemplares vivos, medida desde el cotiledón hasta la última hoja verde. También se evaluó la biomasa y el área foliar sobre una muestra de 20 individuos por cada tratamiento tomados al azar (figura 11). Para la determinación de biomasa y área foliar los plantines se sacrificaron para separar tallos, hojas y raíces, luego se escanearon las hojas y finalmente las muestras se sometieron a temperatura constante de 60 °C en estufa durante 72 hs y posteriormente se pesaron. Para determinar el área foliar se utilizó el software Hoja 3.4. (2011).

Además se determinó la relación vástago-raíz (peso seco parte aérea/parte radical) y el índice de esbeltez (altura/diámetro del tallo).



Con el objetivo de determinar la colonización por HMA en las raíces de *L. divaricata* se tomaron cuatro muestras de ejemplares bajo el tratamiento con inóculo de micorrizas y se analizaron en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de Ambiente y la Salud siguiendo la metodología propuesta por Phillips & Hayman (1970).

Para caracterizar las condiciones ambientales del cultivo se colocaron cuatro sensores de temperatura edáfica (I-Button®) a 5cm de profundidad en el sustrato dentro de los contenedores. Los mismos fueron dispuestos homogéneamente de manera de obtener datos representativos de los distintos microambientes que pudieran existir en el vivero. Los registros fueron tomados a lo largo de toda la experiencia cada 120 minutos.

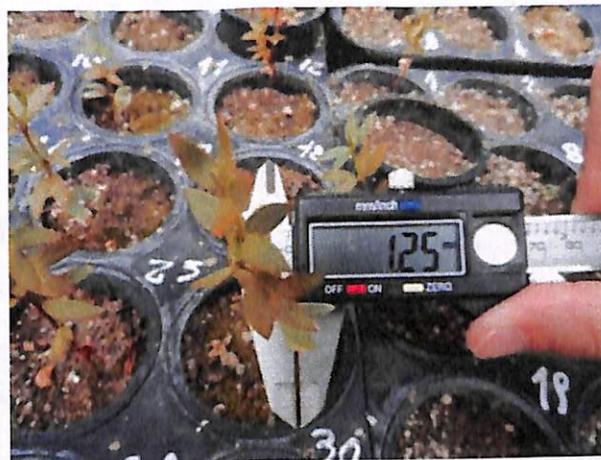


Figura 10: Medición del diámetro de tallo de los ejemplares de *L. divaricata*

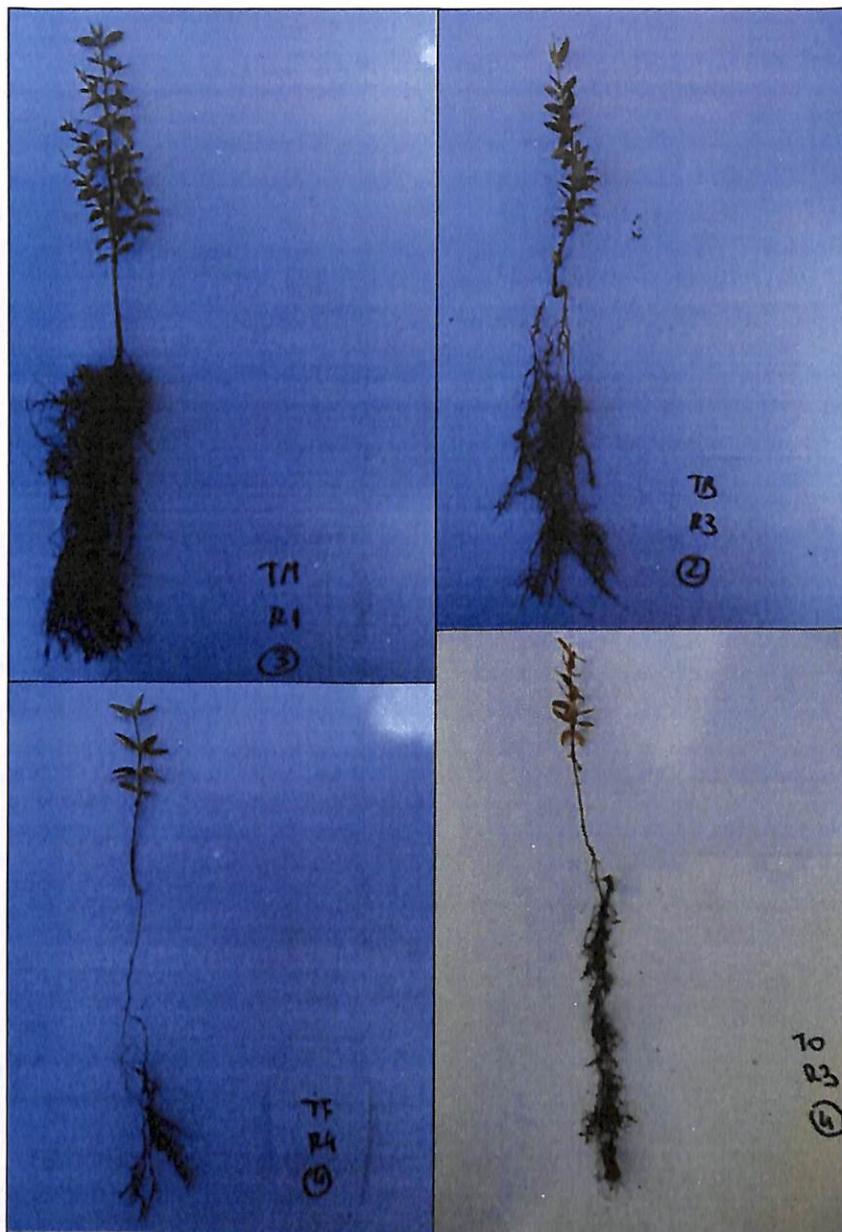
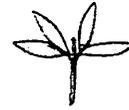


Figura 11: Aspecto de los ejemplares de *L. divaricata* producidos bajo los distintos tratamientos: inóculo de micorrizas (cuadrante superior izquierdo); biofertilizante (cuadrante superior derecho); fertilizante químico (cuadrante inferior izquierdo); grupo control (cuadrante inferior derecho).



3.9. ANÁLISIS DE DATOS

La emergencia y la supervivencia de los plantines bajo los distintos tratamientos se evaluaron mediante tablas de contingencia, empleando el test Chi-cuadrado de Pearson (Sokal & Rohlf, 1999).

Con el fin de evaluar las diferencias en altura, diámetro de tallo, índice de esbeltez, biomasa de hojas, raíz y tallo, relación vástago-raíz y área foliar en los distintos tratamientos se realizó el análisis no paramétrico de Kruskal – Wallis. Cuando los resultados fueron significativos se realizaron pruebas a posteriori (Sokal & Rohlf, 1999).

En todos los casos el nivel de significancia empleado fue $p=0,05$. Los análisis se realizaron a través del software InfoStat Versión Libre (2008).



4. RESULTADOS

4.1. EMERGENCIA

Trascurridos 14 días desde la siembra los tratamientos fertilización química y el grupo control presentaron emergencia de *L. divaricata* en todas las réplicas, mientras que para los tratamientos con inóculo de micorrizas y biofertilizante la emergencia fue del 96,5%. Dichas diferencias resultaron significativas ($X^2=10,177$ y $p=0,017$) (figura 12).

