



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN

**Influencia del microclima y labrado del suelo en la siembra
directa de *Oreocallis grandiflora* en dos ecosistemas degradados
del Sur del Ecuador**

Trabajo de Graduación previo a la obtención del título de:
BIÓLOGA CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN

Autora:

KARLA ESTEFANÍA PINTADO CHICAÍZA

Director:

ANTONIO MANUEL CRESPO AMPUDIA

CUENCA, ECUADOR

2016

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer de manera especial y muy sincera al Dr. Antonio Crespo por permitirme realizar esta tesis de grado bajo su dirección; gracias por su apoyo, paciencia y confianza durante la realización de este trabajo, así como por las oportunidades de aprendizaje que me brindó al trabajar consigo. Especialmente le agradezco por su guía en el desarrollo de esta tesis, así como en mi formación profesional.

Agradezco principalmente a mis padres, quienes no solamente me han formado como persona; sino que me dieron la oportunidad de llegar a ser una profesional y me impulsaron a mejorar cada día. Gracias por la fe depositada en mí, pero especialmente por todo el apoyo en que me han brindado desde la escuela y gracias al amor que me han dado a lo largo de mi vida. Muchísimas gracias mami y papi con todo el cariño les dedico esta tesis.

De manera muy afectuosa agradezco el apoyo incondicional de mi amiga y hermana Diana Inga, antes, durante y al finalizar este trabajo; puesto que sin su amistad, cariño y sobretodo paciencia no hubiera conseguido terminar este trabajo. Te agradezco amiga por darme ánimos y estar para mí cuando nadie más estuvo, de cierto modo siempre me supiste dar tu mano y sacarme adelante. Te quiero mucho.

Agradezco también a mis amigas Gabriela Mogrovejo, Elizabeth Cabrera y Alexandra Cabrera por todo sus ánimos durante este trabajo y por su paciencia para escucharme durante los días de flaqueza. Gracias por su amistad y locura que fueron indispensables para continuar y terminar esta tesis.

Con la mayor de las gratitudes, agradezco al Blgo. Danilo Minga, a la Dra. Rafaella Ansaloni, a la Blga. Mayra Jimenez, Francisco Neira, Boris Landázuri y Henry Garzón por su ayuda directa e indirecta para la realización de los trabajos de campo e investigación necesarios para la estructuración de esta tesis.

Finalmente, debo agradecer a Dios por las oportunidades y lecciones presentadas durante mi camino especialmente durante la realización de este trabajo; ya que han sido aprendizajes invaluable para mi formación personal, de cierto modo gracias por no darme la espalda y estar a mi lado a pesar de todo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
Área de Estudio.....	5
Especie en Estudio.....	8
Ubicación de los Experimentos.....	8
Colección de Semillas.....	9
Diseño Experimental.....	14
Análisis de Datos.....	16
CAPÍTULO II: RESULTADOS.....	18
Pamarchacrín.....	18
Estación Científica “El Gullán”	23
CAPÍTULO III: DISCUSIONES.....	29
BIBLIOGRAFÍA.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios de siembra en el valle del río Pamar	6
Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios de siembra en la Estación Científica el Gullán	7
Figura 3. Diagrama de perfil del sitio de siembra en el valle del Río Pamar.....	10
Figura 4. Diagrama de perfil del sitio de referencia en el valle del Río Pamar	11
Figura 5. Diagrama de perfil del sitio de siembra en la Estación Científica El Gullán.....	12
Figura 6. Diagrama de perfil del sitio de referencia en la Estación Científica El Gullán.....	13
Figura 7. Diagrama de un bloque de siembra que indica la disposición aleatoria de los tratamientos de siembra directa en relación con los arbustos aislados.....	14
Figura 8. Ejemplo de una unidad experimental implementada en el campo.....	15
Figura 9. Estimaciones Kaplan Meier para la probabilidad de plántulas a no emerger en los tratamientos de siembra ubicados en Pamarchacrín.....	18
Figura 10. Estimaciones Kaplan Meier para la probabilidad de supervivencia de plántulas bajo los diferentes tratamientos de siembra en Pamarchacrín.....	20
Figura 11. Porcentaje de aumento de las alturas de las plántulas en los distintos tratamientos en Pamarchacrín.....	21
Figura 12. Promedios de temperaturas diarias encontradas bajo los tratamientos en Pamarchacrín.....	22
Figura 13. Estimaciones Kaplan Meier para la probabilidad de plántulas a no emerger bajo los tratamientos de siembra en la Estación Científica El Gullán.....	23
Figura 14. Estimaciones Kaplan Meier para la probabilidad de supervivencia de plántulas en los tratamientos de siembra en la Estación Científica El Gullán.....	25
Figura 15. Porcentaje de aumento de las alturas de las plántulas en los distintos tratamientos en la Estación Científica El Gullán.....	26
Figura 16. Promedios de temperaturas diarias encontradas bajo los tratamientos en la Estación Científica El Gullán.....	27

INDICE DE TABLAS

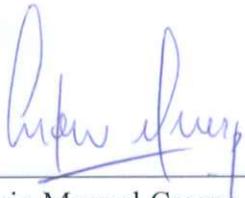
Tabla 1. Resultados de múltiples comparaciones por pares basados en la prueba log-rank, para la emergencia de plántulas localizadas en Pamarchacrín.....	19
Tabla 2. Respuestas de emergencia en parcelas experimentales de Pamarchacrín.....	19
Tabla 3. Respuestas de supervivencia en parcelas experimentales de Pamarchacrín.....	21
Tabla 4. Promedio de altura \pm E.S de las plántulas localizados en Pamarchacrín y significancia del ANOVA de una vía (one-way ANOVA)	22
Tabla 5. Temperaturas del suelo registradas en los tratamientos en Pamarchacrín.....	23
Tabla 6. Resultados de múltiples comparaciones por pares basados en la prueba log-rank, para la emergencia de plántulas localizadas en la Estación Científica El Gullán.....	24
Tabla 7. Respuestas de emergencia en parcelas experimentales de la Estación Científica El Gullán.....	24
Tabla 8. Respuestas de supervivencia en parcelas experimentales de la Estación Científica El Gullán.....	26
Tabla 9. Promedio de altura \pm E.S de las plántulas por tramientos de siembra localizados en la Estación Científica El Gullán.....	27
Tabla 10. Temperaturas del suelo registradas en los tratamientos en la Estación Científica El Gullán.....	28

INFLUENCIA DEL MICROCLIMA Y LABRADO DEL SUELO EN LA SIEMBRA DIRECTA DE *Oreocallis grandiflora* EN DOS ECOSISTEMAS DEGRADADOS DEL SUR DEL ECUADOR

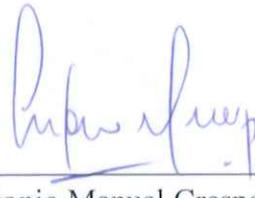
RESUMEN

Este estudio buscó mejorar los resultados de la siembra directa de *Oreocallis grandiflora* para aplicaciones de restauración. Se analizó el efecto del microclima y labrado del suelo sobre la emergencia, supervivencia y crecimiento de plántulas por 24 semanas en dos ecosistemas degradados. Un análisis Kaplan-Meier fue utilizado para inferir el efecto de cuatro tratamientos de siembra sobre la probabilidad de emergencia y supervivencia de plántulas. El tratamiento bajo dosel y suelo labrado tuvo un efecto positivo en la emergencia para ambos ecosistemas ($p=0,017$; $p=<0,001$). La probabilidad de supervivencia superó el 40% bajo el dosel, mientras que fuera del dosel la probabilidad fue menor al 30%. Los resultados sugieren que los resultados de siembra directa con *O. grandiflora* mejorarían al realizarlo en asociación con *Morella parviflora*.

Palabras Clave: Siembra directa, microclima, labrado, facilitación, efecto nodriza



Antonio Manuel Crespo Ampudia
Director de Tesis



Antonio Manuel Crespo Ampudia
Director de Escuela



Karla Estefanía Pintado Chicaíza
Autora

**DESIGN OF AN INCENTIVE PLAN TO IMPROVE THE PRODUCTIVITY OF
EMPLOYEES AT LAMOTORADIGITAL CIA. LTDA. SERVICES COMPANY**

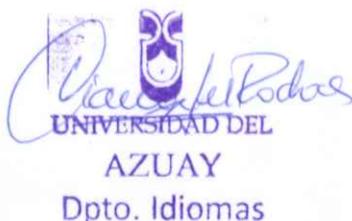
ABSTRACT

Currently, it is essential that any company, either of products or services, relies on a tool that rewards or recompenses its employee's outstanding performance. This study aimed to contrast the strategic goals of *La Matora*, a service company, with the tastes, interests and needs of employees so as to design a plan of incentives.

Each one of the company's jobs was analyzed, and then compared to the last two six months annual performance evaluations of all employees. The analysis enabled to identify a positive change in the average score. The identification of the incentives expected by employees was achieved through the implementation of Marshall's MbM (2006) tool. This work was also based on the information obtained from a focus group, which was analyzed by TextAlyzer software. Based on the results of the study, general, departmental and individual job incentives are defined; which thanks to a coding system can be delivered to each of the employees who perform their own workplace activities. At the same time, this allows compliance with the strategic objectives of the company.

Upon completion of the incentive plan design process, this was delivered to the company in order to build the software for its proper application, with the aim of saving time, money and resources.

Keywords: Job Performance, Service Company, Work Incentives, Incentive Plan, Strategic Planning.



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Pintado Chicaíza Karla Estefanía

Trabajo de Graduación

Crespo Ampudia Antonio Manuel, PhD

Abril, 2016

INFLUENCIA DEL MICROCLIMA Y LABRADO DEL SUELO EN LA SIEMBRA DIRECTA DE *Oreocallis grandiflora* EN DOS ECOSISTEMAS DEGRADADOS DEL SUR DEL ECUADOR

INTRODUCCIÓN

En los Andes más del 90% de los bosques nativos han sido destruidos, siendo el Ecuador es el país andino con la tasa de deforestación más alta (Kiss et al, 2008). Las consecuencias perjudiciales de esto incluyen la pérdida de servicios ecológicos, de bienes y productos forestales, así como la pérdida de medios de existencia de las personas que habitan estos bosques (Lamb *et al.*, 2005). A nivel ecológico no solo amenaza a la biodiversidad nativa y a los servicios que proveen los ecosistemas mediante la pérdida real o funcional de especies que mantienen los servicios ecológicos fundamentales, como la polinización y dispersión de semillas (Giffin, 1993; Brooks et al., 2002; Lamb *et al.*, 2005); sino que también presenta importantes consecuencias como la reducción del hábitat y la fragmentación (Sarmiento, 2000; Murcia, 1995; Meffe & Carroll, 1994).

Como respuesta a la degradación y deforestación, la restauración ecológica es una actividad proyectada a iniciar o acelerar la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad (SER, 2004); que tiene como objetivo recuperar y mantener la estructura, composición y funciones de un ecosistema, integrándolo en un paisaje más amplio que contribuye a los medios de vida sostenible (Gann & Lamb, 2006). Cualquier ecosistema modificado por la tala o la fragmentación pasará por un proceso natural de sucesión vegetal; no obstante, si las especies de bosque maduro no colonizan durante las primeras décadas de la sucesión tras el abandono de la tierra, no sólo se encuentran en peligro de extinción (Martínez-Garza & Howe, 2003), sino que también pueden poner en peligro algunas

funciones de los bosques y la presencia de los organismos que dependen de ellos (Chapman & Onderdonk, 1998; Lawrence, 2006). La regeneración natural de bosques secundarios en los paisajes tropicales degradados es a menudo un proceso lento e incierto que depende en gran medida de la ecología y la historia de perturbación (Holl, 2002a); por lo que se encuentra restringido por una combinación de factores que incluyen la presión ganadera y humana, incendios recurrentes, la persistencia de los pastos dominantes y otras especies no leñosas, las condiciones microclimáticas desfavorables, la infertilidad del suelo y la escala geográfica de las perturbaciones (Parrotta, et al 1997; Camargo, et al. 2002).

Existen distintas estrategias para superar las limitaciones en la recolonización de bosques en sitios degradados (Meli, 2003). Una de las más empleadas en programas de reproducción ha sido la siembra de plántulas de vivero; ya que al encontrarse en crecimiento activo, tienen una ventaja competitiva sobre las malas hierbas y la herbívora (Schmidt, 2008). Sin embargo, la selección de las especies disponibles en los viveros es a menudo limitada a los árboles que tienen valor comercial o agrícola, y para el que se conocen las técnicas de propagación (Sautu et al., 2006). Además, resulta muy alto el costo de su producción, especialmente, en especies nativas que incluso son difíciles de reproducir (Blakesley et al, 2002; Daws, et al. 2005; Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1990). En los trópicos para restaurar ecosistemas degradados se ha empleado el establecimiento de plantaciones con árboles exóticos (pino y eucalipto principalmente) (Hofstede, 1998; Lamb et al., 2005; Chazdon, 2008); que pueden provocar impactos negativos que son aún más dramáticos en las alturas de los Andes que en otros lugares debido a las características especiales de los suelos volcánicos jóvenes a gran altura (Hofstede et al., 2002).

La siembra directa es un enfoque alternativo de bajo costo a la siembra de plántulas en vivero, que permite incluir a especies de sucesión avanzada que no colonizan de forma natural dichos ecosistemas (Cole et al., 2011); no obstante, existe muy poca información sobre su eficacia a nivel local y sobre una especificidad de plantas nativas. La siembra directa implica recolectar semillas de fuentes locales y plantarlas directamente en los hábitats específicos para la restauración (Cole, et al. 2011). Según evidencian Camargo, et al. 2002; Cole, et al. 2011; Doust, et al. 2006; Doust, et al. 2008; y Garcia-Orth & Martínez-Ramos, 2008; es un método viable para obtener tasas razonables de germinación y supervivencia para una gama de

especies de sucesión tardía que no colonizan de forma natural en las primeras etapas de la recuperación del bosque. No obstante, para algunas especies la supervivencia tanto de semillas como plántulas se reducen altamente; debido a las alteradas condiciones microclimáticas (Benítez-Malvido, 1998; Bruna, 1999; Doust et al., 2006), a la ausencia de propágulos debido a la distancia a las fuentes o a un declive de animales dispersores de semillas (da Silva & Tabarelli, 2000; Asquith et al., 1997; Cordeiro & Howe, 2003), y a la elevada predación de semillas (Crawley, 2000; Terborgh et al., 2001; Doust, 2010). Así como factores ambientales; tales como la humedad, puesto que semillas en germinación son vulnerables tanto a la desecación y el exceso de humedad (Schmidt, 2008), la estructura del suelo, ya que influencia el crecimiento de la vegetación (Passioura, 1991) y a los nutrientes del suelo, puesto que el desarrollo de la comunidad de plantas depende de la disponibilidad de nutrientes (De Deyn et al., 2004), que limitan la aplicación de la siembra directa en tierras degradadas en las regiones tropicales y sub-tropicales (Camargo et al., 2002). En algunos hábitats, las interacciones positivas tales como el efecto nodriza, pueden atenuar el estrés ambiental o reducir la intensidad de una perturbación, aumentando la probabilidad de regeneración de plantas en los ecosistemas naturales (Cuevas, et al. 2013). Pues aminoran los factores ambientales extremos (Padilla & Pugnaire, 2006); ya que mejoran las condiciones microclimáticas, la disponibilidad de agua y nutrientes del suelo, además brindan protección contra la herbivoría (Callaway, 1995; Callaway & Pugnaire, 1999; Padilla & Pugnaire, 2006), tal como lo han evidenciado Franco & Nobel (1989); Cuevas, et al. (2013); Acuña-Rodríguez, et al. (2006); y Larrea-Alcázar, et al. (2005).