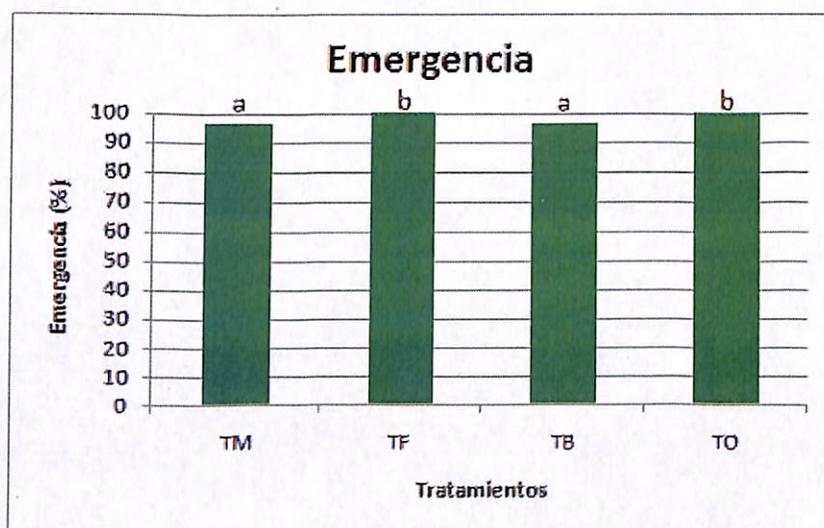


Figura 12: Porcentaje de emergencia de plántulas de *L. divaricata* para los distintos tratamientos (TM: Tratamiento con inóculo de micorrizas; TF: tratamiento con fertilizante químico; TB: tratamiento con biofertilizante; TO: grupo control. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.)

4.2. SUPERVIVENCIA

En la figura 13 se muestran los porcentajes de supervivencia de los plantines de *L. divaricata* durante los 5 meses del ensayo bajo los distintos tratamientos.

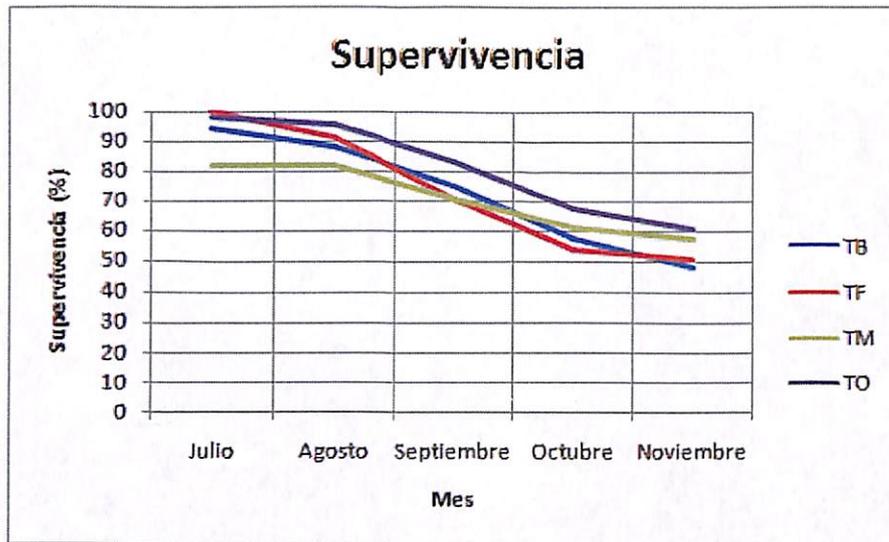


Figura 13: Porcentaje de supervivencia mensual de *L. divaricata* para los distintos tratamientos. (TM: Tratamiento con inóculo de micorrizas; TF: tratamiento con fertilizante químico; TB: tratamiento con biofertilizante; TO: grupo control.)

Se observa una mortandad entre el 40 y el 60% de los plantines para todos los tratamientos desde el comienzo hasta final de la experiencia (figura 13).

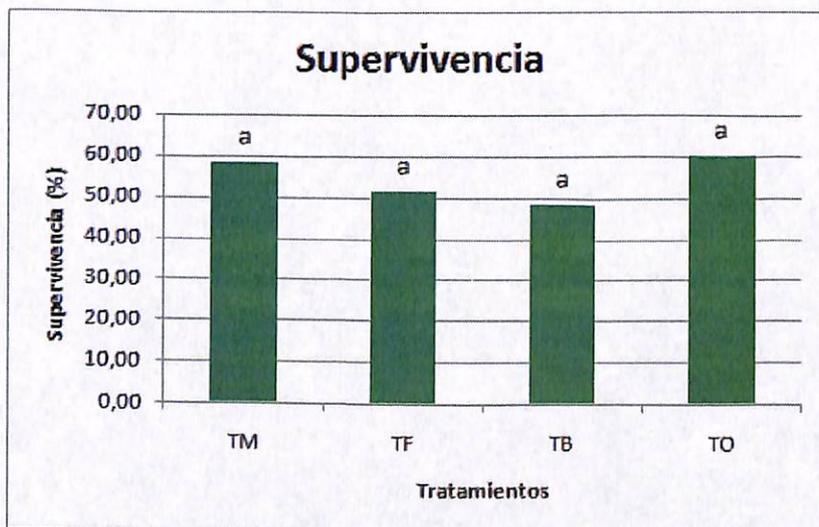


Figura 14: Porcentaje de supervivencia de *L. divaricata* para los distintos tratamientos al final del ensayo (TM: Tratamiento con inóculo de micorrizas; TF: tratamiento con fertilizante químico; TB: tratamiento con biofertilizante; TO: grupo control. Las letras iguales indican que no existieron diferencias significativas entre tratamientos.)



Al final de la experiencia, la supervivencia de los plantines resultó de 48% para el tratamiento con biofertilizante, 51% para el tratamiento con fertilizante químico, 58% para el tratamiento con micorrizas y 60% para el grupo control. No se observaron diferencias significativas entre los mismos ($\chi^2= 6,13$ y $p=0,9094$) (figura 14).

4.3. ALTURA

La altura de los plantines de *L. divaricata* al final de la experiencia resultó mayor para los tratamientos con micorrizas ($5,89 \pm 2,54$ cm), biofertilizante ($6,06 \pm 2,64$ cm) y grupo control ($6,00 \pm 2,56$ cm), donde se observaron diferencias significativas entre éstos y el tratamiento con fertilizante químico ($4,93 \pm 2,27$ cm) ($H=9,70$; $p=0,021$) (figura 15).

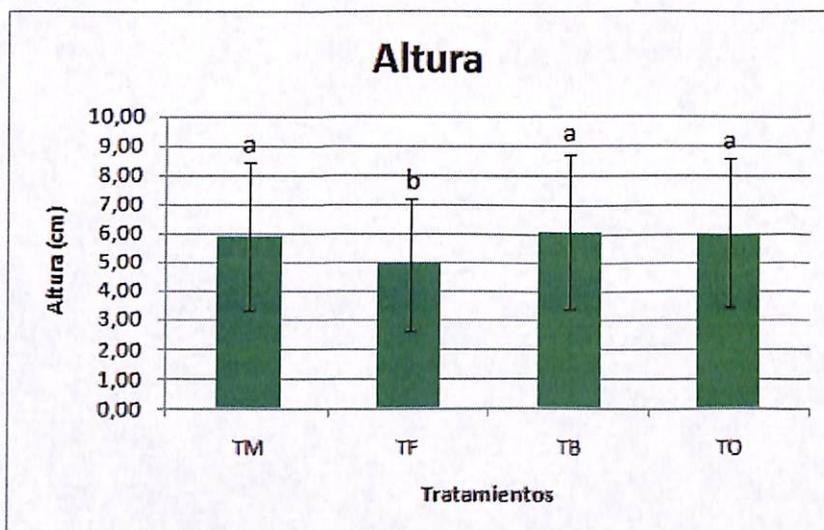


Figura 15: Altura promedio de *L. divaricata* para los distintos tratamientos al final del ensayo (TM: Tratamiento con inóculo de micorrizas; TF: tratamiento con fertilizante químico; TB: tratamiento con biofertilizante; TO: grupo control. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.)