En la región andina del Ecuador, la necesidad de la restauración es crítica donde la degradación del ecosistema plantea riesgos graves para el sustento humano, debido a la pérdida de los servicios de los ecosistemas y la biodiversidad (White & Maldonado, 1991; Carse 2006). Especialmente para las comunidades rurales que viven en las proximidades de los bosques nativos, puesto que la deforestación se traduce en una pérdida de leña, madera, carne de animales silvestres, medicina, frutas comestibles y otros productos utilizados para su subsistencia e ingresos (Aronson et al., 2007). Mientras que a nivel ecológico; la capacidad de los paisajes andinos para controlar la erosión del suelo, regular el flujo de agua y mantener los ciclos de nutrientes se ve obstaculizada por la deforestación poniendo en peligro su integridad funcional, así como otros servicios ambientales críticos (Vanacker et al., 2003, Buytaert et al., 2002). Tomando en cuenta el contexto social y ecológico de estos ecosistemas, resulta

urgente desarrollar protocolos de propagación que contribuyan de manera más integral a la recuperación de ecosistemas degradados.

Oreocallis grandiflora es una especie de gran relevancia en asociaciones ecológicas con múltiples usos para las comunidades rurales, que posee un potencial para la restauración (de la Torre, 2008). En el estudio realizado por Crespo (2014) con siembra directa en un agroecosistema del sur del Ecuador, se investigó la influencia de la herbívora y las malezas sobre la emergencia y supervivencia de *Caesalpinia spinosa* (Fabaceae), *Erythrina edulis* (Fabaceae), *Oreocallis grandiflora* (Proteaceae) y *Prunus serotina ssp. capuli* (Rosaceae). En este estudio *Oreocallis grandiflora* tuvo el promedio de emergencia más bajo (22%) a las 10 semanas, sugiriendo el investigar factores adicionales que dificultan su reclutamiento. Basado en las sugerencias de Doust, et al. (2006), alteraciones a las condiciones microclimáticas o microtopográficas podrían facilitar el establecimiento de las semillas. El objetivo de este trabajo es investigar técnicas de siembra directa que mejoren los resultados obtenidos con *Oreocallis grandiflora* y que favorezcan la recuperación de ecosistemas degradados en el Sur del Ecuador. El estudio analiza el efecto del microclima y el labrado del suelo sobre la emergencia, supervivencia y crecimiento temprano en un periodo de 24 semanas.

CAPÍTULO I

MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Área de Estudio

Los experimentos de siembra directa se llevaron a cabo en dos localidades Andinas del sur del Ecuador. La primera se ubica en uno de los cerros que circunda el valle del río Pamar y es parte de la comunidad agrícola Pamarchacrín de la parroquia San Bartolomé, cantón Sigsig (latitud 3°2.5'S, longitud 78°50'O) (Fig. 1). La zona está comprendida entre 2.700-2.800 m.s.n.m., posee una temperatura que oscila entre los 6–27 °C (SNI, 2014), y una precipitación anual de 700-900 mm (MAE, 2013) y muestra un patrón bimodal. Las precipitaciones muestran un pico durante Marzo-Mayo (media mensual ~95mm) y un segundo pico pronunciado se produce en octubre-noviembre (media mensual ~68 mm) (UDA & CGPaute, 2008). En esta localidad las siembras se realizaron en terrenos abandonados ubicados en el cerro Loma Garau entre los 2.700-2.800 m.s.n.m. Los suelos de esta localidad son en su mayoría Typic Hapludands (Andisols) (Cazar & Machasilla, 2013). Hasta la década de 1960, los cerros que rodean al río Pamar estaban cubiertos de matorral húmedo montano de los Valles Interandinos (sensu Valencia, 1999); sin embargo, esta vegetación fue talada y quemada repetidamente a partir de la década de 1970 para extraer madera y establecer parcelas agrícolas (Crespo et al. 2009). La estructura actual del paisaje se estableció desde la década de 1990, y está representada por cerros cubiertos de matorrales abiertos dominados por gramíneas resistentes al fuego; mientras que el fondo del valle es una mosaico de pequeñas parcelas agrícolas, árboles frutales y bosques de eucaliptos (Crespo, 2014). En la zona de siembra se ubican varios remanentes de bosque (<1 ha) dominados por especies arbóreas como *Clethra fimbriata* (Clethraceae), *Lomatia hirsuta* (Proteaceae), *Hesperomeles ferruginea* (Rosaceae), y varias especies arbustivas como *Ageratina pseudochilca*, *Baccharis obtusifolia* (Asteraceae), *Brachyotum confertum*, *Miconia aspergillaris*, *Axinaea meriania* (Melastomataceae), y *Morella parvifolia* (Myricaceae) (Fig. 4).

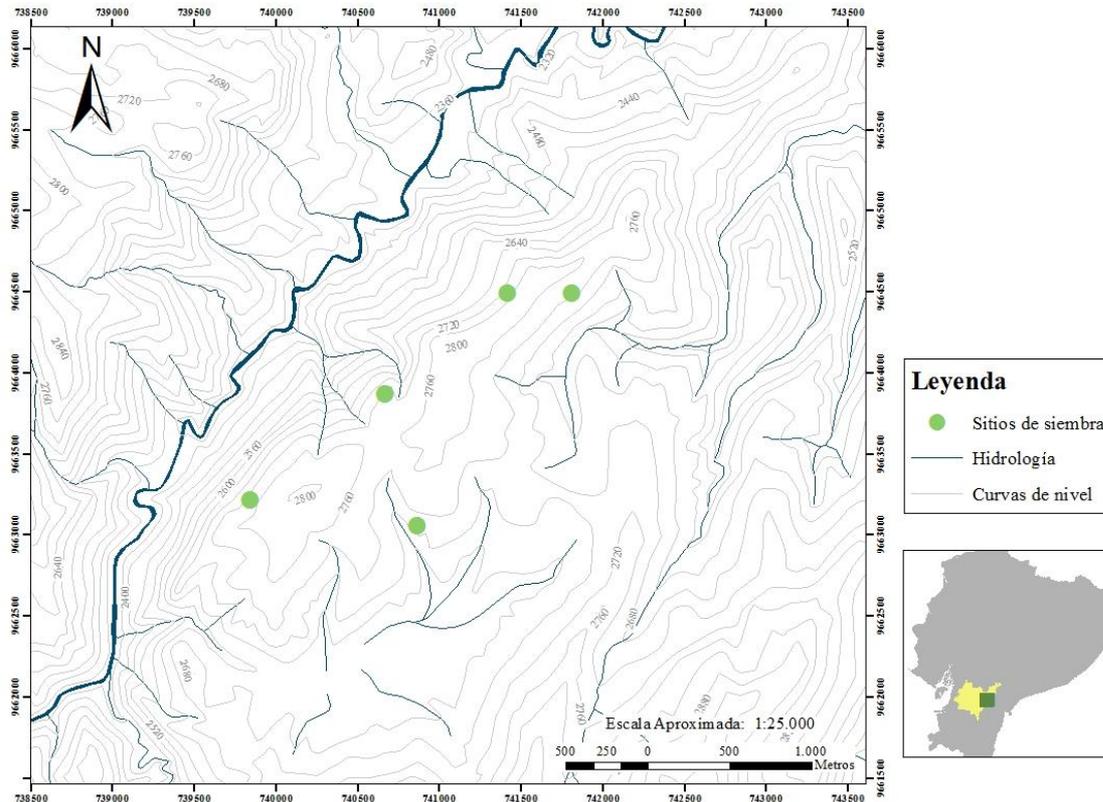


Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios de siembra en el valle del río Pamar. En cada sitio se dispusieron cinco bloques con cuatro unidades experimentales.

El segundo ecosistema en estudio pertenece a la Estación Científica “El Gullán” propiedad de la Universidad del Azuay, que se encuentra ubicada en el Sector Virgen de La Paz, perteneciente a la parroquia Las Nieves del cantón Nabón (latitud $3^{\circ}20.3'S$, longitud $79^{\circ}10.3'O$) (Fig. 2). La zona está comprendida entre los 2900-3100 m.s.n.m., su temperatura oscila entre 6-18 °C, y tiene una precipitación anual que varía entre 400-600 mmm (MAE, 2013) y muestra un patrón bimodal. Las precipitaciones muestran un pico durante Febrero-Mayo (media mensual ~ 90 mm) y un segundo pico pronunciado se produce en Noviembre-Diciembre (media mensual ~ 94mm) (INAMHI, 2015). El área destinada para la siembra está comprendida entre los 2.900-3100 m.s.n.m., los tipos de suelo más abundantes corresponden a Dystric Histosols (Histosols)(Chacón et al., 2015).

Esta zona históricamente estaba cubierta por matorral húmedo montano de la Cordillera Oriental (sensu Valencia, et al. 1999), pero con el tiempo se deforestaron grandes extensiones para reemplazarlo por pastizales y cultivos, principalmente de avena y trigo. Desde la década de 1980 se instauraron dentro de la hacienda varias plantaciones de pino que en la actualidad

abarcan aproximadamente 17ha. (Auquilla & Ugalde, 2010). La Universidad del Azuay adquirió la hacienda en mayo de 1992, en años posteriores se redujeron las actividades productivas y los cultivos de avena y trigo fueron abandonados; por lo que se presentó un proceso de paramización en la zona, lo que permitió a las especies de vegetación abierta (hierbas y pastos) establecerse mucho más rápido y reemplazar al bosque nativo (van der Hammen & Otero, 2007). Actualmente, la zona presenta una diversidad de pisos climáticos que van desde páramos hasta bosques secundarios en los que se puede encontrar una dominancia de especies arbóreas, especialmente *Weinmannia fagaroides* (Cunnoniaceae), *Macleania rupestris* (Ericaceae), *Escallonia myrtilloides* (Grossulariaceae) y *Oreocallis grandiflora* (Proteaceae), así como algunas especies de arbustos como; *Ageratina pseudochilca*, *Baccharis obtusifolia*, (Asteraceae), *Brachyotum confertum*, *Miconia aspergillarlis* (Melastomataceae), y *Morella parvifolia* (Myricaceae) (Fig 6).

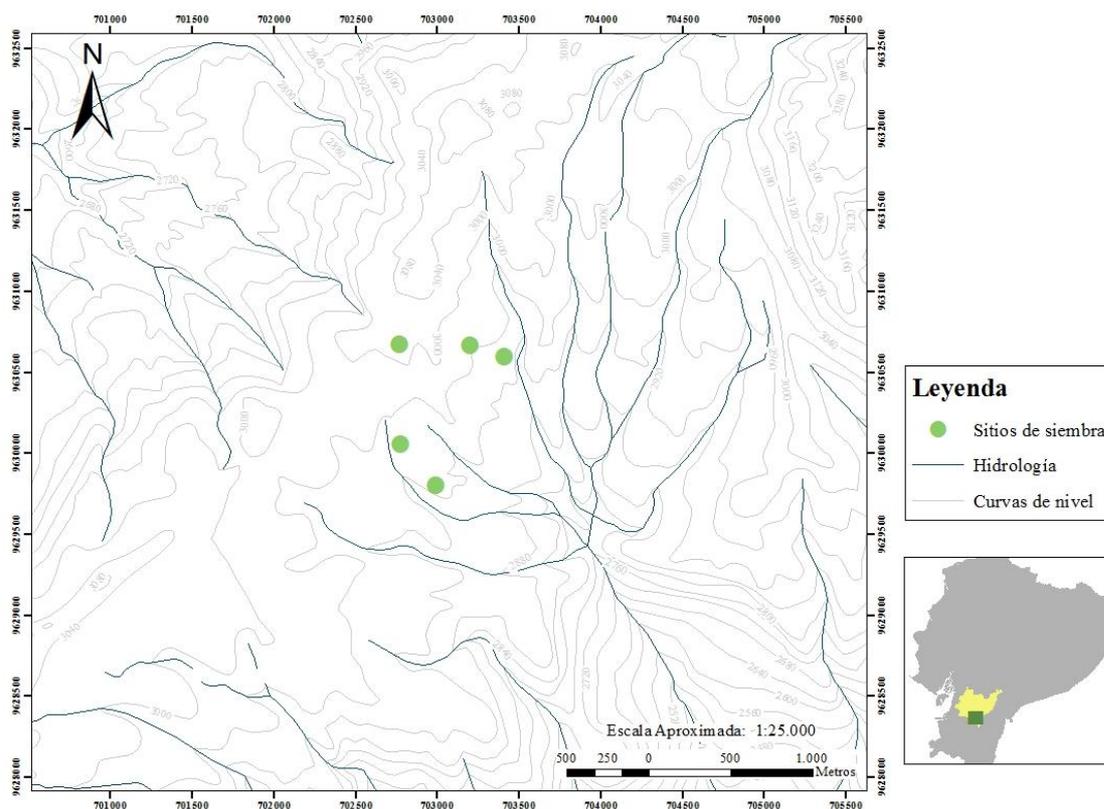


Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios de siembra seleccionados para la Estación Científica el Gullán. En cada sitio se dispusieron cinco bloques con cuatro unidades experimentales.