4.4. DIÁMETRO DE TALLO

El diámetro de tallo promedio de los plantines de *L. divaricata* resultó mayor para el tratamiento con micorrizas ($1,67 \pm 0,66$ mm). El tratamiento con biofertilizante y el grupo control exhibieron valores intermedios similares ($1,54 \pm 0,59$ y $1,57 \pm 0,60$ mm respectivamente), mientras que el tratamiento con fertilizante presentó los valores más bajos ($1,43 \pm 0,58$ mm). Sin embargo, las diferencias observadas entre los tratamientos no fueron significativas ($H=6,47$; $p=0,0907$) (figura 16).

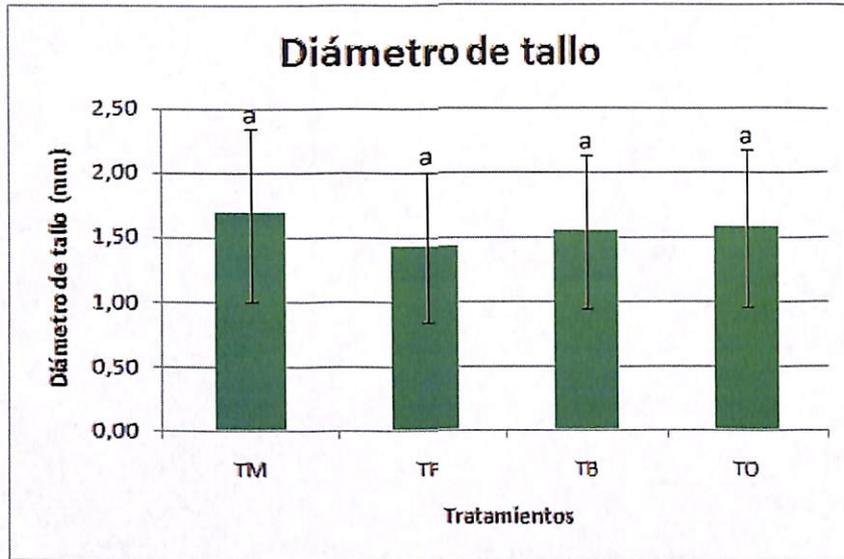


Figura 16: Diámetro de tallo promedio de *L. divaricata* para los distintos tratamientos al final del ensayo (TM: Tratamiento con inóculo de micorrizas; TF: tratamiento con fertilizante químico; TB: tratamiento con biofertilizante; TO: grupo control. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.)

4.5. BIOMASA

Los resultados del análisis de biomasa de los plantines *L. divaricata* se presentan en la tabla 3.

Tabla 3: Biomasa de la parte aérea (PA) y radical (PR) de *L. divaricata* para los distintos tratamientos al final del ensayo

Tratamiento	Biomasa PA	Biomasa PR
TM	0,1837 ($\pm 0,0851$) b	0,1923 ($\pm 0,1073$) b
TF	0,1186 ($\pm 0,0822$) a	0,1251 ($\pm 0,0779$) a
TB	0,1661 ($\pm 0,0831$) b	0,2157 ($\pm 0,1211$) b
TO	0,1423 ($\pm 0,0982$) ab	0,1468 ($\pm 0,0760$) ab

TM: Tratamiento con inóculo de micorrizas; TF: tratamiento con fertilizante químico; TB: tratamiento con biofertilizante; TO: grupo control. Valores entre paréntesis representan del desvío estándar. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

Del análisis de biomasa se observa que existen diferencias significativas tanto para la parte aérea ($H=8,17$; $p=0,0425$) como para la parte radicular ($H=9,09$; $p=0,0281$) de los plantines de *L. divaricata* de acuerdo a los tratamientos aplicados. Los ejemplares bajo el tratamiento con inóculo de micorrizas y el tratamiento con biofertilizante presentaron mayor biomasa aérea y radicular.



Sin embargo, no se observan diferencias significativas entre éstos y el grupo control. El tratamiento con fertilizante químico presentó los valores de biomasa más bajos y, de la misma manera, no se diferenció estadísticamente del control (figura 17).

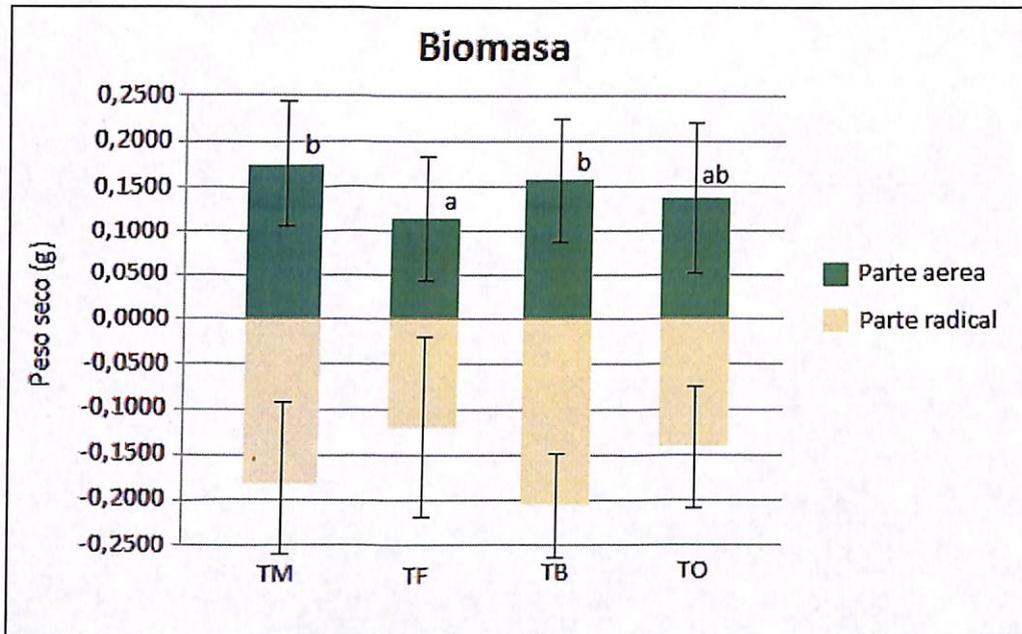


Figura 17: Biomasa aérea y radicular de *L. divaricata* para los distintos tratamientos al final del ensayo (TM: Tratamiento con inóculo de micorrizas; TF: tratamiento con fertilizante químico; TB: tratamiento con biofertilizante; TO: grupo control. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.)

4.6. ÁREA FOLIAR

Se observaron diferencias significativas en relación al área foliar de los plantines de *L. divaricata* bajo los distintos tratamientos ($H=8,63$; $p=0,0346$). El área foliar de los ejemplares bajo el tratamiento con micorrizas fue superior con una media de $13,03 \text{ cm}^2$. Los ejemplares bajo el tratamiento con biofertilizante presentaron valores intermedios ($\bar{x}= 11,34 \text{ cm}^2$), mientras que para los ejemplares bajo el tratamiento con fertilizante químico y el grupo control los resultados fueron inferiores ($\bar{x}=7,98$ y $8,70 \text{ cm}^2$ respectivamente) (figura 18).