1.2 Especie en estudio

Oreocallis grandiflora (Lam.) R. Br. conocido comúnmente como: gañal, chilla, wallway (kichwa), chucarilla, chucarillo, galuay o gamial (de la Torre et al, 2008) es una árbol de la familia PROTEACEAE que se encuentra en toda la zona andina de Perú y Ecuador, dentro de un rango altitudinal que oscila entre 1500 a 4000 msnm. (Reynel & Marcelo, 2009). Para la restauración, *O. grandiflora* es una especie muy importante (de la Torre et al., 2008); puesto que es una especie típica de sucesión secundaria que coloniza sin problemas en suelos muy delgados, de pH ácido, con bajos porcentajes de materia orgánica, casi sobre roca, en suelos aún en formación como granito y cuarzo (Pretell et al., 1985). Además tiene la virtud de ser resistente a incendios forestales por sus características tales como rebrotar tras el paso del fuego y tener raíces leñosas profundas que le permite resguardarse de la acción del fuego (Reynel & Marcelo, 2009). Su importancia ecológica principal es su asociación con insectos, aves y algunos micromamíferos que visitan las flores para obtener alimento, específicamente el néctar (Ríos & Acevedo, 2007). Adicionalmente, como mencionan Knudsen et al., (2004) y Tinoco (2014) se encuentra entre las plantas que atraen mayor número de visitas y flores polinizadas por colibríes especialmente, *Coeligena iris* y *Heliangelus viola*; así como *Eriocnemis luciani* (King, 1987), *Metallura tyrianthina*, *Lafresnaya lafresnayi* y *Atlapetes rufinucha* (Serrano, 1996). Las comunidades rurales utilizan sus flores para la venta y como medicina tradicional; mientras que su madera se emplea para leña y una mínima parte para artesanías (confección de canastas, cucharas, aros para cedazos, etc.), además es empleada en cercas vivas (Ríos & Acevedo, 2007).

1.3 Ubicación de los Experimentos

En cada ecosistema los tratamientos de siembra directa se llevaron a cabo en áreas con estructura vegetal abierta que no superaba una altura de 1,50 m.; dominadas por gramíneas y con una baja densidad de arbustos. Los sitios en Pamarchacrín muestran una mayor perturbación en comparación con los sitios de la Estación Científica “El Gullán”, puesto que tiene una mayor proximidad y acceso de comunidades aledañas; así como un mayor tiempo y frecuencia de uso de suelo.

En Pamarchacrín se determinaron los sitios de siembra basados en la disponibilidad y autorización de los propietarios de los terrenos; teniendo en cuenta que en dichos sitios la ganadería y los cultivos hayan cesado en un periodo mayor a 5 años. Estas zonas presentaban una pendiente que variaba desde el 15% de inclinación hasta 45%, mientras que la textura era franco limosa y, el pH que varía entre 5,2 – 5,6. Las áreas determinadas no presentaban árboles maduros ni plántulas de *O. grandiflora*, y la vegetación se encontraba dominada por pastos y hierbas especialmente (Fig. 3); *Rhynchospora vulcani* (Cyperaceae), *Andropogon* aff. *scabriglumis*, *Calamagrostis* aff. *steyermakii*, *Pennisetum clandestinum* (Poaceae), así como algunos arbustos aislados de *Morella parvifolia* (Myricaceae), *Baccharis obtusifolia* (Asteraceae), *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae) y *Arcytophyllum* sp. (Rubiaceae). Los bloques de siembra fueron ubicados con respecto a la disposición de arbustos de *Morella parvifolia* (Myricaceae), que denotaban una altura ≥ 50 cm.

Para la Estación Científica “El Gullán”, las zonas de siembras presentaban una pendiente que va desde el 15% de inclinación hasta el 30%, con una textura franco limosa y, un pH que varía entre 4,2 – 5. Los sitios de siembras presentaron una vegetación con dominancia de especies herbáceas (Fig. 5), principalmente: *Orthrosanthus chimboracensis* (Iridaceae), *Cortaderia jubata*, *Cortaderia* sp. (Poaceae), y *Achyrocline alata* (Asteraceae), así como varios arbustos frecuentes de *Baccharis obtusifolia*, *Baccharis* sp. (Asteraceae), *Brachyotum confertum*, *Miconia aspergiliaris* (Melastomataceae) y *Arcytophyllum rivetti* (Rubiaceae). Aquí los bloques de siembra se dispusieron bajo arbustos de *Brachyotum confertum*, *Miconia aspergiliaris* (Melastomataceae), y *Gynoxys* sp. (Asteraceae) que presentaban una altura ≥ 50 cm.

1.4 Colección de Semillas

Para realizar la siembra directa en cada ecosistemas de estudio, las semillas se recolectaron durante los meses de marzo y abril. Se seleccionaron entre 10 a 15 árboles adultos al azar y se recogieron los frutos (folículos) en el inicio de dehiscencia. Los frutos fueron transportados a la Universidad del Azuay y se dejaron a temperatura ambiente durante una semana para facilitar la extracción. De cada fruto se obtuvieron entre 10 – 12 semillas.

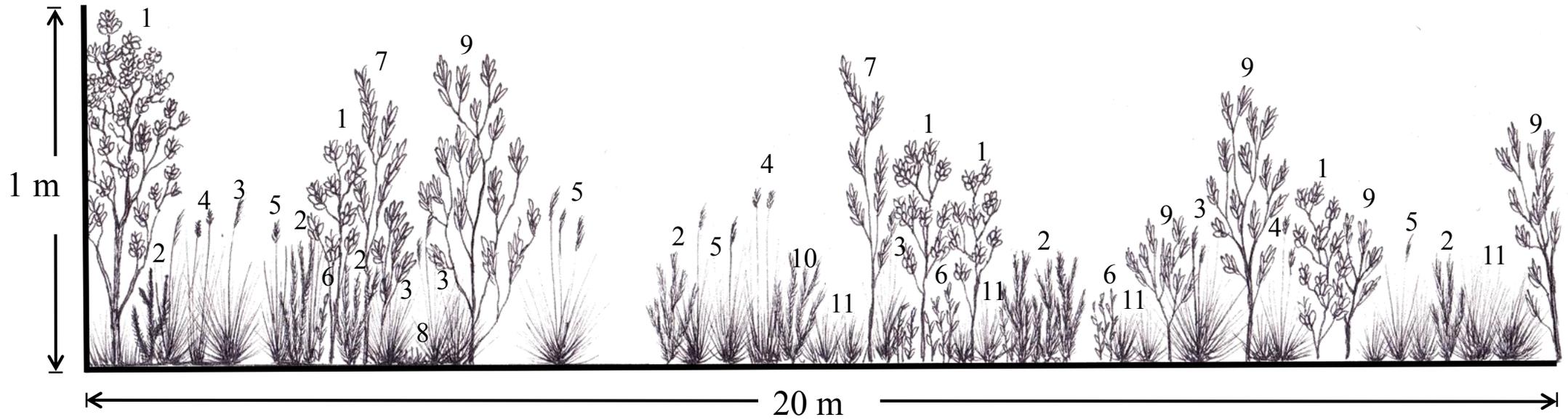


Figura 3. Diagrama de perfil del sitio de siembra en el valle del Río Pamar. Especies:

1. *Baccharis obtusifolia*
2. *Arcytophyllum* sp.
3. *Calamagrostis* aff. *intermedia*
4. *Rhynchosopora vulcani*
5. *Andropogon* aff. *scabriglumis*
6. *Cuphea* sp.
7. *Aristeguietia* sp.
8. *Paspalum bonplandianum*
9. *Dodonaea viscosa*
10. *Hypericum silenoides*
11. *Andropogon* sp.

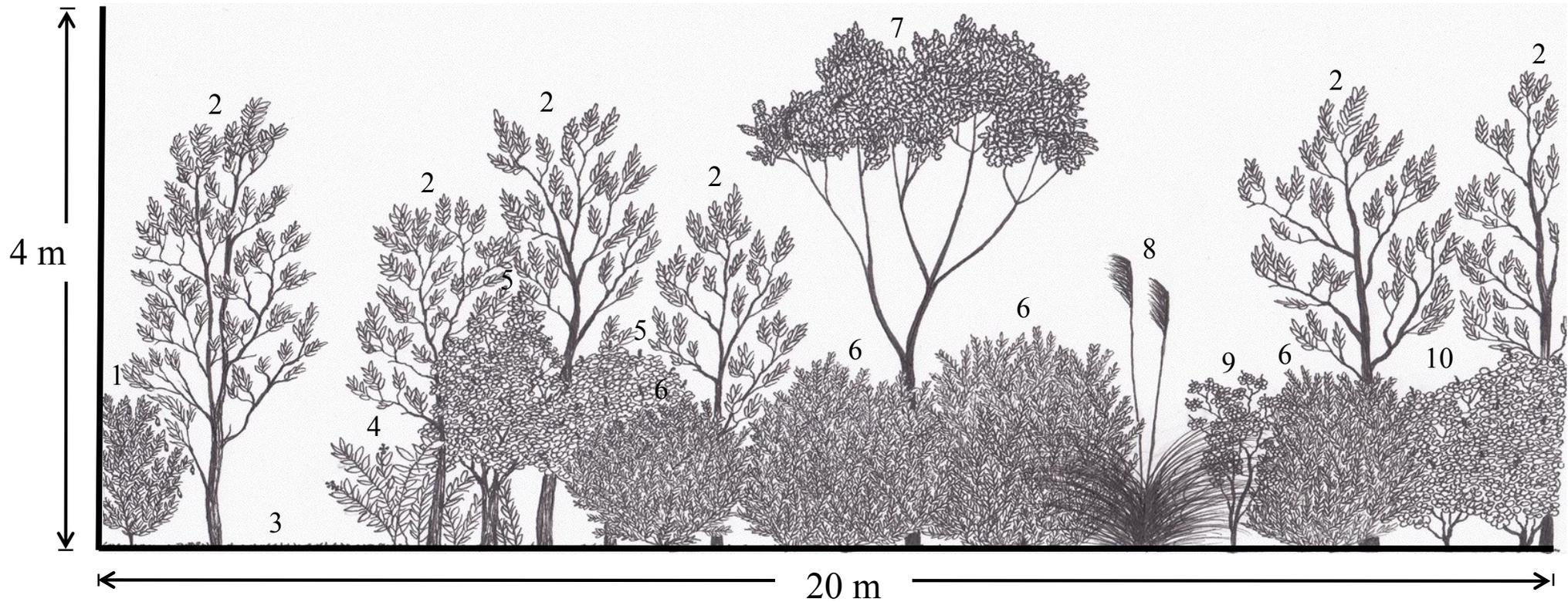


Figura 4. Diagrama de perfil del sitio de referencia en el valle del Río Pamar. Especies:

1. *Brachyotum confertum*
2. *Lomatia hirsuta*
3. *Vaccinium floribundum*
4. *Berberis sp.*
5. *Clethra fimbriata*

6. *Morella parviflora*
7. *Weinmannia fagaroides*
8. *Cortaderia jubata*
9. *Axinaea meriania*
10. *Hesperomeles ferruginea*

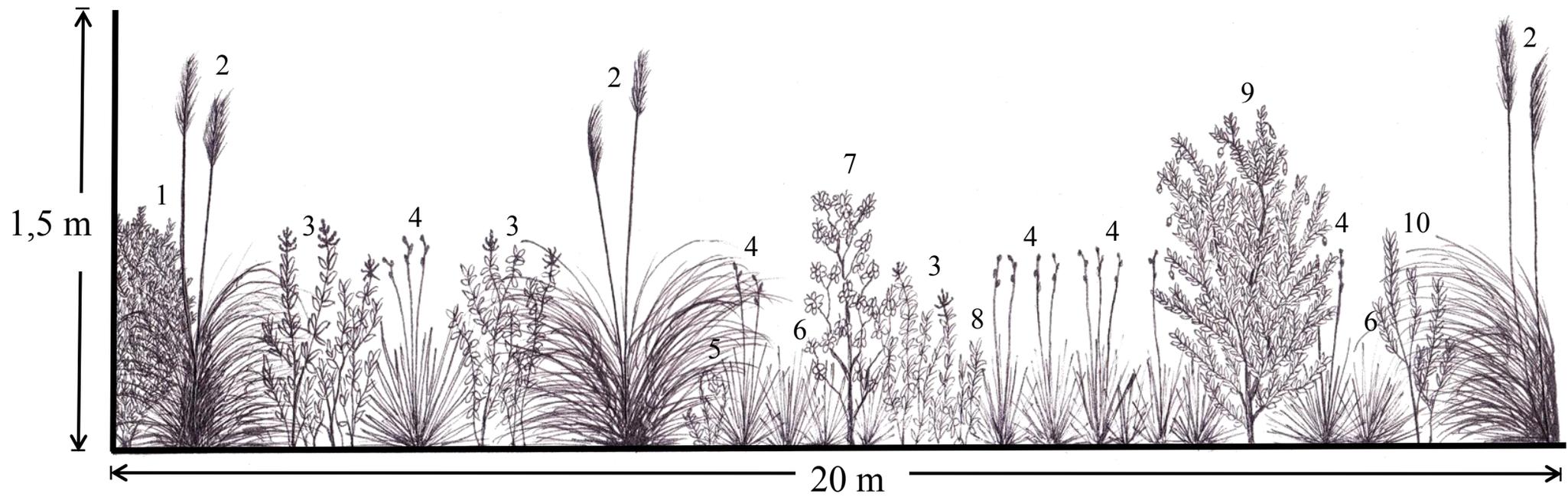


Figura 5. Diagrama de perfil del sitio de siembra en la Estación Científica El Gullán. Especies:

1. *Morella parvifolia*
2. *Cortaderia jubata*
3. *Lepechinia sp.*
4. *Orthrosanthus chimboracensis*
5. *Calceolaria sp.*
6. *Cortaderia sp.*
7. *Baccharis obtusifolia*
8. *Minthostachys mollis*
9. *Brachyotum confertum*
10. *Ageratina pseudochilca*

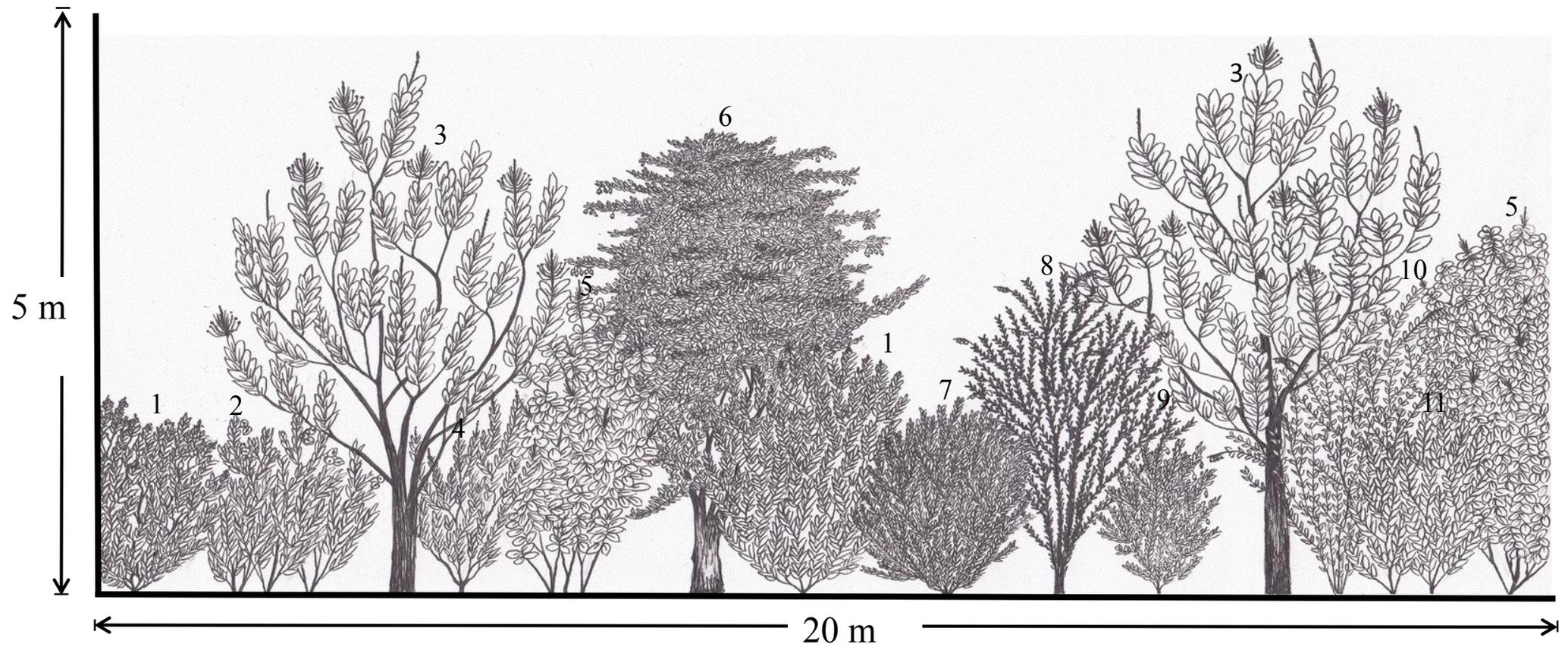


Figura 6. Diagrama de perfil del sitio de referencia en la Estación Científica El Gullán. Especies:

1. *Miconia aspergillaris*
2. *Axinaea affinis*
3. *Oreocallis grandiflora*
4. *Monnina ligustrina*
5. *Clethra fimbriata*
6. *Escallonia myrtiloides*

7. *Morella parvifolia*
8. *Gaultheria reticulata*
9. *Brachyotum confertum*
10. *Macleania rupestris*
11. *Ageratina pseudochilca*

1.5 Diseño Experimental

Se probó el efecto del microclima y el labrado de suelo sobre la supervivencia y crecimiento de plántulas de *O. grandiflora* durante un periodo de 24 semanas. Se empleó un diseño aleatorizado en bloques, con dos factores (microclima y labrado del suelo), y dos niveles cada uno; dando un total de cuatro tratamientos: 1) Bajo dosel y Suelo labrado; 2) Bajo dosel y Suelo intacto; 3) Fuera dosel y Suelo labrado; 4) Fuera dosel y Suelo intacto (Fig. 7). En cada ecosistema se dispusieron 25 bloques, los que tuvieron un tamaño aproximado de 4 x 4 m., y se establecieron en función a arbustos aislados. Dentro de cada bloque se dispuso al azar cuatro unidades experimentales circulares ($r=0,20\text{m}$) que albergaron a los tratamientos.

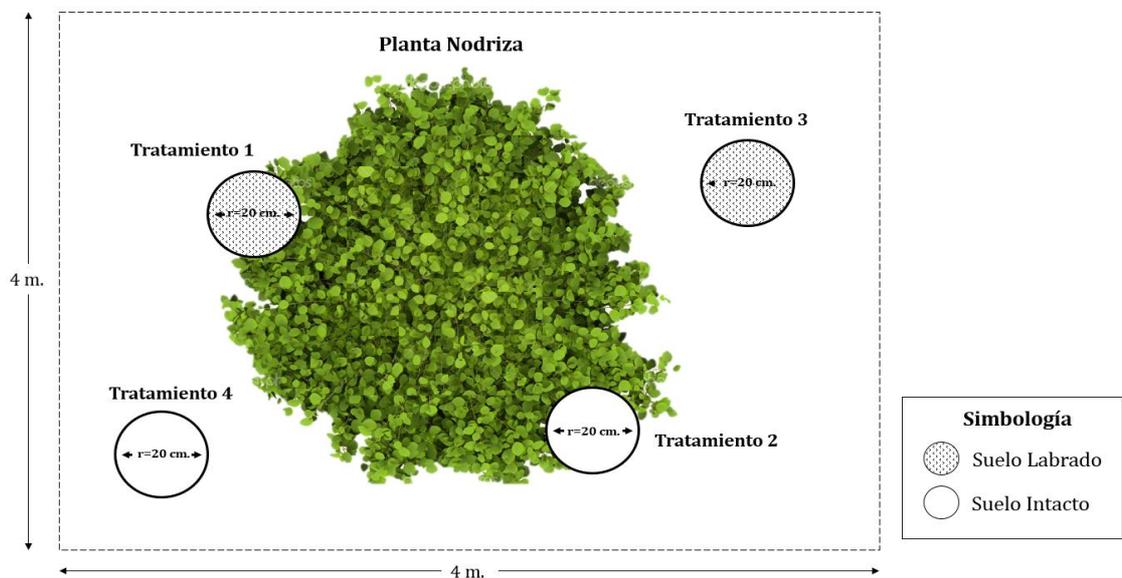


Figura 7. Diagrama de un bloque de siembra que indica la disposición aleatoria de los tratamientos de siembra directa en relación con los arbustos aislados

En ambos ecosistemas la siembra se realizó con semillas frescas durante el mes de Abril del 2015. Para todos los tratamientos la preparación del terreno se llevó a cabo una semana previa a la siembra, esta consistió en la remoción de la cubierta vegetal de un área circular de 30cm de diámetro y la instalación de un cilindro de malla metálica hexagonal (5/8" apertura y 50cm de altura) en las unidades experimentales para protegerlas contra la herbivoría (Fig. 8). Los microclimas seleccionados se establecieron bajo el dosel de arbustos aislados y en zonas abiertas fuera del dosel, que se localizaron a una distancia mínima de 1m del arbusto. Por su parte el labrado

del suelo se realizó hasta una profundidad aproximada de 20cm, esto se efectuó una sola vez en los tratamientos 1 y 3. Las malezas se removieron manualmente cada dos meses durante el estudio.

Dentro de cada unidad experimental se sembraron cinco semillas individualmente, las mismas que fueron enterradas a una profundidad aproximada de 2-3mm para protegerlas de las condiciones extremas experimentadas en la superficie del suelo, así como del lavado y la predación (García-Orth & Martínez-Ramos, 2008; Zimmerman et al., 2000; Doust, 2006). Además, en cada tratamiento se instalaron data loggers (DS1921G-F5# Thermochron iButton, Chile) para registrar las temperaturas por hora hasta el final del experimento.



Figura 8. Ejemplo de una unidad experimental implementada en el campo

En cada unidad se registró el número de plántulas emergentes cada dos semanas hasta la semana 12 tras la siembra, la emergencia se consideró cuando los cotiledones se elevaban por encima del suelo; se registró además el número de plántulas muertas (supervivencia) cada cuatro semanas durante 24 semanas. La altura medida desde el suelo hasta el meristema terminal de todas la plántulas sobrevivientes, se tomó una sola vez al finalizar el experimento en la semana 24 después de la siembra.

1.6 Análisis de Datos

Los patrones temporales de emergencia y supervivencia de las plántulas se analizaron mediante un análisis de supervivencia. Este es un análisis conocido como “Tiempo hasta el evento” (Time-to-event analysis) que reconoce que al final del periodo de seguimiento, el evento crítico como la emergencia y supervivencia probablemente no ocurre para todos los casos (McNair et al., 2012). Este análisis permite la investigación de la incidencia y el momento de las transiciones de un estado discreto a otro; en este caso, de no-emergente a emergente y de vivo a muerto. Como resultado se crean curvas de supervivencia que proporcionan la probabilidad de que el tiempo para un evento dado supere un período predefinido (Pérez & Kettner, 2013; Aerts et al., 2006; Crespo et al., 2014); en este caso 12 semanas y 24 semanas, para la emergencia y supervivencia de plántulas respectivamente. Se empleó el método de Kaplan-Meier dentro del paquete estadístico SigmaPlot (v. 12.5, Systar Software, Inc. San José, CA. USA) para generar curvas de supervivencia con intervalos de confianza de 95%. Para la emergencia se obtuvo la probabilidad de las semillas para no emerger, es decir, a valores más altos es menor la probabilidad de encontrar plántulas emergentes en el tratamiento. Mientras que para la supervivencia se calculó la probabilidad de supervivencia de las plántulas donde valores más altos representan una mayor supervivencia por tratamiento.

Las diferencias estadísticas entre las curvas se calcularon con un test log-rank, para probar la homogeneidad de las funciones de supervivencia a través de los cuatro tratamientos de siembra directa. Posteriormente, en los casos donde existían diferencias se realizó un test post-hoc basado en una prueba de comparaciones múltiples por pares de tratamientos, que permite identificar si uno de los tratamientos se destaca de entre los demás. Por su parte las mediciones de crecimiento se transformaron mediante un log natural y se compararon a través de un ANOVA de una vía, empleando el mismo paquete estadístico.

Las temperaturas de los tratamientos se analizaron mediante una prueba t de Student de dos colas mediante el mismo paquete estadístico, para determinar diferencias significativas entre las temperaturas más altas y bajas registradas en cada tratamiento de siembra directa.

CAPÍTULO II

RESULTADOS

En ambos ecosistemas las semillas emergieron dentro de las unidades experimentales durante las 12 semanas de monitoreo; sin embargo las tendencias de emergencia, supervivencia y crecimiento temprano variaron en cada zona.

2.1 Pamarchacrín

En todos los tratamientos las tasas más altas de emergencia de plántulas se registraron durante la semana 4 y 6 tras la siembra (Fig. 9). Los patrones temporales de emergencia de las plántulas fueron significativamente diferentes entre los tratamientos ($\chi^2= 10,137$; $p= 0,017$). Sin embargo, un análisis Post hoc basado en una prueba de comparaciones múltiples determinó que diferencias significativas solamente existían entre los tratamientos 1 (Bajo dosel y Suelo labrado) y 3 (Fuera dosel y Suelo labrado) como se evidencia en la Tabla 1.

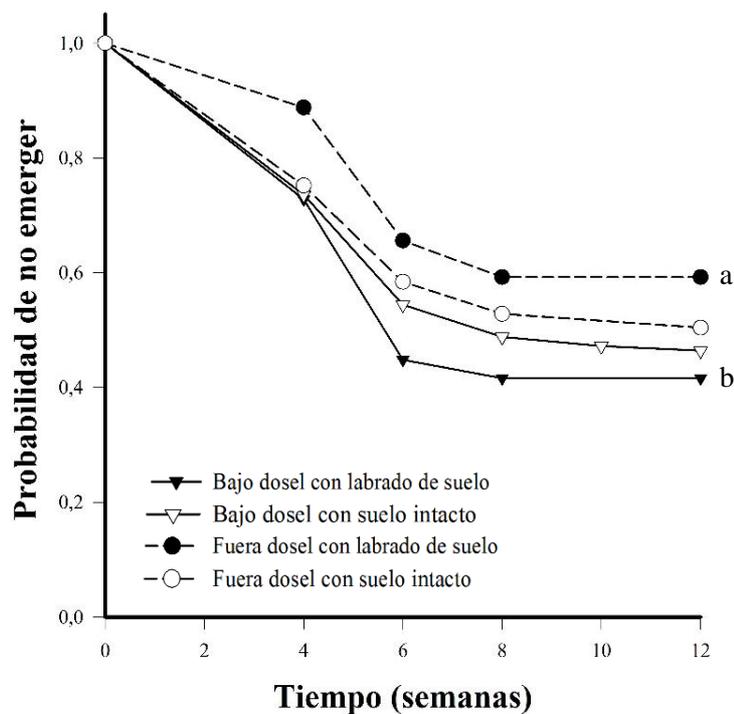


Figura 9. Estimaciones Kaplan Meier para la probabilidad de plántulas a no emerger (fallo en la emergencia) durante un período de 12 semanas bajo los diferentes tratamientos de siembra ubicados en Pamarchacrín. Curvas con valores más cercanos a 0 denotan mayores tasas de emergencia de

plántulas. Curvas con letras distintas son significativamente diferentes. Se excluyeron intervalos de confianza de 95% para facilitar la visualización de la figura.

Tabla 1. Resultados de múltiples comparaciones por pares basados en la prueba de log-rank para las estimaciones Kaplan Meier, para la emergencia de plántulas de *Oreocallis grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales localizadas en Pamarchacrín.

Comparaciones		χ^2	p
Bajo dosel + Suelo labrado	vs. Fuera dosel + Suelo labrado	10,057	0,00911
Bajo dosel + Suelo intacto	vs. Fuera dosel + Suelo labrado	5,48	0,115
Fuera dosel + Suelo labrado	vs. Fuera dosel + Suelo intacto	2,87	0,541
Bajo dosel + Suelo labrado	vs. Bajo dosel + Suelo intacto	0,565	1
Bajo dosel + Suelo labrado	vs. Fuera dosel + Suelo intacto	1,873	1
Bajo dosel + Suelo intacto	vs. Fuera dosel + Suelo intacto	0,392	1

Las semillas localizadas bajo dosel y con labrado del suelo mostraron la mayor tasa de emergencia entre los experimentos (58,4%), mientras que la tasa más baja se registró para el tratamiento ubicado fuera del dosel con labrado de suelo (40,8%) (Tabla 2).

Tabla 2. Respuestas de emergencia sobre plántulas de *Oreocallis grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en Pamarchacrín

	Total de Emergentes	Retardo (sm)	t_{50} (sm) 95 % IC	Emergencia final (%)
Bajo dosel + Suelo labrado	73	2	6 (5,4 - 6,6)	58,4%
Bajo dosel + Suelo intacto	67	2	8 (- ; -)*	53,6%
Fuera dosel + Suelo labrado	51	2	a	40,8%
Fuera dosel + Suelo intacto	62	2	a	49,6%

Retardo: Número de semanas desde la siembra en los que no se registraron emergentes. t_{50} : Numero de semanas para alcanzar el 50% de emergencia. *: Valores idénticos de los datos no produjeron variaciones. a: El estimador Kaplan-Meier no alcanzo el 50% de probabilidad de emergencia.

Por su parte la supervivencia de las plántulas disminuyó desde la semana 6 después de la siembra en todos de los tratamientos. Tras las 24 semanas de monitoreo, de las 500 semillas sembradas el 51% de semillas emergieron, y de estas el 38% sobrevivieron como plántulas en todos los tratamientos hasta el final del experimento. Los patrones temporales de supervivencia (curvas de supervivencia) no tuvieron una diferencia estadísticamente significativa ($\chi^2=5,643$; $p=0,130$)(Fig. 10).