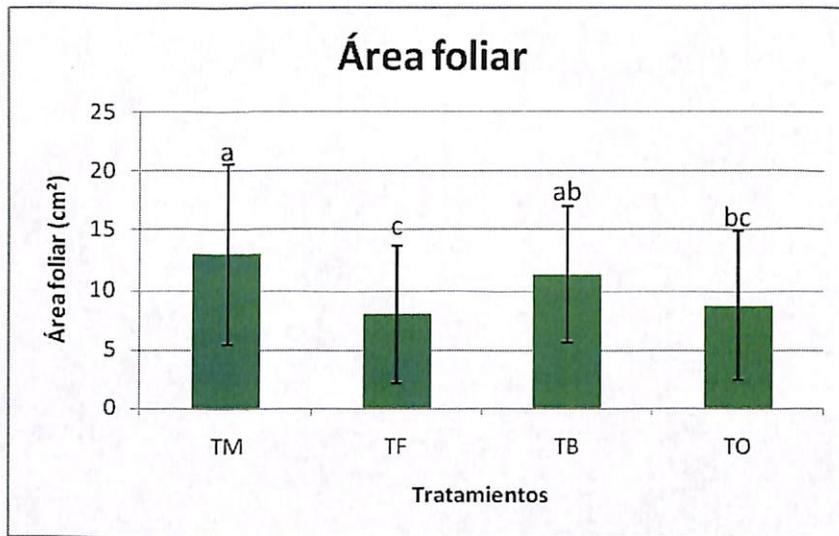


Figura 18: Área foliar de *L. divaricata* para los distintos tratamientos al final del ensayo (TM: Tratamiento con inóculo de micorrizas; TF: tratamiento con fertilizante químico; TB: tratamiento con biofertilizante; TO: grupo control. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.)

4.7. ÍNDICES DE CALIDAD

Los resultados del análisis de los índices de calidad calculados para los ejemplares de *L. divaricata* se presentan en la tabla 4.

Tabla 4: Valores obtenidos para los índices de calidad evaluados para *L. divaricata*

Tratamiento	Relación PA/PR	Índice de esbeltez
TM	1,2295 ($\pm 0,9637$) a	4,01 ($\pm 3,45$) a
TF	0,9601 ($\pm 0,3665$) a	3,76 ($\pm 1,69$) a
TB	1,1275 ($\pm 1,1679$) a	4,17 ($\pm 1,52$) a
TO	1,0080 ($\pm 0,4414$) a	4,01 ($\pm 1,54$) a

TM: Tratamiento con inóculo de micorrizas; TF: tratamiento con fertilizante químico; TB: tratamiento con biofertilizante; TO: grupo control. Valores entre paréntesis representan el desvío estándar. Las letras iguales indican diferencias no fueron significativas entre tratamientos.

No se observaron diferencias significativas para la relación vástago-raíz ($H=0,31$; $p=0,9585$) y para el índice de esbeltez ($H= 5,48$; $p=0,1397$) entre los distintos tratamientos.



4.8. DETERMINACIÓN DE LA COLONIZACIÓN POR HMA

A través del análisis de laboratorio se comprobó la presencia de HMA en las cuatro muestras analizadas de raíces de los ejemplares de *L. divaricata* producidas bajo el tratamiento con inóculo de micorrizas mediante la observación de arbuscúlos presentes en sus células radiculares (figura 19).

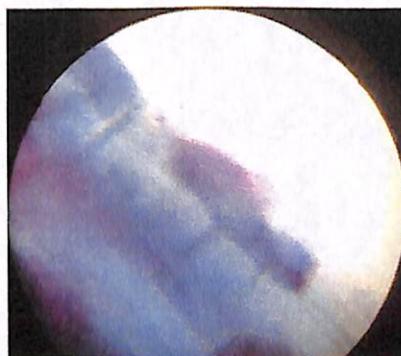


Figura 19: Arbuscúlo presente en la raíz de *L. divaricata*

4.9. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CULTIVO

La temperatura media del sustrato durante los meses del ensayo fue de 16,9 °C, la máxima de 49,7 °C y la mínima de 0,7°C. En la figura 20 se observa el incremento de la temperatura del sustrato durante los meses del ensayo.

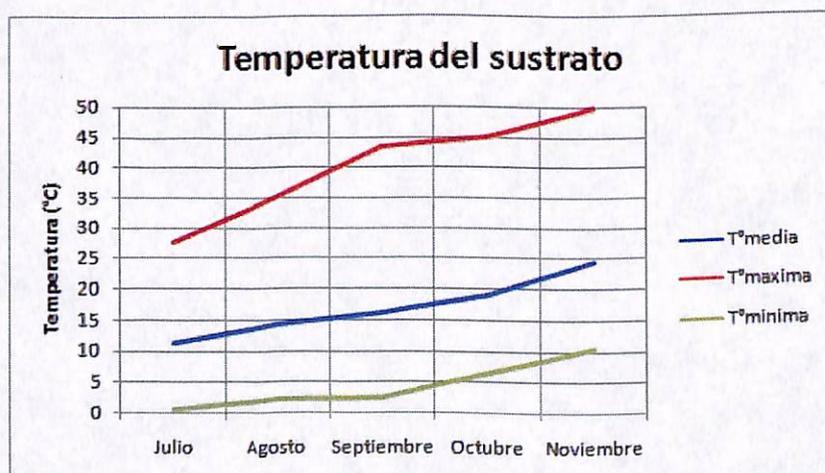


Figura 20: Temperatura media del sustrato de cultivo de *L. divaricata* para los meses del ensayo

De los cuatro sensores de temperatura edáfica distribuidos aleatoriamente se observó diferencia de hasta 10°C para determinadas mediciones.



5. DISCUSIÓN

La emergencia de plántulas de *L. divaricata* para todos los tratamientos resultó muy alta. Esto se debería a que el tratamiento pregerminativo aplicado a las semillas junto el procedimiento de siembra resultaron adecuados para producir plantines de *L. divaricata* en vivero.

La supervivencia de los plantines pudo verse afectada por el incremento de la temperatura del sustrato durante los meses que se llevó a cabo el ensayo. Muchos autores señalan la relación entre la mortandad de los plantines cultivados en vivero con el incremento de la temperatura (González Chávez *et al.* 2001, Cortina *et al.* 2006, Sáenz Reyes *et al.* 2010). En este sentido, se requieren futuras investigaciones para confirmar la incidencia de la temperatura del sustrato en la supervivencia de los plantines de *L. divaricata* en vivero.

Por otro lado, se presentó la caracterización de atributos morfológicos de *L. divaricata* a partir de la evaluación de tratamientos que mejoran el sustrato y que permiten predecir el comportamiento de los plantines en campo para proyectos de restauración ecológica. En relación a la altura, los plantines bajo el tratamiento con fertilizante químico resultaron menores que para el resto de los tratamientos. En este sentido numerosos autores afirman que la disponibilidad de nutrientes y, específicamente, los niveles de nitrógeno durante la fase de pleno crecimiento, afectan significativamente el crecimiento en altura de las plantas (Oliet *et al.* 2006, Escobar Rodríguez 2007, Trubat *et al.* 2010). Por lo que una altura menor en el tratamiento con fertilizante químico, explicaría que el mismo no fue efectivo a la hora de ofrecer una buena nutrición a los plantines de *L. divaricata*. Esto podría deberse a que fue aplicado en una concentración inferior a la requerida por la especie o bien porque se elimina del sustrato a través del riego diario. En relación a la altura como indicador de calidad de planta, diversos autores afirman que la misma no se correlaciona con la supervivencia de los plantines en campo, pero sí lo hace con crecimiento en altura luego de su establecimiento en el sitio de plantación (Villar Salvador 2003, Sáenz Reyes *et al.* 2010, Quiroz *et al.* 2012).