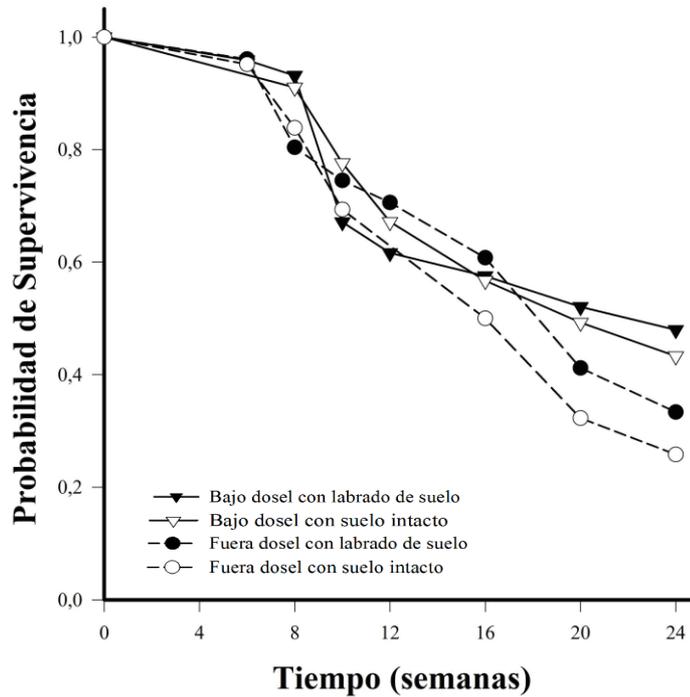


Figura 10. Estimaciones Kaplan Meier para la probabilidad de plántulas supervivientes durante un período de 24 semanas bajo los diferentes tratamientos de siembra en Pamarchacrín. Curvas con valores aproximados a 1 denotan tasas más altas de supervivencia de plántulas. Se excluyeron intervalos de confianza de 95% para facilitar la visualización de la figura.

Sin embargo, las plántulas que se establecieron en los tratamientos bajo el dosel de los arbustos tuvieron el doble del total de supervivientes que aquellas plántulas en los tratamientos fuera del dosel (Tabla 3). Además se observó que las plántulas ubicadas bajo el dosel y con labrado de suelo mostraron la tasa más alta de supervivencia desde la semana 6 del experimento hasta su cierre (47,9%); mientras que las plántulas establecidas en el tratamiento fuera del dosel y con el suelo intacto tuvieron la tasa más baja (25,8%)(Tabla 3). No se realizó una prueba Post hoc puesto que no existían diferencias significativas en los tratamientos; al finalizar el experimento las diferencias encontradas en el periodo de emergencia entre los tratamiento 1 y 3 ya no eran estadísticamente significativas.

Tabla 3. Respuestas de supervivencia de plántulas de *Oreocallis grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en Pamarchacrín

	Total de Supervivientes	t ₅₀ (sm) 95 % IC	Supervivencia final (%)
Bajo dosel + Suelo labrado	35	24 (- ; -)*	47,9%
Bajo dosel + Suelo intacto	29	20 (12,9 ; 27,1)	43,3%
Fuera dosel + Suelo labrado	17	20 (17,2 ; 22,8)	33,3%
Fuera dosel + Suelo intacto	16	16 (12,6 ;19,3)	25,8%

t₅₀: Numero de semanas donde se registra la mortalidad del 50% de la población. *: Valores idénticos de los datos no produjeron variaciones.

Los tratamientos de siembra no tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre el crecimiento de las plántulas tras 24 semanas de experimento ($P = 0,056$)(Tabla 4). Sin embargo, se observa que la altura promedio más alta se registró en las plántulas que se establecieron bajo el dosel y con el suelo labrado ($5,45 \pm 0,21$ cm), mientras que el promedio más bajo se encontró para las plántulas en el tratamiento fuera del dosel y con el suelo intacto ($4,6 \pm 0,28$ cm) (Fig. 11 & Tabla 4).

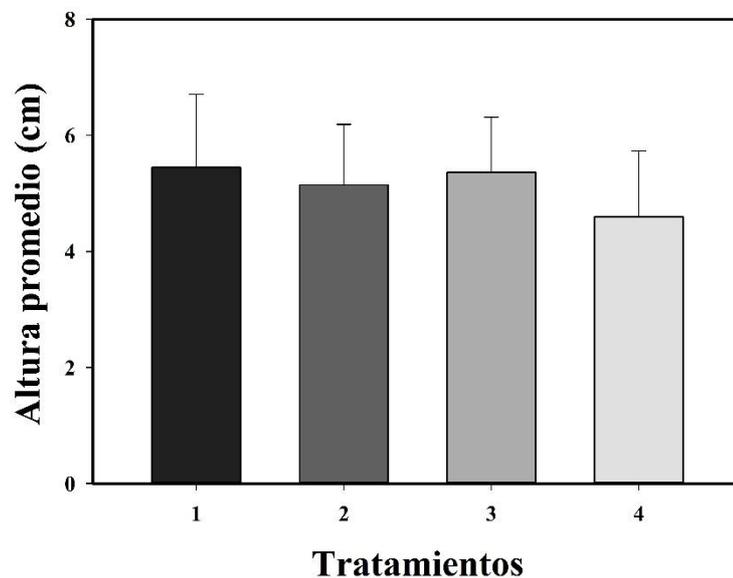
**Figura 11.** Porcentaje de aumento de las alturas de las plántulas a las 24 semanas de la siembra directa en los distintos tratamientos en Pamarchacrín. Los valores son medias \pm E.S

Tabla 4. Promedio de altura \pm E.S de las plántulas por tramientos de siembra localizados en Pamarchacrín y significancia del ANOVA de una vía (one-way ANOVA)

	Altura promedio (\pm E.S)				Factor de Significancia	
	Bajo dosel + Suelo labrado	Bajo dosel + Suelo intacto	Fuera dosel + Suelo labrado	Fuera dosel + Suelo intacto	F	p
24 semanas tras la siembra	5,45 \pm 0,21	5,14 \pm 0,19	5,36 \pm 0,23	4,6 \pm 0,28	2,606	0,056

Los data loggers registraron promedios de temperatura más altos en aquellos tratamientos ubicados fuera del dosel, los mismos que alcanzaron temperaturas máximas de 52°C (Tabla 5). En estos tratamientos la temperatura promedio del suelo se puede mantener por encima de los 25°C entre las 11h00 y 15h00, incluso pueden superar los 30°C cuando el suelo se ha labrado. Por el contrario, bajo el dosel la temperatura se mantiene debajo de los 24°C entre las 11h00 y 15h00 (Fig. 12). Para todos los tratamientos la temperatura mínima detectada fue de 6°C (Tabla 5). Se encontraron diferencias significativas entre el tratamientos bajo dosel y suelo labrado, y el tratamiento localizado fuera dosel con labrado de suelo ($P=<0,001$), que fueron los experimentos con los promedios de temperaturas más bajas y más altas, respectivamente.

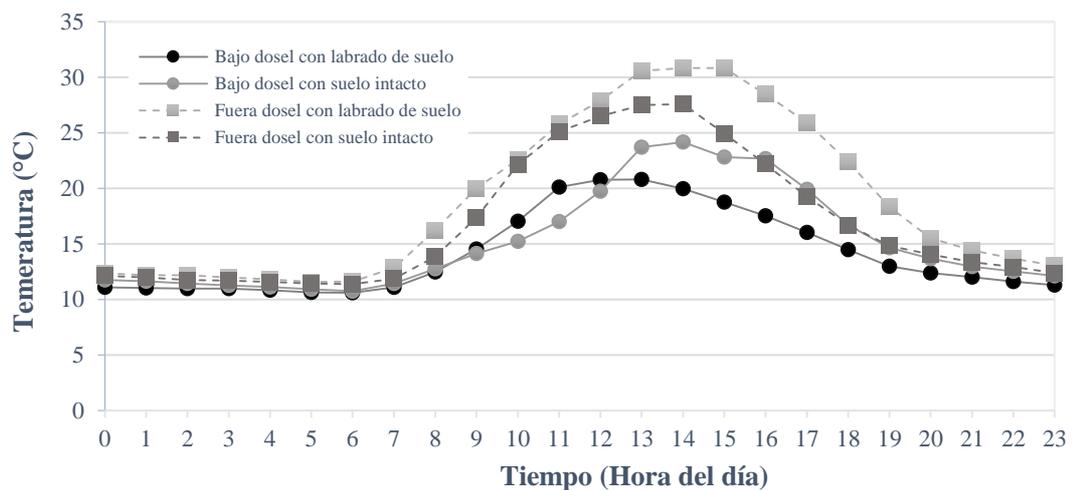


Figura 12. Promedios de temperaturas diarias encontradas bajo los tratamientos durante las 24 semanas de monitoreo en Pamarchacrín.

Tabla 5. Temperaturas del suelo registradas en los bloques experimentales ubicados en Pamarchacrín bajo distintos tratamientos de siembra directa con *Oreocallis grandiflora*

	Promedio (°C)	Min (°C)	Max (°C)
Bajo dosel + Suelo labrado	14,16	6	44
Bajo dosel + Suelo intacto	15,25	6,5	48,5
Fuera dosel + Suelo labrado	18,88	5	52
Fuera dosel + Suelo intacto	16,85	6	52

2.2 Estación Científica “El Gullán”

En todos los tratamientos la tasa más alta de emergencia de plántulas se registro durante las semanas 6 y 8 de monitoreo. Los patrones temporales de emergencia de las plántulas fueron significativamente diferentes entre los tratamientos ($\chi^2 = 66,962$; $p < 0,001$)(Fig. 13).

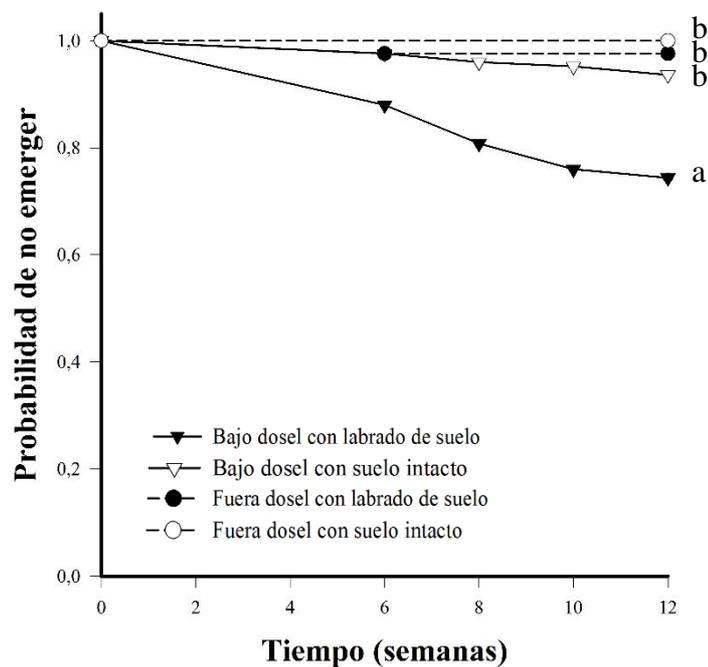


Figura 13. Estimaciones Kaplan Meier para la probabilidad de plántulas a no emerger (fallo en la emergencia) durante un período de 12 semanas bajo los diferentes tratamientos de siembra ubicados en la Estación Científica El Gullán. Curvas con valores más cercanos a 0 denotan mayores tasas de emergencia de plántulas. Se excluyeron intervalos de confianza de 95% para facilitar la visualización de la figura.

A través del análisis Post hoc basado en una prueba de comparaciones múltiples se determinó que el tratamiento bajo dosel y suelo labrado fue significativamente distinto a los demás tratamientos. De igual manera existieron diferencias entre los patrones de emergencia de las semillas ubicadas bajo dosel y suelo intacto con aquellas ubicadas fuera del dosel y con suelo intacto como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados de múltiples comparaciones por pares basados en la prueba de log-rank para las estimaciones Kaplan Meier, para la emergencia de plántulas de *Oreocallis grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales localizadas en la Estación Científica El Gullán.

Comparaciones	x^2	p
Bajo dosel + Suelo labrado vs. Fuera dosel + Suelo intacto	36,679	0,00000000836
Bajo dosel + Suelo labrado vs. Fuera dosel + Suelo labrado	27,608	0,000000891
Bajo dosel + Suelo labrado vs. Bajo dosel + Suelo intacto	17,309	0,000191
Bajo dosel + Suelo intacto vs. Fuera dosel + Suelo intacto	8,232	0,0247
Fuera dosel + Suelo labrado vs. Fuera dosel + Suelo intacto	3,024	0,492
Bajo dosel + Suelo intacto vs. Fuera dosel + Suelo labrado	2,332	0,76

Las semillas localizadas bajo dosel y con labrado del suelo mostraron la mayor tasa de emergencia entre los experimentos (25,6%). Mientras que la tasa más baja de emergencia se encontró en el tratamiento ubicado fuera del dosel de los arbustos y con labrado de suelo (2,40%)(Tabla 7). El tratamiento fuera de dosel de los arbustos y con el suelo intacto no presentó ningún emergente durante el experimento, por lo que no se obtuvieron datos correspondientes a emergencia, supervivencia y crecimiento hasta el cierre del estudio.

Tabla 7. Respuestas de emergencia de plántulas de *Oreocallis grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en la Estación Científica El Gullán

	Total de Emergentes	Retardo (sm)	t_{50} (sm) 95 % IC	Emergencia final (%)
Bajo dosel + Suelo labrado	32	4	a	25,60%
Bajo dosel + Suelo intacto	8	4	a	6,40%
Fuera dosel + Suelo labrado	3	4	a	2,40%
Fuera dosel + Suelo intacto	0	-	-	-

Retardo: Número de semanas desde la siembra en los que no se registraron emergentes. T_{50} : Número de semanas para alcanzar el 50% de emergencia. a: El estimador Kaplan-Meier no alcanzó el 50% de probabilidad de emergencia.

La supervivencia de las plántulas disminuyó desde la semana 10 en el tratamiento localizado bajo dosel y con labrado de suelo; mientras que en los otros tratamientos disminuyó la supervivencia desde la semana 16. De las 500 semillas sembradas un 9% emergieron, y de los emergentes el 36% sobrevivieron como plántulas hasta el final del experimento. Las curvas de supervivencia no se diferenciaron significativamente ($\chi^2=1,461$; $p = 0,482$) (Fig. 14).