En cuanto al diámetro de tallo de los plantines de *L. divaricata* no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. De acuerdo a Escobar Rodríguez (2007) la disponibilidad de nutrientes y de agua durante la fase de crecimiento y la edad de la planta son los factores que mayor incidencia tienen en el diámetro de tallo. Puesto que éstos últimos no variaron



entre tratamientos (tanto el riego como la edad de los plantines fueron iguales), podría explicar la similitud entre los diámetros de tallo de los plantines registrados para el ensayo. Asimismo, estas diferencias podrían ser mayores conforme aumenta la edad de los plantines. Numerosos autores señalan que el diámetro del tallo es el atributo morfológico de mayor valor predictivo de la supervivencia de los plantines que se trasladan a campo (Villar Salvador 2003, Cortina *et al.* 2006, Escobar Rodríguez 2007, Sáenz Reyes *et al.* 2010, Mexal *et al.* 2012, Quiroz *et al.* 2012).

Los resultados de biomasa de *L. divaricata* fueron mayores para los tratamientos con inóculo de micorrizas y biofertilizante. Estos resultados coinciden con el trabajo de Cáceres *et al.* (2014) donde se obtuvo mayor biomasa tanto aérea como radicular en plantines de *Piscidia carthagenesis* con agregado de inóculo de micorrizas. Asimismo para la biofertilización, muchos estudios han obtenido resultados similares en relación al aumento de biomasa de los plantines en vivero (Wu *et al.* 2004, Aseri *et al.* 2008, Derkowska *et al.* 2015). Por otro lado, los bajos resultados obtenidos para el tratamiento con fertilizante químico no concuerdan con las recomendaciones realizadas por otros investigadores de zonas áridas (Beider 2012, Cortina *et al.* 2006) que afirman que el aumento de biomasa de los plantines de vivero se ve favorecido con la fertilización. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, se debe considerar que la dosis utilizada de fertilizante químico para el ensayo no haya sido suficiente para abastecer los requerimientos nutritivos de la especie. Se ha demostrado que la biomasa es un atributo morfológico importante para determinar la calidad de los plantines ya que presenta alta correlación con la supervivencia de los plantines que trasladan al campo (Escobar Rodríguez 2007, Sáenz Reyes *et al.* 2010). Para proyectos de restauración de zonas áridas es deseable que los plantines presenten buen desarrollo de biomasa radicular por dos motivos: en primer lugar porque una mayor biomasa de raíz implica una mayor superficie de captación de agua para la planta y en segundo lugar porque aumenta el suelo retenido por las mismas lo que disminuye los procesos erosivos de los sitios a restaurar (Quiroz *et al.* 2009).

El área foliar de los plantines bajo el tratamiento con inóculo de micorrizas resultó mayor en comparación con el resto de los tratamientos. De acuerdo a Escobar Rodríguez (2007) el área foliar tiene relación directa con la concentración de nitrógeno de la misma, por lo que los plantines con agregado de inóculo de micorrizas al sustrato serían las que se encuentran mejor nutridos. Se ha



demostrado que una elevada concentración de nutrientes mejora notablemente la respuesta de la planta en el campo en términos de crecimiento y de supervivencia (Oliet *et al.* 2006).

En cuanto a los índices de calidad no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. De acuerdo a Villar Salvador (2003) en ambientes secos es deseable que la parte radical sea mayor que la parte aérea debido a que ésta característica puede contribuir a mejorar la economía hídrica de la planta y por lo tanto este tipo de planta sea preferida en los trabajos de restauración. Lo mismo ocurre con el índice de esbeltez, donde aquellas plantas con tallo grueso y menor altura serán más tolerantes a los vientos intensos (Escobar Rodríguez 2007). En futuros ensayos con *L. divaricata* se deberá corroborar si los índices de calidad estudiados reflejan mejor supervivencia y/o desarrollo de los ejemplares en campo.

En relación a la presencia de HMA en las raíces de los ejemplares de *L. divaricata* producidos bajo el tratamiento con inóculo de micorrizas, Lugo *et al.* (2005) documentó la presencia de HMA en las raíces de individuos adultos de *L. divaricata* establecidos naturalmente en regiones de la Provincia de Córdoba. Sin embargo, no se encontraron estudios de micorrización para ejemplares de la especie producidos en vivero.



6. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de resultados realizado se puede concluir que:

- Las elevadas temperaturas del sustrato durante la fase de crecimiento de *L. divaricata* en vivero pueden afectar la supervivencia de los ejemplares producidos.
- Las diferencias entre tratamientos aplicados al sustrato base empleado en vivero para la producción de *L. divaricata* se reflejan en desigualdades en los atributos morfológicos utilizados para evaluar la calidad de las plantas.
- A diferencia de muchos investigadores, la fertilización química del sustrato de cultivo resultó ser el tratamiento menos efectivo en la mejora de atributos morfológicos de *L. divaricata*. Por ello se recomienda realizar ensayos sobre dosis de fertilizante adecuada para satisfacer los requerimientos nutritivos de la especie.
- Es posible la inoculación con HMA de ejemplares de *L. divaricata* producidos en vivero.
- La biomasa es un atributo morfológico importante para determinar la calidad de los plantines. Sin embargo, como resulta poco práctico a la hora de caracterizar un lote de producción por ser un ensayo destructivo, sería conveniente realizar en el futuro estudios de correlación de la biomasa con el diámetro de tallo de plantines de *L. divaricata*.
- El tratamiento con inóculo de micorrizas resultó ser el más efectivo para la mayoría de los atributos morfológicos de *L. divaricata* evaluados, por lo tanto, se recomienda su utilización para la producción de ejemplares con fines de restauración ecológica.

Además de obtenerse mejores resultados en el desarrollo de los ejemplares en vivero mediante la inoculación de micorrizas, la reintroducción de plantines inoculados con dichos microorganismos mejoraría el establecimiento de los mismos además de recuperar la microdiversidad de los sitios que han sufrido disturbios severos. Sin embargo, es necesario realizar futuras investigaciones respecto al comportamiento de *L. divaricata* en campo en función de los atributos morfológicos que definen su calidad con el objetivo de establecer rangos aceptables para la utilización de la especie en proyectos de restauración ecológica.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Abraham E. M. 2009. Enfoque y evaluación integrada de los problemas de desertificación. Zonas Áridas 13(1).
- Abraham E., H.F. Del Valle, F. Roig, L. Torres, J.O. Ares, F. Coronato & R. Godagnone. 2009. Overview of the geography of the Monte Desert biome (Argentina). Journal of Arid Environments 73: 144 – 153.
- Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC). 2012. Precipitaciones anuales periodo 1997-2012.
- Alarcón A. & R. Ferrera-Cerrato. 2000. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. Terra vol. 17 N° 3.
- Arriaga V. M., V. G. Cervantes y A. 1994. Vargas-Mena. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. Instituto Nacional de Ecología. Mexico.
- Aseria G. K., N. Jain, J. Panwarb, A. V. Raoc & P. R. Meghwalc. 2008. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of Pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian Thar Desert. Scientia Horticulturae 117: 2.
- Bainbridge D. 2007. Restoration approaches and planning. Pág.: 90-111. En: A Guide for Desert and Dryland Restoration. New hope for Arid Lands. Island press. Washington. USA.
- Beider A. 2012. Viverización de especies nativas de zonas áridas. Revista de transferencia científica Experimenta. Vol. 2. 70 pp.
- Becerra A. & M. Cabello. 2007. Micorrizas arbusculares en plantines de *Alnus acuminata* (Betulaceae) inoculados con *Glomus intraradices* (Glomaceae). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 42 (3-4).
- Becker G.F., J. C. Bustos, C. R. López y J. A. Ayesa. 2013. Experiencias de revegetación de explanadas con especies nativas. Pág. 202-212. En: Pérez D.R., Rovere A.E. y Rodríguez Araujo



M.E. (eds). Restauración ecológica en la diagonal árida de la Argentina. Vázquez Mazzini. Argentina.