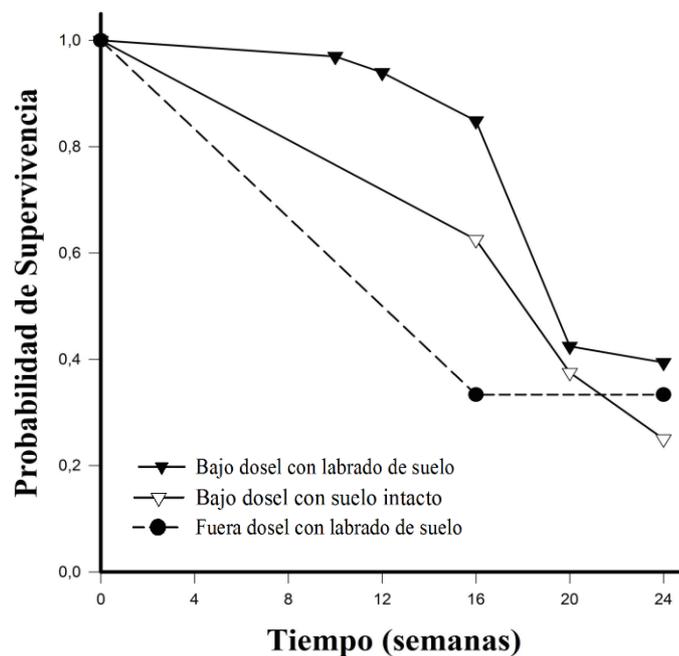


Figura 14. Estimaciones Kaplan Meier para la probabilidad de plántulas supervivientes durante un período de 24 semanas bajo los diferentes tratamientos de siembra en la Estación Científica El Gullán. Curvas con valores de probabilidad superiores denotan mayores tasas de supervivencia de plántulas. Se excluyeron intervalos de confianza de 95% para facilitar la visualización de la figura.

No se realizó una prueba Post hoc puesto que no hubieron diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, las plántulas con una mayor tasa de supervivencia hasta el cierre del monitoreo son aquellas que se establecieron en los tratamientos bajo el dosel y con labrado de suelo (39,4%)(Tabla 8).

Tabla 8. Respuestas de supervivencia de plántulas de *Oreocallis grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en la Estación Científica El Gullán

	Total de Supervivientes	t_{50} (sm) 95 % IC	Supervivencia final (%)
Bajo dosel + Suelo labrado	13	20 (18,4 ; 21,6)	39,4%
Bajo dosel + Suelo intacto	2	20 (14,6; 25,4)	25,0%
Fuera dosel + Suelo labrado	1	16 (3,2; 28,8)	33,3%
Fuera dosel + Suelo intacto	-	-	-

T_{50} : Número de semanas donde se registra la mortalidad del 50% de la población.

Debido al reducido tamaño de la población sobreviviente ($n=16$), un análisis de las relaciones entre los tratamientos y el crecimiento de las plántulas no permite hacer inferencias estadísticas confiables. No obstante las plántulas establecidas bajo dosel con labrado de suelo ($4,37\pm 0,35$ cm) tuvieron el doble de altura que aquellas localizadas bajo los arbustos y sin labrado del suelo ($2,7\pm 0,25$) (Tabla 9). Estos tratamientos corresponden al promedio de crecimiento más alto y más bajo, respectivamente. (Fig. 15 & Tabla 9).

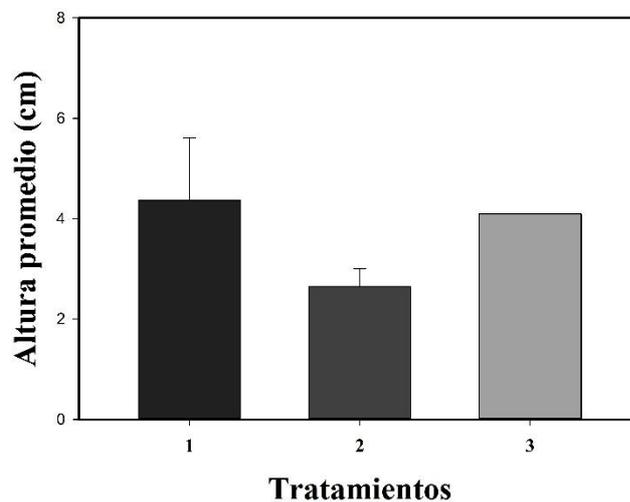


Figura 15. Porcentaje de de aumento de las alturas de las plántulas a las 24 semanas de la siembra directa en los distintos tratamientos en la Estación Científica El Gullán. Los valores son medias \pm E.S

Tabla 9. Promedio de altura \pm E.S de las plántulas por tramientos de siembra localizados en la Estación Científica El Gullán

	Altura promedio (\pm E.S)		
	Bajo dosel + Suelo labrado	Bajo dosel + Suelo intacto	Fuera dosel + Suelo labrado
24 semanas tras la siembra	4,37 \pm 1,25	2,65 \pm 0,35	4,1 \pm 0,00

Los data loggers registraron promedios de temperatura más altos en aquellos tratamientos ubicados fuera del dosel. En estos tratamientos la temperatura promedio del suelo se puede mantener por encima de los 30°C entre las 11h00 y 14h00. Por el contrario, bajo el dosel la temperatura se mantiene debajo de los 29°C entre las 10h00 y 14h00 (Fig. 16). Para todos los tratamientos la temperatura mínima detectada se encontraba en un rango de 4,5-6°C (Tabla 10). Se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento bajo dosel y suelo intacto, y el tratamiento localizado fuera dosel con suelo intacto ($P < 0,001$), que fueron los experimentos con la temperaturas más bajas y más altas, respectivamente. No obstante, en ambos tratamientos se registró una temperatura máxima de 57°C. (Tabla 10).

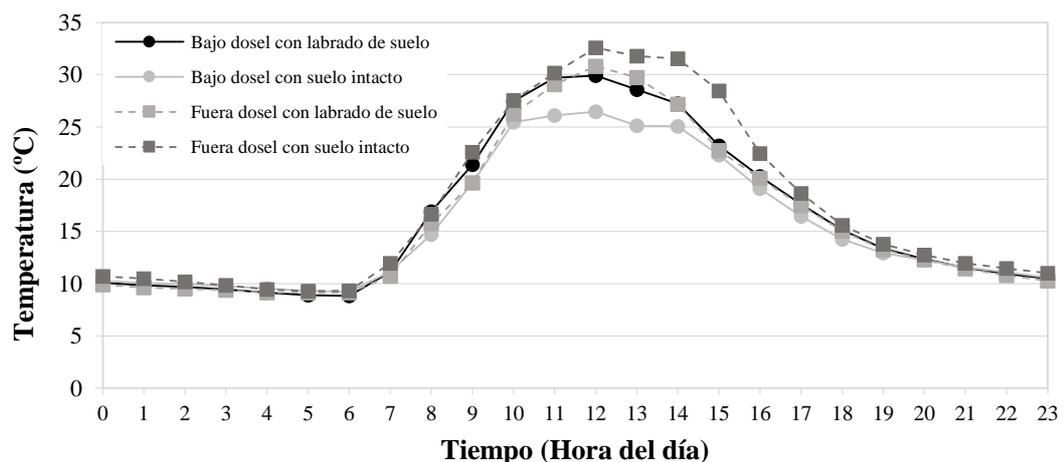
**Figura 16.** Promedios de temperaturas diarias encontradas bajo los tratamientos durante las 24 semanas de monitoreo para la Estación Científica El Gullán.

Tabla 10. Descriptivos de las temperaturas obtenidas bajo los tratamientos de siembra directa de *Oreocallis grandiflora* bajo distintos tratamientos en las parcelas experimentales localizadas en Pamarchacrín

	Promedio (°C)	Min (°C)	Max (°C)
Bajo dosel + Suelo labrado	16,37	4,5	54
Bajo dosel + Suelo intacto	15,48	6	57
Fuera dosel + Suelo labrado	16,16	5,5	51,5
Fuera dosel + Suelo intacto	17,47	4,5	57

CAPÍTULO III

DISCUSIONES

Los resultados reflejan que durante 24 semanas de experimento el microclima y el labrado de suelo han tenido un efecto sobre la emergencia y supervivencia de las plántulas, pero no sobre el crecimiento tanto en Pamarchacrín como en la Estación Científica “El Gullán”.

En base a los resultados obtenidos en ambos ecosistemas, un periodo de tres meses o 12 semanas es óptimo para registrar la emergencia de plántulas en *Oreocallis grandiflora* luego de la siembra directa. Por lo tanto se sugiere registrar emergencia por 12 semanas; 2 semanas adicionales al periodo empleado por Crespo (2014).

Con respecto a las tasas de emergencia en ambos ecosistemas, las más altas fueron registradas en los tratamientos bajo el dosel y con labrado de suelo; mientras que las tasas más bajas se registraron en el tratamiento localizado fuera del dosel y con labrado de suelo. Este resultado podría deberse a una interacción positiva entre los arbustos aislados y las plántulas que emergieron tras la siembra directa. Ya que dichos arbustos modifican el microclima; al aumentar la humedad del suelo, proporcionar la protección contra la luz solar excesiva, amortiguar las fluctuaciones extremas en las temperaturas del aire y del suelo, y adicionalmente suministrar una mayor cantidad de materia orgánica y macronutrientes (Gutiérrez et al., 1993; Ginocchio et al., 2006; Woods & Elliott, 2004), lo que puede beneficiar la germinación y el establecimiento de plántulas que se encuentran por debajo su dosel (Callaway, 1995; Cuevas et al., 2013). Esta influencia positiva de las plantas adultas hacia plántulas que se reclutan a la población se denomina "efecto nodriza" (Niering et al., 1963).

Los resultados obtenidos también demuestran una influencia positiva del labrado del suelo bajo el dosel de los arbustos aislados. Teniendo en cuenta que la preparación del suelo tiene como objetivo proveer condiciones óptimas para la emergencia y crecimiento de las plántulas luego de la siembra directa, el labrado del suelo proporciona una estructura granular, que permite el drenaje del agua y la penetración de las raíces sin obstáculos (Schmidt, 2008). No obstante, ya que también se observó un impacto negativo del suelo labrado cuando se ubicaba fuera del dosel, puede argumentarse que el factor dominante sobre la emergencia es el microclima generado por los arbustos aislados o plantas nodrizas que crean condiciones ambientales más favorables para el establecimiento de nuevas plántulas (Padilla & Pugnaire, 2006).

En Pamarchacrín las diferencias encontradas entre los tratamientos localizados bajo dosel con suelo labrado y fuera del dosel con suelo labrado sugieren que el microclima generado por los arbustos tuvo un efecto positivo sobre la emergencia. De igual manera en la Estación Científica El Gullán se observó que el tratamiento 1 se destacó de los demás experimentos. En ambos casos el establecimiento de las plántulas mejoró en las proximidades de plantas adultas que aminoran los factores ambientales extremos (Cavieres et al. 2006; Bruno et al., 2003). Tal como observaron Cabin et al. (2002), al evaluar el efecto el micrositio y la siembra directa para la regeneración de un bosque seco, tanto la cantidad de individuos establecidos como la biomasa resultaron mayores en los experimentos ubicados bajo el dosel de árboles. Adicionalmente en la Estación Científica El Gullán, a pesar de las diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos bajo dosel con suelo intacto y fuera dosel con suelo intacto, la interpretación biológica no es confiable puesto que la respuesta de emergencia de las semillas fue muy baja (6,4% y 0%, respectivamente).

Con respecto a los patrones temporales de supervivencia para ambos ecosistemas, no hubieron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos durante las 24 semanas de monitoreo. Sin embargo, los arbustos aislados influyeron positivamente en las tasas de supervivencia en ambos ecosistemas, posiblemente debido a su influencia sobre la intensidad de luz y disponibilidad de agua (Padilla & Pugnaire,

2006). Ya que en ambos ecosistemas, las tasas más altas de supervivencia fueron registradas en los tratamientos bajo el dosel de arbustos aislados. Resultados similares se obtuvieron por Aerts et al. (2007), donde los experimentos mostraron que la supervivencia de las plántulas sembradas de *Olea europaea* ssp. *cuspidata* estaba positivamente relacionado con la cobertura de arbustos.

En Pamarchacrín, el número de supervivientes se vio altamente reducido en todos los tratamientos; esto pudo deberse a la ausencia de precipitaciones en la zona durante los meses julio a septiembre del 2015. A pesar de ello, los resultados de los cuatro tratamientos mostraron que tanto la emergencia como la supervivencia de *O. grandiflora* aumentó positivamente en comparación con los resultados obtenidos por Crespo, A. (2014) quien obtuvo 20% de emergencia y 22% de supervivencia; mientras que los resultados reflejan un 51% de emergencia y 39% de supervivencia. Debido a que los tratamientos ubicados bajo el dosel presentaron el doble de supervivientes que aquellos fuera del dosel, se puede considerar que la presencia de vegetación remanente puede firmemente influir en la tasas de colonización (Guariguata & Ostertag, 2001) cuando las condiciones microclimáticas de estrés limitan la supervivencia de las plántulas (Holl, 2002b). Estos resultados son coherentes con los obtenidos por Cuevas et al. (2013), donde los sitios que fueron totalmente expuestos a las condiciones ambientales eran particularmente propensos a la muerte de las plántulas.

Por su parte para la Estación Científica El Gullán, de los pocos emergentes se obtuvo un alto porcentaje de supervivencia especialmente en el tratamiento localizado bajo el dosel y con suelo labrado, estos resultados coinciden con los obtenidos en Pamarchacrín; por lo que se puede aseverar que el microclima tuvo un efecto positivo sobre la supervivencia de las plántulas en ambos ecosistemas. En la Estación Científica El Gullán se observó una influencia positiva del labrado sobre las tasas de supervivencia puesto que los tratamientos con tasas más altas eran aquellos con suelo labrado (39,4% y 33,3% de supervivencia final). Teniendo en cuenta que la resistencia del suelo a la penetración de la raíz deduce la capacidad de absorción de nutrientes por parte de la planta (Wolkowski, 1990); el labrado del suelo, además de

modificar la estructura permite a las raíces explorar un mayor volumen de suelo y por ende aumentar su absorción de agua, nutrientes minerales e hidratos de carbono (Kozlowski, 1999); no obstante, en vista del reducido número de supervivientes este efecto puede ser omitido.

Con respecto al crecimiento longitudinal de las plántulas luego de 24 semanas de la siembra, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos para ambos ecosistemas. Esto puede deberse a que el período de observación empleado fue muy corto para registrar una influencia de los tratamientos, puesto que diferencias significativas sobre el crecimiento se han registrado en experimentos de siembra directa cuyos periodos de observación fueron en lapsos mínimos de ocho meses hasta dos años (Doust et al., 2008; Cole et al., 2011; Cuevas et al., 2013).

Sin embargo, en Pamarchacrín el promedio de crecimiento más alto se registró bajo el dosel y con suelo labrado; mientras que el más bajo se obtuvieron fuera del dosel y con suelo intacto. Resultados similares se consiguieron en el trabajo realizado por Holl et al. (2000), que muestra que plántulas sembradas bajo árboles remanentes en comparación a pastos abiertos tuvieron un mayor aumento en el crecimiento. Esto puede ser ya que los árboles y arbustos remanentes no solo mejoran las condiciones microclimáticas sino que además aumentan los nutrientes del suelo (Otero-Arnaiz et al., 1999), promoviendo de esta manera tanto la supervivencia como el crecimiento de las plántulas.