- Bertiller M., A. Bisigato, A. Carrera & H. del Valle. 2004. Estructura de la vegetación y funcionamiento de los ecosistemas del Monte Chubutense. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 39 (3-4):139-158.
- Biel C., R. Savé, D. Verdaguer & J. L. Peñuelas. 2006. Nuevas tecnologías de producción de plantas en vivero. En: J. Cortina, J. L. Peñuelas, J. Puértolas & R. Savé, *Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos*. Organismo autónomo parques nacionales. Ministerio de medio ambiente, Madrid, España.
- Bisigato A. & M. Bertiller. 1997. Grazing effects on patchy dryland vegetation in northern Patagonia. *Journal of Arid Environments*, 36:639-653.
- Bonvissuto G. L. & C. A. Busso. 2009. Structure of vegetation patches in northwestern Patagonia, Argentina. *Biodivers Conserv* 18: 3017–3041.
- Bonvissuto G. L. & C. A. Busso. 2011. Establecimiento de plántulas en microambientes del Monte Austral Neuquino. Pag.: 96-111. En: Pérez D. R., Rovere A. E. & Rodríguez Araujo M. E. (eds). *Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina*. Vazquez Mazzini Editores. 520 pp.
- Cabrera A. L. 1976. Territorios Fitogeográficos de la República Argentina. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Buenos Aires. 85pp.
- Castellano M. A. & R. Molina. 2004. Micorrizas. Cap. 2. En: *Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor*. Vol 5. CONAFOR.
- Chirino E., A. Vilagrosa, J. Cortina, A. Valdecantos, D. Fuentes, R. Trubat, V. C. Luis, J. Puértolas, S. Bautista, M. J. Baeza, J. L. Peñuelas & V. R. Vallejo. 2009. Ecological restoration in degraded drylands: the need to improve the seedling quality and site conditions in the field. En: Steven P. Grossberg (ed.). *Forest Management*. 348 pp.
- Correa M. N. 1988. *Flora Patagónica IV*. Colección científica INTA. Buenos Aires.



- Cortina J., B. Amata, V. Castillo, D. Fuentes, F. Maestre, F. Padilla & L. Rojof. 2011. The restoration of vegetation cover in the semi-arid Iberian southeast. *Journal of Arid Environments* 75: 1377-1384.
- Cortina J., J. Bellot, A. Vilagrosa, R. Caturla, F. Maestre, E. Rubio, J. Ortiz de Urbina & A. Bonet. 2004. Restauración en Semiárido. Pág.: 407-436. En Vallejo V. & Alloza J. (Eds). *Avances en el estudio de la gestión del Monte Mediterráneo*. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM). La imprenta comunicación gráfica SL. 342 pp.
- Cortina J., R. M. Navarro & A. D. Campo. 2006. Evaluación del éxito de la reintroducción de especies leñosas en ambientes Mediterráneos. Cap. 1. En: Cortina J., Peñuelas J.L., Puértolas J., Vilagrosa A. & Savé R. (eds.). *Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Cortina J., J. Ruiz-Mirazo, B. Amat, F. Amghar, S. Bautista, E. Chirino, M. Derak, D. Fuentes, F. T. Maestre, A. Valdecantos, A. Vilagrosa. 2012. Bases para la restauración ecológica de espartales. UICN, Gland, Suiza y Málaga, España. 26 pp.
- Cuenca G., M. Lovera, L. Fajardo, E. Meneses. 2006. Efecto de las micorrizas arbusculares sobre el crecimiento y supervivencia de dos especies nativas de la gran sabana, al transplantarlas a un área degradada. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Centro de Ecología, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 57 (2): 42-48.
- Dalmaso A. D., R. Masuelli & O. Salgado. 1994. Relación vástago-raíz durante el crecimiento en vivero de tres especies nativas de Monte. IADIZA, CC 507, 5500. Mendoza.
- Dalmaso A. D. & Martínez Carretero E. 2013. Revegetación de áreas degradadas. Estudio de caso en plataformas petroleras en Malargüe, Mendoza. Pág.: 275-292. En: Pérez D. R., Rovere A. E. & Rodríguez Araujo M. E. (eds). *Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina*. Vazquez Mazzini Editores. 520 pp.
- del Valle H. F., N. O. Elissalde, D. A. Gagliardini & J. Milovich. 1998. Status of desertification in the Patagonian region: Assessment and mapping from satellite imagery. *Arid Soil Research and Rehabilitation*. 12(2): 1 – 27.



- Derkowska E. , L. S. Paszt, P. Trzciński, M. Przybył & K. Weszczak. 2015. Influence of biofertilizers on plant growth and rhizosphere microbiology of greenhouse-grown strawberry cultivars. Hortorum Cultus 14(6).
- Domenech R. T., J. S. Cortina & A. C. Vilagrosa. 2004. Estado nutricional y establecimiento de especies leñosas en ambiente semiárido. Actas de la III Reunión sobre Repoblaciones Forestales. Sociedad Española de Ciencias Forestales. 17: 245-251.
- Dumroese R. K., T. Luna & T.H. Landis. 2009. Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries. Vol. 1. Nursery management. Agriculture Handbook 730. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Washington, D.C. Estados Unidos. 302 pp.
- Duryea M. L. 1985. Evaluating seedling quality: importance to reforestation. En: Duryea M.L. (ed.). Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Pág. 1-4. Oregon State University, Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis.
- Escobar Rodríguez R. 2007. Manual de viverización *Eucalyptus globulus* a raíz cubierta. Proyecto INNOVA CHILE: Desarrollo de estándares de origen de la semilla y calidad de la planta para el aumento de la productividad en plantaciones y bosques naturales. Centro tecnológico de la planta forestal.
- Ezcurra E. 2006. Global Desert Outlook. United Nations Environment Programme. UK. 161pp.
- Farinaccio F. M., A. E. Rovere & D. R. Pérez 2013. Rehabilitación con *Pappostipa speciosa* (Poaceae), en canteras abandonadas por actividad petrolera en zonas áridas de Neuquén, Argentina. Cap. 22. En: Pérez D. R., Rovere A. E. & Rodríguez Araujo M. E. (eds). Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina. Vazquez Mazzini Editores. 520 pp.
- Ferrer J. A., J. M. Mendía & J. Irisarri. 1990. Estudio Regional de Suelos de la Provincia de Neuquén. Vol. 1, Tomos 1 a 4. Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires. 543 pp.
- Gandullo R. 2004. Flora típica de las Bardas de los Alrededores de Neuquén. Edición de Petrobras.



- Gibson A. C., M. R. Sharifi & P. W. Rundel. 2004. Resprout characteristics of creosote bush (*Larrea tridentata*) when subjected to repeated vehicle damage. *Journal of Arid Environments* 57(4): 411–429.
- González Chávez M. C., R. Ferrera Cerrato, A. Villegas Monter y J. L. Oropeza. 2001. Selección de sustratos de crecimiento en microplántulas de cítricos inoculadas con *Glomus* sp. *Zac-19. Terra: 18* (4).
- González F. M., D. R. Pérez & A. E. Rovere. 2013. Reintroducción de especies nativas de dos grupos funcionales en zonas áridas degradadas del Área Natural Protegida Auca Mahuida, Neuquén, Argentina. Pag.: 320-333. En: Pérez D. R., Rovere A. E. & Rodríguez Araujo M. E. (eds). *Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina*. Vazquez Mazzini Editores. 520 pp.
- González V. & F. Pomares. 2008. La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. *Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Valencia, España.
- Gold K., P. León-Lobos & M. Way. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. *Boletín INIA N° 110*. 62 pp.
- Holtz W. 2003. La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y su dimensión política. COP 6. Bonn, Alemania.
- Imeson A. 2012. *Desertification, Land Degradation and Sustainability*. John Wiley & Sons. UK. 326 pp.
- Instituto Botánico Darwinion. 2008. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. <http://www.darwin.edu.ar>. [Acceso 12/10/15].
- Jobbágy E. G., J. M. Paruelo & R. J. C. León. 1995. Estimación del régimen de precipitación a partir de la distancia a la cordillera en el noroeste de la Patagonia. *Ecología Austral* 5: 47 – 53.



- Lovich J. E. & D. Bainbridge. 1999. Anthropogenic Degradation of the Southern California Desert Ecosystem and Prospects for Natural Recovery and Restoration. *Environmental Management* 24 (3): 309–326.
- Lugo M. A., A. M. Anton & M. N. Cabello. 2005. Arbuscular mycorrhizas in the *Larrea divaricata* scrubland of the arid “Chaco”, Central Argentina. *Journal of Agricultural Technology* 1 (1) : 163-178.
- Marx D. H. 1972. Ectomycorrhizae as deterrents to pathogenic root infections. *Annu. Rev. Phytopathol.* 10: 429–454.
- Matteucci S. D. 2012. Ecorregión Monte de Llanuras y Mesetas. Cap. 10. En: Morello J., S. Matteucci & A. Rodriguez. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. 1° Edición. Orientación Gráfica Editora. 752 p.
- Mexal J. G. 2012. Calidad de plantines: atributos morfológicos. En: *Producción de plantas en viveros forestales*. 1° ed. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones. Centro de Investigación y Extensión Andino Patagónico.
- Morello A. 1956. Estudios Botánicos en las Regiones Áridas de la Argentina. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*. 2(1): 78 – 152.
- Navarro R. M., A. D. del Campo & J. Cortina. 2006. Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta. Cap. 2. En: Cortina J., Peñuelas J. L., Puértolas J., Vilagrosa A., & Savé R. (eds.). *Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Newton A.C. & N. Tejedor (eds.). 2011. *Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal: Estudios de caso en las zonas secas de América Latina*. Gland, Suiza: UICN y Madrid, España: Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. 409 pp.
- Oliet J. A, A. Valdecantos, J. Puértolas & R. Trubat. 2006. Influencia del estado nutricional y el contenido en carbohidratos en el establecimiento de las plantaciones. Cap. 5. En: Cortina J., Peñuelas J. L., Puértolas J., Vilagrosa A., & Savé R. (eds.). *Calidad de planta forestal para la*



restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

- Paredes D. A. 2013. Estudio de la germinación de cinco especies nativas de Monte como aporte para la rehabilitación y restauración de áreas degradadas. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina.
- Pérez D., A. Rovere & F. Farinaccio. 2010. Rehabilitación en el desierto. Ensayos con plantas nativas en Aguada Pichana, Neuquén, Argentina. Vázquez Mazzini Editores. 80 pp.
- Perez C. A., S. Rojas, V. D. Montes. 2011. Hongos formadores de micorrizas arbusculares: una alternativa biológica para la sostenibilidad de los agroecosistemas de praderas en el Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Animales*: 3(2).
- Phillips J. M. & D. S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions British Mycological Society*: 55 (18-29).
- Quiroz M. I., E. García Rivas, M. González Ortega, P. Chung Guin-Po, H. Soto Guevara. 2009. Vivero forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta. Ministerio de Agricultura, Concepción, Chile.
- Quiroz M. I., Gutiérrez B. C. & García E. R. 2012. Bases para un reglamento de semillas y plantas de especies forestales utilizadas en Chile. Instituto forestal. Santiago, Chile.
- Reichmann L. 2003. Cambios Florísticos y Recuperación Natural de Ambientes Degradados por Prácticas Petroleras en el Monte Austral. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Reynolds J. F., A. Grainger, D. M. Stafford Smith, G. Bastin, L. García-Barrios, R. J. Fernández. 2011. Scientific concepts for an integrated analysis of desertification. *Land Degradation Development* 22:166–183.
- Reynolds J. F. y D. M. Stafford Smith. 2002. Do humans cause deserts? En: Reynolds J. F. & Stafford Smith D. M. (eds.). *Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?* Dahlem Workshop Report 88, Dahlem University Press, Berlin, pp. 1-21.



- Roig F. A., S. Roig-Juñent & V. Corbalán. 2009. Biogeography of the Monte Desert. *Journal of Arid Environment* 73: 164 – 172.
- Rossi B. E. 2004. Flora y vegetación de la Reserva de Biosfera de Ñacuñán después de 25 años de clausura. Heterogeneidad espacial a distintas escalas. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Cuyo.
- Sáenz Reyes J. T., R. F. J. Villaseñor, F. H. J. Muñoz, S. A. Rueda & R. J. A. Prieto. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico N° 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. 48 p.
- SER (Society for Ecological Restoration). 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org. Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Sokal, R. & F. Rohlf. 1999. Introducción a la bioestadística. México. Editorial Reverté, S.A.
- Trubat L. R., J. Cortina & A. Vilagrosa. 2010. Nursery fertilization affects seedling traits but not field performance in *Quercus suber*. *Journal of Arid Environments* 74: 491–497
- Ulian T., A. Rovere & B. Muñoz. 2008. Taller sobre conservación de semillas para la restauración ecológica. *Ecosistemas*, 17 (3):147-148.
- Villar Salvador P. 2003. Importancia de la calidad de la planta en los proyectos de revegetación. En: Rey-Beyanas J. M., T. Espigares Pinilla & J. M. Nicolau Ibarra. Restauración de Ecosistemas degradados. Universidad de Alcalá. Asociación de Ecología Terrestre.
- Verzino G. E. & M. J. Joseau (eds.). 2005. El banco nacional de germoplasma de *Prosopis*: conservación de recursos forestales nativos de Argentina. 1° edición. Córdoba, Argentina.
- Whitford W. G., R. Nielson & A. Soyza. 2001. Establishment and effects of establishment of creosotebush, *Larrea tridentata*, on a Chihuahuan Desert watershed. *Journal of Arid Environments* 47: 1–10.
- Wu S.C., Z.H. Cao, Z.G. Li, K.C. Cheung & M.H. Wong. 2004. Effects of biofertilizer containing N-fixers, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma* 125, 155 – 166.



8. ANEXOS

Anexo 1: Ficha comercial del fertilizante químico utilizado en los ensayos

FICHA COMERCIAL

YPF

FERTILIZANTES

FOSFORADOS



FOSFATO DIAMÓNICO 18-46-0

El fósforo es químicamente muy reactivo y por ello no se encuentra en estado puro en la naturaleza. La apatita es la fuente natural de fósforo en el suelo. Por meteorización, pequeñas cantidades de P son liberadas a la solución del suelo para ser absorbidas por las plantas como iones ortofosfatos. Pero la mayor parte de éste forma compuestos con otros elementos como calcio, hierro, aluminio, o ciertos minerales arcillosos y reducen la disponibilidad del P para las plantas, por lo que la demanda de este elemento es crucial cubrirla vía fertilización.

DATOS BÁSICOS

- NOMBRE COMERCIAL: FOSFATO DIAMÓNICO
- GRADO EQUIVALENTE: 18-46-0
- CATEGORÍA: FERTILIZANTE
- FAMILIA: FOSFORADOS
- PRESENTACIÓN: SÓLIDO GRANULADO EN BOLSAS DE 50Kg

FORMULACIÓN

NITRÓGENO TOTAL (AMONIAICAL)	18%
FOSFORO TOTAL (P2O5)	46,1%
FOSFORO DISPONIBLE (P2O5)	46%
FOSFORO SOLUBLE EN AGUA (P2O5)	37%
HUMEDAD	1%
PESO MOLECULAR	132

DESCRIPCIÓN

El fósforo desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y el crecimiento celular y otros procesos de las plantas.