Los resultados demuestran un potencial efecto positivo del labrado sobre el crecimiento de las plántulas; puesto que tanto en Pamarchacrín como en la Estación Científica El Gullán los promedios más altos de crecimiento se registraron bajo los tratamientos con suelo labrado, que mejora la estructura del suelo y aumenta la aeración, facilitando la descomposición de la materia orgánica e indirectamente la disponibilidad de nutrientes (Brady & Weil, 2008). Estas variables son de gran relevancia, ya que una mala aireación se traduce en una reducción del crecimiento en la mayoría de las especies, principalmente en el crecimiento de los brotes (Gardner et

al., 1999; Brady & Weil, 2008). Además la modificación en la estructura del suelo pudo influir sobre el crecimiento, ya que el sistema radicular de las plantas surge directamente en la provisión de los poros y debilidades mecánicas del suelo (Gardner et al., 1999).

En la Estación Científica El Gullán el promedio de crecimiento más alto se presentó bajo el dosel y con labrado de suelo, y el promedio más bajo se registró bajo el dosel y con suelo intacto. Estos resultados al igual que los obtenidos para Pamarchacrín denotan una influencia directa del labrado sobre el crecimiento de las plántulas, ya que los promedios de crecimiento más altos se obtuvieron en los tratamientos con suelo labrado. Sin embargo no se puede inferir en estos resultados, puesto que el número de individuos sobrevivientes fue muy bajo para obtener respuestas biológicas confiables en este ecosistema.

Cabe mencionar que la temperatura del suelo posee un efecto principalmente sobre estadios tempranos del desarrollo, como la germinación y emergencia, donde la semilla se encuentra propensa a la desecación (Schmidt, 2008). Ya que la alta irradiación solar y las altas temperaturas aumentan la mortalidad de plántulas sembradas en los parches de suelo desnudo a través de estrés hídrico (Aerts et al., 2007). Los resultados obtenidos señalan que en Pamarchacrín los promedios de temperatura del suelo más altos se localizaban en los tratamientos fuera del dosel (16,9-18,9°C); mientras que los promedios más bajos se registraron bajo el dosel (14,2-15,3°C). Estas temperaturas se relacionan con los resultados de emergencia, y supervivencia de plántulas; puesto que en los tratamientos que registraron temperaturas mayores, tanto la tasa de emergencia como de supervivencia fueron las más bajas; mientras que a temperaturas más bajas las tasas de emergencia y supervivencia fueron más altas. Esto afirma que plantas adultas protegen a las plántulas bajo su dosel de los efectos dañinos de las temperaturas extremas (Ren et al., 2008). No obstante, las temperaturas del suelo registradas no presentaron una relación directa con los resultados obtenidos en el crecimiento de las plántulas indicando que otras variables, como la estructura del suelo, influyen sobre su desarrollo.

Por su parte, en la Estación Científica El Gullán se registraron temperaturas del suelo más altas que en Pamarcharcín, lo que puede relacionarse a la prolongada ausencia de lluvias que se observó en este ecosistema durante el periodo de estudio. Los promedios de temperatura del suelo no variaron entre los tratamientos presentando un rango de 15,5 a 17,5°C. No obstante, se observó que las temperaturas más altas (57°C) se registraron en los tratamientos con suelo intacto; estos corresponden a los tratamientos con las tasas más bajas de emergencia y supervivencia, por lo que se puede deducir que las altas temperaturas del suelo son un factor negativo sobre la emergencia y supervivencia de las plántulas. Sin embargo, se debe considerar también que la capacidad de las raíces para penetrar la superficie del suelo pudo haber influido en la emergencia y supervivencia de plántulas; ya que incluso pequeñas diferencias en la compactación del suelo pueden afectar el crecimiento de la raíz, el intercambio de gases, y las tasas de infiltración (Trowse & Humbert, 1961; Holl, 1999), necesarias para el establecimiento de las plántulas.

Estos resultados también pueden estar relacionados con los rangos de tolerancia de la especie. Sabiendo que en hábitats naturales las semillas se encuentran expuestas a temperaturas variadas y poco constantes (Baskin & Baskin, 1998), la tolerancia al estrés de temperatura podría ser crítico para la germinación y supervivencia de las plántulas (Hou et al., 2014). Puesto que cada especie tiene diferentes respuestas a temperaturas extremas, incluso pequeñas variaciones pudieron influir en las tasas de emergencia y supervivencia de *O. grandiflora* encontradas en los tratamientos con suelo intacto; tal como registraron Plummer & Bell (1995), quienes determinaron que la germinación de margaritas australianas (Asteraceae) fue óptima en un rango de temperatura de 10-20°C pero las tasas disminuían en temperaturas más extremas (5 o 30°C). Por lo que puede argumentarse que para el tratamiento fuera del dosel y suelo intacto; tanto la temperatura como las condiciones del micrositio fueron factores limitantes en la germinación y emergencia de las plántulas. A pesar de ello, se debe considerar que los data loggers pudieron estar expuestos directamente a la radiación solar y haberse calentado, resultando en estas altas temperaturas lo que haría su efecto omisible.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los arbustos aislados presentaron un potencial efecto nodriza al tener una influencia positiva sobre el establecimiento de plántulas tanto en Pamarchacrín como en la Estación Científica El Gullán. Sin embargo en este segundo ecosistema el número final de emergentes y sobrevivientes fue muy bajo, 43 y 16 individuos respectivamente, a pesar que mediante los tratamientos se crearon condiciones óptimas para su establecimiento. Estos resultados podrían deberse a dos factores. Primero, los rangos de temperatura del suelo en los sitios de siembra de El Gullán, incluso bajo el dosel de árboles aislados, estuvieron fuera de los límites de tolerancia térmica de *O. grandiflora* causando la desecación de la semilla o la muerte de los embriones. Segundo, la época de siembra fue inadecuada, ya que la precipitación promedio declinó desde de la siembra (mayo del 2015) hasta 4 semanas antes del final del experimento (INAMHI, 2015); de modo que la planta nodriza no pudo incrementar el establecimiento de las plántulas (Walker et al., 2001). Además, algunos factores tales como la competencia, el consumo de recursos por parte de la planta nodriza, y la superposición de espacio de raíz entre las especies de plantas adultas y las plántulas bajo su dosel deben ser considerados (Ren et al., 2008).

Los resultados de este trabajo demuestran que la siembra directa es una técnica de bajo costo para el establecimiento de *Oreocallis grandiflora* en zonas degradadas del sur del Ecuador. Las diferencias en las tasas entre ambos ecosistemas se deben a que la supervivencia de las plántulas varía fuertemente tanto por el hábitat como por la especie (Cole et al, 2011), por lo que las evaluaciones in situ son necesarias para determinar la efectividad de los tratamientos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el microclima es un factor influyente en la emergencia y supervivencia de plántulas en ambos ecosistemas; siendo evidente que las interacciones positivas entre las plantas facilitan la regeneración de las especies y permiten colonizar áreas perturbadas (Callaway, 1995; Bruno et al., 2003; Cuevas et al., 2013). Por lo tanto, se recomendaría su aplicación para proyectos que involucren

siembra directa de *Oreocallis grandiflora*; puesto que los beneficios de obtener tasas de supervivencia más altas se traducen en beneficios económicos para las instituciones que financian dichos proyectos y principalmente para comunidades rurales (Castro et al., 2002). No obstante, es necesario realizar un análisis de la supervivencia en periodos de tiempo mas amplios; que confirmen la efectividad de estos tratamientos para facilitar el establecimiento de la especie.

Según los resultados puede también deducirse que el labrado de suelo conjuntamente con el efecto del microclima permiten mejorar las tasas obtenidas de emergencia y supervivencia; ya que las plantas remanentes, en este caso arbustos aislados, pueden tener un efecto positivo que está relacionado con la sombra que proporcionan, mediante la reducción de la radiación solar y la temperatura del suelo (Vetaas 1992; Holmgren et al. 1997;. Castro et al., 2004); mejorando la disponibilidad de agua para las plántulas al evitar las pérdidas por evaporación en los suelos labrados.

Debido a que en ambos ecosistemas tanto la supervivencia como el crecimiento se vieron reducidos en los tratamientos con suelo intacto, se denota una influencia positiva del labrado en suelos compactados o pobres en nutrientes. En muchos casos es necesaria esta remoción del sustrato para permitir a las plántulas establecerse; no obstante, el labrado mejora la estructura del suelo y la aeración, pero a menudo sólo de forma temporal (Gardner et al., 1999). Por lo que se recomendaría su uso únicamente en ambientes con fuertes limitaciones del sustrato, puesto que el esfuerzo de trabajo así como el costo incrementan en la aplicación de esta técnica.

En Pamarchacrín se denota una relación de los arbustos de *Morella parviflora* (Myricaceae) con las plántulas de *O. grandiflora*, debido a que el efecto del microclima se evidenció también en la supervivencia; esto podría ser explicado como un efecto de facilitación o efecto nodriza de esta especie de arbusto. De modo que en ambientes particularmente estresantes, donde la mejora del hábitat es una fuerza estructurante, esta especie podrían facilitar en lugar de competir con los colonizadores (Bertness et al., 1999). No obstante, son necesarios estudios

específicos que determinen un verdadero potencial efecto nodriza de esta especie de arbusto de sucesión temprana y reafirmen su capacidad para facilitar el establecimiento de las plántulas de especies de interés. De igual manera, en el caso de la Estación Científica El Gullán el potencial efecto nodriza de los arbustos seleccionados (*Brachyotum confertum*, *Gynoxys sp.* y *Miconia aspergiliaris*) debe ser evaluado. Puesto que, como mencionan Padilla & Pugnaire (2006), la estructura de la cubierta vegetal de la planta nodriza también puede influir en el éxito del establecimiento, en particular en relación con la intensidad de la sombra y la intercepción de lluvia. Por lo que las especies elegidas en este ecosistema pudieron tener un efecto tanto de facilitación como de interferencia sobre las plántulas y es necesario determinar el potencial de cada especie como planta nodriza.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña-Rodríguez, I. S., Cavieres, L. A., & Gianoli, E. (2006). Efecto nodriza en el establecimiento de plántulas: facilitación y tolerancia al daño en los Andes de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79(3), 329–336. <http://doi.org/10.4067/S0716-078X2006000300005>
- Aerts, R., Maes, W., November, E., Negussie, A., Hermy, M., & Muys, B. (2006). Restoring dry Afromontane forest using bird and nurse plant effects: Direct sowing of *Olea europea* spp. cuspidata seeds. *Forest Ecology and Management*, 230, 23–31.
- Aerts, R., Negussie, A., Maes, W., November, E., Hermy, M., & Muys, B. (2007). Restoration of Dry Afromontane Forest Using Pioneer Shrubs as Nurse-Plants for *Olea europaea* ssp. cuspidata. *Restoration Ecology*, 15(1), 129–138.
- Aronson, J., Milton, S. J. B., & others. (2007). *Restoring natural capital: science, business, and practice*. Society for Ecological Restoration International. Retrieved from <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=SUV.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=016260>
- Asquith, N. M., Wright, S. J., & Clauss, M. J. (1997). Does mammal community composition control recruitment in Neotropical forests? Evidence from Panama. *Ecology*, 78, 941–946.
- Aquilla, M. G., & Ugalde, T. E. (2010). *Propuesta de un plan para la Prestación de Servicio de Eventos en la Hacienda El Gullán*. Universidad del Azuay.
- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (1998). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Elsevier.
- Benitez-Malvido, J. (1998). Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology*, 12, 380–389.

- Bertness, M. D., Leonard, G. H., Levine, J. M., Schmidt, P. R., & Ingraham, A. O. (1999). Testing the relative contribution of positive and negative interactions in rocky intertidal communities. *Ecology*, *80*(8), 2711–2726.
- Blakesley, D., Elliott, S., & Kuarak, C. (2002). Propagating framework tree species to restore seasonally dry tropical forest: implications of seasonal seed dispersal and dormancy. *Forest Ecology and Management*, *164*, 31–38.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. Prentice-Hall Inc.
- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., Rylands, A. B., Konstant, W. R., ... others. (2002). Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology*, *16*(4), 909–923.
- Bruna, E. M. (1999). Seed germination in rainforest fragments. *Nature*, *402*, 139.
- Bruno, J. F., Stachowicz, J. J., & Bertness, M. D. (2003). Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends in Ecology & Evolution*, *18*(3), 119–125.
- Buytaert, W., Deckers, J., Dercon, G., Biévre, B., Poesen, J., & Govers, G. (2002). Impact of land use changes on the hydrological properties of volcanic ash soils in South Ecuador. *Soil Use and Management*, *18*(2), 94–100.
- Cabin, R. J., Weller, S. G., Lorence, D. H., Cordell, S., & Hadway, L. J. (2002). Effects of microsite, water, weeding, and direct seeding on the regeneration of native and alien species within a Hawaiian dry forest preserve. *Biological Conservation*, *104*(2), 181–190.
- Callaway, R. M. (1995). Positive interactions among plants. *The Botanical Review*, *61*(4), 306–349.
- Callaway, R. M. (1995). Positive interactions among plants. *Botanical Review*, *61*, 306–49.
- Callaway, R. M., & Pugnaire, F. I. (1999). Facilitation in plant communities. In *Handbook of functional plant ecology* (Pugnaire, F. I & Valladares, F.). New York: Marcel Dekker.
- Camargo, J. L. C., Ferraz, I. D. K., & Imakawa, A. M. (2002). Rehabilitation of degraded areas of Central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. *Restoration Ecology*, *10*, 636–644.

- Carse, A. D. (2006). Trees and trade-offs: perceptions of Eucalyptus and native trees in Ecuadorian highland communities. *Development with Identity: Community, Culture, and Sustainability in the Andes*, 103–122.
- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J. A., & Gómez, J. M. (2002). Use of shrubs as nurse plants: a new technique for reforestation in Mediterranean mountains. *Restoration Ecology*, 10(2), 297–305.
- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J. A., Gómez, J. M., & Gómez-Aparicio, L. (2004). Benefits of Using Shrubs as Nurse Plants for Reforestation in Mediterranean Mountains: A 4-Year Study. *Restoration Ecology*, 12(3), 352–358.
- Cavieres, L. A., Badano, E. I., Sierra-Almeida, A., Gómez-González, S., & Molina-Montenegro, M. A. (2006). Positive interactions between alpine plant species and the nurse cushion plant *Laretia acaulis* do not increase with elevation in the Andes of central Chile. *New Phytologist*, 169(1), 59–69.
- Cazar, C., & Machasilla, E. (2013). *Proyecto “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional” Loma Garau (PERFIL No.: PN9-P107)*.
- Chapman, C. A., & Onderdonk, D. A. (1998). Forests without primates: primate/plant codependency. *American Journal of Primatology*, 45(1), 127–141.
- Chazdon, R. L. (2008). Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science*, 320(5882), 1458–1460.
- Cole, R. J., Holl, K. D., Keenec, C. L., & Zahawib, R. A. (2011). Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. *Forest Ecology and Management*, 261, 1590–1597.
- Cordeiro, N. J., & Howe, H. F. (2003). Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 100, 14052–14056.
- Crawley, M. J. (2000). Seed predators and plant population dynamics. Pages 167–182. In *Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities* (M. Fenner, pp. 167–182). Oxford: CAPI Publishing.