El fósforo aportado, en un 100 % asimilable por las plantas, del que un porcentaje muy elevado (más del 95 %) es soluble en agua y pasa directamente a la solución de suelo, garantiza un excelente resultado agronómico. Los fosfatos amónicos tienen una reacción residual ácida, aunque inicialmente tienen una reacción alcalina, por lo que son muy adecuados para suelos neutros o básicos.

La fertilización con fósforo es clave, no sólo para restituir los niveles de nutriente en el suelo, sino también para obtener plantas más vigorosas y promover la rápida formación y crecimiento de las raíces, haciéndolas más resistentes a la falta de agua. El fósforo también mejora la calidad de frutas y granos, siendo vital para la formación de las semillas. La deficiencia de fósforo retarda la madurez del cultivo. Los fosfatos de amonio poseen excelentes propiedades físicas, resultando actualmente los fertilizantes fosfatados más populares. Entre otras ventajas, son los fertilizantes más concentrados del mercado, entre 62 y 64% de nutrientes. El fósforo de los fosfatos de amonio es totalmente soluble en agua.

APLICACIONES

En condiciones normales, sólo del 20 al 30 % del fósforo aplicado al suelo como fertilizante es absorbido por la planta durante un ciclo de crecimiento. Se obtiene mayor eficiencia aplicando en forma conjunta fósforo y nitrógeno que por fuentes distintas, debido que al absorber las plantas el nitrógeno en forma de amonio se acidifica el entorno radicular, facilitando de esta manera la disolución y liberación del fosfato del fertilizante.

El Fosfato Diamónico (DAP) genera un efecto arrancador en los cultivos extensivos.



Consulta técnica
0800-122-2973

ypl.com

Debido a su mayor contenido de nitrógeno, es bueno para los cultivos que requieren dicho nutriente en su etapa inicial. Es un producto con alta solubilidad en agua, lo que asegura una rápida respuesta a la fertilización. El nitrógeno incluido permite cubrir parte de las necesidades del cultivo durante el primer período de crecimiento de la planta.

FICHA COMERCIAL

YPF

FERTILIZANTES FOSFORADOS

DOSIFICACIÓN

- Cereales: de 100 a 300 kg/ha.
- Pasturas: de 100 a 300 kg/ha.

Los valores son de referencia. Siempre es aconsejable un análisis de suelo para realizar una dosificación correcta.

MANIPULEO Y ALMACENAJE

- Humedad crítica (HC): 82,5% a 30°C. En combinaciones con otros productos se reduce considerablemente: Por ejemplo, con urea al 50% cloruro de potasio al 65%. Se recomienda su almacenaje en recintos cerrados, bien ventilados y con ambiente seco, donde la temperatura no debe ser elevada.
- El producto debe mantenerse embolsado sobre tarimas, sin entrar en contacto con el suelo, y lejos de fuentes de calor. No dejar envases abiertos porque se humedece en contacto con el aire (es higroscópico).
- Se debe separar la estiba del techo por lo menos un metro. Dejar espacio entre ellas para permitir la circulación de aire.

Consulta técnica
0800-122-2973

ypl.com



Anexo 2: Ficha comercial de Biofertilizante utilizado en los ensayos



Soluciones Agro Productivas & Ambientales

Sedvis Biofertilizante Líquido

Características:

Fertilizante líquido orgánico, a base de extractos húmicos, que aportan nutrientes esenciales. Desbloquea los iones minerales del suelo, poniendo sus nutrientes a disposición de la planta.

Acción:

Favorece y estimula el desarrollo radicular, acelera el crecimiento y aumenta el rendimiento y calidad de los cultivos.

Composición:

Ácidos húmicos totales 0.20 % - pH 7,5

Macroelementos: No₃, P y K.

Microelementos: B, Ca, Fe, Mg, Mn, Cu, Co, Mo y Zn.

Forma de uso:

Aplicar por riego o fertiriego según dosis.

No mezclar con fungicidas, insecticidas ni herbicidas. Agitar antes de usar.

Ventajas:

No presenta riesgos ambientales.

Actúa como nutriente y activador biológico.

Alta asimilación e inmediata disponibilidad.

Incrementa la biomasa del cultivo.

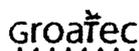
Ideal para cultivos agroecológicos.

Cultivo	Cm ³ /1000m ² suelo.	Momento Aplicación
Larrea divaricata	600	Sobre el suelo desde el comienzo de la siembra.*

* Según intervalo de riego.

A criterio profesional se pueden realizar aplicaciones suplementarias.

No aplicar con altas temperaturas.





Anexo 3: Resultados de análisis físico-químico de sustrato base

Laboratorio Central: **Castell 1701 - C.P. 1832 - Lomas de Zamora (B.S. AS)**
 Sede San Juan: **Av. Libertador 1000 - C.P. 5500 - San Juan (M.P.)**
 Sede Salta: **Av. Libertador 1000 - C.P. 4400 - Salta (M.P.)**
 Sede Neuquén: **Av. Libertador 1000 - C.P. 8300 - Neuquén (M.P.)**
 Sede Chubut: **Av. Libertador 1000 - C.P. 9100 - Chubut (M.P.)**
 Sede Mendoza: **Av. Libertador 1000 - C.P. 5000 - Mendoza (M.P.)**



PROTOCOLO DE ANALISIS Q 219153

Fecha de recepción: 10/02/2016

Fecha de emisión: 15/03/2016

Cliente: FUNDACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE PARA EL DESARROLLO REGIONAL (FUNYDER)

Dirección Fiscal: Buenos Aires 1400 Localidad Neuquén (Neuquen)

Muestra Manifestada: SUELO

Cantidad: (1 MUESTRA)

Tomada Remitida: FUNDACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE PARA EL DESARROLLO REGIONAL (FUNYDER)

Resultados			
Muestra: SUSTRATO DE VIVERO			
Parámetro	Unidad	Valor Obtenido	Método
Conductividad Eléctrica 1:5	µS/cm	300	SM 2510 B
pH Relación 1:5	UpH	7.3	EPA 9045 D
Textura	—	Arenoso	NOM-021-RECNAT-2000 AS-09
Arcilla	% p/p	4.6	NOM-021-RECNAT-2000 AS-09
Limo	% p/p	7.0	NOM-021-RECNAT-2000 AS-09
Arena	% p/p	88.4	NOM-021-RECNAT-2000 AS-09
Sodio	mg/kg	290	EPA 3050 B/ 6010 D
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/kg	780	SM 4500-Norg C/ NH3 C
Fósforo Total	mg/kg	481	SM 4500-P B/E
Humedad	% p/p	1.7	SM 2540 G

Observación: Los resultados obtenidos se encuentran expresados sobre base seca

[Firma]
 M.P. C.P.O. 8942
 GRUPO INDUSER S.R.L.
 Laboratorio

Página 1 de 1

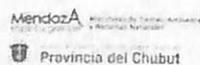
Los resultados consignados se refieren exclusivamente a las muestras recibidas o manifestadas. Los mismos no pueden ser reproducidos sin la aprobación expresa del Laboratorio Induser.
 Las muestras serán mantenidas en el Laboratorio por el periodo de 14 días consecutivos a la fecha de emisión del protocolo. Pasado este plazo se dispondrá de las mismas según normativas vigentes.

Laboratorio Central: Castell 1701 - C.P. 1832 - Lomas de Zamora (B.S. AS)

Rev:1

Fecha de vigencia: 06/07/05

Fc-S-10-01-01



Provincia del Chubut