- Crespo, A. (2014). *Direct Seeding with native trees in South Central Ecuador: Engancing Restoration Potential with local knowledge*. University of Florida, Florida.
- Crespo, A, Zarate, E, & Ansaloni, R. (2009). *Plan forestal participativo para la cuenca del rio Paute* (Informe Técnico) (p. 145). Cuenca, Ecuador: Secretaría Nacional del agua y Universidad del Azuay.
- Cuevas, J. G., Silva, S. I., León-Lobos, P., & Ginocchio, R. (2013). El efecto nodriza y la exclusión de herbivoría facilitan la colonización de plantas en depósitos de relaves mineros abandonados en Chile centro-norte. *Revista Chilena de Historia Natural*, 86(1), 63–74.
<http://doi.org/10.4067/S0716-078X2013000100006>
- da Silva, J. M. C., & Tabarelli, M. (2000). Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeastern Brazil. *Nature*, 404, 72–74.
- Daws, M. I., Garwood, N. C., & Pritchard, H. W. (2005). Traits of recalcitrant seeds in a semi-deciduous tropical forest in Panama: some ecological implications. *Functional Ecology*, 19, 874–885.
- De Deyn, G. B., Raaijmakers, C. E., & Van der Putten, W. H. (2004). Plant community development is affected by nutrients and soil biota. *Journal of Ecology*, 92, 824–834.
- de la Torre, L, Navarrete, H., Muriel, M., Macía, J., & Balslev, H. (2008). *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador* (Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus.). Quito & Aarhus.
- Doust, S. J. (2010). Seed Removal and Predation as Factors Affecting Seed Availability of Tree Species in Degraded Habitats and Restoration Plantings in Rainforest Areas of Queensland, Australia. *Restoration Ecology*, 19(5), 617–626.
- Doust, S. J., Erskine, P. D., & David Lamb. (2006). Direct seeding to restore rainforest species: Microsite effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. *Forest Ecology and Management*, 234, 333–343.

- Doust, S. J., Erskine, P. D., & Lamb, D. (2008). Restoring rainforest species by direct seeding: Tree seedling establishment and growth performance on degraded land in the wet tropics of Australia. *Forest Ecology and Management*, 256, 1178–1188.
- Franco, A.C., & Nobel, P. S. (1989). Effect of Nurse Plants on the Microhabitat and Growth of Cacti. *Journal of Ecology*, 77(3), 870–886.
- Gann, G. D., & Lamb, D. (2006). Ecological restoration: a means of conserving biodiversity and sustaining livelihoods (version 1.1). *Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona, USA and IUCN, Gland, Switzerland*.
- García-Orth, X., & Martínez-Ramos, M. (2008). Seed Dynamics of Early and Late Successional Tree Species in Tropical Abandoned Pastures: Seed Burial as a Way of Evading Predation. *Restoration Ecology*, 16(3), 435–443.
- Gardner, C. M. K., Laryea, K. B., & Unger, P. W. (1999). *Soil physical constraints to plant growth and crop production* (Land and Water Development Division). USA: Food And Agricultural Organization of the United Nations.
- Giffin, J. G. (1993). New species of fossil birds found at Puu Wa'awa'a. *Elepaio*, 53(1), 1–3.
- Ginocchio, R., Sánchez, P., De La Fuente, L. M., Camus, I., Bustamante, E., Silva, Y., ... Rodríguez, P. H. (2006). Agricultural soils spiked with copper mine wastes and copper concentrate: Implications for copper bioavailability and bioaccumulation. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25(3), 712–718.
- Guariguata, M. R., & Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 148(1), 185–206.
- Gustavo Chacón, D. G. (2015). Soil Agricultural Potential in Four Common Andean Land Use Types in the Highlands of Southern Ecuador as Revealed by a Corn Bioassay. *Agricultural Sciences*, 6(10), 1129–1140. <http://doi.org/10.4236/as.2015.610108>
- Gutiérrez, J. R., Meserve, P. L., Contreas, L. C., Vásquez, H., & Jaksic, F. M. (1993). Spatial distribution of soil nutrients and ephemeral plants underneath and outside the canopy of *Porlieria chilensis* shrubs (Zygophyllaceae) in arid coastal Chile. *Oecologia*, 95(3), 347–352.

- Hofstede, R. (1998). Impactos ecológicos de plantaciones forestales. In *II Conferencia Electrónica sobre Usos Sostenibles y Conservación del Ecosistema Páramo en los Andes* (p. 82). Retrieved from http://www.condesan.org/apc-aa-files/237543fdce333f3a56026e59e60adf7b/II_conferencia_paramos.pdf#page=81
- Hofstede, R. G., Groenendijk, J. P., Coppus, R., Fehse, J. C., & Sevink, J. (2002). Impact of pine plantations on soils and vegetation in the Ecuadorian high Andes. *Mountain Research and Development*, 22(2), 159–167.
- Holl, K. D. (1999). Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. *Biotropica*, 31(2), 229–242.
- Holl, K. D. (2002). Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. *Journal of Ecology*, 90(1), 179–187. <http://doi.org/10.1046/j.0022-0477.2001.00637.x>
- Holl, K. D. (2002). Tropical moist forest. In *Handbook of Ecological Restoration* (M. R. Perrow & A. J. Davy, pp. 539–558). Cambridge University Press.
- Holl, K. D., Loik, M. E., Lin, E. H., & Samuels, I. A. (2000). Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology*, 8(4), 339–349.
- Hou, Q.-Q., Chen, B.-M., Peng, S.-L., & Chen, L.-Y. (2014). Effects of extreme temperature on seedling establishment of nonnative invasive plants. *Biological Invasions*, 16(10), 2049–2061. <http://doi.org/10.1007/s10530-014-0647-8>
- INHAMI. (2015). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Retrieved from <http://www.serviciometeorologico.gob.ec>
- King, J. (1987). *Birds: Ornithological studies at the Río Mazán montane forest reserve, Ecuador* (p. 22). Ecuador: Río Mazán Project.
- Kiss, K., Bräuning, A., & Forschungsgemeinschaft, D. (2008). *El bosque húmedo de montaña: investigaciones sobre la diversidad de un ecosistema de montaña en el Sur del Ecuador*. Deutsche Forschungsgemeinschaft.

- Knudsen, J. T., Tollsten, L., Groth, I., Bergström, G., & Raguso, R. A. (2004). Trends in floral scent chemistry in pollination syndromes: floral scent composition in hummingbird-pollinated taxa. *Botanical Journal of the Linnean Society*, *146*(2), 191–199.
<http://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2004.00329.x>
- Kozłowski, T. T. (1999). Soil compaction and growth of woody plants. *Scandinavian Journal of Forest Research*, *14*(6), 596–619.
- Lamb, D., Erskine, P. D., & Parrotta, J. A. (2005). Restoration of Degraded Tropical Forest Landscapes. *Science*, *310*, 1628–1632.
- Larrea-Alcázar, D. M., López, R. P., & Barrientos, D. (2005). Efecto Nodriza de Prosopis Flexuosa D.C. (Leg-min) en un valle seco de los andes Bolivianos. *ECOTROPICOS*, *18*(2), 89–95.
- Laurence, W. F. (2006). Have we overstated the tropical biodiversity crisis? *Trends in Ecology and Evolution*, *22*, 66–70.
- Lozano, P. E. (2002). Los tipos de bosque en el Sur del Ecuador.
- Martínez-Garza, C., & Howe, H. (2003). Restoring tropical diversity: beating the time tax on species loss. *Journal of Applied Ecology*, *40*, 423–429.
- McNair J. N., Sunkara, A., & Frobish, D. (2012). How to analyse seed germination data using statistical time-to-event analysis: non-parametric and semi-parametric methods. *Seed Science Research*, *22*(02), 77–95.
- Meffe, G. K., & Carroll, C. R. (1994). Principles of conservation biology. Sinauer. EEUU. pp. 237-264., (237-264).
- Meli, P. (2003). Restauración Ecológica de Bosques Tropicales: Veinte años de Investigación. *Interciencia*, *28*, 581–589.
- Ministerio del Ambiente (MAE). (2013). Modelo Bioclimático para la representación de Ecosistemas del Ecuador Continental”. Subsecretaría de Patrimonio Natural-Proyecto Mapa de Vegetación.
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, *10*, 58–62.

- Niering, W. A. (1963). Terrestrial ecology of Kapingamarangi Atoll, Caroline Islands. *Ecological Monographs*, 33(2), 131–160.
- Otero-Arnaiz, A., Castillo, S., Weave, J., & Ibarra-Manríquez, G. (1999). Isolated Pasture Trees and the Vegetation under their Canopies in the Chiapas Coastal Plain, Mexico. *Biotropica*, 31(2), 243–254.
- Padilla, F. M., & Pugnaire, F. I. (2006). The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *The Ecological Society of America*, 196–202.
- Parrota, J. A., Knowles, O. H., & Wunderle, J. M. (1997). Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forest on a bauxite mined site in Amazonia. *Forest and Ecology Management*, 99, 21–42.
- Passioura, J. B. (1991). Soil structure and plant growth. *Soil Research*, 29(6), 717–728.
- Pérez, H. E., & Kettner, K. (2013). Characterizing *Ipomopsis rubra* (Polemoniaceae) germination under various thermal scenarios with non-parametric and semi-parametric statistical methods. *Planta*, 238, 771–784.
- Plummer, J. A., & Bell, D. T. (1995). The effect of temperature, light and gibberellic acid (GA3) on the germination of Australian everlasting daisies (Asteraceae, Tribe Inuleae). *Australian Journal of Botany*, 43(1), 93–102.
- Pretell, J., Ocaña, D., Jon, R., & Barahona, E. (1985). *Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la Sierra Peruana*. Lima, Peru: Proyecto FAO/Holanda/INFUR.
- Ren, H., Yang, L., & Liu, N. (2008). Nurse plant theory and its application in ecological restoration in lower subtropics of China. *Progress in Natural Science*, 18(2), 137–142.
<http://doi.org/10.1016/j.pnsc.2007.07.008>
- Reynel, C., & Marcelo, J. (2009). *Árboles de los ecosistemas forestales andinos. Manual de identificación de especies*. Lima, Peru: Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION.
- Ríos, L., & Acevedo, G. (2007). *Ecología, Utilización e Impactos Producidos por el aprovechamiento del Cucharillo Oreocallis grandiflora (Lam) R. Br. en las parroquias de*

- Taquil, Chantaco, Chuquiribamba y Gualiel de la Provincia de Loja*. Universidad Nacional de Loja, Loja. Ecuador.
- Sarmiento, F. (2000). Breaking mountain paradigms: Ecological effects on human impact in managed tropicandean landscapes. *Ambio*, 29, 423–431.
- Sautu, A., Baskin, J. M., Baskin, C. C., & Condit, R. (2006). Studies on the seed biology of 100 native species of trees in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. *Forest Ecology and Management*, 234, 245–263.
- Schmidt, L. (2008). A review of direct sowing versus planting in tropical afforestation and land rehabilitation. *Forest & Landscape*, 10, 46.
- Serrano, F. (1996). *Árboles y arbustos del Bosque de Mazán* (EDIBOSCO, Vol. 1). Cuenca, Ecuador: ETAPA.
- SNI (Sistema Nacional de Información). (2014). Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Sistema Nacional de Información. Retrieved December 17, 2015, from <http://sni.gob.ec/inicio>
- Society for Ecological Restoration International (SER), G. de trabajo sobre ciencia y políticas. (2004). *Principios de SER International sobre la restauración ecológica*. Retrieved from www.ser.org
- Terborgh, J., Lopez, L., Nuñez, P., Rao, M., Shahabuddin, G., Orihuela, G., ... Balbas, L. (2001). Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science*, 294, 1923–1926.
- Tinoco, B. (2014). *Undersranding the influence of habitat alteration on hummingbird species using a multi-level analysis approach*. Stony Brook University, New York, USA.
- Trouse Jr, A. C., & Humbert, R. P. (1961). Some effects of soil compaction on the development of Sugar Cane roots. *Soil Science*, 91(3), 208–217.
- UDA & CGPaute. 2008. Aplicaciones de la información temática digital de la Cuenca del Río Paute, Versión 3,0. Universidad del Azuay and Consejo de Aguas de la Cuenca del Río Paute (CGPaute), Cuenca.

- Valencia, R., Cerón, C., Palacios, W., & Sierra, R. (1999). Las formaciones naturales de la Sierra del Ecuador. In *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de la vegetación para el Ecuador continental* (Sierra, R. (Ed)). Quito: Proyecto INEFAN/GEF-BIRF and EcoCienca.
- Vanacker, V., Govers, G., Barros, S., Poesen, J., & Deckers, J. (2003). The effect of short-term socio-economic and demographic change on landuse dynamics and its corresponding geomorphic response with relation to water erosion in a tropical mountainous catchment, Ecuador. *Landscape Ecology*, 18(1), 1–15.
- van der Hammen, T., & Otero, G. J. (2007). Los páramos: archipiélagos terrestres en el norte de los Andes. In *Atlas de Páramos de Colombia* (Grey Comercializadora Ltda., pp. 25–31). Bogotá. Colombia.
- Vazquez-Yanes, C., & Orozco-Segovia, A. (1990). Seed dormancy in the tropical rain- forest. In *Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants*. (Bawa, K., Hadley, M., pp. 247–259). Carnforth, UK,: UNESCO-Parthenon Publisher.
- Vetaas, O. R. (1992). Micro-site effects of trees and shrubs in dry savannas. *Journal of Vegetation Science*, 3(3), 337–344.
- Walker, L. R., Thompson, D. B., & Landau, F. H. (2001). Experimental manipulations of fertile islands and nurse plant effects in the Mojave Desert, USA. *Western North American Naturalist*, 25–35.
- White, S., & Maldonado, F. (1991). The Use and Conservation of Natural Resources in the Andes of Southern Ecuador. *Mountain Research and Development*, 11, 35–37.
- Wolkowski, R. P. (1990). Relationship between wheel-traffic-induced soil compaction, nutrient availability, and crop growth: a review. *Journal of Production Agriculture*, 3(4), 460–469.
- Woods, K., & Elliott, S. (2004). Direct seeding for forest restoration on abandoned agricultural land in Northern Thailand. *Journal of Tropical Forest Science*, 16, 248–259.
- Zimmerman, J. K., Pasarella, J. B., & Aide, T. M. (2000). Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology*, 8(350-360).